Júlia Morais Pereira • Maria Eduarda Santos • Diego Guimarães Openheimer

AVALIAÇÃO FISIOTERAPÊUTICA DO CORREDOR

Do Diagnóstico Funcional à Performance Esportiva



Editora UNIVÁS
CURSO DE Fisioterapia
UNIVAS
UNIVERSIDADE DO VALE DO SAPUCAÍ

AVALIAÇÃO FISIOTERAPÊUTICA DO CORREDOR CLÍNICA E BIOMECÂNICA DO CORREDOR: DO DIAGNÓSTICO FUNCIONAL À PERFORMANCE ESPORTIVA

Organizadores:

Júlia Morais Pereira

Maria Eduarda Santos

Diego Guimarães Openheimer

Capa: Wesley Victor Pereira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP

Avaliação fisioterapêutica do corredor clínica e biomecânica do corredor: do diagnóstico funcional à performance esportiva / Organizadores: Júlia Morais Pereira, Maria Eduarda Santos e Diego Guimarães Openheimer. – Pouso Alegre: Univás, 2026.

528p.: il.,color.

E-book
ISBN: 978-65-85924-52-8
DOI: 10.54665/9786585924528

1. Fisioterapia. 2. Corrida. 3. Biomecânica. 4. Avaliação fisioterapêutica. 5. Lesões relacionadas à corrida. I. Pereira, Júlia Morais (org.). II. Santos, Maria Eduarda (org.). III. Título.

CDD – 615.82024796

Bibliotecária responsável: Michelle Ferreira Corrêa: CRB/6-3538

Copyright © 2026

Todos os direitos reservados. É permitida a reprodução total ou parcial desta obra, desde que citada a fonte, que não seja para qualquer fim comercial e que haja autorização prévia, por escrito, dos autores.

APRESENTAÇÃO

A corrida ocupa hoje um espaço que ultrapassa os limites do esporte. Para muitos indivíduos, representa uma estratégia de promoção da saúde, autonomia e qualidade de vida; para outros, constitui uma prática sistematizada de treinamento orientada ao desempenho. Em qualquer desses contextos, correr envolve muito mais do que a repetição de um gesto motor: exige interação dinâmica entre sistemas fisiológicos, estruturas musculoesqueléticas, capacidade funcional, comportamento, ambiente e exposição progressiva às demandas do treinamento.

É a partir dessa compreensão que nasce a obra *Avaliação Fisioterapêutica do Corredor: do Diagnóstico Funcional à Performance Esportiva*. Desenvolvida na interface entre conhecimento científico contemporâneo e prática clínica, esta publicação propõe compreender o corredor em sua integralidade, superando modelos de avaliação fundamentados exclusivamente na presença de dor, em alterações biomecânicas isoladas ou na busca por um padrão considerado ideal de corrida.

Ao longo dos capítulos, o leitor percorre uma trajetória que parte dos fundamentos relacionados à corrida como prática de saúde e performance e avança pelas bases fisiológicas e cardiorrespiratórias, anamnese esportiva, biomecânica, avaliação clínica e funcional, lesões relacionadas à corrida, raciocínio clínico, intervenção fisioterapêutica e critérios para o retorno progressivo ao esporte. A incorporação de casos clínicos e fluxogramas de tomada de decisão aproxima esses conteúdos da realidade profissional e favorece sua aplicação no processo de avaliação e acompanhamento do corredor.

Um dos princípios que orientam esta obra é reconhecer que não existe uma única variável capaz de explicar, isoladamente, o desempenho, a ocorrência de sintomas ou o desenvolvimento de lesões. A maneira como cada corredor responde às demandas da corrida resulta da interação entre capacidade cardiorrespiratória, força muscular, mobilidade, controle neuromuscular, propriedades musculotendíneas, recuperação, histórico de treinamento, exposição à carga e características individuais. Interpretar essas relações é fundamental para transformar dados de avaliação em decisões clínicas coerentes.

Nesse contexto, a Fisioterapia assume papel que ultrapassa a identificação de déficits ou a correção de padrões de movimento. O fisioterapeuta participa da análise da tolerância à carga, da identificação de fatores modificáveis, do planejamento da progressão do treinamento, da educação do corredor, da prevenção e reabilitação de lesões e da construção de critérios seguros para o retorno à corrida e à performance. O objetivo não é estabelecer uma forma

universalmente “correta” de correr, mas compreender se determinado corredor apresenta capacidade suficiente para responder às demandas impostas pelo esporte e aos seus próprios objetivos.

Essa perspectiva exige também reconhecer o indivíduo para além das variáveis mensuradas em uma avaliação. História esportiva, rotina, sono, recuperação, motivação, ambiente de prática, experiências anteriores com lesões, relação com a dor e objetivos pessoais influenciam a maneira como a corrida é vivenciada. Por essa razão, os achados clínicos, funcionais e biomecânicos ganham significado quando interpretados dentro do contexto específico de cada corredor.

Mais do que reunir testes, parâmetros ou protocolos, esta obra pretende contribuir para a construção do **raciocínio clínico aplicado à corrida**. Avaliar não significa simplesmente mensurar: significa observar, integrar informações, formular hipóteses, reconhecer riscos, identificar potencialidades e utilizar evidências para orientar decisões individualizadas.

Esperamos, assim, que este livro possa servir como instrumento de estudo, consulta e apoio à prática profissional de estudantes, fisioterapeutas e demais profissionais interessados na ciência da corrida. Que suas páginas contribuam para avaliações mais criteriosas, intervenções mais individualizadas e decisões clínicas fundamentadas, mantendo o corredor, sua saúde, sua funcionalidade, seus objetivos e sua relação com o esporte no centro do processo de cuidado.

Pouso Alegre, 2026

Prof. Me. Diego Guimarães Openheimer
Coordenador do Curso de Fisioterapia Universidade do Vale do Sapucaí – UNIVÁS

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – Introdução à Corrida no Contexto da Saúde e Performance 13
1.1 A corrida como modalidade de saúde e performance 14
1.2 Importância da corrida como prática acessível e de baixo custo 28
1.3 Desafios na prevenção de lesões em corredores 30
CAPÍTULO 2 – Bases Fisiológicas e Cardiorrespiratórias da Corrida 39
2.1 Fisiologia do exercício aplicada à corrida e bases bioenergéticas: 39
2.2 Importância da avaliação cardiorrespiratória e PSE 56
2.3 Testes de campo 62
2.3.1 Teste de Cooper (12 minutos): clássico para estimar VO_2máx; vantagens e limitações 63
2.3.2 Teste de 3 km: mais acessível, indicado para grupos grandes ou em ambientes escolares/universitários. 65
2.3.3 Yo-Yo Intermittent Recovery Test: mais usado em esportes intermitentes, mas aplicável em corredores para avaliar capacidade aeróbia com recuperação curta 68
2.3.4 Comparação dos testes: validade, custo, aplicabilidade em diferentes contextos. 70
CAPÍTULO 3 – Anamnese esportiva e caracterização do corredor 85
3.1 Importância da anamnese esportiva 85
3.2 Caracterização do corredor 92
3.3 Histórico clínico e histórico de lesões 101
3.4 Treinamento atual 106
3.5 Fatores Extrínsecos Relacionados à Corrida 112
3.6 Hábitos de Vida e Recuperação 120
CAPÍTULO 4 – Biomecânica da corrida 128
4.1 Conceitos básicos da biomecânica aplicada à corrida 128
4.2 Ciclo da corrida 131
4.3 Diferenças biomecânicas entre os corredores 136
4.4 Forças, vetores e carga mecânica na corrida 141
4.5 Padrão de contato do pé 148
4.6 Parâmetros biomecânicos de performance 152
4.6.1 Cadência 152
4.6.2 Comprimento da passada 153
4.6.3 Tempo de contato com o solo 154
4.6.4 Tempo de voo 155
4.6.5 Oscilação vertical 156
4.6.6 Rigidez musculotendínea 157

4.6.7 Simetria entre membros 158
4.6.8 Interpretação integrada dos parâmetros biomecânicos 159
4.7 Aspectos neuromusculares e fadiga 160
4.7.1 Coordenação intermuscular 160
4.7.2 Coordenação intramuscular 161
4.7.3 Ativação antecipatória 162
4.7.4 Reflexos posturais 163
4.7.5 Fadiga neuromuscular 164
4.8 Biomecânica e economia de corrida 168
4.8.1 Economia de corrida: perspectivas fisiológica e biomecânica 168
4.8.2 Fatores biomecânicos associados à economia de corrida 169
4.8.3 Rigidez musculotendínea e aproveitamento da energia elástica 172
4.8.4 Economia de corrida e desempenho em provas de longa duração 173
4.9 Métodos de análise biomecânica 174
4.9.1 Observação clínica e análise visual 175
4.9.2 Filmagem e análise bidimensional (2D) 176
4.9.3 Análise tridimensional (3D) 178
4.9.4 Esteira e ambiente externo 178
4.9.5 Padronização da avaliação 180
4.10 Tecnologias e análise instrumentada 181
4.10.1 Softwares e aplicativos para análise em vídeo 182
4.10.2 Plataformas de força 182
4.10.3 Baropodometria e palmilhas instrumentadas 183
4.10.4 Sensores inerciais, wearables e monitoramento em campo 185
4.10.5 Inteligência artificial e tecnologias emergentes 187
4.10.6 Vantagens, limitações e escolha da tecnologia 187
4.11 Interpretação clínica dos achados biomecânicos 188
Capítulo 5 – Avaliação Clínica e Funcional 192
5.1 Importância da avaliação clínica e funcional 192
5.2 Postura estática 194
5.3 Mobilidade e flexibilidade 199
5.4 Avaliação da força muscular 205
5.5 Resistência muscular localizada 211
5.6 Estabilidade e controle motor 216
5.7 Avaliação proprioceptiva e equilíbrio 219
5.8 Avaliação dinâmica da corrida 222

5.8.1 Parâmetros observáveis 223
5.9 Integração dos achados clínicos e funcionais 231
CAPÍTULO 6 – Lesões Relacionadas à Corrida 238
6.1 Introdução às lesões relacionadas à corrida 238
6.2 Síndrome da dor patelofemoral 248
6.3 Tendinopatia patelar 258
6.4 Tendinopatia do tendão de Aquiles 269
6.5 Fasciopatia plantar 280
6.6 Síndrome da banda iliotibial 291
6.7 Síndrome do estresse tibial medial 300
6.8 Fraturas por estresse 313
6.9 Lesões musculares em corredores 326
6.10 Dor lombar e alterações lombo-pélvicas em corredores 339
6.11 Sinais de alerta e necessidade de encaminhamento 350
6.12 Integração entre lesões, avaliação e tomada de decisão 354
CAPÍTULO 7 – Raciocínio Clínico, Intervenção Fisioterapêutica e Retorno à Corrida 358
7.1 Do achado clínico à tomada de decisão 358
7.2 Princípios gerais da intervenção fisioterapêutica 364
7.3 Controle de carga e modificação do treino 369
7.4 Educação em dor, recuperação e autocuidado 375
7.5 Fortalecimento muscular para corredores 381
7.6 Controle motor, estabilidade e coordenação 387
7.7 Mobilidade, flexibilidade e recursos manuais 392
7.8 Pliometria e retorno ao impacto 395
7.9 Reeducação da corrida 397
7.10 Condutas direcionadas por déficits predominantes 399
7.11 Estratégias complementares na reabilitação 402
7.12 Retorno gradual à corrida 406
7.13 Retorno à performance 407
7.14 Fluxogramas de tomada de decisão clínica 409
7.14.1 Dor anterior no joelho 410
7.14.2 Dor lateral no joelho 411
7.14.3 Dor no tendão de Aquiles 412
7.14.4 Dor plantar 413
7.14.5 Dor tibial 414
7.14.6 Suspeita de fratura por estresse 415

7.14.7 Retorno gradual à corrida 416
7.14.8 Prevenção para corredores iniciantes 417
7.14.9 Progressão de carga 418
7.15 Alta fisioterapêutica e acompanhamento 419
CAPÍTULO 8 - Casos Clínicos 422
8.1 Caso Clínico 1 – Síndrome da Dor Femoropatelar Associada à Sobrecarga de Treinamento e Déficit de Controle Proximal 422
8.1.1 História Clínica e Esportiva 422
8.1.2 Avaliação da Dor 423
8.1.3 Avaliação Funcional 424
8.1.4 Avaliação da Mobilidade 424
8.1.5 Avaliação da Força Muscular 424
8.1.6 Avaliação do Equilíbrio e Controle Neuromuscular 425
8.1.7 Avaliação Biomecânica da Corrida 425
8.1.8 Avaliação Psicossocial 426
8.1.9 Integração dos Achados Clínicos 426
8.1.10 Diagnóstico Fisioterapêutico 426
8.1.11 Estratificação de Risco 427
8.1.12 Objetivos Terapêuticos 427
8.1.13 Plano Fisioterapêutico 427
8.1.14 Reavaliação após 12 Semanas 429
8.1.15 Prognóstico 430
8.1.16 Fluxograma Clínico de Avaliação e Tomada de Decisão 431
8.2 Caso Clínico 2 – Síndrome da Banda Iliotibial Associada à Instabilidade Proximal e Sobrecarga de Treinamento 432
8.2.1 História Clínica e Esportiva 432
8.2.2 Avaliação da Dor 433
8.2.3 Avaliação Funcional 433
8.2.4 Avaliação da Mobilidade 434
8.2.5 Avaliação da Força Muscular 434
8.2.6 Avaliação do Equilíbrio e Controle Neuromuscular 434
8.2.7 Avaliação Biomecânica da Corrida 434
8.2.8 Avaliação Psicossocial 435
8.2.9 Integração dos Achados Clínicos 435
8.2.10 Diagnóstico Fisioterapêutico 436
8.2.11 Estratificação de Risco 436

8.2.12 Objetivos Terapêuticos 436
8.2.13 Plano Fisioterapêutico 437
8.2.14 Reavaliação após 12 Semanas 438
8.2.15 Prognóstico 439
8.2.16 Fluxograma Clínico de Avaliação e Tomada de Decisão 440
8.3 Caso Clínico 3 – Fratura por Estresse Tibial Associada à Baixa Disponibilidade Energética e Sobrecarga de Treinamento 441
8.3.1 História Clínica e Esportiva 441
8.3.2 Avaliação da Dor 442
8.3.3 Avaliação Funcional 442
8.3.4 Avaliação da Mobilidade 442
8.3.5 Avaliação da Força Muscular 443
8.3.6 Avaliação do Equilíbrio e Controle Neuromuscular 443
8.3.7 Avaliação Biomecânica da Corrida 443
8.3.8 Avaliação Psicossocial 444
8.3.9 Integração dos Achados Clínicos 444
8.3.10 Diagnóstico Fisioterapêutico 445
8.3.11 Estratificação de Risco 445
8.3.12 Objetivos Terapêuticos 445
8.3.13 Plano Fisioterapêutico 446
8.3.14 Reavaliação após 16 Semanas 447
8.3.15 Prognóstico 448
8.3.16 Fluxograma Clínico de Avaliação e Tomada de Decisão 448
8.4 Caso Clínico 4 – Fascite Plantar Crônica Associada à Sobrecarga Mecânica e Déficits Funcionais do Complexo Tornozelo-Pé 450
8.4.1 História Clínica e Esportiva 450
8.4.2 Avaliação da Dor 451
8.4.3 Avaliação Funcional 451
8.4.4 Avaliação da Mobilidade 451
8.4.5 Avaliação da Força Muscular 452
8.4.6 Avaliação do Equilíbrio e Controle Neuromuscular 452
8.4.7 Avaliação Biomecânica da Corrida 452
8.4.8 Avaliação Psicossocial 453
8.4.9 Integração dos Achados Clínicos 453
8.4.10 Diagnóstico Fisioterapêutico 453
8.4.11 Estratificação de Risco 454

8.4.12 Objetivos Terapêuticos 454
8.4.13 Plano Fisioterapêutico 455
8.4.14 Reavaliação após 12 Semanas 456
8.4.15 Prognóstico 457
8.4.16 Fluxograma Clínico de Avaliação e Tomada de Decisão 458
8.5 Caso Clínico 5 – Tendinopatia do Tendão de Aquiles Associada à Sobrecarga Progressiva de Treinamento e Redução da Capacidade de Armazenamento de Energia Elástica 459
8.5.1 História Clínica e Esportiva 459
8.5.2 Avaliação da Dor 461
8.5.3 Avaliação Funcional 461
8.5.4 Avaliação da Mobilidade 462
8.5.5 Avaliação da Força Muscular 463
8.5.6 Avaliação do Equilíbrio e Controle Neuromuscular 463
8.5.7 Avaliação da Carga de Treinamento 464
8.5.8 Avaliação Biomecânica da Corrida 465
8.5.9 Avaliação Psicossocial 465
8.5.10 Integração dos Achados Clínicos 466
8.5.11 Diagnóstico Fisioterapêutico 467
8.5.12 Estratificação de Risco 467
8.5.13 Objetivos Terapêuticos 468
8.5.14 Plano Fisioterapêutico 469
8.5.15 Reavaliação após 12 Semanas 471
8.5.16 Prognóstico 471
8.5.17 Fluxograma Clínico de Avaliação e Tomada de Decisão 472
CAPÍTULO 9 - Considerações Finais 474
REFERÊNCIAS 477
ÍNDICE REMISSIVO 524

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO À CORRIDA NO CONTEXTO DA SAÚDE E PERFORMANCE



CAPÍTULO 1 – Introdução à Corrida no Contexto da Saúde e Performance

A corrida é uma das modalidades esportivas mais praticadas no mundo, utilizada tanto na promoção da saúde quanto no desenvolvimento da performance. Apesar de sua aparente simplicidade, depende da integração dos sistemas cardiovascular, respiratório, musculoesquelético, metabólico e neuromotor. Seus objetivos variam desde a melhora da aptidão cardiorrespiratória e da saúde cardiometabólica até o aprimoramento do desempenho esportivo. Dessa forma, a corrida deve ser compreendida como uma prática capaz de produzir adaptações fisiológicas, biomecânicas e comportamentais que influenciam diretamente a saúde e o rendimento físico (Oja *et al*., 2024).

Os benefícios da corrida dependem do equilíbrio entre a carga de treinamento e a capacidade adaptativa do organismo. Fatores como intensidade, frequência, recuperação, sono, alimentação, histórico esportivo e condições clínicas modulam as respostas ao exercício. Por isso, a corrida exige planejamento individualizado e progressão adequada. Quando bem conduzida, promove saúde, autonomia e qualidade de vida; quando inadequadamente prescrita, pode gerar sobrecarga tecidual, sintomas e afastamento da prática (Correia *et al*., 2024).

No esporte, desempenho não significa apenas correr mais rápido, mas sustentar velocidades específicas com menor custo fisiológico e maior eficiência mecânica. A performance resulta da interação entre aptidão cardiorrespiratória, economia de corrida, força muscular, coordenação neuromuscular e resistência à fadiga. Assim, corredores submetidos ao mesmo treinamento podem apresentar respostas distintas, evidenciando que indicadores isolados, como VO_2máx, pace, cadência ou padrão de pisada, não explicam integralmente o desempenho esportivo (Van Hooren *et al*., 2024).

Além disso, a corrida representa uma exposição contínua à carga mecânica, caracterizada por milhares de ciclos de impacto e produção de força a cada sessão. Quando a progressão do treinamento respeita os princípios da adaptação biológica, ocorre aumento da capacidade funcional e da tolerância tecidual. Em contrapartida, elevações abruptas de volume, intensidade ou frequência podem aumentar o risco de lesões. Nesse contexto, saúde e performance são indissociáveis, pois o desempenho depende da capacidade de tolerar carga ao longo do tempo (Frandsen *et al*., 2025).

A fadiga exerce papel central nesse processo por modificar progressivamente a mecânica da corrida. Entre as alterações mais frequentes destacam-se o aumento do tempo de contato com o solo, a redução da propulsão, o surgimento de assimetrias e a diminuição da

estabilidade pélvica. Esses achados demonstram que avaliações realizadas apenas em repouso ou no início do exercício podem não refletir adequadamente as demandas reais do treinamento, tornando a análise sob fadiga particularmente relevante para a compreensão do desempenho e da tolerância à carga (Zandbergen *et al*., 2023).

Diante disso, a corrida deve ser entendida como uma prática dinâmica e individual, dependente da capacidade adaptativa de cada organismo. Na Fisioterapia, o objetivo da avaliação não é enquadrar todos os corredores em um modelo técnico ideal, mas identificar se o movimento é funcional e compatível com as demandas da prática esportiva. Para isso, o diagnóstico deve integrar aspectos relacionados à dor, histórico de lesões, força, mobilidade, fadiga, recuperação, controle de carga e objetivos individuais. Essa abordagem favorece a prevenção de lesões, a tomada de decisão clínica e a otimização da performance esportiva (Leppänen *et al*., 2024).

1.1 A corrida como modalidade de saúde e performance

A corrida é uma das manifestações corporais mais antigas da humanidade, inicialmente associada ao deslocamento, à caça, à comunicação e à sobrevivência. Com a organização das sociedades, passou a integrar o esporte competitivo, especialmente no atletismo olímpico, que consolidou provas de velocidade, meio-fundo, fundo e maratona. Entre elas, a maratona tornou-se símbolo da resistência humana, por exigir esforço prolongado, elevada demanda fisiológica e capacidade de superação física e mental (Reusser *et al*., 2021).

A inclusão da maratona nos Jogos Olímpicos modernos, em 1896, e a posterior padronização da distância de 42,195 km marcaram a consolidação internacional da modalidade. Entretanto, sua história também reflete transformações sociais, como a ampliação da participação feminina, oficializada na maratona olímpica apenas em 1984. Assim, a corrida ultrapassa o campo esportivo e expressa mudanças culturais relacionadas à inclusão, igualdade de oportunidades e participação social (Reusser *et al*., 2021).

Ao longo do século XX, a corrida deixou de ser restrita ao alto rendimento e passou a ser amplamente utilizada para promoção da saúde. A popularização do jogging, especialmente nas décadas de 1960 e 1970, ampliou seu acesso como estratégia de condicionamento físico, melhora cardiorrespiratória, controle do peso corporal e bem-estar. Esse movimento consolidou o chamado “boom da corrida”, caracterizado pela expansão de grupos de treinamento, assessorias esportivas, provas populares e comunidades de corredores (Lathan, 2023).

Figura 1: Demonstração da origem da corrida



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Esse crescimento transformou a corrida em uma prática plural, envolvendo desde iniciantes e corredores recreacionais até atletas amadores e praticantes de alto desempenho. As grandes maratonas internacionais, como Berlim e Nova York, exemplificam essa democratização ao reunir atletas de elite, corredores masters e participantes com diferentes objetivos em um mesmo ambiente esportivo. Além da competição, esses eventos passaram a representar experiências sociais, culturais e comunitárias, associadas à superação pessoal, pertencimento e continuidade da prática (Reusser *et al*., 2021; Knechtle *et al*., 2026).

Paralelamente à sua expansão social, a corrida tornou-se objeto de ampla investigação científica. Evidências atuais associam sua prática regular à redução da mortalidade por todas as causas, da mortalidade cardiovascular e da mortalidade por câncer, além de benefícios sobre composição corporal, função cardiovascular e aptidão cardiorrespiratória. Portanto, a corrida

pode ser considerada uma estratégia relevante de promoção da saúde, desde que a carga de treinamento seja compatível com as condições clínicas, funcionais e musculoesqueléticas do praticante (Oja *et al*., 2024).

Dessa forma, a corrida evoluiu de uma habilidade essencial à sobrevivência para uma prática esportiva, social e terapêutica, relacionada à saúde, à performance e à construção de identidade. Para a Fisioterapia, essa compreensão amplia o olhar sobre o corredor, que não deve ser analisado apenas por parâmetros biomecânicos ou diagnósticos de lesão, mas a partir da integração entre fatores biológicos, psicológicos, sociais, objetivos individuais e significado atribuído à prática. Essa abordagem favorece intervenções mais efetivas, individualizadas e centradas na pessoa (Pereira *et al*., 2021b).

O crescimento da corrida amadora nas últimas décadas está relacionado à sua acessibilidade, baixo custo e flexibilidade de prática. Além dos benefícios físicos, fatores como saúde, bem-estar, realização pessoal e satisfação com a atividade contribuem para sua popularização. Por poder ser realizada em diferentes ambientes e adaptada a distintos níveis de condicionamento, a corrida tornou-se uma das formas mais difundidas de atividade física recreacional (Pereira *et al*., 2021).

Estudos internacionais demonstram que a corrida recreacional está amplamente consolidada em diversos países, embora sua prevalência seja influenciada por fatores culturais, socioeconômicos e ambientais. Entre os principais motivos para adesão destacam-se a promoção da saúde, a melhora da autoestima e a busca por qualidade de vida, enquanto a falta de tempo permanece como uma das principais barreiras à prática. Esses achados reforçam que correr representa não apenas uma atividade física, mas também um comportamento influenciado pelo contexto social e individual (Pereira *et al*., 2021a).

No Brasil, a participação em corridas de rua apresentou crescimento progressivo nas últimas décadas, ampliando a demanda por ações de educação em saúde, orientação de treinamento e acompanhamento profissional. Estudos mostram que corredores tendem a apresentar estilos de vida mais ativos, menor exposição a comportamentos de risco e maior envolvimento com hábitos saudáveis. Entretanto, fatores como segurança, infraestrutura urbana, disponibilidade de tempo e suporte social continuam influenciando o acesso à modalidade (Oliveira *et al*., 2021).

Outro aspecto relevante é a capacidade da corrida de promover conexões sociais. Grupos de treinamento, assessorias esportivas, eventos comunitários e plataformas digitais transformaram a prática em uma experiência compartilhada, fortalecendo a motivação e a

adesão ao exercício. Evidências indicam que suporte social, autoeficácia e motivação intrínseca exercem papel importante na manutenção da prática, demonstrando que a continuidade do treinamento depende não apenas de fatores físicos, mas também de componentes psicossociais (Pereira *et al*., 2021b).

Imagem 2: capacidade da corrida de promover conexões sociais.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A relevância social da corrida também pode ser observada em programas comunitários que estimulam a prática regular de atividade física e favorecem melhorias na aptidão física, no bem-estar e na qualidade de vida. Além de ampliar o acesso ao exercício, essas iniciativas fortalecem o sentimento de pertencimento e contribuem para a manutenção de hábitos saudáveis (Peterson *et al*., 2022; Haake *et al*., 2024).

Sob a perspectiva da saúde pública, a corrida apresenta potencial relevante para o enfrentamento da inatividade física devido à sua simplicidade, ampla aceitação social e facilidade de implementação. Contudo, a expansão da modalidade deve ser acompanhada por estratégias educativas voltadas à progressão adequada da carga, recuperação e prevenção de lesões, garantindo uma prática segura e sustentável (Thuany *et al*., 2025).

O crescimento da corrida amadora também ampliou o conceito de performance. Para muitos corredores recreacionais, desempenho não se limita à velocidade ou ao resultado em

competições, mas inclui objetivos como correr sem dor, manter regularidade nos treinamentos, retornar após lesões e melhorar a funcionalidade. Essa perspectiva reforça a necessidade de metas individualizadas, alinhadas às características e expectativas de cada praticante (Thuany *et al*., 2026).

Nesse contexto, a Fisioterapia assume papel estratégico na promoção da saúde, prevenção de lesões e otimização do desempenho. A avaliação do corredor deve ultrapassar a análise isolada do gesto esportivo e considerar aspectos relacionados à carga de treinamento, força muscular, mobilidade, recuperação, sono, fatores psicossociais e objetivos individuais. Essa abordagem permite compreender o corredor de forma integral e direcionar intervenções mais seguras, efetivas e sustentáveis (Pereira *et al*., 2021).

A corrida é uma modalidade predominantemente aeróbia que exige integração entre os sistemas cardiovascular, respiratório e musculoesquelético para sustentar o exercício. Sua prática promove aumento do débito cardíaco, da oferta de oxigênio aos tecidos e da eficiência do transporte sanguíneo. Quando realizada regularmente, induz adaptações como redução da frequência cardíaca de repouso, melhora do controle autonômico e maior capacidade de sustentar esforços submáximos, ampliando a reserva funcional e cardiovascular do indivíduo (Oja *et al*., 2024).

Essas adaptações estão diretamente relacionadas à aptidão cardiorrespiratória, considerada um dos principais indicadores de saúde e prognóstico. Esse componente reflete a capacidade do organismo de captar, transportar e utilizar oxigênio durante o exercício. Assim, a melhora da tolerância ao esforço não representa apenas aumento do desempenho na corrida, mas também maior eficiência fisiológica para responder às demandas do cotidiano. Evidências demonstram que níveis mais elevados de aptidão cardiorrespiratória estão associados à redução da mortalidade e de diversas doenças crônicas (Lang *et al*., 2024).

Nesse contexto, a corrida contribui para a redução do risco cardiovascular, estando associada a menores taxas de mortalidade por todas as causas, mortalidade cardiovascular e câncer, além de benefícios sobre a composição corporal, função cardiovascular e capacidade funcional. Dessa forma, ultrapassa o contexto esportivo e consolida-se como uma importante estratégia de promoção da saúde e prevenção de doenças crônicas (Oja *et al*., 2024).

Entre os fatores de risco modificáveis, destaca-se a hipertensão arterial. O treinamento aeróbio regular favorece a redução da resistência vascular periférica, melhora da função endotelial e controle autonômico, promovendo reduções clinicamente relevantes da pressão arterial. Evidências indicam que os maiores benefícios ocorrem com a prática regular e

progressiva, reforçando a importância da consistência do treinamento em vez da busca precoce por intensidades elevadas (Jabbarzadeh Ganjeh *et al*., 2024).

Além dos efeitos hemodinâmicos, a corrida promove adaptações metabólicas relacionadas à composição corporal, sensibilidade à insulina e perfil lipídico. Embora essas respostas dependam de fatores individuais, a prática regular integra uma estratégia eficaz de proteção cardiometabólica, especialmente quando associada a hábitos saudáveis e acompanhamento multiprofissional (Smart *et al*., 2025).

É importante destacar que os benefícios cardiovasculares não dependem exclusivamente da perda de peso. Melhorias na aptidão cardiorrespiratória, no controle pressórico, na função vascular e na tolerância ao esforço podem ocorrer mesmo sem alterações expressivas na massa corporal. Por esse motivo, indicadores funcionais, como frequência cardíaca de repouso, percepção de esforço e capacidade de recuperação, frequentemente refletem melhor a evolução do corredor do que medidas exclusivamente estéticas ou laboratoriais (Oja *et al*., 2024).

Apesar dos benefícios amplamente documentados, indivíduos com fatores de risco cardiovascular, sintomas sugestivos ou doenças estabelecidas devem ser submetidos à avaliação clínica antes da progressão para esforços mais intensos. A prática segura depende da estratificação de risco, monitoramento adequado e individualização do treinamento, especialmente em iniciantes, sedentários e pessoas com comorbidades (Visseren *et al*., 2021).

Portanto, a melhora cardiovascular promovida pela corrida deve ser entendida como um processo adaptativo e progressivo. Quando realizada de forma individualizada e sustentável, a prática reduz o risco cardiometabólico, melhora a aptidão cardiorrespiratória e amplia a capacidade funcional. Sob a perspectiva fisioterapêutica, essas adaptações favorecem melhor tolerância ao esforço, recuperação mais eficiente e maior longevidade esportiva, consolidando a corrida como uma intervenção de elevado valor para a saúde cardiovascular (Lang *et al*., 2024).

A corrida exerce efeitos positivos sobre a saúde mental, embora não deva ser considerada substituta de psicoterapia, acompanhamento médico ou tratamento farmacológico quando indicados. Evidências sugerem que sua prática contribui para a redução de sintomas de depressão, ansiedade e sofrimento psicológico por mecanismos relacionados à melhora do sono, aumento da autoeficácia, regulação emocional, fortalecimento do suporte social e adaptações neurobiológicas induzidas pelo exercício. Uma revisão abrangente de revisões sistemáticas demonstrou benefícios consistentes da atividade física sobre diferentes indicadores de saúde

mental em populações adultas, reforçando seu papel como componente complementar do cuidado em saúde (Singh *et al*., 2023).

Especificamente, a corrida tem demonstrado efeitos favoráveis tanto sobre aspectos emocionais quanto sobre indicadores de saúde física. Em estudo envolvendo indivíduos com depressão e transtornos de ansiedade, programas de corrida produziram melhora dos sintomas semelhante à observada com o uso de antidepressivos, além de benefícios adicionais em parâmetros cardiometabólicos, como peso corporal, pressão arterial e frequência cardíaca. Esses achados não justificam a substituição de tratamentos convencionais, mas reforçam o potencial da corrida como estratégia terapêutica complementar quando associada a acompanhamento profissional, progressão adequada da carga e respeito às necessidades individuais (Verhoeven *et al*., 2023).

Os benefícios psicológicos da corrida não dependem exclusivamente das respostas fisiológicas induzidas pelo exercício, mas também do significado atribuído à prática, do ambiente em que ela ocorre e da experiência subjetiva do corredor. Uma revisão sistemática sobre mediadores e moderadores da relação entre atividade física e saúde mental identificou fatores como suporte social, conexão interpessoal, senso de pertencimento, autoestima, autoeficácia, afeto positivo e percepção de competência como mecanismos relevantes para explicar os efeitos psicológicos do exercício (White *et al*., 2024).

Esses achados possuem implicações importantes para a Fisioterapia, uma vez que programas de iniciação ou retorno à corrida não devem ser estruturados apenas a partir de quilometragem, ritmo ou volume de treinamento. Aspectos como medo de dor, insegurança, histórico de abandono da prática, relação com o próprio corpo, prazer associado ao exercício e disponibilidade de apoio social também influenciam a adesão e a sustentabilidade do treinamento. Nesse contexto, a corrida tende a tornar-se mais significativa e duradoura quando o praticante percebe progresso, segurança e propósito em sua trajetória esportiva (White *et al*., 2024).

A corrida também pode contribuir para a manutenção da saúde cerebral e da função cognitiva, especialmente ao longo do envelhecimento. Embora não deva ser considerada uma intervenção cognitiva isolada, sua prática regular pode favorecer mecanismos associados à preservação da função cerebral, incluindo melhora da perfusão sanguínea, adaptações vasculares, modulação inflamatória, aprimoramento da qualidade do sono, aumento da aptidão cardiorrespiratória e ampliação da participação social (Díaz-Goñi *et al*., 2026).

Uma revisão sistemática com metanálise publicada em 2026 observou que níveis mais elevados de aptidão cardiorrespiratória estão associados à redução do risco de determinados desfechos neuropsiquiátricos e demenciais, particularmente a demência, ainda que a força das evidências varie conforme o desfecho analisado. Sob a perspectiva clínica, esses achados reforçam que a corrida pode ser incorporada como uma estratégia de longo prazo para preservação da funcionalidade e da saúde cerebral, desde que adequadamente ajustada à idade, às condições clínicas e à tolerância musculoesquelética de cada praticante (Díaz-Goñi *et al*., 2026).

A corrida favorece o desenvolvimento da resistência muscular por exigir contrações repetidas e sustentadas dos músculos dos membros inferiores e estabilizadores do tronco. Com a prática regular, ocorrem adaptações que aumentam a capacidade de sustentar esforços prolongados, incluindo melhora da função mitocondrial, maior eficiência na produção de energia e melhor utilização do oxigênio. Sob a perspectiva fisioterapêutica, essas adaptações refletem ganho de capacidade funcional, permitindo a realização de atividades diárias e esportivas com menor fadiga e maior segurança (Franklin *et al*., 2022).

Figura 3: Demonstração de treino para resistência



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Além disso, a corrida melhora a eficiência mecânica do movimento, reduzindo o custo energético para uma determinada velocidade. Esse processo está relacionado à otimização do recrutamento muscular, da coordenação neuromuscular e da função músculo-tendínea. Evidências demonstram que a associação entre treinamento de corrida e treinamento de força

potencializa esses ganhos, promovendo melhorias na economia de corrida, especialmente quando são utilizados exercícios com cargas elevadas, métodos pliométricos ou abordagens combinadas (Llanos-Lagos *et al*., 2024a).

Em corredores recreacionais, a combinação entre treinamento aeróbico e fortalecimento muscular favorece adaptações complementares. Enquanto o treinamento de força contribui para ganhos de força máxima, potência e economia de corrida, o treinamento de endurance promove melhorias no VO_2máx, no limiar anaeróbio e na capacidade cardiorrespiratória. Esses achados reforçam que a corrida não deve ser compreendida apenas como uma atividade aeróbica, mas como uma prática que demanda integração entre os sistemas musculoesquelético e cardiorrespiratório (Prieto-González; Sedlacek, 2022).

A capacidade cardiorrespiratória constitui um dos principais benefícios fisiológicos da corrida, resultando em maior eficiência no transporte e utilização de oxigênio, melhor tolerância ao esforço e capacidade de sustentar intensidades moderadas a vigorosas. Em corredores de endurance, variáveis como VO_2máx e economia de corrida desempenham papel central no desempenho, podendo ser aprimoradas tanto por treinamentos contínuos quanto intervalados (Parmar *et al*., 2021).

Dessa forma, o desenvolvimento da resistência muscular e da capacidade cardiorrespiratória depende da adequada combinação entre corrida, fortalecimento, recuperação e controle de carga. Na Fisioterapia, a prescrição deve respeitar as características individuais, especialmente em iniciantes, indivíduos sedentários ou com histórico de lesões. Quando planejada de forma progressiva e individualizada, a corrida constitui uma ferramenta terapêutica capaz de promover condicionamento físico, autonomia funcional e prática esportiva segura (Schumann *et al*., 2022).

A corrida como ferramenta de performance deve ser compreendida como um continuum que vai do corredor recreacional ao atleta de elite. Enquanto corredores recreacionais geralmente buscam saúde, prazer e participação regular, corredores competitivos passam a estruturar seus treinamentos com objetivos específicos de desempenho, e atletas de elite dependem de controle rigoroso da carga, periodização e recuperação. Para a Fisioterapia, essa distinção é relevante porque, à medida que o foco se desloca para a performance, reduz-se a margem entre adaptação e sobrecarga, exigindo monitoramento mais preciso da resposta ao treinamento (Casado *et al*., 2022).

Nos corredores recreacionais, performance não se resume ao tempo de prova, mas inclui aspectos como regularidade de treinamento, capacidade de completar distâncias, retorno após

lesões e manutenção da funcionalidade. Já a transição para um perfil mais competitivo exige planejamento progressivo da carga, distribuição adequada da intensidade e adaptação gradual dos sistemas cardiovascular, musculoesquelético e neuromotor. Evidências demonstram que o desempenho é resultado da interação entre fatores fisiológicos, biomecânicos, comportamentais e de treinamento, reforçando a necessidade de uma abordagem individualizada (Thuany *et al*., 2026; Esteve-Lanao *et al*., 2021).

Nos corredores altamente treinados e atletas de elite, a performance depende principalmente da interação entre VO_2máx, economia de corrida, limiares fisiológicos, volume semanal, intensidade e histórico de treinamento. Estudos demonstram que programas bem-sucedidos costumam combinar elevado volume de treino em baixa intensidade, sessões específicas em ritmos-alvo e adequada recuperação, evidenciando que melhorar o desempenho não significa simplesmente treinar mais forte, mas organizar a carga de forma sustentável ao longo do tempo (Casado *et al*., 2022; Haugen *et al*., 2022).

Independentemente do nível competitivo, a relação entre carga e lesão permanece um dos principais desafios da corrida. Variáveis como volume, intensidade, frequência, velocidade e mudanças recentes na carga podem influenciar o surgimento de sintomas musculoesqueléticos, especialmente quando associadas a recuperação insuficiente. Dessa forma, a avaliação fisioterapêutica deve considerar não apenas o volume absoluto de treinamento, mas também a forma como a carga é distribuída e tolerada pelo corredor (Fredette *et al*., 2022; Ramskov *et al*., 2022).

A biomecânica também influencia a performance e o risco de lesões, embora não exista um padrão universal de movimento considerado ideal. Corredores recreacionais, competitivos e atletas de elite podem apresentar diferentes estratégias biomecânicas relacionadas à velocidade, ao terreno, à fadiga e às demandas específicas da modalidade. Por isso, alterações observadas durante a corrida devem ser interpretadas em conjunto com sintomas, histórico de treinamento, tolerância à carga e objetivos esportivos, evitando abordagens baseadas exclusivamente na correção de supostos desvios biomecânicos (Evans *et al*., 2023; Willwacher *et al*., 2022).

Outro componente essencial da performance é o treinamento de força. Evidências demonstram que programas de fortalecimento podem melhorar a economia de corrida, a tolerância ao impacto, a estabilidade do movimento e o desempenho em corredores de média e longa distância. Dessa forma, a força deve ser considerada parte integrante da preparação do

corredor, sendo ajustada conforme o nível esportivo, a fase de treinamento e as necessidades individuais (Llanos-Lagos *et al*., 2024b).

Nos últimos anos, recursos tecnológicos como relógios esportivos, sensores, plataformas de treinamento e calçados com tecnologias avançadas passaram a integrar a preparação dos corredores. Embora essas ferramentas possam auxiliar no monitoramento e na tomada de decisão, elas não substituem a interpretação clínica da carga, da recuperação e dos sinais apresentados pelo atleta. Da mesma forma, indicadores como frequência cardíaca, ritmo de prova, variabilidade da frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço devem ser utilizados de forma complementar para orientar o treinamento (Senefeld *et al*., 2021; Ranieri *et al*., 2025).

Por fim, a busca por performance deve ocorrer de forma compatível com a saúde e a recuperação do corredor. A melhora do desempenho resulta da interação entre treinamento, força, técnica, recuperação e adaptação biológica, e não apenas da intensificação da carga. Nesse contexto, o fisioterapeuta atua como elo entre saúde e performance, utilizando avaliação funcional, educação de carga, monitoramento clínico e intervenções individualizadas para favorecer evolução sustentável e reduzir o risco de lesões ou abandono da prática (Thuany *et al*., 2026).

A corrida consolidou-se como uma das práticas corporais mais difundidas mundialmente devido à sua acessibilidade, baixo custo e facilidade de adaptação a diferentes níveis de condicionamento físico. Além do contexto esportivo, a modalidade tem sido reconhecida como importante estratégia de promoção da atividade física, redução do comportamento sedentário e fortalecimento da participação social, ampliando sua relevância para a saúde pública (Thuany *et al*., 2025).

Dados epidemiológicos indicam que a participação em corrida varia entre aproximadamente 8,5% e 11,3% da população adulta em diferentes regiões do mundo. Esses números reforçam seu potencial como ferramenta de impacto populacional, especialmente em um cenário no qual a inatividade física permanece um importante desafio global. Por sua simplicidade operacional e ampla aceitação social, a corrida representa uma alternativa viável para ampliar os níveis de atividade física quando associada a ambientes seguros, apoio comunitário e políticas públicas favoráveis (Thuany *et al*., 2025).

O crescimento da modalidade também está relacionado à diversidade de perfis e objetivos dos praticantes. Enquanto alguns corredores buscam saúde, lazer e bem-estar, outros direcionam seus esforços para desempenho esportivo e participação em provas de longa

distância. Estudos demonstram que corredores de maratona e ultramaratona tendem a apresentar maior volume e frequência de treinamento quando comparados aos praticantes de distâncias menores, evidenciando que a corrida engloba diferentes demandas fisiológicas e comportamentais (Knechtle *et al*., 2024).

Além dos aspectos relacionados ao desempenho, a corrida está frequentemente associada a estilos de vida fisicamente ativos e indicadores positivos de saúde. Entretanto, seus benefícios dependem de fatores como progressão adequada da carga, recuperação suficiente e características individuais do praticante, reforçando a necessidade de acompanhamento e orientação apropriados (Wirnitzer *et al*., 2022).

Outro aspecto relevante é seu potencial inclusivo. A participação de pessoas com deficiência física em eventos de corrida demonstra que a modalidade pode promover autonomia, integração social e alcance de metas pessoais, ampliando sua contribuição para temas relacionados à funcionalidade e inclusão. Paralelamente, fatores como pertencimento, superação pessoal, interação social e construção de identidade esportiva ajudam a explicar a crescente adesão à prática em diferentes contextos culturais (Koper *et al*., 2024).

Dessa forma, o panorama global da corrida evidencia uma modalidade com impacto que ultrapassa o desempenho esportivo, abrangendo saúde, lazer, inclusão e participação comunitária. Para a Fisioterapia, essa diversidade reforça a importância de abordagens individualizadas, considerando objetivos, experiência prévia, volume de treinamento, tolerância à carga e contexto de vida de cada corredor. Essa perspectiva favorece estratégias mais efetivas de prevenção, educação em saúde e promoção de uma prática segura e sustentável (Thuany *et al*., 2025).

A corrida de rua tem apresentado crescimento progressivo no Brasil, acompanhando a expansão do interesse por modalidades acessíveis, individuais e adaptáveis a diferentes objetivos. Dados populacionais obtidos entre 2006 e 2017 indicam que aproximadamente 2,5% dos adultos das capitais brasileiras praticavam corrida, com tendência de aumento ao longo do período. Esses resultados demonstram que a modalidade passou a ocupar espaço relevante no cenário nacional de atividade física, embora ainda esteja concentrada em grupos específicos da população (Oliveira *et al*., 2021).

O fortalecimento de eventos tradicionais também evidencia essa expansão. A análise da Corrida Internacional de São Silvestre mostrou aumento do número de participantes ao longo dos anos, acompanhado por redução do desempenho médio dos concluintes. Esse fenômeno sugere a ampliação do acesso à modalidade e a crescente participação de corredores

recreacionais motivados por saúde, lazer, desafio pessoal e pertencimento esportivo, além dos atletas competitivos (Thuany *et al*., 2023b).

A diversidade de distâncias constitui outra característica importante da corrida brasileira. Provas de 5 km e 10 km geralmente representam a principal porta de entrada para iniciantes e praticantes recreacionais, enquanto meia-maratona e maratona exigem maior experiência, volume de treinamento e planejamento. Essa progressão reforça a necessidade de acompanhamento adequado da carga de treino, da recuperação e da adaptação musculoesquelética ao longo da evolução esportiva (Thuany *et al*., 2021b; Thuany *et al*., 2023a).

Além da distância percorrida, fatores como experiência, volume de treinamento, características antropométricas, suporte social e motivação influenciam a participação e o desempenho dos corredores brasileiros. Estudos demonstram que a prática da corrida envolve dimensões relacionadas não apenas ao condicionamento físico, mas também à saúde, socialização, superação pessoal e participação em eventos esportivos, evidenciando seu caráter multifatorial (Thuany *et al*., 2021d; Thuany *et al*., 2023a).

Apesar do crescimento observado, a participação em corridas não ocorre de forma homogênea entre regiões e grupos populacionais. Aspectos econômicos e sociais podem influenciar o acesso às provas, uma vez que custos relacionados a inscrições, deslocamentos, equipamentos e disponibilidade de tempo podem limitar a participação de parte da população. Assim, embora a corrida seja frequentemente considerada uma modalidade acessível, sua prática competitiva ainda apresenta barreiras que devem ser reconhecidas (Thuany *et al*., 2021c).

Dessa forma, o cenário brasileiro caracteriza-se pelo aumento gradual do número de praticantes, fortalecimento de eventos tradicionais e ampliação da diversidade de perfis e objetivos. Para a Fisioterapia, esse contexto reforça a importância de avaliações individualizadas, progressão segura entre distâncias, monitoramento da carga de treinamento e educação em saúde, favorecendo uma participação sustentável e compatível com as necessidades de cada corredor (Oliveira *et al*., 2021).

O corredor brasileiro apresenta perfil heterogêneo, abrangendo desde praticantes recreacionais até participantes de provas de 5 km, 10 km, meia-maratona e maratona. Estudos nacionais com mais de mil corredores não profissionais das cinco regiões do país demonstram predominância masculina, idade média próxima de 38 anos e participação crescente de

mulheres, evidenciando que a corrida de rua é praticada principalmente por adultos jovens e de meia-idade (Thuany *et al*., 2021b).

A faixa etária observada de forma consistente em diferentes investigações sugere que a maioria dos corredores concilia treinamento com trabalho, responsabilidades familiares e outras demandas cotidianas. Para a Fisioterapia, essa característica reforça a importância de considerar fatores como recuperação, qualidade do sono, estresse ocupacional e disponibilidade de tempo durante a avaliação e o planejamento das intervenções (Thuany *et al*., 2021d).

Em relação aos hábitos de treinamento, os corredores brasileiros apresentam volume semanal médio entre 30 e 40 km, com frequência predominante de três a quatro sessões por semana. Entretanto, existe ampla variabilidade conforme sexo, experiência e objetivos individuais. De modo geral, corredores motivados por desempenho realizam maior volume e frequência de treinamento quando comparados àqueles que têm como principal objetivo saúde, lazer ou qualidade de vida (Thuany *et al*., 2021b; Thuany *et al*., 2021d).

O desempenho também parece ser influenciado por múltiplos fatores, incluindo idade, índice de massa corporal, experiência prévia, frequência de treino e volume semanal. Esses achados reforçam que a evolução na corrida depende da interação entre características individuais e treinamento, e não apenas do aumento isolado da quilometragem ou da intensidade dos exercícios (Thuany *et al*., 2023a).

Além disso, o perfil do corredor pode variar entre diferentes regiões e contextos socioculturais. Estudos locais demonstram diferenças na distribuição entre homens e mulheres, acesso a orientação profissional e padrões de treinamento, indicando que características regionais e socioeconômicas influenciam a forma como a corrida é praticada no país (Antonio; Laux, 2022).

De maneira geral, o corredor brasileiro pode ser caracterizado como um adulto em torno dos 38 anos, predominantemente recreacional, com frequência de treinamento de três a quatro sessões semanais e volume médio entre 30 e 40 km por semana. Para a Fisioterapia, esse perfil reforça a necessidade de avaliações individualizadas, considerando histórico esportivo, carga de treinamento, objetivos pessoais, recuperação e presença de sintomas, evitando abordagens padronizadas para todos os corredores (Thuany *et al*., 2021a).

A corrida de rua tem se consolidado como uma das principais atividades físicas realizadas no tempo livre no Brasil. Dados do Vigitel, obtidos entre 2006 e 2017 com 625.460 adultos das capitais brasileiras, indicaram prevalência de aproximadamente 2,45% na população geral e 5,32% entre indivíduos fisicamente ativos. Esses resultados demonstram que,

embora ainda não seja uma prática majoritária, a corrida ocupa espaço crescente no cenário nacional por sua acessibilidade, flexibilidade e adaptação a diferentes objetivos (Oliveira *et al*., 2021).

A tendência temporal observada nesse período revelou aumento anual médio de 0,13 ponto percentual na população geral e de 0,17 ponto percentual entre praticantes de atividade física. Embora aparentemente modestos, esses incrementos representam um crescimento expressivo quando analisados em escala populacional, refletindo a ampliação do interesse pela corrida, o fortalecimento de grupos de treinamento e a expansão de eventos esportivos em diferentes regiões do país (Oliveira *et al*., 2021).

Com base nessas estimativas, estudos recentes sugerem a existência de aproximadamente 5,3 milhões de corredores no Brasil. Embora esse valor represente uma projeção populacional e não uma contagem direta, ele evidencia a relevância da modalidade e a crescente demanda por orientação profissional, prevenção de lesões e acompanhamento adequado da carga de treinamento (Rizzo *et al*., 2024).

O perfil dos praticantes indica maior participação de homens, adultos mais jovens, indivíduos com maior escolaridade, índice de massa corporal dentro da normalidade e melhor acesso a espaços destinados à prática de atividade física. Esses achados sugerem que fatores sociais, ambientais e econômicos influenciam a adesão à corrida, demonstrando que sua prática não depende exclusivamente da escolha individual, mas também das oportunidades disponíveis para sua realização (Oliveira *et al*., 2021).

Dessa forma, a corrida representa uma prática em expansão no Brasil, com impacto crescente sobre saúde, lazer e esporte recreacional. Para a Fisioterapia, esse cenário reforça a necessidade de estratégias voltadas à avaliação individualizada, educação em saúde, controle de carga e prevenção de lesões, favorecendo uma prática segura e sustentável para diferentes perfis de corredores (Oliveira *et al*., 2021).

1.2 Importância da corrida como prática acessível e de baixo custo

A corrida é frequentemente reconhecida como uma prática corporal acessível por exigir pouca estrutura, permitir adaptação a diferentes níveis de condicionamento e poder ser realizada em diversos ambientes. Essas características favorecem sua utilização em estratégias de promoção da atividade física e saúde pública. Entretanto, acessibilidade não significa ausência de barreiras, pois fatores como segurança urbana, disponibilidade de espaços adequados, tempo

livre, orientação profissional e acesso à informação influenciam diretamente a adesão à prática (Thuany *et al*., 2025).

No contexto da saúde pública, a corrida representa uma alternativa viável para ampliar os níveis de atividade física da população e reduzir o comportamento sedentário. Por ser uma atividade aeróbia de fácil adaptação, pode contribuir para o cumprimento das recomendações de atividade física e para a prevenção de doenças crônicas. As Diretrizes Brasileiras de Atividade Física reforçam a importância de estratégias acessíveis e compatíveis com a realidade da população, destacando o papel do exercício na promoção da saúde e da qualidade de vida (Umpierre *et al*., 2022).

A relevância da modalidade também se relaciona ao fato de caminhada, corrida e treinamento com pesos figurarem entre as práticas mais frequentes entre adultos brasileiros. Dessa forma, políticas públicas voltadas à promoção da atividade física podem obter maior alcance quando valorizam modalidades já incorporadas ao cotidiano da população, associando sua prática a orientações sobre progressão da carga, segurança, hidratação e prevenção de sobrecargas (Ritti-Dias *et al*., 2021).

Para que a corrida seja efetivamente acessível, é necessário investir em ambientes seguros e favoráveis à prática, incluindo iluminação adequada, espaços públicos de qualidade, áreas verdes e iniciativas comunitárias. Nesse sentido, programas vinculados à Atenção Primária à Saúde, universidades, projetos sociais e grupos comunitários podem ampliar oportunidades de participação, fortalecer vínculos sociais e favorecer a manutenção da atividade física ao longo do tempo (Bernardo *et al*., 2024; Tenório *et al*., 2022).

Além dos benefícios à saúde, intervenções voltadas à promoção da atividade física apresentam potencial impacto econômico ao contribuir para a prevenção de doenças crônicas, redução do sedentarismo e melhora da funcionalidade. Assim, estratégias bem planejadas e adaptadas às características do território podem representar investimentos relevantes para os sistemas de saúde (Papini *et al*., 2021).

Sob a perspectiva fisioterapêutica, a corrida pode ser utilizada como ferramenta de promoção da saúde, educação em movimento e desenvolvimento da autonomia funcional. O fisioterapeuta desempenha papel importante na avaliação da capacidade funcional, orientação da progressão de carga, prevenção de sobrecargas e adaptação da prática às necessidades individuais. Dessa forma, a corrida ultrapassa o contexto esportivo e passa a integrar estratégias de cuidado, prevenção e participação social (Thuany *et al*., 2025).

Figura 4: Avaliação fisioterapêutica



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

1.3 Desafios na prevenção de lesões em corredores

Embora a corrida seja amplamente reconhecida por seus benefícios à saúde, a elevada ocorrência de lesões musculoesqueléticas representa um importante desafio para praticantes e profissionais da saúde. Esse cenário não deve ser interpretado como contraindicação à modalidade, mas como indicativo da necessidade de avaliação adequada, controle da carga de treinamento e acompanhamento individualizado. Na Fisioterapia, a prevenção e o manejo das lesões envolvem a análise integrada de fatores como histórico esportivo, força muscular, recuperação, biomecânica, sono e objetivos do corredor (Correia *et al*., 2024).

A prevalência de lesões relacionadas à corrida varia consideravelmente entre os estudos devido às diferenças metodológicas e aos critérios utilizados para definir lesão. Ainda assim, evidências demonstram que uma parcela expressiva dos corredores apresenta sintomas que levam à redução do treinamento, interrupção da prática ou necessidade de atendimento profissional. Em corredores recreacionais, estudos relatam histórico prévio de lesão em mais de 80% dos participantes e ocorrência de lesões no último ano em aproximadamente 45%,

evidenciando que esses eventos são frequentes ao longo da trajetória esportiva (Kakouris *et al*., 2021; Stenerson *et al*., 2023).

Figura 5: demonstração da distribuição da força de impacto



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

As lesões por sobrecarga predominam na corrida devido à repetição contínua de ciclos de impacto, absorção e propulsão. Quando a carga aplicada supera a capacidade adaptativa dos tecidos, especialmente após aumentos rápidos de volume, intensidade ou frequência, podem surgir sintomas progressivos que comprometem a continuidade da prática. Entre as condições mais comuns destacam-se tendinopatias, fascite plantar, síndrome da banda iliotibial, síndrome da dor patelofemoral, síndrome do estresse tibial medial e fraturas por estresse (Burke *et al*., 2023; Kakouris *et al*., 2021).

As tendinopatias do tendão de Aquiles e do tendão patelar figuram entre as lesões mais frequentes, geralmente associadas a aumentos inadequados de carga e recuperação insuficiente. A fascite plantar, por sua vez, manifesta-se principalmente por dor plantar no calcâneo e pode estar relacionada à interação entre volume de treinamento, rigidez muscular, características do calçado e capacidade de absorção de carga. Já a síndrome da banda iliotibial é uma causa comum de dor lateral no joelho, frequentemente associada à combinação entre fatores biomecânicos e excesso de treinamento (Correia *et al*., 2024; Burke *et al*., 2023).

Entre as lesões de maior gravidade potencial estão as fraturas por estresse, decorrentes da incapacidade do tecido ósseo de se adaptar adequadamente às cargas repetitivas. Sua ocorrência está associada a fatores como progressão acelerada do treinamento, baixa disponibilidade energética, histórico prévio de lesões ósseas e recuperação insuficiente. Nesses casos, sintomas como dor localizada e piora progressiva durante o impacto exigem investigação criteriosa (Correia *et al*., 2024).

O histórico prévio de lesão é reconhecido como um dos principais fatores associados ao surgimento de novos episódios. Corredores que já sofreram lesões apresentam risco significativamente maior de recorrência, reforçando a importância de programas de reabilitação completos e estratégias contínuas de monitoramento e prevenção (Desai *et al*., 2021).

Atualmente, as lesões relacionadas à corrida são compreendidas como eventos multifatoriais, resultantes da interação entre características individuais, carga de treinamento, fatores biomecânicos, condições de saúde e estilo de vida. Dessa forma, não é adequado atribuir uma lesão a uma única causa isolada, como tipo de pisada, calçado ou fraqueza muscular. O risco surge da relação entre a carga aplicada e a capacidade de adaptação do corredor em determinado momento (Correia *et al*., 2024).

Portanto, a elevada prevalência de lesões na corrida reforça a necessidade de estratégias preventivas contínuas, baseadas em educação, fortalecimento, monitoramento da carga e identificação precoce de sinais de sobrecarga. Sob a perspectiva fisioterapêutica, o objetivo não é afastar o indivíduo da prática, mas promover uma participação segura, sustentável e compatível com seus objetivos esportivos e de saúde (Stenerson *et al*., 2023).

Os fatores associados às lesões na corrida podem ser classificados em intrínsecos e extrínsecos, sendo a interação entre ambos determinante para a capacidade de tolerar a carga de treinamento. Os fatores intrínsecos incluem características individuais como idade, sexo, histórico prévio de lesão, força muscular, mobilidade, composição corporal, capacidade cardiorrespiratória, recuperação, qualidade do sono e padrão biomecânico. Na Fisioterapia, esses aspectos auxiliam na identificação de vulnerabilidades e no planejamento de estratégias individualizadas de prevenção e reabilitação (Correia *et al*., 2024).

Entre os fatores intrínsecos, o histórico prévio de lesão é um dos mais relevantes, uma vez que corredores lesionados apresentam maior risco de recorrência. Por esse motivo, a avaliação deve considerar episódios anteriores, tempo de afastamento, recidivas e a qualidade do retorno à prática esportiva (Desai *et al*., 2021).

A biomecânica da corrida também influencia a distribuição das cargas sobre os tecidos. Variáveis como controle do tronco, alinhamento dos membros inferiores, cadência, comprimento da passada e tempo de contato com o solo podem modificar a demanda mecânica durante a corrida. Entretanto, as evidências atuais indicam que fatores biomecânicos raramente explicam isoladamente o surgimento das lesões, devendo ser interpretados em conjunto com outros componentes clínicos e de treinamento (Willwacher *et al*., 2022).

A força muscular, o controle neuromuscular e a disponibilidade energética também desempenham papel importante na tolerância ao esforço. Déficits de força, fadiga persistente, recuperação inadequada, baixa disponibilidade energética e alterações relacionadas à saúde óssea podem reduzir a capacidade adaptativa dos tecidos, aumentando a suscetibilidade a lesões por sobrecarga. Dessa forma, a avaliação fisioterapêutica deve contemplar aspectos funcionais, nutricionais e comportamentais, além do desempenho esportivo (Burke *et al*., 2023; Correia *et al*., 2024).

Os fatores extrínsecos correspondem às características do treinamento e do ambiente, incluindo volume, intensidade, frequência, superfície, terreno, calçado, participação em provas e planejamento da recuperação. Entre eles, a carga de treinamento ocupa posição central, pois aumentos rápidos de volume ou intensidade podem exceder a capacidade adaptativa do corredor e favorecer o aparecimento de sintomas. No entanto, a resposta à carga é individual, o que explica por que corredores submetidos a estímulos semelhantes podem apresentar desfechos distintos (Fredette *et al*., 2022).

A intensidade dos treinos, as características do terreno e as mudanças de superfície também influenciam a carga mecânica imposta ao organismo. Da mesma forma, o calçado pode modificar a distribuição de forças e a percepção de conforto, embora não deva ser interpretado como fator isolado de prevenção de lesões. Alterações bruscas de equipamento ou ambiente exigem adaptação progressiva para minimizar o risco de sobrecarga (Willwacher *et al*., 2022).

Outro aspecto relevante é a preparação para provas. A busca por novas distâncias ou metas de desempenho frequentemente leva corredores recreacionais a aumentarem a carga de forma acelerada, elevando o risco de lesões. Nesses casos, estratégias de progressão gradual, monitoramento da recuperação e definição de metas realistas tornam-se fundamentais (Fredette *et al*., 2022).

Portanto, a prevenção de lesões na corrida depende de uma análise integrada dos fatores intrínsecos e extrínsecos. O risco não está associado a um único elemento, mas à relação entre a carga aplicada e a capacidade individual de adaptação. Sob a perspectiva fisioterapêutica,

compreender essa interação permite direcionar intervenções mais precisas, promovendo uma prática segura, sustentável e compatível com os objetivos de cada corredor (Correia *et al*., 2024).

Embora a corrida seja amplamente reconhecida por seus benefícios à saúde, a elevada ocorrência de lesões musculoesqueléticas representa um desafio importante para a prática esportiva. O impacto dessas lesões vai além da dor, podendo comprometer a continuidade do treinamento, reduzir adaptações fisiológicas, afetar a confiança do corredor e aumentar a demanda por serviços de saúde. Nesse contexto, a prevenção deve envolver avaliação funcional, monitoramento da carga e identificação precoce de fatores modificáveis relacionados ao treinamento e à recuperação (van Poppel *et al*., 2021).

A magnitude do problema é evidenciada pela alta frequência de lesões relatadas na literatura. Revisões sistemáticas apontam incidência próxima de 40% e prevalência de aproximadamente 45%, com maior acometimento de joelho, perna e tornozelo. Entre as condições mais comuns destacam-se tendinopatia do calcâneo, síndrome do estresse tibial medial, dor patelofemoral, fasciopatia plantar e entorses de tornozelo (Kakouris *et al*., 2021).

As lesões afetam diretamente a performance ao reduzirem a capacidade de treinar com regularidade. Dor, rigidez, perda de força e limitação funcional frequentemente levam à redução do volume, intensidade ou frequência dos treinos, comprometendo adaptações relacionadas à aptidão cardiorrespiratória, resistência muscular, economia de corrida e tolerância ao impacto. Em corredores recreacionais, isso pode significar dificuldade para completar distâncias habituais; em atletas competitivos, pode comprometer objetivos de desempenho e planejamento esportivo (Kakouris *et al*., 2021).

Além da redução da carga de treinamento, a dor pode induzir adaptações biomecânicas compensatórias que alteram a distribuição de forças durante a corrida. Mudanças na cadência, no padrão de apoio, no controle do tronco ou na mecânica dos membros inferiores podem permitir a continuidade da prática no curto prazo, mas também aumentar o custo energético e perpetuar a sobrecarga em outras estruturas. Por isso, alterações biomecânicas devem ser interpretadas dentro do contexto clínico e da história de treinamento do corredor, e não como causas isoladas de lesão (Willwacher *et al*., 2022).

Outro impacto relevante é a interrupção temporária ou prolongada da prática esportiva. Para muitos corredores, correr representa mais do que exercício físico, envolvendo identidade pessoal, interação social, bem-estar emocional e qualidade de vida. Dessa forma, lesões

recorrentes podem reduzir a motivação, favorecer o medo de movimento e aumentar o risco de abandono da modalidade. O histórico prévio de lesão merece atenção especial, pois constitui um dos fatores de risco mais consistentes para novos episódios, reforçando a importância de um retorno gradual e baseado em critérios funcionais (Linton *et al*., 2025).

As lesões também produzem impacto econômico. Estudos demonstram aumento da procura por serviços de saúde, custos relacionados ao tratamento e, em alguns casos, afastamento temporário das atividades laborais. À medida que a corrida se torna mais popular, o número absoluto de lesões tende a crescer, ampliando sua relevância para os sistemas de saúde e para estratégias de prevenção em nível populacional (Sleeswijk Visser *et al*., 2021).

A literatura atual reconhece que as lesões na corrida possuem origem multifatorial, resultante da interação entre carga de treinamento, fatores biomecânicos, força muscular, recuperação, sono, disponibilidade energética, histórico de lesão e características individuais. Por esse motivo, explicações simplistas baseadas em um único fator raramente são suficientes para compreender o surgimento da lesão (Correia *et al*., 2024).

Nesse cenário, a Fisioterapia desempenha papel central na prevenção e no manejo das lesões. A avaliação funcional, a análise da carga de treinamento, os testes de força e controle motor e a investigação dos fatores de risco permitem identificar limitações específicas e direcionar intervenções individualizadas. O objetivo não é apenas tratar a lesão instalada, mas favorecer uma prática segura e sustentável, equilibrando saúde, recuperação e desempenho esportivo (Napier; Willy, 2021).

Portanto, o impacto das lesões relacionadas à corrida deve ser compreendido de forma ampla, envolvendo desempenho, adesão à prática, qualidade de vida e custos em saúde. Mais do que evitar completamente a ocorrência de lesões, a abordagem contemporânea busca desenvolver corredores capazes de tolerar a carga de treinamento de forma progressiva, mantendo a prática esportiva com segurança e continuidade (Linton *et al*., 2025).

A elevada prevalência de lesões relacionadas à corrida reforça a importância de protocolos de avaliação capazes de identificar precocemente fatores de risco e orientar intervenções individualizadas. Como essas lesões possuem origem multifatorial, a avaliação deve ultrapassar o diagnóstico da estrutura dolorosa e considerar aspectos como histórico de lesões, carga de treinamento, recuperação, força muscular, biomecânica, estilo de vida e objetivos do corredor. Essa abordagem amplia a capacidade de prevenir recorrências e reduzir afastamentos da prática esportiva (Correia *et al*., 2024).

O processo avaliativo deve iniciar com uma anamnese detalhada, contemplando tempo de prática, frequência semanal, quilometragem, intensidade dos treinos, participação em provas, histórico de lesões e sintomas atuais. O histórico prévio merece atenção especial, pois constitui um dos fatores mais consistentes associados ao desenvolvimento de novas lesões, tornando fundamental compreender como ocorreu a reabilitação e o retorno à corrida após episódios anteriores (Desai *et al*., 2021).

Além da anamnese, a avaliação deve incluir testes funcionais voltados à análise de força, controle neuromuscular, equilíbrio, mobilidade e tolerância à carga. Exercícios como agachamento unipodal, salto unipodal, elevação de panturrilha e tarefas específicas relacionadas à corrida auxiliam na identificação de déficits que frequentemente não são percebidos em avaliações estáticas. Como muitos sintomas surgem apenas sob cargas repetidas, a avaliação funcional aproxima o exame clínico das demandas reais do esporte (Burke *et al*., 2023).

A análise da carga de treinamento também representa componente essencial do protocolo. Volume, intensidade, frequência e recuperação devem ser interpretados em conjunto com a resposta individual do corredor, considerando indicadores como percepção subjetiva de esforço, fadiga, qualidade do sono, dor e evolução do desempenho. Essa análise permite identificar precocemente sinais de sobrecarga e ajustar o treinamento antes do surgimento de lesões mais significativas (Fredette *et al*., 2022; Macedo *et al*., 2024).

A avaliação biomecânica pode complementar o raciocínio clínico ao identificar padrões de movimento que aumentem a solicitação sobre determinadas estruturas. Contudo, fatores biomecânicos não devem ser interpretados como causas isoladas de lesão, mas como elementos que auxiliam na formulação de hipóteses e no direcionamento de intervenções específicas, sempre associados ao histórico e à carga de treinamento do corredor (Willwacher *et al*., 2022).

Os protocolos de avaliação também permitem individualizar estratégias preventivas e terapêuticas. Dependendo das necessidades identificadas, as intervenções podem priorizar fortalecimento muscular, controle de carga, mobilidade, reeducação da corrida, recuperação ou educação em saúde. A literatura destaca que abordagens multifatoriais e individualizadas apresentam maior potencial para reduzir lesões e favorecer a continuidade da prática esportiva (Linton *et al*., 2025).

Na Fisioterapia, sua aplicação possibilita intervenções mais precisas, progressões seguras e estratégias preventivas alinhadas às características individuais, contribuindo para uma

CAPÍTULO 2

BASES FISIOLÓGICAS E CARDIORRESPIRATÓRIAS DA CORRIDA



CAPÍTULO 2 – Bases Fisiológicas e Cardiorrespiratórias da Corrida

2.1 Fisiologia do exercício aplicada à corrida e bases bioenergéticas:

Na corrida, a produção de energia ocorre por meio da integração dos sistemas aeróbio, anaeróbio lático e anaeróbio alático, que atuam simultaneamente, com predominância variável conforme a intensidade, a duração e a demanda mecânica do esforço. Para a Fisioterapia, compreender essas bases fisiológicas permite prescrever a corrida de forma mais segura e individualizada, ajustando intensidade, volume, pausas e progressão de acordo com a capacidade funcional e metabólica do praticante (Ambaum; Hoppe, 2025).

Figura 6: demonstração das bases fisiológicas



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

O sistema aeróbio oxidativo predomina em corridas de longa duração e em treinos contínuos de baixa a moderada intensidade. Nessa via, carboidratos e lipídios são utilizados como substratos energéticos para a produção sustentada de ATP na presença de oxigênio. Sua participação varia conforme a intensidade do exercício, o tempo de esforço, o estado nutricional e o nível de condicionamento do corredor. Além de sustentar a resistência, o metabolismo aeróbio promove adaptações importantes, como melhora da função mitocondrial, aumento da capacidade oxidativa muscular, maior extração periférica de oxigênio e melhora da economia de corrida. Essas adaptações justificam a utilização de treinos progressivos e do controle

adequado da intensidade, especialmente em iniciantes, indivíduos em retorno à corrida ou em processo de reabilitação (Alghannam *et al*., 2021; van der Zwaard *et al*., 2021).

O sistema anaeróbio lático assume maior importância em corridas de intensidade elevada e duração intermediária, como provas de 400 m, 800 m, 1500 m e sessões intervaladas intensas. Nessas condições, a glicólise acelera a produção de ATP a partir da glicose ou do glicogênio muscular, com formação de lactato. Atualmente, o lactato é reconhecido não apenas como marcador de alta solicitação glicolítica, mas também como uma molécula que pode ser transportada e reutilizada como fonte energética. O desempenho nessas situações depende da capacidade de produzir energia rapidamente e de tolerar as alterações metabólicas associadas ao esforço intenso. Esse conhecimento auxilia na organização de treinos intervalados, pausas de recuperação e progressões de intensidade compatíveis com a condição do corredor (Watanabe *et al*., 2024; Wang; Zhu, 2025).

O sistema anaeróbio alático, também denominado sistema ATP-fosfocreatina, predomina em esforços máximos e de curta duração, como largadas, acelerações, mudanças bruscas de ritmo e sprints. Essa via utiliza as reservas musculares de ATP e fosfocreatina para fornecer energia de forma imediata, sem depender diretamente do oxigênio e sem produzir lactato como principal subproduto. Entretanto, sua capacidade é limitada, o que restringe a manutenção desses esforços por longos períodos. Mesmo em provas curtas, os sistemas energéticos atuam de forma integrada, com participação crescente das vias glicolítica e aeróbia à medida que o exercício se prolonga. Na prática fisioterapêutica, esse conhecimento orienta a prescrição de estímulos de velocidade, potência e aceleração com maior segurança, especialmente em corredores com histórico de lesões musculares ou tendíneas (Archacki *et al*., 2024; Briand *et al*., 2025).

Portanto, os sistemas energéticos não funcionam de maneira isolada, mas como componentes complementares da produção de energia durante a corrida. A predominância de cada via depende das características do esforço realizado, enquanto a interação entre elas determina a capacidade de sustentar o desempenho. Para a Fisioterapia, compreender essas respostas fisiológicas contribui para o planejamento de treinos mais seguros, individualizados e compatíveis com os objetivos e limitações de cada corredor (Briand *et al*., 2025).

Dessa forma, os sistemas bioenergéticos da corrida devem ser compreendidos como um continuum fisiológico, atuando simultaneamente com predominância variável conforme a intensidade e a duração do esforço. Em corridas prolongadas, predomina o metabolismo aeróbio; em esforços intensos e de duração intermediária, aumenta a participação do sistema

anaeróbio lático; e em ações explosivas, como largadas e sprints, destaca-se o sistema anaeróbio alático. Para a Fisioterapia, essa compreensão permite estruturar programas de treinamento e reabilitação mais individualizados, ajustando intensidade, volume, recuperação e objetivos funcionais de acordo com as necessidades de cada corredor (Rios *et al*., 2026).

A comparação entre maratonistas e velocistas ilustra de forma prática a predominância dos diferentes sistemas energéticos na corrida. Embora todas as vias metabólicas participem da produção de energia, cada modalidade apresenta demandas fisiológicas específicas que determinam adaptações distintas e estratégias próprias de treinamento (Ambaum; Hoppe, 2025).

No maratonista, predomina o metabolismo aeróbio, responsável pela produção sustentada de ATP durante esforços prolongados. O desempenho depende principalmente da capacidade cardiorrespiratória, da economia de corrida, da eficiência na utilização de oxigênio e da adequada gestão dos estoques energéticos ao longo da prova. Essas adaptações permitem sustentar ritmos por longos períodos com menor custo fisiológico (Alghannam *et al*., 2021).

Já o velocista depende predominantemente do sistema anaeróbio alático, especialmente durante largadas, acelerações e sprints de curta duração. Nesses momentos, a energia é fornecida rapidamente pelas reservas de ATP e fosfocreatina musculares, possibilitando elevados níveis de potência e velocidade. Entretanto, devido à sua limitada capacidade de armazenamento, essa via sustenta esforços máximos apenas por poucos segundos (Archacki *et al*., 2024).

Essa comparação evidencia que diferentes modalidades de corrida exigem adaptações fisiológicas específicas. Enquanto corredores de longa distância dependem principalmente de resistência, eficiência metabólica e controle da carga, velocistas necessitam de elevados níveis de força rápida, potência, coordenação e recuperação entre estímulos intensos. Para a Fisioterapia, compreender essas diferenças é fundamental para orientar a prescrição de exercícios, a prevenção de lesões e o desenvolvimento de programas compatíveis com as demandas de cada perfil de corredor (Briand *et al*., 2025).

O corredor recreacional apresenta perfil bioenergético mais variável do que maratonistas ou velocistas, pois geralmente alterna treinos contínuos, caminhadas, corridas leves, subidas, acelerações e estímulos de maior intensidade conforme seus objetivos e nível de condicionamento. Nesse contexto, a corrida recreacional deve ser compreendida não apenas como prática de desempenho, mas também como estratégia de saúde, condicionamento físico, lazer e funcionalidade. Para a Fisioterapia, essa característica exige prescrição individualizada,

já que o mesmo corredor pode utilizar predominantemente o sistema aeróbio em treinos leves e recrutar vias anaeróbias em acelerações, subidas ou treinos intervalados (Knechtle *et al*., 2024).

Na maioria dos corredores recreacionais, o metabolismo aeróbio constitui a principal fonte de energia, especialmente em treinos de baixa a moderada intensidade e em distâncias como 5 km, 10 km e meia maratona. Esse sistema sustenta a produção contínua de ATP na presença de oxigênio, favorecendo melhora do VO_2máx, da tolerância ao esforço e da capacidade de manter ritmos por períodos prolongados. Entretanto, a progressão da carga deve respeitar a resposta cardiorrespiratória, musculoesquelética e perceptiva de cada praticante, considerando diferenças de experiência e organização do treinamento (Barbosa *et al*., 2024).

Embora a predominância seja aeróbia, os sistemas anaeróbios também participam em situações específicas, como sprints finais, ultrapassagens, subidas e treinos intervalados. Nessas circunstâncias, o sistema anaeróbio alático contribui para ações rápidas e explosivas, enquanto o sistema anaeróbio lático auxilia na manutenção de esforços intensos por períodos intermediários. Por isso, a preparação do corredor recreacional deve integrar exercícios de endurance, fortalecimento muscular e estímulos específicos de velocidade, promovendo melhorias na economia de corrida, força máxima e desempenho funcional (Prieto-González; Sedlacek, 2022).

Na prática fisioterapêutica, a prescrição deve considerar que muitos corredores recreacionais buscam saúde, bem-estar, emagrecimento, socialização ou participação em provas, e não necessariamente alto rendimento. Dessa forma, a progressão do treinamento deve equilibrar volume, intensidade, recuperação, fortalecimento e educação sobre sinais de sobrecarga. Como as lesões possuem natureza multifatorial, recomenda-se evitar regras rígidas e universais, priorizando estratégias adaptadas à realidade de cada indivíduo (Fredette *et al*., 2022).

Assim, o corredor recreacional pode ser compreendido como um perfil heterogêneo, no qual os sistemas energéticos são utilizados de forma integrada conforme o tipo de treino, o terreno, a intensidade e a experiência prévia. A atuação fisioterapêutica deve favorecer uma prática segura e sustentável, combinando orientação técnica, controle de carga, fortalecimento e recuperação adequada, respeitando os objetivos e necessidades de cada praticante (Linton *et al*., 2025).

Figura 7: Teste para análise contínua de gases



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A avaliação fisiológica permite identificar a predominância relativa dos sistemas energéticos durante o exercício, auxiliando na prescrição de treinamento e no acompanhamento da evolução do corredor. Como as vias aeróbia, anaeróbia lática e anaeróbia alática atuam simultaneamente, a interpretação deve considerar a intensidade, a duração do esforço e as respostas metabólicas observadas (Ambaum; Hoppe, 2025).

A predominância aeróbia é geralmente avaliada por testes cardiorrespiratórios, como o teste incremental com análise de gases, que fornece informações sobre VO_2máx, limiares ventilatórios, economia de corrida e custo energético. Corredores com maior capacidade aeróbia tendem a sustentar velocidades mais elevadas com menor custo fisiológico, característica fundamental em provas de endurance (Ji *et al*., 2023).

A análise do lactato sanguíneo complementa essa avaliação ao identificar a transição entre esforços predominantemente aeróbios e aqueles com maior participação da glicólise anaeróbia. A determinação dos limiares de lactato auxilia na definição de zonas de treinamento e no controle da intensidade dos estímulos, favorecendo melhor organização da carga de treino (Ji *et al*., 2023).

Outra ferramenta amplamente utilizada é a velocidade crítica, obtida por testes de campo em diferentes distâncias ou tempos máximos. Essa variável representa uma estimativa da intensidade máxima sustentável por períodos prolongados e apresenta forte relação com o

desempenho em provas de média distância, especialmente entre corredores recreacionais (Figueiredo *et al*., 2021).

Figura 8: Teste de distância



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A predominância anaeróbia lática pode ser observada em testes de alta intensidade e duração intermediária, caracterizados por maior acúmulo de lactato, aumento da percepção subjetiva de esforço e redução progressiva do desempenho. Já a predominância anaeróbia alática é melhor identificada por meio de testes de sprint, aceleração e potência, que avaliam a capacidade de produzir energia rapidamente a partir do sistema ATP-fosfocreatina (Tortu *et al*., 2024; Ulupinar *et al*., 2024).

Portanto, a determinação da predominância energética depende da integração de diferentes indicadores fisiológicos. Variáveis como VO_2máx, economia de corrida, limiares de lactato, velocidade crítica, potência e desempenho em sprints fornecem informações complementares sobre o perfil do corredor. Para a Fisioterapia, essa análise permite prescrever exercícios e controlar a carga de treinamento de forma mais precisa, segura e compatível com os objetivos esportivos e funcionais de cada indivíduo (Briand *et al*., 2025).

O VO_2máx, ou consumo máximo de oxigênio, corresponde à maior taxa de oxigênio que o organismo consegue captar, transportar e utilizar durante um exercício progressivo até a exaustão. Na corrida, esse indicador reflete a integração entre ventilação pulmonar, débito

cardíaco, transporte sanguíneo de oxigênio e capacidade muscular de utilizá-lo para produção de energia aeróbia. Para a Fisioterapia, o VO_2máx é uma importante medida da aptidão cardiorrespiratória, auxiliando na prescrição da intensidade do treinamento e no acompanhamento das adaptações ao exercício ou à reabilitação (Harber *et al*., 2024).

A forma mais precisa de mensuração é o teste cardiopulmonar de exercício (TCPE), realizado em esteira ou cicloergômetro com análise direta dos gases expirados. Durante o protocolo incremental são monitorados consumo de oxigênio, produção de dióxido de carbono, ventilação, frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço, permitindo uma avaliação detalhada das respostas cardiorrespiratórias e metabólicas. Apesar de sua elevada precisão, o método apresenta limitações relacionadas ao custo, à necessidade de equipamentos específicos e à disponibilidade de profissionais capacitados (Harber *et al*., 2024).

Por esse motivo, testes de campo são frequentemente utilizados para estimar a capacidade aeróbia em contextos clínicos e esportivos. Protocolos baseados em velocidade pico de corrida, velocidade crítica, distância percorrida ou testes progressivos em pista fornecem informações relevantes sobre o desempenho aeróbio e podem auxiliar na definição de zonas de treinamento e no retorno gradual à corrida. Em corredores recreacionais, a velocidade crítica apresenta boa relação com o desempenho em provas de 5 km, tornando-se uma alternativa prática para avaliação funcional (Figueiredo *et al*., 2021).

A interpretação do VO_2máx deve considerar características individuais como idade, sexo, composição corporal, nível de treinamento e modalidade esportiva. Em corredores recreacionais, uma revisão sistemática recente identificou valores médios de aproximadamente 47,45 ± 7,82 ml/kg/min, indicando capacidade aeróbia superior à observada em indivíduos sedentários, mas inferior à encontrada em atletas de elite. Esses dados reforçam a importância de utilizar referências compatíveis com o perfil do praticante, evitando comparações inadequadas com padrões de alto rendimento (Barbosa *et al*., 2024).

Em atletas de elite, especialmente corredores de média e longa distância, os valores de VO_2máx tendem a ser mais elevados em decorrência de anos de treinamento sistemático. Maratonistas de alto nível frequentemente apresentam valores entre 70 e 85 ml/kg/min, embora o desempenho não dependa exclusivamente desse indicador. Variáveis como economia de corrida, limiar anaeróbio, estratégia de prova e tolerância ao esforço exercem papel igualmente importante na performance (Venturini; Giallauria, 2022).

Essa relação foi evidenciada em estudo recente com corredores etíopes de alto rendimento avaliados em altitude, que apresentaram VO_2máx médio de 54,4 ± 5,1 ml/kg/min

nas mulheres e 66,2 ± 5,9 ml/kg/min nos homens. Os resultados demonstram que atletas altamente competitivos podem alcançar excelente desempenho mesmo sem apresentar os maiores valores absolutos de VO_2máx, especialmente quando possuem elevada economia de corrida e eficiência metabólica (Bayissa *et al*., 2025).

Dessa forma, o VO_2máx deve ser interpretado como um importante marcador fisiológico, mas não como determinante isolado da capacidade do corredor. Sua principal utilidade está em orientar a prescrição do treinamento, monitorar adaptações e auxiliar na avaliação da aptidão cardiorrespiratória dentro do contexto clínico e esportivo de cada indivíduo. Na Fisioterapia, essa abordagem favorece metas mais realistas e individualizadas, respeitando os objetivos, a experiência e a condição funcional de cada praticante (Bayissa *et al*., 2025).

O VO_2máx apresenta forte relação com a performance em provas de endurance, pois determina a capacidade máxima de produção de energia aeróbia durante o exercício. Corredores com maiores valores tendem a sustentar velocidades mais elevadas por períodos prolongados, especialmente quando associados a boa economia de corrida e limiares fisiológicos elevados. Entretanto, o desempenho esportivo resulta da interação de múltiplos fatores, razão pela qual atletas com valores semelhantes de VO_2máx podem apresentar resultados competitivos distintos.

Além do desempenho, níveis elevados de aptidão cardiorrespiratória estão associados à redução do risco cardiovascular, melhor capacidade funcional e maior longevidade esportiva. Corredores mais condicionados tendem a tolerar melhor as cargas de treinamento, recuperar-se com maior eficiência e manter a prática esportiva por períodos mais prolongados. Assim, a busca pelo desenvolvimento aeróbio não deve ter como objetivo apenas melhorar resultados em provas, mas também favorecer saúde, funcionalidade e sustentabilidade da prática ao longo da vida.

O VO_2máx apresenta relação direta com a performance em provas de endurance, pois representa o limite superior da capacidade aeróbia do organismo. Em termos práticos, corredores com maior VO_2máx tendem a sustentar maiores velocidades antes de atingir níveis elevados de fadiga cardiorrespiratória e metabólica. Entretanto, essa relação é mais evidente quando se comparam indivíduos com níveis de condicionamento diferentes; entre corredores muito semelhantes ou altamente treinados, outras variáveis podem ter maior peso na diferenciação do desempenho. Mougin *et al*., 2026

Em uma análise com corredores e ciclistas de diferentes níveis, o VO_2máx apresentou forte contribuição para variáveis associadas ao desempenho de endurance, especialmente velocidade ou potência em limiar de lactato e ponto de compensação. O estudo demonstrou que o VO_2máx explicou grande parte das diferenças interindividuais de desempenho, mas também mostrou que a economia de exercício contribuiu de forma importante. Isso reforça que o VO_2máx é um componente central da performance, mas seu efeito é potencializado quando associado à eficiência mecânica e metabólica do corredor. Mougin *et al*., 2026

Na prática fisioterapêutica, a melhora do VO_2máx pode ser interpretada como aumento da reserva funcional do corredor. Isso significa que, para uma mesma velocidade ou intensidade submáxima, o organismo tende a trabalhar com menor estresse relativo, melhor tolerância ao esforço e maior capacidade de recuperação. Essa adaptação é útil tanto para corredores recreacionais, que desejam correr com mais conforto e segurança, quanto para atletas competitivos, que buscam sustentar ritmos mais altos durante provas de média e longa distância. Barbosa *et al*., 2024.

Além da performance esportiva, o VO_2máx também possui relação com longevidade esportiva, pois uma melhor aptidão cardiorrespiratória favorece a manutenção da participação em atividades físicas ao longo dos anos. Em atletas masters, a literatura indica que a redução ou interrupção do treinamento acelera a queda do VO_2máx, enquanto a retomada do exercício pode recuperar parte das adaptações perdidas. Portanto, preservar a aptidão cardiorrespiratória é uma estratégia importante para manter independência, funcionalidade e continuidade segura na prática da corrida. Burtscher *et al*., 2022.

A relação entre aptidão cardiorrespiratória e saúde geral também reforça a importância clínica do VO_2máx. Uma visão ampla de metanálises mostrou que maior aptidão cardiorrespiratória está associada a menor risco de mortalidade e menor incidência de diferentes condições crônicas em adultos. Assim, na Fisioterapia, a avaliação e o acompanhamento do VO_2máx não devem ser entendidos apenas como recurso de performance, mas também como indicador de saúde, prevenção e capacidade funcional ao longo da vida. Lang *et al*., 2024.

Apesar de sua importância, o VO_2máx não deve ser interpretado como o único determinante do desempenho na corrida. Corredores com valores semelhantes podem apresentar performances distintas em função de fatores como economia de corrida, limiar de lactato, técnica, força muscular, estratégia de prova, recuperação e tolerância à carga. Assim, o VO_2máx representa o potencial aeróbio máximo do indivíduo, mas não define isoladamente a velocidade que ele conseguirá sustentar durante uma competição (Venturini; Giallauria, 2022).

Entre os fatores que complementam a interpretação do VO_2máx, destaca-se a economia de corrida, definida como o custo energético necessário para manter determinada velocidade. Corredores mais econômicos consomem menos oxigênio para o mesmo ritmo, o que pode resultar em melhor desempenho mesmo quando apresentam valores de VO_2máx inferiores aos de outros atletas. Essa característica é particularmente relevante em corredores de elite, nos quais pequenas diferenças de eficiência podem influenciar significativamente o resultado competitivo (Bayissa *et al*., 2025).

Figura 9: Demonstração da corrida em diferentes tipos de solo.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

O limiar de lactato também exerce papel fundamental na performance, pois reflete a capacidade de sustentar intensidades elevadas antes do acúmulo metabólico se tornar limitante. Dessa forma, atletas com VO_2máx semelhante podem apresentar desempenhos diferentes em função da intensidade que conseguem manter por períodos prolongados. Por esse motivo, a avaliação fisiológica deve integrar indicadores como VO_2máx, limiares fisiológicos, frequência cardíaca, percepção subjetiva de esforço e desempenho em campo (Mougin *et al*., 2026).

Além dos aspectos cardiorrespiratórios, o desempenho na corrida depende de fatores musculoesqueléticos e funcionais. Dor, déficits de força, alterações biomecânicas, limitações de mobilidade e histórico de lesões podem comprometer a capacidade de transformar o

potencial aeróbio em desempenho efetivo. Assim, a análise do corredor deve considerar não apenas indicadores fisiológicos, mas também a capacidade funcional e a tolerância às cargas de treinamento (Figueiredo *et al*., 2021).

Portanto, o VO_2máx deve ser compreendido como um importante marcador da aptidão aeróbia, mas não como uma medida isolada de performance. Sua interpretação torna-se mais útil quando associada à economia de corrida, ao limiar de lactato, à velocidade crítica, ao histórico de treinamento e às características funcionais do corredor. Na Fisioterapia, essa abordagem integrada favorece uma prescrição mais individualizada, permitindo estabelecer metas realistas e compatíveis com a condição clínica e esportiva de cada praticante (Mougin *et al*., 2026).

A economia de corrida corresponde ao custo energético necessário para sustentar uma determinada velocidade submáxima. Em termos fisiológicos, corredores mais econômicos consomem menos oxigênio e energia para manter o mesmo ritmo, reduzindo a demanda cardiorrespiratória relativa durante o exercício. Na Fisioterapia aplicada à corrida, esse conceito é relevante porque demonstra que o desempenho não depende apenas do VO_2máx, mas também da eficiência com que o sistema musculoesquelético transforma energia metabólica em movimento (van Hooren *et al*., 2024c).

Em provas de endurance, pequenas diferenças na economia de corrida podem gerar impactos significativos no desempenho, especialmente entre corredores com níveis semelhantes de aptidão cardiorrespiratória. Atletas mais econômicos tendem a preservar melhor seus recursos fisiológicos, sustentar velocidades elevadas por mais tempo e apresentar menor fadiga relativa ao longo da prova. Dessa forma, a economia de corrida deve ser entendida como um importante indicador funcional de eficiência locomotora e desempenho esportivo (Llanos-Lagos *et al*., 2024a).

Além da eficiência inicial, estudos recentes destacam a importância da durabilidade da economia de corrida, definida como a capacidade de manter baixo custo energético mesmo após longos períodos de exercício. Esse conceito é particularmente relevante em provas de média e longa duração, nas quais a fadiga pode aumentar progressivamente o custo metabólico do movimento. Sob a perspectiva fisioterapêutica, a durabilidade da economia relaciona-se à resistência muscular, à tolerância à carga e à capacidade de manter a qualidade do movimento durante treinos e competições prolongadas (Zanini *et al*., 2024).

Portanto, a economia de corrida representa um componente essencial do desempenho, complementando informações fornecidas pelo VO_2máx e pelos limiares fisiológicos. Sua

análise permite compreender não apenas quanto oxigênio o corredor consegue utilizar, mas também quão eficientemente transforma essa capacidade em movimento sustentado ao longo do tempo.

A técnica de corrida influencia a economia de movimento ao modificar a forma como o corpo absorve, armazena e devolve energia durante cada passada. Variáveis como cadência, comprimento da passada, oscilação vertical, rigidez musculotendínea, posicionamento corporal e controle do centro de massa podem alterar o custo energético da corrida. Entretanto, a literatura atual destaca que a economia resulta da interação entre fatores biomecânicos, fisiológicos, musculares e adaptativos, não podendo ser explicada por uma única variável isolada (van Hooren *et al*., 2024c).

Uma revisão sistemática recente observou que maior frequência de passos apresentou pequena associação com menor custo energético, enquanto menor deslocamento vertical e maior rigidez vertical e dos membros inferiores demonstraram associações moderadas com melhor economia de corrida. Esses resultados sugerem que corredores mais econômicos tendem a minimizar movimentos verticais excessivos e aproveitar de forma mais eficiente o comportamento elástico do sistema musculotendíneo. Contudo, tais variáveis explicam apenas parte das diferenças observadas entre corredores (van Hooren *et al*., 2024c).

O padrão de passada também deve ser interpretado com cautela. Apesar da popularização de modelos considerados “ideais”, as evidências não sustentam a existência de uma técnica única que seja superior para todos os corredores. Características antropométricas, força muscular, mobilidade, experiência, histórico de lesões e propriedades musculotendíneas influenciam a organização do movimento. Assim, eventuais ajustes técnicos devem ser individualizados e fundamentados em avaliação clínica e funcional, evitando recomendações universais (van Hooren *et al*., 2024a).

Em corredores recreacionais, parâmetros cinemáticos e cinéticos dos membros inferiores também parecem influenciar a economia de corrida. Estudos demonstram associações entre menor custo energético e padrões específicos de movimento do quadril, joelho e tornozelo, além de variáveis relacionadas à força de reação do solo. Esses achados reforçam a utilidade da avaliação biomecânica para identificar possíveis oportunidades de otimização do movimento, desde que os resultados sejam interpretados de forma integrada ao contexto clínico, funcional e esportivo do corredor (Chen *et al*., 2024).

Corredores com melhor economia de corrida conseguem sustentar determinada velocidade com menor consumo de oxigênio e menor gasto energético, enquanto corredores

menos econômicos necessitam de maior demanda fisiológica para realizar a mesma tarefa. Essa característica resulta da interação entre fatores como técnica de corrida, capacidade musculotendínea, força muscular, coordenação neuromuscular, histórico de treinamento e fadiga. Na Fisioterapia, essa compreensão direciona a intervenção para fatores modificáveis, evitando interpretações simplistas ou julgamentos baseados apenas no desempenho (van Hooren *et al*., 2024c).

Um estudo que utilizou redes neurais artificiais para comparar corredores com diferentes níveis de economia observou que variáveis relacionadas ao joelho, quadril e tornozelo contribuíram para distinguir os grupos. Corredores menos econômicos apresentaram maior flexão de joelho durante o balanço, maior flexão de quadril no início do apoio e maior extensão de tornozelo após a retirada do pé do solo. Embora esses padrões possam estar associados a maior custo energético, os autores destacam que a economia de corrida não pode ser explicada por um único movimento ou parâmetro biomecânico isolado (van Hooren *et al*., 2024b).

Corredores mais econômicos também tendem a utilizar de forma mais eficiente a energia elástica gerada durante o contato com o solo, reduzindo desperdícios energéticos e favorecendo a propulsão. Esse processo depende da interação entre rigidez musculotendínea, coordenação motora, controle postural e distribuição adequada das cargas entre quadril, joelho e tornozelo. Contudo, eficiência não significa adotar uma técnica padronizada, mas encontrar uma organização de movimento compatível com as características individuais do corredor (van Hooren *et al*., 2024c).

Outro aspecto importante é a capacidade de manter a economia de corrida ao longo do exercício. Em provas de média e longa duração, alguns corredores preservam o custo energético relativamente estável mesmo sob fadiga, enquanto outros apresentam deterioração progressiva da eficiência. Essa característica, denominada durabilidade da economia de corrida, possui relevância clínica por estar relacionada à manutenção da técnica, à tolerância à carga e ao risco de compensações mecânicas durante os estágios finais de treinos e competições (Zanini *et al*., 2024).

A melhora da economia de corrida é resultado de adaptações neuromusculares, musculotendíneas, biomecânicas e metabólicas. Dessa forma, o desempenho não depende apenas do aumento do volume ou da intensidade dos treinos, mas também da capacidade de sustentar determinada velocidade com menor custo energético. Na Fisioterapia, essa

perspectiva permite integrar desempenho, eficiência mecânica e prevenção de lesões, respeitando as características individuais do corredor (van Hooren *et al*., 2024c).

O treinamento de força é uma das estratégias mais eficazes para melhorar a economia de corrida, especialmente quando realizado com cargas elevadas e progressão adequada. Além de aumentar a capacidade de produção de força e o recrutamento neuromuscular, contribui para maior estabilidade articular, controle do tronco e eficiência na absorção e transmissão de cargas durante a corrida. Como resultado, o corredor tende a executar a mesma tarefa com menor demanda relativa e menor custo energético (Llanos-Lagos *et al*., 2024a; Llanos-Lagos *et al*., 2024b).

A pliometria também apresenta efeitos positivos por estimular o ciclo alongamento-encurtamento e otimizar o aproveitamento da energia elástica armazenada nos tecidos musculotendíneos. Exercícios como saltos, bounds e drop jumps podem melhorar a capacidade de produzir força rapidamente e favorecer uma passada mais eficiente. Entretanto, sua implementação deve ser progressiva e compatível com a capacidade de tolerância ao impacto e ao treinamento do corredor (Eihara *et al*., 2022).

As evidências indicam que tanto o treinamento de força quanto a pliometria podem melhorar a economia de corrida, especialmente quando associados ao treinamento de endurance. Além disso, essas estratégias parecem contribuir para a durabilidade da economia de corrida, permitindo que o atleta mantenha a eficiência mesmo após períodos prolongados de esforço. Um ensaio clínico randomizado demonstrou que a combinação de força máxima, pliometria e treinamento aeróbio melhorou a economia e o desempenho após corridas prolongadas (Zanini *et al*., 2025).

Os ajustes técnicos também podem contribuir para a eficiência do movimento, influenciando variáveis como cadência, comprimento da passada, oscilação vertical e posicionamento corporal. Contudo, a literatura não sustenta a existência de uma técnica ideal aplicável a todos os corredores. Alterações devem ser individualizadas, baseadas em avaliação clínica e funcional, e encaradas como refinamentos do movimento, e não como correções obrigatórias de uma suposta técnica inadequada (van Hooren *et al*., 2024a; van Hooren *et al*., 2024c).

Recursos tecnológicos, como feedback visual, auditivo e dispositivos vestíveis, podem auxiliar no monitoramento de parâmetros como cadência, tempo de contato e simetria. Entretanto, essas ferramentas devem complementar, e não substituir, a avaliação fisioterapêutica. Evidências recentes mostram que alterações biomecânicas induzidas por

feedback nem sempre se traduzem em melhorias significativas da economia de corrida, reforçando a necessidade de interpretação clínica criteriosa (van Hooren *et al*., 2024a).

Portanto, a otimização da economia de corrida depende da integração entre treinamento de força, pliometria, ajustes técnicos e adequada gestão da carga. Na Fisioterapia, essa abordagem favorece uma corrida mais eficiente, segura e sustentável, contribuindo simultaneamente para o desempenho, a prevenção de lesões e a longevidade esportiva (Llanos-Lagos *et al*., 2024b).

O limiar anaeróbio é um marcador fisiológico utilizado para identificar a intensidade a partir da qual ocorre aumento mais evidente da participação glicolítica e maior acúmulo de lactato no sangue. Na corrida, ele ajuda a compreender até que ponto o atleta consegue sustentar um esforço intenso sem entrar rapidamente em fadiga metabólica. Por isso, esse marcador não deve ser interpretado como um "ponto fixo" ou uma mudança brusca do metabolismo aeróbio para o anaeróbio, mas como uma zona de transição em que há maior exigência do equilíbrio entre produção, transporte e remoção de lactato. Rogers *et al*., 2021.

Do ponto de vista fisiológico, o limiar anaeróbio representa uma referência importante porque permite estimar a maior intensidade que o corredor consegue sustentar com relativa estabilidade metabólica. Em intensidades abaixo ou próximas ao limiar, há maior equilíbrio entre produção e remoção de lactato; acima dele, a produção tende a superar a capacidade de remoção, aumentando a acidose metabólica, a percepção de esforço e a dificuldade de manutenção do ritmo. Na Fisioterapia aplicada à corrida, esse dado auxilia na prescrição de cargas mais individualizadas, evitando que o treinamento seja baseado apenas em velocidade, distância ou sensação subjetiva. Poole *et al*., 2021.

Na corrida de resistência, o limiar anaeróbio é relevante porque atletas com valores semelhantes de VO_2máx podem apresentar desempenhos diferentes dependendo da velocidade ou intensidade em que atingem esse limiar. Um corredor que alcança o limiar em velocidade mais alta consegue sustentar ritmos mais intensos com menor perturbação metabólica, o que favorece a performance em provas como 5 km, 10 km, meia maratona e maratona. Dessa forma, o limiar anaeróbio deve ser interpretado em conjunto com o VO_2máx e a economia de corrida, compondo uma avaliação mais completa da capacidade de endurance. Jones, 2024.

Outro ponto importante é que o lactato não deve ser compreendido apenas como uma substância associada à fadiga. Atualmente, ele é reconhecido como um intermediário metabólico relevante, capaz de ser transportado e reutilizado como fonte energética por diferentes tecidos, incluindo fibras musculares oxidativas e o miocárdio. Essa compreensão

muda a forma como o fisioterapeuta interpreta o treinamento próximo ao limiar: em vez de enxergar o lactato como algo necessariamente negativo, ele deve ser entendido como parte da resposta adaptativa ao esforço e da regulação energética durante a corrida. Brooks, 2021.

Assim, o limiar anaeróbio pode ser considerado um marcador de intensidade "ideal" quando o objetivo é melhorar a tolerância ao esforço sustentado, a eficiência metabólica e a resistência à fadiga. Isso não significa que todos os treinos devam ocorrer nessa intensidade, mas que ela pode orientar zonas de treinamento mais específicas, especialmente para corredores que buscam melhorar desempenho em provas de endurance. Na prática fisioterapêutica, sua aplicação deve respeitar a fase de treinamento, a condição musculoesquelética, o histórico de lesões, a recuperação e o objetivo do corredor, evitando uma prescrição excessivamente rígida ou baseada apenas em números. Subbarayalu *et al*., 2024.

A ergoespirometria é um dos principais métodos laboratoriais para identificar transições metabólicas durante o exercício incremental por meio da análise dos limiares ventilatórios. Durante o teste são monitorados consumo de oxigênio (VO_2), produção de dióxido de carbono (VCO_2), ventilação pulmonar, frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço. Na corrida, essa avaliação permite identificar as intensidades associadas ao domínio aeróbio, ao domínio pesado e à aproximação de esforços mais severos, auxiliando na prescrição individualizada do treinamento (MacIntosh *et al*., 2021).

Os testes de lactato sanguíneo também são amplamente utilizados para estimar o limiar anaeróbio. Realizados por meio de protocolos incrementais com coletas seriadas de sangue capilar, permitem analisar a curva lactato-velocidade e identificar pontos de transição metabólica, como o primeiro e o segundo limiar, além de parâmetros como Dmax, OBLA e máximo estado estável de lactato. Essas informações contribuem para a definição de zonas de treinamento e para o controle mais preciso da intensidade do exercício (Rogers *et al*., 2021).

Entretanto, os valores obtidos podem variar conforme o protocolo empregado, a duração dos estágios, o método de análise e o nível de treinamento do corredor. Por isso, os limiares devem ser interpretados como estimativas fisiológicas e não como valores absolutos, sendo fundamental associá-los à frequência cardíaca, percepção de esforço, sintomas e histórico de treinamento (Poole *et al*., 2021).

Quando avaliações laboratoriais não estão disponíveis, métodos de campo podem fornecer estimativas úteis das intensidades próximas ao limiar. Testes progressivos em pista, velocidade crítica, avaliações por tempo ou distância e monitoramento da frequência cardíaca apresentam boa aplicabilidade prática e aproximam a avaliação da realidade do corredor.

Contudo, por se tratarem de medidas indiretas, devem ser interpretados em conjunto com indicadores clínicos e funcionais (Nuuttila *et al*., 2025).

Em corredores recreacionais, estimativas baseadas na velocidade de corrida tendem a apresentar maior precisão para prever os limiares fisiológicos do que métodos baseados exclusivamente na percepção subjetiva de esforço. Apesar disso, permanece uma margem de erro que deve ser considerada na prescrição e no acompanhamento do treinamento (Nuuttila *et al*., 2025).

Com o avanço dos dispositivos vestíveis, relógios esportivos e sensores passaram a fornecer estimativas de frequência cardíaca, pace e limiar de lactato. Embora sejam ferramentas úteis para monitoramento cotidiano, sua validade depende do equipamento e dos algoritmos utilizados. Dessa forma, devem ser encarados como recursos complementares à avaliação fisiológica e à análise clínica, especialmente em corredores iniciantes, em reabilitação ou com respostas fisiológicas atípicas (Lu *et al*., 2025).

O limiar anaeróbio é uma ferramenta importante para orientar a intensidade dos treinos, permitindo gerar estímulo metabólico relevante sem induzir fadiga excessiva. Em sessões intervaladas, pode ser utilizado para organizar blocos contínuos ou fracionados em intensidades próximas ao limiar, favorecendo o acúmulo de tempo em uma zona fisiológica estratégica para o desenvolvimento da resistência e da capacidade de sustentar ritmos mais elevados (Subbarayalu *et al*., 2024).

Treinos realizados nessa intensidade promovem adaptações como maior capacidade de remoção e reutilização do lactato, melhora da eficiência metabólica, aumento da tolerância ao esforço prolongado e maior resistência à fadiga. Em comparação com estímulos máximos, o treinamento próximo ao limiar permite maior volume útil de trabalho, desde que a duração dos blocos e os períodos de recuperação sejam adequadamente ajustados ao nível de condicionamento do corredor (Casado *et al*., 2023).

Na prática, sessões intervaladas podem ser estruturadas com blocos de 6 a 10 minutos em intensidade controlada, intercalados por recuperações curtas e ativas. O objetivo não é atingir a exaustão, mas sustentar um esforço suficientemente desafiador para estimular adaptações aeróbias e glicolíticas, utilizando como referência a frequência cardíaca, a percepção subjetiva de esforço e, quando disponível, a concentração de lactato sanguíneo (Talsnes *et al*., 2024).

Nos longões, o limiar auxilia na definição de uma intensidade sustentável, geralmente abaixo do segundo limiar fisiológico, favorecendo o desenvolvimento da resistência sem

acúmulo excessivo de fadiga. Dependendo da fase do treinamento, podem ser incluídos trechos controlados próximos ao limiar, desde que a progressão seja planejada e compatível com a capacidade de recuperação do corredor (Jones, 2024).

Outro aspecto importante é a deriva fisiológica, fenômeno caracterizado pelo aumento gradual da frequência cardíaca e da percepção de esforço ao longo do exercício, mesmo quando a velocidade permanece constante. Esse comportamento demonstra que a intensidade real do treino depende não apenas do pace, mas também da resposta interna do organismo, exigindo monitoramento contínuo durante sessões prolongadas (Talsnes *et al*., 2024).

Além de seu papel no desempenho, o treinamento próximo ao limiar promove adaptações celulares relevantes. Evidências recentes mostram que o lactato atua como molécula sinalizadora, participando da regulação metabólica e da adaptação ao exercício. Dessa forma, treinar em intensidades próximas ao limiar contribui para melhorar a eficiência oxidativa e a capacidade de sustentar esforços prolongados (Mandadzhiev, 2025).

Portanto, o limiar anaeróbio representa uma referência prática para a organização de treinos intervalados e longões. Sua utilização permite controlar melhor a intensidade, otimizar adaptações fisiológicas e equilibrar estímulo e recuperação. Na Fisioterapia, essa abordagem favorece uma prescrição mais segura e individualizada, conciliando desempenho, prevenção de sobrecargas e continuidade da prática esportiva (Casado *et al*., 2023).

2.2 Importância da avaliação cardiorrespiratória e PSE

O sistema cardiorrespiratório é um dos principais determinantes do desempenho na corrida por ser responsável pela captação, transporte e utilização de oxigênio para a produção aeróbia de energia. Durante o exercício, o aumento da demanda por ATP exige adaptações integradas, incluindo elevação da ventilação pulmonar, da frequência cardíaca, do volume sistólico e da extração periférica de oxigênio. Dessa forma, a capacidade cardiorrespiratória reflete a eficiência do organismo em sustentar o esforço prolongado, ultrapassando o conceito simplificado de “fôlego” (Harber *et al*., 2024).

O desempenho em provas de endurance depende da interação entre VO_2máx, limiares fisiológicos e economia de corrida. O VO_2máx representa o potencial máximo de produção aeróbia, os limiares indicam a intensidade que pode ser sustentada por períodos prolongados e a economia de corrida determina o custo energético para manter determinada velocidade. Assim, o sistema cardiorrespiratório constitui importante limitador do desempenho, embora sua

influência deva ser interpretada em conjunto com fatores musculares, metabólicos e biomecânicos (Mougin *et al*., 2026).

Com o aumento da intensidade da corrida, ocorre elevação do débito cardíaco por meio do aumento da frequência cardíaca e do volume sistólico, ampliando a oferta de oxigênio aos músculos ativos. Paralelamente, corredores treinados apresentam maior capacidade de extração e utilização periférica de oxigênio, resultado de adaptações oxidativas musculares. Portanto, a limitação do desempenho pode estar relacionada tanto ao transporte central quanto à utilização periférica de oxigênio (Mazaheri *et al*., 2021).

O sistema respiratório também exerce papel relevante nesse processo. O aumento da ventilação é necessário para suprir a demanda metabólica e remover o dióxido de carbono produzido durante o exercício. Em intensidades elevadas, o maior trabalho ventilatório pode contribuir para dispneia, aumento da percepção de esforço e fadiga, especialmente em corredores menos condicionados ou expostos a condições ambientais desfavoráveis. Por esse motivo, a avaliação fisioterapêutica deve considerar não apenas variáveis cardiovasculares, mas também a resposta ventilatória e a percepção subjetiva do esforço respiratório (Mazaheri *et al*., 2021).

A avaliação cardiorrespiratória permite identificar se a limitação ao desempenho está relacionada predominantemente à capacidade aeróbia, ao comportamento cardiovascular, à resposta ventilatória ou à tolerância muscular periférica. Embora a ergoespirometria represente o método mais completo para essa análise, por fornecer informações sobre consumo de oxigênio, ventilação e limiares fisiológicos, seu detalhamento será abordado em tópico específico. De forma geral, a avaliação cardiorrespiratória fornece a base fisiológica necessária para compreender a resposta do corredor ao esforço e orientar a prescrição de exercícios de maneira segura e individualizada (Mazaheri *et al*., 2021).

O condicionamento físico influencia diretamente a capacidade do corredor de sustentar determinada velocidade com menor custo fisiológico. Para uma mesma carga externa, como ritmo, distância ou inclinação, indivíduos mais condicionados apresentam menor demanda cardiovascular, ventilatória e perceptiva. Sob a perspectiva fisioterapêutica, essa adaptação não está relacionada apenas ao desempenho esportivo, mas também ao aumento da tolerância funcional ao esforço e à redução da fadiga durante atividades submáximas (Mazaheri *et al*., 2021).

A economia de corrida representa um importante elo entre condicionamento cardiorrespiratório, desempenho e manejo da carga. Corredores mais econômicos consomem

menos energia para manter determinada velocidade, reduzindo a solicitação dos sistemas cardiovascular, respiratório e musculoesquelético. Consequentemente, melhorias na economia de corrida podem favorecer tanto a performance quanto a prevenção de sobrecargas, ao diminuir o custo fisiológico do exercício (van Hooren *et al*., 2024c).

A prevenção de sobrecargas depende do monitoramento da relação entre carga externa e carga interna. Alterações como aumento da frequência cardíaca, elevação da percepção subjetiva de esforço, recuperação inadequada, dor ou sensação incomum de fadiga diante da mesma intensidade de treino podem indicar redução da tolerância à carga. A identificação precoce desses sinais permite ajustes oportunos no treinamento, minimizando o risco de queda de desempenho, compensações biomecânicas e lesões musculoesqueléticas (Macedo *et al*., 2024).

Além do treinamento aeróbio, intervenções como fortalecimento muscular, pliometria e estratégias técnicas contribuem para a melhora da economia de corrida e da capacidade de suportar cargas de treinamento. O treinamento de força aumenta a produção de força e reduz o esforço relativo de cada passada, enquanto a pliometria potencializa o aproveitamento da energia elástica e a eficiência musculotendínea. Dessa forma, a prevenção de sobrecargas depende não apenas da redução da carga de corrida, mas também do desenvolvimento de capacidades físicas que favoreçam maior eficiência e recuperação adequada (Llanos-Lagos *et al*., 2024a).

A avaliação cardiorrespiratória desempenha funções distintas conforme o nível de experiência do corredor. Em corredores recreacionais, seu papel é predominantemente educativo e preventivo, auxiliando na organização da progressão da carga e na promoção de uma prática segura e sustentável. Considerando a grande variabilidade de experiência, rotina, recuperação e percepção corporal nesse grupo, ferramentas acessíveis como frequência cardíaca, percepção subjetiva de esforço (PSE), testes de campo e observação funcional são úteis para orientar a intensidade do treinamento e reduzir o risco de sobrecarga (Figueiredo *et al*., 2022).

Em corredores competitivos, a avaliação assume caráter mais refinado, uma vez que pequenas alterações nos limiares fisiológicos, na frequência cardíaca e na eficiência ventilatória podem impactar o desempenho. Nessa população, a avaliação subsidia o ajuste das zonas de treinamento, o monitoramento da recuperação, a identificação de platôs adaptativos e a distribuição adequada das intensidades ao longo da periodização. A atuação fisioterapêutica complementa esse processo ao integrar dados cardiorrespiratórios com informações

musculoesqueléticas, histórico de lesões e controle da carga de treinamento (Mazaheri *et al*., 2021).

Nos atletas de elite, a avaliação cardiorrespiratória torna-se ainda mais específica, pois diferenças fisiológicas discretas podem produzir impactos relevantes no rendimento esportivo. Nesses casos, variáveis cardiorrespiratórias são utilizadas para caracterizar perfis funcionais, monitorar adaptações e orientar decisões de treinamento com elevada precisão. Assim, uma mesma avaliação pode ter objetivos distintos: segurança e adesão em corredores recreacionais, otimização do desempenho em competitivos e monitoramento avançado em atletas de elite (Squeo *et al*., 2025).

A avaliação cardiorrespiratória também constitui ferramenta fundamental para a prescrição individualizada de treinamento aeróbio e anaeróbio. Por permitir identificar diferentes intensidades fisiológicas, auxilia na definição de rodagens leves, longões, treinos de limiar, intervalados e sessões de alta intensidade. Essa individualização é necessária porque uma mesma velocidade absoluta pode representar cargas fisiológicas distintas entre corredores, tornando inadequada a utilização exclusiva de tabelas padronizadas ou comparações entre atletas (Macedo *et al*., 2024).

Nos treinos predominantemente aeróbios, a avaliação orienta intensidades sustentáveis, favorecendo o acúmulo de volume com menor estresse metabólico. Já nos estímulos anaeróbios, fornece subsídios para definir duração dos esforços, intervalos de recuperação e frequência semanal das sessões. Para a Fisioterapia, essa diferenciação permite desenvolver o condicionamento físico sem expor o corredor a cargas incompatíveis com sua capacidade cardiorrespiratória e musculoesquelética (Mazaheri *et al*., 2021).

Além disso, a resposta ao treinamento é dinâmica e influenciada por fatores como sono, estresse, dor, hidratação, temperatura ambiental e fadiga acumulada. Dessa forma, a prescrição deve considerar não apenas os resultados da avaliação inicial, mas também o monitoramento contínuo da resposta individual ao exercício. Evidências sugerem que estratégias baseadas em indicadores como variabilidade da frequência cardíaca e autorrelato de estresse podem contribuir para ajustes mais precisos da carga de treinamento e para a otimização do desempenho em corredores recreacionais (Figueiredo *et al*., 2022).

A frequência cardíaca é uma das ferramentas mais utilizadas para monitorar a carga interna na corrida, por refletir a resposta cardiovascular ao esforço e auxiliar na estimativa da intensidade relativa do exercício. Sua aplicação inclui o controle de zonas de treinamento, longões e sessões intervaladas, além da identificação de respostas fisiológicas incompatíveis

com a carga planejada. Contudo, sua interpretação deve considerar fatores como terreno, temperatura, hidratação, qualidade do sono, fadiga, recuperação e percepção subjetiva de esforço (Gajda *et al*., 2024).

O monitoramento da frequência cardíaca também contribui para a segurança do treinamento, especialmente em corredores submetidos a elevados volumes de treino, em retorno à prática esportiva ou que apresentem sintomas durante o exercício. Embora dispositivos vestíveis sejam amplamente utilizados por atletas e corredores recreacionais, consensos recentes destacam que esses recursos não substituem a avaliação clínica, sobretudo na presença de sinais de alerta como dor torácica, palpitações, tontura, síncope ou dispneia desproporcional (Gajda *et al*., 2024).

Figura 10: Monitoramento da frequência cardíaca



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Sua utilidade aumenta quando analisada em conjunto com a carga externa. A elevação da frequência cardíaca para um mesmo ritmo ou percurso pode indicar maior estresse fisiológico, recuperação inadequada, desidratação, exposição ao calor ou fadiga acumulada. Essa relação entre desempenho e resposta cardiovascular permite ajustes precoces na intensidade, no volume ou nas estratégias de recuperação, contribuindo para melhor controle da carga de treinamento (Macedo *et al*., 2024).

A variabilidade da frequência cardíaca (HRV) complementa essa análise ao fornecer informações sobre o estado autonômico e a recuperação do organismo. Embora não substitua a avaliação cardiorrespiratória nem a interpretação clínica, a HRV pode auxiliar na identificação de alterações relacionadas à fadiga, estresse e adaptação ao treinamento. Sua aplicação é mais consistente quando realizada de forma longitudinal e associada a indicadores como qualidade do sono, sintomas, percepção de recuperação e desempenho esportivo (Esco *et al*., 2026).

A Percepção Subjetiva de Esforço (PSE), frequentemente mensurada pela escala de Borg, converte a experiência do corredor em uma informação clínica útil para a prescrição e o monitoramento do treinamento. Por integrar sinais fisiológicos e perceptivos, como ventilação, fadiga muscular, desconforto corporal e tolerância ao exercício, constitui uma ferramenta prática, de baixo custo e facilmente aplicável em ambientes reais de treinamento, mesmo na ausência de recursos laboratoriais (Torres *et al*., 2025).

Mais do que uma medida de cansaço, a PSE representa a carga interna percebida diante de determinada tarefa. Sua relevância decorre do fato de que uma mesma carga externa pode gerar respostas subjetivas distintas em função de fatores como sono, estresse, dor, recuperação, hidratação, temperatura ambiente e fadiga acumulada. Assim, a PSE auxilia o fisioterapeuta a identificar situações em que a demanda fisiológica do exercício se encontra acima do esperado, mesmo quando o volume ou a intensidade aparentam estar adequados (Macedo *et al*., 2024).

Evidências recentes demonstram que a PSE pode auxiliar na classificação das zonas de intensidade do exercício. Valores obtidos na escala de Borg 6–20 permitem diferenciar esforços leves, moderados e vigorosos quando interpretados em conjunto com características individuais, como idade, sexo, nível de aptidão física e tipo de exercício. Na corrida, essa abordagem favorece uma prescrição mais individualizada ao reconhecer que uma mesma velocidade pode representar diferentes intensidades fisiológicas entre corredores (Grummt *et al*., 2024).

A associação entre frequência cardíaca e PSE amplia a capacidade de monitorar a carga interna. A presença simultânea de frequência cardíaca elevada e percepção de esforço acima do habitual para um mesmo ritmo pode indicar fadiga residual, recuperação insuficiente ou início de sobrecarga funcional. Essa interpretação integrada favorece ajustes mais seguros da carga de treinamento e reduz o risco de decisões baseadas exclusivamente em parâmetros objetivos ou subjetivos isolados (Macedo *et al*., 2024).

Em conjunto, a avaliação cardiorrespiratória, a frequência cardíaca e a PSE fornecem informações complementares para a tomada de decisão clínica. Enquanto a frequência cardíaca

reflete a resposta cardiovascular ao exercício, a PSE expressa a percepção individual da carga e a avaliação funcional contextualiza essas informações sob a perspectiva musculoesquelética. Para a Fisioterapia, essa integração contribui para uma prescrição mais segura, individualizada e sustentável, aplicável tanto ao treinamento quanto aos processos de reabilitação e retorno à corrida (Torres *et al*., 2025).

2.3 Testes de campo

Os testes de campo são ferramentas relevantes na avaliação fisioterapêutica e esportiva por permitirem estimar a aptidão cardiorrespiratória em condições mais próximas da realidade do corredor. Diferentemente dos testes laboratoriais, que requerem análise direta de gases e equipamentos especializados, utilizam medidas acessíveis, como distância percorrida, tempo, velocidade, frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço. Essa característica favorece sua aplicação em corredores recreacionais, grupos de treinamento e contextos clínicos, permitindo acompanhar a evolução do condicionamento, orientar a intensidade do exercício e monitorar a segurança da prática esportiva (Sánchez-Rojas *et al*., 2021).

Figura 11: Teste de campo



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Apesar de sua praticidade, os testes de campo não substituem a avaliação laboratorial, pois fornecem estimativas indiretas das variáveis fisiológicas. Seus resultados podem ser influenciados por fatores como motivação, familiarização com o protocolo, temperatura ambiente, vento, tipo de superfície, altitude, estratégia de ritmo, dor, fadiga prévia e nível de experiência do corredor. Por esse motivo, sua interpretação deve ser realizada de forma integrada, considerando frequência cardíaca, percepção subjetiva de esforço, sintomas, histórico de treinamento e condições musculoesqueléticas. Quando aplicados de maneira padronizada, os testes de campo representam recursos válidos para a avaliação funcional e para o acompanhamento longitudinal de corredores em diferentes níveis de desempenho (Sánchez-Rojas *et al*., 2021).

2.3.1 Teste de Cooper (12 minutos): clássico para estimar VO_2máx; vantagens e limitações.

O Teste de Cooper de 12 minutos é um dos protocolos de campo mais utilizados para estimar o VO_2máx e avaliar a aptidão cardiorrespiratória. O procedimento consiste em percorrer a maior distância possível em 12 minutos, geralmente em pista plana e demarcada, após aquecimento adequado. A distância percorrida é utilizada para estimar a capacidade aeróbia, partindo do pressuposto de que indivíduos com melhor condicionamento conseguem sustentar velocidades médias mais elevadas durante o teste (Alvarez-Ramirez; Rodriguez, 2021).

Sob a perspectiva fisiológica, o teste exige integração entre os sistemas cardiovascular, respiratório e musculoesquelético, além de adequada tolerância ao esforço e controle do ritmo. Embora seja amplamente empregado para estimar o VO_2máx, seu desempenho também é influenciado pela economia de corrida, estratégia de pacing, experiência prévia em esforços máximos e capacidade de tolerar o desconforto progressivo. Dessa forma, seus resultados refletem uma resposta funcional integrada, e não apenas a capacidade aeróbia isolada (Alvarez-Ramirez; Rodriguez, 2021).

Entre suas principais vantagens destacam-se a simplicidade, o baixo custo e a facilidade de aplicação, características que favorecem seu uso em corredores recreacionais e no acompanhamento longitudinal do condicionamento físico. Na Fisioterapia, pode auxiliar na estimativa inicial da aptidão cardiorrespiratória, no monitoramento da evolução funcional e na orientação da intensidade do treinamento, desde que seja interpretado em conjunto com

frequência cardíaca, percepção subjetiva de esforço (PSE), sintomas e condições ambientais (Lee *et al*., 2025).

O avanço dos dispositivos vestíveis ampliou as possibilidades de aplicação do teste. Estudos recentes demonstram que informações provenientes de relógios esportivos, GPS e sensores de frequência cardíaca podem ser incorporadas a modelos preditivos de VO_2máx, aumentando a praticidade da avaliação. Entretanto, a precisão dessas estimativas depende da qualidade dos sensores, dos algoritmos utilizados e das características individuais do corredor, exigindo interpretação criteriosa dos resultados (Lee *et al*., 2025).

Figura 12: Avaliação fisioterapêutica



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Entre as limitações do protocolo destaca-se o fato de fornecer apenas uma estimativa indireta do VO_2máx. Além disso, fatores como sexo, idade, composição corporal, nível de treinamento e condições ambientais podem influenciar a precisão das equações preditivas. Em estudo comparando testes de campo com a ergoespirometria, o Shuttle Run de 20 metros apresentou maior proximidade com os valores diretos de VO_2máx do que o Teste de Cooper na população avaliada (Sánchez-Rojas *et al*., 2021).

Outro aspecto relevante é a dependência da estratégia de ritmo adotada durante os 12 minutos. Corredores inexperientes podem iniciar em intensidade excessiva e apresentar queda acentuada de desempenho ao final do teste, enquanto outros podem realizar o protocolo de forma excessivamente conservadora. Assim, os resultados podem ser influenciados não apenas pela aptidão cardiorrespiratória, mas também pela familiaridade com testes máximos, motivação e capacidade de autorregulação do esforço (Alvarez-Ramirez; Rodriguez, 2021).

Na prática fisioterapêutica, o Teste de Cooper apresenta maior aplicabilidade em corredores saudáveis e durante o acompanhamento do condicionamento físico. Em indivíduos sedentários, com sintomas cardiovasculares, dispneia desproporcional, histórico de lesões recentes ou limitações musculoesqueléticas, protocolos submáximos ou progressivos podem representar alternativas mais seguras (Sánchez-Rojas *et al*., 2021).

Embora seja um método clássico e amplamente difundido, o Teste de Cooper não deve ser considerado a única opção de avaliação. Protocolos como velocidade crítica, velocidade pico, testes de 3 km ou 5 km e avaliações progressivas podem complementar a análise funcional e fornecer informações relevantes para a prescrição do treinamento. Em corredores recreacionais, a velocidade crítica demonstrou forte associação com o desempenho em provas de 5 km, reforçando a utilidade de diferentes estratégias de avaliação de campo (Figueiredo *et al*., 2021).

Portanto, o Teste de Cooper permanece como uma ferramenta acessível e funcional para estimar a aptidão cardiorrespiratória e monitorar a evolução do corredor. Sua principal utilidade está no acompanhamento longitudinal, especialmente quando seus resultados são interpretados em conjunto com frequência cardíaca, PSE, observação do movimento e contexto clínico-esportivo do indivíduo (Alvarez-Ramirez; Rodriguez, 2021).

2.3.2 Teste de 3 km: mais acessível, indicado para grupos grandes ou em ambientes escolares/universitários.

O Teste de 3 km é um protocolo de campo utilizado para avaliar o desempenho aeróbio e estimar indiretamente parâmetros relacionados à aptidão cardiorrespiratória, como a velocidade aeróbia máxima e, em determinados contextos, o VO_2máx. Diferentemente do Teste de Cooper, baseia-se em uma distância fixa de 3.000 metros, percorrida no menor tempo possível em ambiente padronizado. Sua simplicidade, baixo custo e facilidade de aplicação

favorecem o uso em grupos grandes, ambientes escolares e universitários, equipes esportivas e programas de corrida supervisionados (Du *et al*., 2022).

O protocolo é geralmente realizado em pista plana de 400 metros, após aquecimento composto por corrida leve, mobilidade dinâmica e estímulos progressivos. Ao final, devem ser registrados tempo total, velocidade média, frequência cardíaca, percepção subjetiva de esforço (PSE) e possíveis sintomas. Evidências demonstram que o desempenho no teste de 3 km apresenta boa associação com a velocidade aeróbia máxima obtida em avaliações laboratoriais, reforçando sua utilidade como alternativa prática para corredores recreacionais (Du *et al*., 2022).

Figura 13: Teste de 3 km



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Uma de suas principais vantagens é a possibilidade de aplicação simultânea em vários participantes, com reduzida demanda estrutural e fácil monitoramento longitudinal. Além disso, por utilizar uma distância fixa, aproxima-se da lógica das provas de corrida e permite utilizar a velocidade média obtida como referência para prescrição e ajuste de ritmos de treinamento. Métodos baseados em time trial têm demonstrado utilidade na estimativa de parâmetros de

desempenho e na organização da carga de treinamento quando aplicados sob condições padronizadas (Lipková *et al*., 2025).

Do ponto de vista fisiológico, o teste envolve predominância do metabolismo aeróbio, embora apresente contribuição anaeróbia relevante durante acelerações, manutenção de ritmo elevado e sprint final. O desempenho depende não apenas do VO_2máx, mas também da economia de corrida, tolerância ao lactato, força muscular, estratégia de pacing e capacidade de sustentar altas intensidades. Dessa forma, o resultado deve ser interpretado como uma medida integrada do desempenho funcional, e não exclusivamente da capacidade cardiorrespiratória (Gao *et al*., 2021).

Estudos também demonstram que a combinação do tempo obtido no teste com variáveis fisiológicas e antropométricas, como frequência cardíaca, massa corporal e sexo, pode melhorar a estimativa indireta do VO_2máx. Entretanto, a validade dessas equações varia conforme a população avaliada, exigindo cautela na extrapolação dos resultados para grupos com características distintas (Gao *et al*., 2021).

Entre suas limitações, destaca-se o fato de não fornecer medidas diretas de VO_2máx ou limiares fisiológicos. Os resultados podem ser influenciados por fatores como estratégia de ritmo, motivação, experiência prévia, condições ambientais, tipo de superfície, dor e fadiga acumulada. Além disso, a distância de 3 km pode representar um esforço excessivo para indivíduos pouco condicionados e, ao mesmo tempo, não refletir plenamente as demandas fisiológicas de provas de longa duração, como meia maratona e maratona (Du *et al*., 2022; Lipková *et al*., 2025).

Na prática fisioterapêutica, o Teste de 3 km pode ser utilizado para acompanhar a evolução do condicionamento, estimar velocidades de referência e orientar a progressão do treinamento aeróbio. A interpretação dos resultados deve integrar informações de frequência cardíaca, PSE, sintomas, comportamento técnico e histórico de treinamento, favorecendo uma prescrição mais individualizada e segura. Assim, seu principal valor clínico reside no monitoramento longitudinal e na tomada de decisão baseada na resposta global do corredor ao esforço (Macedo *et al*., 2024).

Portanto, o Teste de 3 km constitui uma ferramenta acessível, funcional e de fácil aplicação para avaliação do desempenho aeróbio. Quando realizado de forma padronizada e associado a outras medidas clínicas e fisiológicas, fornece informações relevantes para o acompanhamento do corredor e para o planejamento do treinamento baseado em evidências.

2.3.3 Yo-Yo Intermittent Recovery Test: mais usado em esportes intermitentes, mas aplicável em corredores para avaliar capacidade aeróbia com recuperação curta.

O Yo-Yo Intermittent Recovery Test (Yo-Yo IR) é um teste de campo progressivo utilizado para avaliar a capacidade de realizar esforços repetidos de alta intensidade com curtos períodos de recuperação. Diferentemente de testes contínuos, como Cooper ou corrida de 3 km, reproduz de forma mais fiel as demandas de modalidades que envolvem acelerações, desacelerações, mudanças de direção e pausas incompletas, como futebol, futsal, handebol, basquete e rúgbi. Na Fisioterapia esportiva, sua principal aplicação está na avaliação da tolerância a esforços intermitentes e da capacidade de recuperação entre estímulos sucessivos (Bok; Foster, 2021).

O protocolo é realizado em um percurso de 20 metros delimitado por cones, associado a uma zona de recuperação ativa de 5 metros. O atleta executa deslocamentos de ida e volta guiados por sinais sonoros progressivos, intercalados por curtos períodos de recuperação ativa. A velocidade aumenta gradativamente até que o participante não consiga acompanhar o ritmo estabelecido em duas ocasiões consecutivas, sendo registrada a distância total percorrida (Kusuma *et al*., 2025).

As versões mais utilizadas são o Yo-Yo IR1 e o Yo-Yo IR2. O IR1 apresenta maior participação aeróbia e é indicado para atletas recreacionais, jovens e subelite. O IR2 possui intensidade mais elevada e maior contribuição anaeróbia, sendo mais apropriado para atletas treinados. Essa diferenciação permite selecionar protocolos compatíveis com o nível de condicionamento e a fase de treinamento ou reabilitação do atleta (Gibson *et al*., 2022).

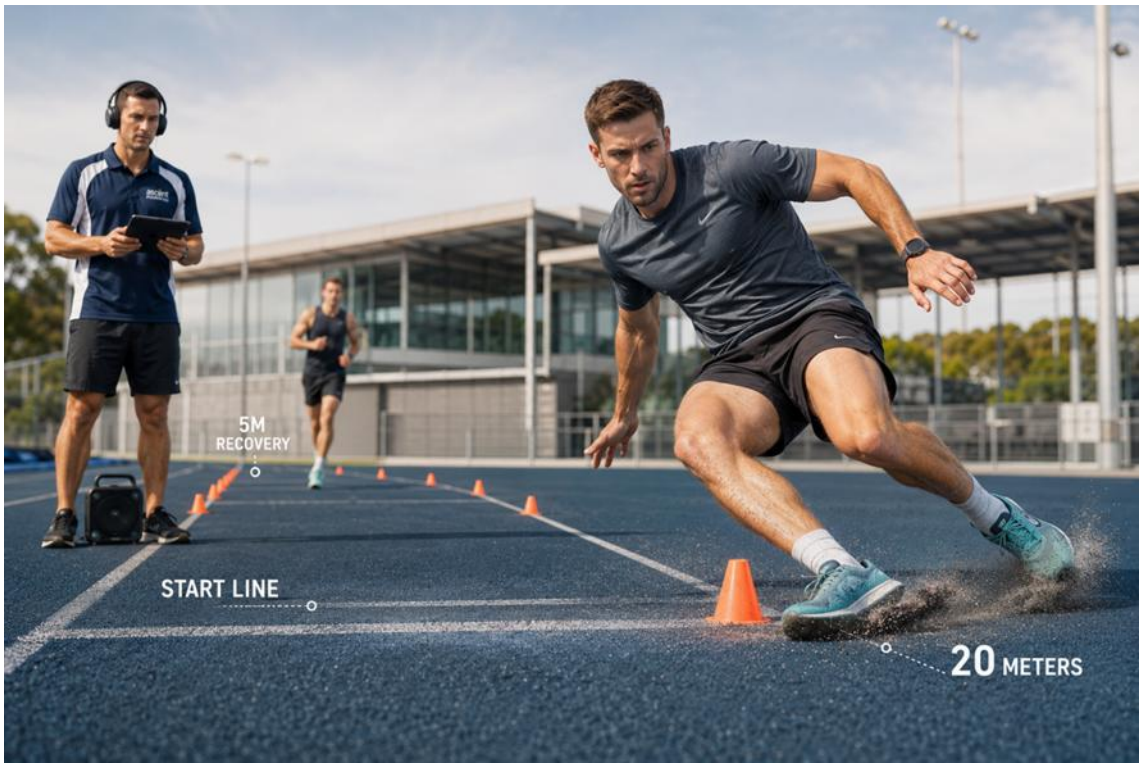
Sob a perspectiva fisiológica, o teste avalia a integração entre sistemas cardiorrespiratório, metabólico e neuromuscular, exigindo recuperação eficiente entre esforços repetidos. O desempenho é influenciado não apenas pela capacidade aeróbia, mas também pela potência de aceleração, força dos membros inferiores, eficiência nas mudanças de direção, composição corporal e tolerância à fadiga. Dessa forma, seus resultados refletem a aptidão funcional para exercícios intermitentes e não apenas uma estimativa indireta do $VO_2máx$ (Michailidis, 2024).

O Yo-Yo apresenta maior aplicabilidade em esportes coletivos e em fases avançadas do retorno ao esporte, quando o atleta já demonstra adequada tolerância à corrida contínua, controle neuromuscular e ausência de sintomas relevantes. Como envolve elevadas demandas mecânicas sobre tornozelo, joelho, quadril e tronco, recomenda-se avaliação prévia de força,

estabilidade dinâmica, capacidade de desaceleração e controle de aterrissagem antes de sua aplicação (Macedo *et al*., 2024).

Entre suas principais vantagens destacam-se a especificidade para modalidades intermitentes, o baixo custo, a facilidade de aplicação em grupos e a boa confiabilidade quando realizado sob condições padronizadas. Além da distância percorrida, o registro de frequência cardíaca, percepção subjetiva de esforço (PSE), sintomas e qualidade das mudanças de direção amplia a interpretação clínica e funcional dos resultados (Bok; Foster, 2021; Kusuma *et al*., 2025).

Figura 14: Yo-Yo Intermittent Recovery Test



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Entretanto, o teste não fornece medidas diretas de VO_2máx e pode ser influenciado por fatores como motivação, familiarização, coordenação motora, força excêntrica, dor, fadiga prévia e condições ambientais. Além disso, apresenta menor especificidade para corredores de endurance contínuo, nos quais protocolos como Cooper, testes de 3 km, velocidade crítica e avaliações incrementais costumam ser mais representativos das demandas da modalidade (Bok; Foster, 2021).

Na prática fisioterapêutica, o Yo-Yo IR pode ser utilizado para monitorar a evolução funcional de atletas em reabilitação e avaliar a prontidão para o retorno ao esporte. A

interpretação deve ser individualizada e comparada preferencialmente com avaliações anteriores do próprio atleta, permitindo acompanhar adaptações ao treinamento, recuperação funcional e capacidade de sustentar esforços intermitentes. Assim, seu principal valor clínico está no monitoramento longitudinal e na tomada de decisão baseada em critérios funcionais e específicos da modalidade (Michailidis, 2024; Macedo *et al*., 2024).

Portanto, o Yo-Yo Intermittent Recovery Test constitui uma ferramenta prática e específica para avaliação da capacidade de exercício intermitente. Quando integrado à análise cardiorrespiratória, musculoesquelética e perceptiva, fornece informações relevantes para o planejamento do treinamento, acompanhamento da reabilitação e retorno seguro ao esporte.

2.3.4 Comparação dos testes: validade, custo, aplicabilidade em diferentes contextos.

A escolha entre o Teste de Cooper, o Teste de 3 km e o Yo-Yo Intermittent Recovery Test deve considerar o objetivo da avaliação, o perfil do avaliado e o contexto de aplicação. Embora sejam testes de campo, avaliam componentes distintos da aptidão física. Enquanto Cooper e 3 km são mais direcionados à capacidade aeróbia contínua, o Yo-Yo apresenta maior especificidade para esforços intermitentes com recuperação incompleta. Assim, na Fisioterapia, a seleção do protocolo deve priorizar a coerência com a modalidade praticada, a segurança do avaliado e a informação clínica desejada (Bok; Foster, 2021).

Em relação à validade, o Teste de Cooper é amplamente utilizado para estimar indiretamente o VO_2máx a partir da distância percorrida em 12 minutos. Entretanto, seus resultados podem ser influenciados por fatores como estratégia de ritmo, economia de corrida, motivação e condições ambientais, devendo ser interpretados como uma estimativa funcional da aptidão cardiorrespiratória e não como medida direta do consumo de oxigênio (Alvarez-Ramirez; Rodriguez, 2021).

O Teste de 3 km apresenta características semelhantes, utilizando o tempo total ou a velocidade média como indicadores de desempenho aeróbio. Estudos demonstram associação entre o desempenho em 3.000 metros e a velocidade aeróbia máxima obtida em laboratório, reforçando sua utilidade como alternativa prática para corredores. Contudo, assim como o Cooper, não fornece medidas diretas de VO_2máx ou limiares fisiológicos (Du *et al*., 2022).

Por sua vez, o Yo-Yo Intermittent Recovery Test possui maior validade para esportes intermitentes, pois incorpora acelerações, desacelerações, mudanças de direção e recuperação parcial entre esforços. Dessa forma, fornece informações não apenas sobre a capacidade

aeróbia, mas também sobre recuperação, tolerância à fadiga e desempenho funcional em situações específicas de modalidades coletivas (Bok; Foster, 2021).

Quanto ao custo e à estrutura necessária, os três protocolos apresentam vantagens em relação às avaliações laboratoriais. O Teste de Cooper requer apenas um percurso mensurado e cronometragem; o Teste de 3 km necessita de controle preciso da distância, preferencialmente em pista oficial; e o Yo-Yo demanda cones, percurso demarcado e áudio padronizado. Apesar do baixo custo, a confiabilidade dos resultados depende da padronização das condições de aplicação, incluindo aquecimento, familiarização, tipo de superfície, clima, hidratação e monitoramento da frequência cardíaca e da percepção subjetiva de esforço (Lipková *et al*., 2025; Macedo *et al*., 2024).

Em corredores recreacionais e programas de condicionamento, os testes de Cooper e 3 km costumam apresentar maior aplicabilidade por avaliarem a capacidade de sustentar esforços contínuos, característica predominante em provas de rua e treinamentos aeróbios. Já em ambientes escolares, universitários e grupos numerosos, ambos permitem avaliações simultâneas com reduzida demanda estrutural. Entretanto, sua aplicação deve ser criteriosa em indivíduos iniciantes ou pouco condicionados devido à elevada exigência fisiológica dos protocolos máximos (Alvarez-Ramirez; Rodriguez, 2021; Du *et al*., 2022).

Em esportes coletivos e no retorno ao esporte, o Yo-Yo tende a apresentar maior relevância clínica, pois reproduz demandas específicas da modalidade e permite avaliar a capacidade de repetir esforços sob fadiga progressiva. Nesses contextos, sua utilização é particularmente útil em fases avançadas da reabilitação, quando o atleta já demonstra adequado controle neuromuscular e tolerância às acelerações e desacelerações (Bok; Foster, 2021).

Para corredores competitivos e atletas de endurance, testes baseados em distância e velocidade, como o Teste de 3 km e outros time trials, podem auxiliar na definição de ritmos de treinamento e no monitoramento da evolução ao longo da periodização. Contudo, quando há necessidade de investigar com maior precisão variáveis como VO_2máx, limiares ventilatórios ou limiar de lactato, os testes de campo devem ser complementados por avaliações laboratoriais específicas (Lipková *et al*., 2025).

Portanto, cada protocolo responde melhor a uma necessidade distinta. O Teste de Cooper é útil para estimar a aptidão cardiorrespiratória de forma simples; o Teste de 3 km apresenta maior proximidade com o desempenho em corrida contínua; e o Yo-Yo é mais indicado para modalidades intermitentes e retorno ao esporte. Na prática fisioterapêutica, a

escolha deve considerar a pergunta clínica a ser respondida, as características do avaliado e a possibilidade de monitoramento longitudinal em condições padronizadas.

A padronização dos testes de campo é essencial para que os resultados sejam comparáveis ao longo do tempo e realmente úteis para a prescrição fisioterapêutica. Em vez de utilizar o teste apenas como uma medida isolada de desempenho, recomenda-se registrar variáveis como distância ou tempo final, frequência cardíaca, PSE, sintomas, condições ambientais, tipo de piso, horário, aquecimento realizado e percepção de recuperação. Essa organização permite interpretar o resultado de forma mais segura, diferenciando melhora real do condicionamento de oscilações causadas por fadiga, clima, motivação ou familiaridade com o teste. (Macedo *et al*., 2024)

Quadro 1- Protocolo padronizado geral para testes de campo

Etapa	Padronização sugerida
Triagem pré-teste	Verificar dor, tontura, dispneia desproporcional, palpitações, histórico cardiovascular, sono, alimentação, hidratação e fadiga prévia.
Ambiente	Preferir pista plana de 400 m ou percurso medido, piso regular, sem trânsito e com condições ambientais semelhantes entre reavaliações.
Aquecimento	8 a 12 minutos de corrida leve ou caminhada/corrida, mobilidade dinâmica e 2 a 3 acelerações progressivas curtas.
Monitoramento	Registrar frequência cardíaca inicial, final e de recuperação; PSE final; sintomas; dor; e observação técnica.
Critérios de interrupção	Dor torácica, tontura, palidez, dispneia intensa desproporcional, perda de coordenação, dor musculoesquelética importante ou solicitação do avaliado.
Reavaliação	Repetir o mesmo teste, no mesmo local ou em condições semelhantes, após 4 a 8 semanas, conforme o objetivo do acompanhamento.

Fonte: elaboração própria (2026).

A escolha do teste deve respeitar o perfil do avaliado. Para corredores recreacionais e grupos grandes, testes contínuos como Cooper e 3 km costumam ser mais aplicáveis. Para atletas de esportes coletivos, o Yo-Yo Intermittent Recovery Test pode ser mais específico, pois avalia esforços repetidos, mudanças de direção e recuperação incompleta. Portanto, a seleção do protocolo deve considerar não apenas validade e custo, mas também segurança, especificidade da modalidade e capacidade do indivíduo de executar o teste com qualidade. (Bok; Foster, 2021.)

Figura 15: Dispositivos utilizados nas avaliações e testes.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Quadro 2 – Seleção do teste de campo conforme o objetivo da avaliação

Objetivo da avaliação	Teste(s) sugerido(s)	Justificativa
Estimar VO_2máx de forma simples	Teste de Cooper (12 min)	Permite estimativa indireta da aptidão cardiorrespiratória, com aplicação simples e baixo custo.
Avaliar desempenho aeróbio em corrida	Teste de 3 km	Fornece tempo total, pace e velocidade média, permitindo acompanhar a evolução do desempenho.
Avaliar grupos grandes	Cooper (12 min) ou teste de 3 km	Possibilitam aplicação simultânea e exigem pouca infraestrutura.
Avaliar demandas de esporte intermitente	Yo-Yo IR1	Apresenta maior especificidade para esforços intermitentes com acelerações, pausas e mudanças de direção.
Compor a avaliação para retorno ao esporte coletivo	Yo-Yo IR1, associado a outros critérios	Avalia a capacidade de realizar esforços repetidos e recuperar-se entre estímulos, mas não deve ser utilizado isoladamente para decidir o retorno ao esporte.
Avaliar corredor recreacional iniciante	Teste submáximo ou protocolo progressivo de caminhada/corrida	Favorece melhor controle da intensidade e da tolerância ao esforço em indivíduos ainda pouco condicionados.
Avaliar corredor competitivo	Teste de 3 km, 5 km ou velocidade crítica	Oferece referências úteis para monitoramento do desempenho, pace e prescrição do treinamento.
Avaliar atleta de elite	Teste de campo associado à avaliação laboratorial	A combinação permite integrar desempenho específico e medidas fisiológicas com maior precisão.

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

Nota: a escolha do teste deve considerar o objetivo da avaliação, o nível de condicionamento, a modalidade esportiva, a segurança clínica e a possibilidade de padronização nas reavaliações.

Portanto, a escolha do protocolo deve ser individualizada. O Cooper é útil para triagem e estimativa geral da aptidão cardiorrespiratória; o Teste de 3 km é mais específico para acompanhar desempenho aeróbio em corredores; e o Yo-Yo é mais indicado para esportes intermitentes e retorno ao esporte. Em todos os casos, as tabelas de referência devem funcionar como orientação inicial, mas a interpretação mais segura é longitudinal, comparando o indivíduo com seus próprios resultados ao longo do tempo. (Lipková *et al*., 2025.)

2.4 Testes laboratoriais

Figura 16: Demonstração da ergoespirometria



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A ergoespirometria, ou teste cardiopulmonar de exercício (TCPE), é considerada o método mais completo para avaliação cardiorrespiratória, pois analisa de forma integrada as respostas dos sistemas respiratório, cardiovascular, metabólico e muscular durante o esforço progressivo. Na corrida, sua relevância decorre da capacidade de mensurar diretamente como o organismo capta, transporta e utiliza oxigênio para a produção de energia. Para a Fisioterapia, o exame contribui para a identificação de limitações ao exercício, intolerância ao esforço, dispneia desproporcional e para a prescrição individualizada do treinamento aeróbio e anaeróbio (Dores *et al*., 2024).

Considerada padrão-ouro para avaliação da aptidão cardiorrespiratória, a ergoespirometria diferencia-se dos testes de campo por medir diretamente as trocas gasosas

durante o exercício. Durante protocolos incrementais realizados em esteira ou cicloergômetro, são monitoradas variáveis como consumo de oxigênio (VO_2), produção de dióxido de carbono (VCO_2), ventilação pulmonar, frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço. Essa análise permite identificar se a limitação ao exercício apresenta predominância cardiovascular, ventilatória, muscular periférica ou multifatorial (Mazaheri *et al*., 2021).

O VO_2máx representa a maior capacidade do organismo de captar, transportar e utilizar oxigênio durante o exercício progressivo máximo. Em corredores, essa variável reflete a potência aeróbia máxima e a integração funcional entre pulmões, coração, circulação e musculatura esquelética. Embora não determine isoladamente o desempenho esportivo, permanece como um dos principais indicadores da aptidão cardiorrespiratória quando mensurado diretamente por meio da ergoespirometria (Harber *et al*., 2024).

A mensuração direta do VO_2máx é realizada por analisadores metabólicos calibrados que quantificam continuamente o oxigênio consumido e o dióxido de carbono produzido. Esse método apresenta maior precisão do que estimativas indiretas baseadas em velocidade, frequência cardíaca ou desempenho em testes de campo, reduzindo erros associados às equações preditivas e ampliando a confiabilidade dos resultados para aplicações clínicas, esportivas e científicas (Dugas *et al*., 2023).

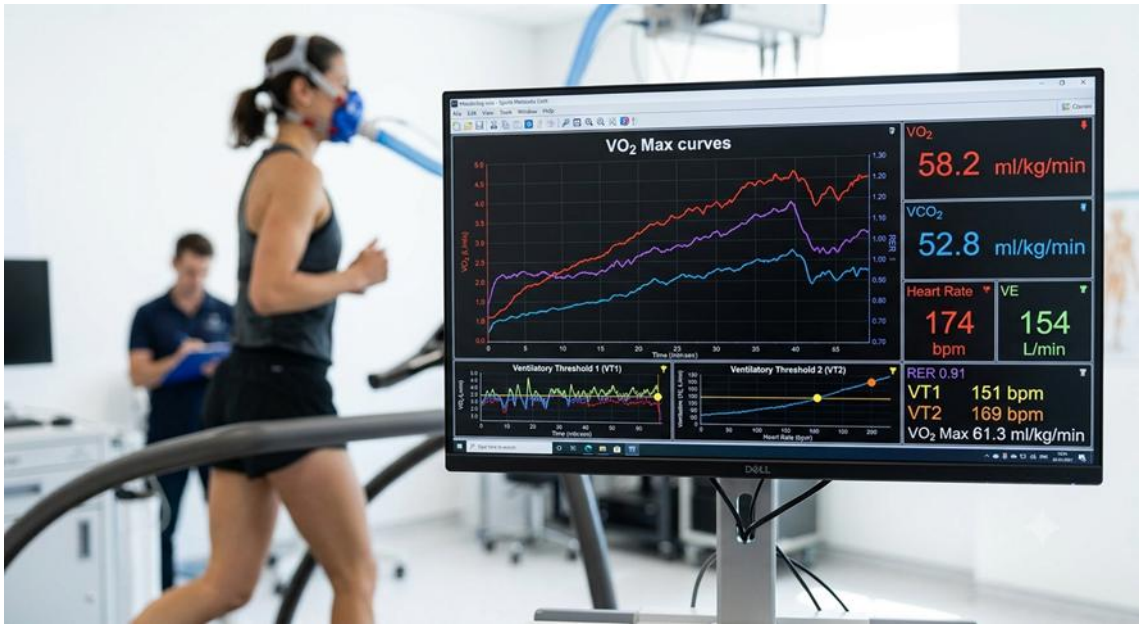
Além do VO_2máx, a ergoespirometria permite identificar os limiares ventilatórios, importantes marcadores fisiológicos utilizados na prescrição do treinamento. O primeiro limiar ventilatório representa a transição para intensidades moderadas de esforço, enquanto o segundo está associado ao aumento acentuado da ventilação e à menor capacidade de sustentar a intensidade por períodos prolongados. Na corrida, esses pontos auxiliam na definição de zonas de treinamento, incluindo rodagens leves, treinos de limiar e sessões intervaladas (Mazaheri *et al*., 2021).

Outra variável relevante é a razão de troca respiratória (RER), obtida pela relação entre a produção de dióxido de carbono e o consumo de oxigênio. O RER auxilia na interpretação da intensidade do exercício e da contribuição relativa dos substratos energéticos, sendo frequentemente utilizado como critério complementar para verificar a proximidade do esforço máximo. Entretanto, sua interpretação deve ocorrer em conjunto com outras variáveis fisiológicas e perceptivas, e não de forma isolada (Dores *et al*., 2024).

A aplicação da ergoespirometria é particularmente relevante em atletas de alto rendimento, nos quais pequenas diferenças fisiológicas podem influenciar significativamente o desempenho competitivo. Variáveis como VO_2máx, limiares ventilatórios, eficiência

ventilatória, pulso de oxigênio e resposta cronotrópica fornecem informações valiosas para o planejamento do treinamento, monitoramento da recuperação e acompanhamento das adaptações ao exercício (Squeo *et al*., 2025).

Figura 17: Demonstração da ergoespirometria



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Na pesquisa científica, a ergoespirometria também ocupa papel central por permitir mensuração direta e controle rigoroso das variáveis fisiológicas. Essa precisão favorece a investigação dos efeitos de intervenções, adaptações ao treinamento e diferenças individuais de resposta ao exercício, especialmente em corredores, nos quais alterações discretas podem impactar significativamente a performance (Mazaheri *et al*., 2021).

Na prática fisioterapêutica, o principal benefício da ergoespirometria está na possibilidade de individualizar a prescrição do treinamento a partir de respostas fisiológicas reais. A identificação dos limiares ventilatórios e do comportamento cardiorrespiratório durante o esforço permite ajustar intensidades de treino, controlar a progressão da carga e reduzir o risco de sobrecargas, contribuindo para um acompanhamento mais seguro e eficaz (Dores *et al*., 2024).

Portanto, a ergoespirometria representa o método de referência para avaliação cardiorrespiratória na corrida. Por meio da mensuração direta do VO_2máx, dos limiares ventilatórios e do RER, fornece informações detalhadas sobre a capacidade aeróbia e a resposta

fisiológica ao exercício, apoiando tanto a prática clínica quanto o treinamento esportivo e a pesquisa científica (Squeo *et al*., 2025).

O VO_2máx, ou consumo máximo de oxigênio, corresponde à maior capacidade do organismo de captar, transportar e utilizar oxigênio durante exercício progressivo máximo ou próximo do máximo. Em corredores, representa a integração funcional entre ventilação pulmonar, débito cardíaco, transporte sanguíneo de oxigênio e capacidade muscular oxidativa. Embora seja um dos principais indicadores da aptidão cardiorrespiratória, não explica isoladamente o desempenho na corrida, que também depende de fatores como limiares fisiológicos, economia de corrida, força muscular, técnica e tolerância à carga (Harber *et al*., 2024).

Na Fisioterapia aplicada à corrida, o VO_2máx fornece informações sobre a potência aeróbia máxima e a reserva funcional disponível para sustentar esforços prolongados. Corredores com valores mais elevados tendem a apresentar maior capacidade de oferta de oxigênio aos músculos ativos; entretanto, desempenhos semelhantes podem ocorrer entre indivíduos com VO_2máx distintos, assim como corredores com valores semelhantes podem apresentar resultados competitivos diferentes devido a fatores biomecânicos, metabólicos e musculoesqueléticos (Dores *et al*., 2024).

A mensuração direta do VO_2máx é realizada por meio da ergoespirometria, geralmente em protocolos incrementais realizados em esteira ou cicloergômetro. Durante o teste, um analisador metabólico quantifica continuamente o consumo de oxigênio, a produção de dióxido de carbono e a ventilação pulmonar. Esse método é considerado o padrão-ouro por fornecer medidas fisiológicas diretas, reduzindo a influência das limitações inerentes às equações preditivas utilizadas em avaliações indiretas (Dores *et al*., 2024).

A confirmação do VO_2máx geralmente envolve a observação de critérios complementares, como estabilização do consumo de oxigênio, frequência cardíaca próxima ao máximo esperado, elevada percepção subjetiva de esforço, exaustão voluntária e aumento da razão de troca respiratória (RER). Entretanto, nenhum desses parâmetros deve ser interpretado isoladamente, especialmente em atletas treinados, que podem apresentar respostas fisiológicas distintas durante testes máximos (Mazaheri *et al*., 2021).

Os métodos indiretos estimam o VO_2máx a partir do desempenho em testes máximos ou submáximos, utilizando variáveis como distância percorrida, velocidade, tempo, inclinação ou frequência cardíaca. Exemplos incluem o Teste de Cooper, testes de corrida em distância fixa, protocolos progressivos de campo e estimativas geradas por dispositivos vestíveis. Essas

estratégias apresentam menor custo, maior aplicabilidade em grupos e utilidade para o acompanhamento longitudinal do condicionamento físico (Dugas *et al*., 2023).

Apesar de sua praticidade, as estimativas indiretas apresentam limitações. Estudos demonstram que seus resultados podem divergir dos valores obtidos pela mensuração direta, em razão da influência de fatores como motivação, familiaridade com o protocolo, economia de corrida, estratégia de ritmo, condições ambientais e comportamento da frequência cardíaca. Assim, os valores estimados devem ser interpretados como indicadores funcionais da capacidade aeróbia e não como medidas absolutas do VO_2máx (Dugas *et al*., 2023).

Em corredores recreacionais, variáveis como velocidade pico, velocidade crítica e desempenho em provas ou testes de campo podem complementar a avaliação da aptidão cardiorrespiratória. Embora não meçam diretamente o consumo de oxigênio, fornecem informações relevantes sobre a capacidade de sustentar velocidades elevadas e apresentam utilidade prática para prescrição e monitoramento do treinamento (Figueiredo *et al*., 2021).

O avanço dos dispositivos vestíveis ampliou o acesso a estimativas de VO_2máx obtidas por meio da combinação de frequência cardíaca, velocidade, GPS e características individuais. Apesar de úteis para acompanhamento cotidiano, esses valores dependem da qualidade dos sensores e dos algoritmos empregados, devendo ser utilizados como ferramentas de monitoramento longitudinal e não como substitutos da ergoespirometria quando há necessidade de maior precisão fisiológica (Lee *et al*., 2025).

Portanto, a mensuração direta e as estimativas indiretas do VO_2máx possuem funções complementares. Enquanto a ergoespirometria oferece maior precisão e detalhamento fisiológico, os métodos indiretos favorecem a aplicação em grupos e o acompanhamento periódico do condicionamento. Na prática fisioterapêutica, a interpretação do VO_2máx deve ser integrada a limiares fisiológicos, frequência cardíaca, percepção subjetiva de esforço, sintomas, economia de corrida e avaliação musculoesquelética, permitindo uma prescrição mais segura e individualizada.

O teste incremental em esteira ou cicloergômetro é utilizado para avaliar a resposta cardiorrespiratória ao aumento progressivo da carga de exercício. Durante o protocolo, a intensidade é elevada por meio de aumento da velocidade, inclinação ou potência, permitindo observar como o organismo responde à maior demanda metabólica. Na corrida, esse tipo de avaliação é especialmente útil porque permite mensurar variáveis como VO_2, ventilação, frequência cardíaca, limiares ventilatórios, RER e tolerância ao esforço em condições controladas. Para a Fisioterapia, a escolha do protocolo não deve ser automática, mas baseada

no objetivo da avaliação, no nível de condicionamento, na modalidade praticada e na segurança clínica do avaliado. Dores *et al*., 2024.

O protocolo de Bruce é um dos protocolos incrementais em esteira mais conhecidos e utilizados na avaliação ergométrica e cardiorrespiratória. Ele é organizado em estágios de três minutos, nos quais ocorrem aumentos progressivos da velocidade e da inclinação da esteira. Por gerar incrementos relativamente marcados entre os estágios, o Bruce costuma ser indicado para adultos com algum nível de condicionamento físico e para avaliações em que se deseja uma progressão padronizada da carga. A Diretriz Brasileira de Ergometria em População Adulta de 2024 descreve o Bruce como o protocolo escalonado mais utilizado, mas também ressalta que sua escolha deve considerar o perfil funcional do avaliado. Carvalho *et al*., 2024.

Apesar de sua ampla utilização, o protocolo de Bruce apresenta limitações importantes. Em indivíduos sedentários, idosos, pacientes com baixa capacidade funcional ou pessoas em processo de reabilitação, os incrementos abruptos podem dificultar a adaptação ao esforço e antecipar a interrupção do teste por fadiga periférica, dispneia ou desconforto musculoesquelético. Por outro lado, em atletas bem treinados, os incrementos podem ser pouco específicos em algumas fases e prolongar o teste além do ideal, reduzindo a sensibilidade para determinadas respostas fisiológicas. Por isso, na Fisioterapia, o Bruce deve ser escolhido quando sua progressão for compatível com a capacidade funcional e o objetivo avaliativo do corredor. Carvalho *et al*., 2024.

O protocolo de Balke também é realizado em esteira, mas apresenta progressão mais gradual quando comparado ao Bruce. De modo geral, ele utiliza velocidade mais constante e aumento progressivo da inclinação, permitindo uma elevação menos abrupta da carga cardiovascular e ventilatória. Por essa característica, pode ser mais tolerável para indivíduos com menor condicionamento, pessoas que necessitam de progressão mais controlada ou situações em que o objetivo é observar a resposta fisiológica sem impor saltos intensos de carga entre os estágios (Pritchard *et al*., 2021).

Na prática fisioterapêutica, o Balke pode ser interessante quando se deseja uma avaliação mais progressiva, especialmente em indivíduos que não toleram bem mudanças bruscas de velocidade e inclinação. Em corredores recreacionais, pessoas em retorno ao exercício ou indivíduos com menor capacidade funcional, essa progressão pode favorecer maior tempo útil de teste e melhor observação do comportamento da frequência cardíaca, ventilação, percepção de esforço e sintomas. No entanto, em atletas altamente treinados, o protocolo pode

se tornar longo ou pouco específico se não for ajustado ao nível de desempenho, o que reforça a importância de individualizar a escolha do protocolo. Carvalho *et al*., 2024.

O protocolo em rampa se diferencia dos protocolos escalonados porque a carga aumenta de forma contínua e progressiva, em vez de aumentar em grandes estágios fixos. Na esteira, isso pode ocorrer por ajustes graduais de velocidade e inclinação; no cicloergômetro, por aumento contínuo da potência em watts. Essa característica permite uma progressão mais suave e individualizada, geralmente buscando uma duração adequada do teste, suficiente para atingir esforço máximo sem provocar fadiga precoce por incrementos excessivos. Pritchard *et al*., 2021.

O protocolo em rampa é frequentemente considerado uma boa opção para ergoespirometria porque facilita a identificação de respostas fisiológicas contínuas, como VO_2, VCO_2, ventilação, limiares ventilatórios e RER. Ao evitar saltos grandes de carga, ele pode permitir melhor análise da transição entre domínios de intensidade e maior conforto na progressão do esforço. Para corredores, a rampa pode ser ajustada de acordo com o nível de treinamento, tornando-se útil tanto para indivíduos recreacionais quanto para atletas, desde que a velocidade e a inclinação sejam coerentes com a capacidade estimada antes do teste. Smith; Niven, 2025.

Embora corredores sejam preferencialmente avaliados em esteira por maior especificidade com a modalidade, o cicloergômetro também pode ser utilizado em testes incrementais, especialmente quando há limitação musculoesquelética, necessidade de maior controle da carga ou maior segurança para monitoramento. No cicloergômetro, a intensidade costuma ser aumentada por incrementos progressivos de potência, em watts, o que permite controle preciso da carga externa. Entretanto, em corredores, os valores obtidos no ciclo podem não representar exatamente a resposta da corrida, pois há diferença no padrão motor, na massa muscular envolvida e na especificidade biomecânica. Petek *et al*., 2021.

Na Fisioterapia, a escolha entre esteira e cicloergômetro deve considerar o objetivo da avaliação e a condição funcional do paciente-atleta. Para investigar desempenho específico na corrida, a esteira tende a ser mais adequada; para indivíduos com dor, restrição de impacto, pós-operatório, insegurança na marcha ou necessidade de controle mais rígido da carga, o cicloergômetro pode ser uma alternativa mais segura. Essa decisão reforça que o teste laboratorial não deve seguir apenas a disponibilidade do equipamento, mas a pergunta clínica que se deseja responder. Petek *et al*., 2021.

Síntese comparativa dos protocolos

Protocolo	Característica principal	Melhor aplicabilidade	Limitações
Bruce	Estágios de 3 minutos com aumentos marcados de velocidade e inclinação	Adultos com algum condicionamento; avaliação padronizada em esteira	Incrementos abruptos podem ser difíceis para sedentários; pode ser pouco individualizado para atletas
Balke	Progressão mais gradual, geralmente com aumento de inclinação	Baixo a moderado condicionamento; necessidade de teste mais controlado	Pode ser longo ou pouco específico para atletas treinados
Rampa	Aumento contínuo e individualizado da carga	Ergoespirometria, avaliação individualizada, atletas e reabilitação	Exige planejamento prévio adequado da progressão
Cicloergômetro incremental	Aumento progressivo da potência em watts	Controle preciso da carga; menor impacto; limitações musculoesqueléticas	Menor especificidade para corredores

Portanto, Bruce, Balke e rampa não devem ser vistos como protocolos concorrentes, mas como alternativas com finalidades diferentes. O Bruce é prático e amplamente difundido, mas pode ser mais abrupto; o Balke oferece progressão mais gradual; e o protocolo em rampa permite maior individualização e leitura fisiológica contínua. Para a Fisioterapia aplicada à corrida, a melhor escolha é aquela que permite segurança, duração adequada, obtenção de dados confiáveis e coerência com o perfil funcional do corredor. Carvalho *et al*., 2024.

O limiar anaeróbio ou limiar de lactato é um marcador fisiológico utilizado para identificar a intensidade em que a concentração de lactato sanguíneo passa a aumentar progressivamente durante o exercício incremental. Na corrida, esse ponto representa uma zona de transição metabólica na qual a produção de lactato supera gradualmente sua capacidade de remoção e reutilização, tornando-se um importante indicador da tolerância a esforços sustentados em intensidades moderadas a elevadas (Rogers *et al*., 2021).

A avaliação laboratorial do lactato é realizada, geralmente, durante testes incrementais em esteira ou cicloergômetro. Pequenas amostras de sangue capilar são coletadas ao final de cada estágio para determinar a concentração de lactato em diferentes intensidades, permitindo a construção de curvas lactato-velocidade ou lactato-carga. Essas informações auxiliam na identificação de zonas de treinamento e na diferenciação entre intensidades sustentáveis e esforços com maior demanda metabólica (Mandadzhiev, 2025).

Do ponto de vista fisiológico, o lactato não deve ser interpretado apenas como um produto associado à fadiga. Atualmente, é reconhecido como importante intermediário energético, podendo ser transportado e utilizado por diferentes tecidos, incluindo fibras musculares oxidativas e o miocárdio. Dessa forma, o treinamento próximo ao limiar busca aprimorar a capacidade do organismo de produzir, transportar, remover e reutilizar lactato de maneira mais eficiente (Brooks, 2021).

A interpretação do limiar pode ser realizada por diferentes métodos, incluindo primeiro e segundo limiares de lactato, concentração fixa de 4 mmol/L (OBLA) e modelos matemáticos de análise da curva. Como diferentes protocolos podem gerar resultados distintos, a interpretação deve considerar o contexto clínico, esportivo e o nível de treinamento do corredor, evitando a utilização de valores de corte rígidos e universais (Poole *et al*., 2021).

Na prescrição do treinamento, a avaliação do lactato permite individualizar a intensidade dos estímulos de forma mais precisa do que a utilização isolada da velocidade ou do pace. Corredores submetidos ao mesmo ritmo podem apresentar respostas metabólicas diferentes, tornando a dosagem de lactato uma ferramenta útil para ajustar cargas de treinamento conforme a resposta fisiológica individual (Casado *et al*., 2023).

Treinos realizados próximos ao limiar favorecem o acúmulo de tempo em uma intensidade fisiologicamente relevante sem induzir exaustão precoce. Essa estratégia estimula adaptações aeróbias, melhora a tolerância ao lactato e aumenta a resistência à fadiga. Para a Fisioterapia, essa abordagem é particularmente importante por permitir a progressão do condicionamento respeitando o histórico musculoesquelético, a recuperação e o controle da carga de treinamento (Subbarayalu *et al*., 2024).

O monitoramento do lactato também auxilia na distribuição adequada das intensidades semanais, reduzindo o risco de sessões excessivamente leves, incapazes de gerar adaptações específicas, ou excessivamente intensas, associadas ao acúmulo de fadiga. Além da intensidade, fatores como duração dos blocos e intervalos de recuperação influenciam significativamente a resposta metabólica, reforçando a necessidade de integrar intensidade, volume e recuperação na prescrição do treinamento (Casado *et al*., 2023; Talsnes *et al*., 2024).

Apesar de sua utilidade, a avaliação do lactato apresenta limitações práticas relacionadas ao custo, necessidade de equipamentos específicos, materiais descartáveis, coleta padronizada e interpretação especializada. Além disso, fatores como alimentação, hidratação, temperatura ambiente, fadiga prévia, massa muscular envolvida e características do protocolo podem influenciar os resultados. Por esse motivo, a interpretação deve ocorrer em conjunto com

frequência cardíaca, percepção subjetiva de esforço (PSE), sintomas e histórico de treinamento (Benítez-Muñoz; Cupeiro, 2025).

Em corredores recreacionais, a dosagem laboratorial de lactato nem sempre é necessária. Entretanto, os princípios fisiológicos do limiar podem ser aplicados por meio da combinação de frequência cardíaca, ritmo de corrida, PSE e testes de campo, possibilitando estimativas funcionais úteis para a organização do treinamento, ainda que com menor precisão (Nuuttila *et al*., 2025).

Portanto, a avaliação do limiar anaeróbio por meio da dosagem de lactato representa uma ferramenta valiosa para individualizar a prescrição do treinamento. Ao permitir a definição mais precisa de intensidades, duração dos estímulos e estratégias de recuperação, contribui para o desenvolvimento da capacidade aeróbia, melhora da eficiência metabólica e aumento da resistência à fadiga. Na prática fisioterapêutica, seu principal benefício está na integração entre desempenho, segurança e controle individualizado da carga de treinamento (Mandadzhiev, 2025).

CAPÍTULO 3

ANAMNESE ESPORTIVA E CARACTERIZAÇÃO DO CORREDOR



CAPÍTULO 3 – Anamnese esportiva e caracterização do corredor

3.1 Importância da anamnese esportiva

A anamnese esportiva constitui a primeira etapa da avaliação do corredor e tem como objetivo organizar informações que permitam compreender o perfil do praticante, suas características de treinamento, objetivos e fatores que influenciam sua tolerância à carga. Antes da realização de testes físicos ou análises biomecânicas, é fundamental compreender o contexto em que a corrida ocorre, uma vez que desempenho, sintomas e risco de lesão resultam da interação entre fatores biológicos, comportamentais e ambientais. Dessa forma, a anamnese funciona como uma ferramenta inicial de triagem, orientando a avaliação clínica, funcional e esportiva de maneira mais individualizada (Correia *et al*., 2024).

Na prática fisioterapêutica, essa etapa permite identificar sinais de alerta, histórico de lesões, padrões de treinamento, sintomas atuais e fatores relacionados à recuperação. Informações como volume semanal, intensidade dos treinos, tipo de terreno, uso de calçados, participação em provas, qualidade do sono, níveis de estresse e presença de dor contribuem para uma compreensão mais ampla do corredor. Muitos fatores associados às lesões relacionadas à corrida não são identificados em avaliações isoladas, mas emergem da interação entre carga aplicada, resposta fisiológica e capacidade individual de adaptação (Macedo *et al*., 2024).

Figura 18: Demonstração da anamnese esportiva



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

O histórico prévio de lesões merece atenção especial durante a anamnese. Evidências demonstram que corredores com lesões anteriores apresentam maior risco de recorrência, tornando essencial investigar episódios prévios de dor, tempo de afastamento, tratamentos realizados e condições de retorno aos treinos. Essas informações permitem identificar padrões de vulnerabilidade e direcionar estratégias preventivas mais eficazes (Desai *et al*., 2021).

A investigação de mudanças recentes na rotina de treinamento também é fundamental. Aumentos abruptos de quilometragem, introdução de treinos intervalados, alteração de superfície, troca de calçados, preparação para competições ou retorno após períodos de inatividade podem modificar significativamente a carga imposta aos tecidos. Como muitas lesões por sobrecarga decorrem de desequilíbrios entre demanda e capacidade de adaptação, a identificação dessas alterações auxilia na compreensão da origem dos sintomas e na definição de ajustes adequados da carga (Fredette *et al*., 2022).

Além da identificação de fatores de risco, a anamnese permite compreender os objetivos individuais do corredor. As necessidades de quem corre por saúde, lazer ou controle do peso corporal diferem das demandas de indivíduos que buscam desempenho competitivo, completar uma maratona ou retornar ao esporte após lesão. O alinhamento entre objetivos, expectativas e disponibilidade para treinamento favorece uma abordagem mais centrada na pessoa e direcionada às suas necessidades reais (Linton *et al*., 2025).

Portanto, a anamnese esportiva não deve ser entendida apenas como uma etapa administrativa da avaliação, mas como a base do raciocínio clínico no atendimento ao corredor. É a partir dela que o fisioterapeuta define prioridades avaliativas, seleciona testes complementares, interpreta sintomas e estabelece estratégias iniciais de intervenção (Correia *et al*., 2024).

A caracterização do perfil do corredor constitui uma etapa fundamental da anamnese esportiva, pois permite contextualizar a avaliação de acordo com a experiência, os objetivos e a exposição à carga de treinamento. Classificar o indivíduo apenas como corredor é insuficiente para orientar decisões clínicas, sendo necessário identificar se ele é iniciante, recreacional, competitivo ou se está em processo de retorno após lesão ou período de inatividade (Linton *et al*., 2025).

O corredor iniciante geralmente apresenta menor experiência no controle da intensidade, na progressão do volume e na interpretação das respostas corporais ao treinamento. Nesses casos, a anamnese deve investigar a transição do sedentarismo para a corrida, a presença de acompanhamento profissional, a progressão das cargas e o surgimento de sintomas

relacionados ao impacto repetitivo. Essa análise é relevante porque adaptações cardiorrespiratórias costumam ocorrer mais rapidamente do que adaptações musculoesqueléticas, aumentando o risco de sobrecarga quando a progressão não é adequadamente controlada (Fredette *et al*., 2022).

Os corredores recreacionais formam um grupo heterogêneo, composto por indivíduos que correm por saúde, lazer, socialização ou participação em provas. Embora frequentemente associados a menores volumes de treinamento, muitos corredores recreacionais apresentam elevada exposição à carga. Dessa forma, a avaliação deve investigar frequência semanal, quilometragem, intensidade, histórico de competições e percepção de recuperação, permitindo dimensionar adequadamente a demanda física imposta ao organismo (Stenerson *et al*., 2023).

Já os corredores competitivos apresentam objetivos relacionados ao desempenho, como melhora de pace, obtenção de resultados em competições ou preparação para provas de longa distância. Nesses casos, a anamnese deve explorar aspectos da periodização, distribuição das intensidades, participação em treinos intervalados, longões, fortalecimento complementar e estratégias de recuperação. Embora geralmente apresentem maior capacidade de tolerar cargas elevadas, também estão mais expostos à fadiga acumulada e ao risco de retorno precoce após sintomas ou lesões (Macedo *et al*., 2024).

Por fim, corredores em retorno à prática esportiva após lesão, cirurgia ou período prolongado de inatividade requerem atenção específica. A anamnese deve investigar o motivo da interrupção, duração do afastamento, sintomas residuais, tratamentos realizados e critérios utilizados para a retomada da corrida. Considerando que o histórico prévio de lesão constitui um dos principais fatores de risco para novas ocorrências, essa etapa é essencial para planejar uma progressão segura da carga e reduzir a probabilidade de recorrência (Desai *et al*., 2021).

A identificação adequada do perfil do corredor permite interpretar de forma mais precisa os achados da avaliação física e funcional, favorecendo intervenções individualizadas e compatíveis com as características, objetivos e necessidades de cada praticante.

A caracterização do perfil do corredor deve incluir a distância habitualmente praticada ou a prova-alvo, uma vez que diferentes modalidades impõem demandas fisiológicas e mecânicas distintas. Provas de 5 km tendem a exigir maior intensidade relativa, enquanto meia-maratona, maratona e trail running demandam maior resistência, controle de carga, recuperação e manutenção da técnica sob fadiga. O conhecimento dessas características auxilia na seleção dos testes, na prescrição de força, no planejamento do treinamento e no monitoramento da progressão da carga (Thuany *et al*., 2023).

Portanto, a identificação do perfil do corredor organiza todo o raciocínio clínico da avaliação. A partir dessa classificação, o fisioterapeuta consegue diferenciar necessidades relacionadas à educação e progressão gradual em iniciantes, manutenção da regularidade em corredores recreacionais, monitoramento refinado da carga em atletas competitivos ou critérios de segurança em processos de retorno à prática esportiva. Essa individualização reduz o risco de prescrições genéricas e favorece condutas mais coerentes com os objetivos e características de cada praticante (Correia *et al*., 2024).

A análise do histórico esportivo, dos objetivos individuais e do risco de lesão constitui parte fundamental da anamnese, pois esses fatores determinam a forma como o corredor foi exposto às cargas de treinamento ao longo do tempo. Indivíduos com experiência prévia em esportes de impacto, treinamento estruturado ou fortalecimento podem apresentar maior familiaridade com a progressão das cargas e com os processos de recuperação. Em contrapartida, corredores oriundos de períodos prolongados de sedentarismo frequentemente apresentam menor tolerância musculoesquelética inicial, mesmo quando demonstram rápida evolução cardiorrespiratória (Fredette *et al*., 2022).

O histórico esportivo também permite identificar episódios prévios de lesão, interrupções prolongadas da prática esportiva, retornos inadequados ao treinamento e sintomas persistentes. Como lesões anteriores representam um dos principais fatores de risco para novas ocorrências, é essencial investigar modalidades praticadas, tempo de participação, tratamentos realizados e possíveis limitações residuais. Essas informações auxiliam na identificação de vulnerabilidades e no planejamento de estratégias preventivas (Desai *et al*., 2021).

Os objetivos esportivos influenciam diretamente a exposição à carga. Corredores que buscam melhorar desempenho, participar de provas mais longas ou retornar rapidamente às competições tendem a aumentar volume, intensidade e frequência de treinamento, o que pode elevar o risco de sobrecarga quando a progressão não acompanha a capacidade de adaptação dos tecidos. Dessa forma, a avaliação deve considerar a compatibilidade entre os objetivos desejados e as condições físicas atuais do corredor (Correia *et al*., 2024).

Na prática clínica, situações em que existe discrepância entre metas e capacidade funcional frequentemente aumentam a probabilidade de lesão. Um corredor iniciante que pretende completar uma prova de longa distância em curto período ou um atleta que retorna após lesão tentando reproduzir imediatamente seu nível anterior de desempenho são exemplos comuns dessa incompatibilidade. Nesses casos, o fisioterapeuta deve alinhar expectativas e organizar progressões compatíveis com a condição atual do praticante (Burke *et al*., 2023).

A distância-alvo também merece atenção especial, pois mudanças rápidas entre diferentes categorias de prova podem resultar em aumentos significativos da carga acumulada. A transição de provas curtas para meia-maratona ou maratona, por exemplo, exige adaptações fisiológicas e musculoesqueléticas específicas. Portanto, a anamnese deve investigar como essa progressão está sendo conduzida e se existem sinais de fadiga persistente, dor ou queda de desempenho (Thuany *et al*., 2023).

Além dos aspectos físicos, os objetivos esportivos influenciam o comportamento do corredor diante da dor e dos sintomas. Corredores altamente motivados podem minimizar desconfortos, retardar a procura por assistência profissional ou retornar precocemente aos treinos. Compreender a importância que a corrida possui na vida do indivíduo ajuda a interpretar essas atitudes e favorece uma abordagem mais efetiva e centrada na pessoa (Linton *et al*., 2025).

Assim, a análise integrada do histórico esportivo, dos objetivos e do risco de lesão permite compreender de onde o corredor vem, onde deseja chegar e quais cargas seu organismo está preparado para suportar naquele momento. Essa compreensão favorece o alinhamento de expectativas, a organização das metas e a redução da vulnerabilidade a lesões relacionadas à corrida (Macedo *et al*., 2024).

A prática da corrida está diretamente influenciada pelo contexto de vida do praticante. Fatores como rotina profissional, qualidade do sono, nível de estresse, alimentação, hidratação, responsabilidades familiares e disponibilidade de tempo afetam a capacidade de recuperação e adaptação ao treinamento. Dessa forma, corredores submetidos à mesma carga externa podem apresentar respostas fisiológicas completamente distintas em função das condições em que vivem (Macedo *et al*., 2024).

Esse contexto é essencial para compreender a relação entre carga externa e carga interna. Enquanto a carga externa corresponde ao treinamento realizado, incluindo quilometragem, intensidade e frequência, a carga interna reflete a resposta individual ao esforço, expressa por fadiga, percepção subjetiva de esforço, dor, frequência cardíaca e recuperação. Assim, uma mesma planilha de treinamento pode ser adequada para um corredor e excessiva para outro (Macedo *et al*., 2024).

Entre os fatores contextuais, o sono exerce papel central na recuperação fisiológica. Alterações na quantidade ou qualidade do sono podem comprometer a adaptação ao treinamento, aumentar a percepção de esforço, reduzir a tolerância à dor e favorecer o acúmulo de fadiga. Por esse motivo, a anamnese deve investigar não apenas a duração do sono, mas também sua regularidade, qualidade e sensação de descanso ao despertar (Linton *et al*., 2025).

O estresse ocupacional, acadêmico, familiar ou esportivo também influencia a capacidade de recuperação e o desempenho. Períodos de maior exigência emocional podem modificar a resposta ao treinamento, aumentar a percepção de esforço e reduzir a tolerância às cargas previamente habituais. Dessa forma, compreender esses aspectos permite interpretar de maneira mais adequada sintomas, oscilações de desempenho e dificuldades de recuperação observadas durante o acompanhamento fisioterapêutico (Linton *et al*., 2025).

A rotina profissional também deve ser considerada durante a anamnese, especialmente quando envolve longos períodos sentado, permanência prolongada em pé, trabalho fisicamente exigente, deslocamentos extensos ou horários irregulares. Esses fatores podem influenciar a disponibilidade energética, a recuperação e as condições musculoesqueléticas antes dos treinos. Enquanto trabalhadores que permanecem muitas horas em pé podem iniciar a sessão com maior fadiga nos membros inferiores, aqueles que permanecem sentados por longos períodos podem apresentar maior rigidez articular e menor prontidão para esforços intensos. Essas informações auxiliam na adequação de estratégias de aquecimento, mobilidade, recuperação e distribuição da carga semanal (Correia *et al*., 2024).

A alimentação e a hidratação também influenciam diretamente a tolerância ao exercício, a recuperação e a adaptação ao treinamento. Baixa disponibilidade energética, jejum frequente não planejado, omissão de refeições ou hidratação inadequada podem comprometer o desempenho e aumentar a vulnerabilidade à fadiga. Em corredores com elevado volume de treinamento, histórico de fraturas por estresse, perda de peso não intencional ou fadiga persistente, esses aspectos merecem atenção especial e podem justificar encaminhamento para acompanhamento nutricional especializado (Correia *et al*., 2024).

O ambiente em que o corredor vive representa outro componente relevante do contexto de vida. Acesso a locais seguros para treinamento, iluminação adequada, parques, pistas, grupos de corrida e suporte profissional favorece a adesão e a continuidade da prática. Em contrapartida, limitações relacionadas à segurança, tempo disponível ou infraestrutura podem dificultar a regularidade dos treinos. Compreender essas condições permite que o fisioterapeuta proponha estratégias compatíveis com a realidade do corredor, favorecendo maior adesão às recomendações (Thuany *et al*., 2025).

Portanto, compreender o contexto de vida amplia a qualidade da anamnese esportiva ao reconhecer que desempenho, fadiga, dor e risco de lesão resultam da interação entre treinamento, recuperação, ambiente e demandas pessoais. Essa abordagem favorece

intervenções mais individualizadas, sustentáveis e alinhadas à realidade de cada corredor (Linton *et al*., 2025).

A anamnese esportiva desempenha papel fundamental na seleção dos testes clínicos e funcionais, pois permite direcionar a avaliação para as demandas específicas do corredor. Em vez de aplicar protocolos padronizados indiscriminadamente, o fisioterapeuta utiliza as informações obtidas na entrevista para definir quais estruturas, capacidades e movimentos merecem investigação mais detalhada. Dessa forma, corredores com dor anterior no joelho exigem abordagens distintas daqueles com sintomas no tendão de Aquiles, quadril ou pé (Correia *et al*., 2024).

O direcionamento da avaliação inicia-se pela compreensão da queixa principal e do comportamento dos sintomas. Aspectos como momento de aparecimento da dor, fatores agravantes, duração dos sintomas e relação com a carga de treinamento ajudam a formular hipóteses clínicas e selecionar testes de força, mobilidade, controle motor, equilíbrio ou análise dinâmica mais apropriados. Essa estratégia torna a avaliação mais eficiente e clinicamente relevante (Burke *et al*., 2023).

A anamnese também orienta a escolha de testes funcionais capazes de reproduzir as demandas específicas da corrida. Corredores com sintomas no joelho podem ser avaliados por meio de agachamento unipodal, step-down ou análise do valgo dinâmico, enquanto queixas relacionadas ao tornozelo, pé ou tendão de Aquiles podem exigir testes de mobilidade, elevação de panturrilha, equilíbrio unipodal e tolerância ao impacto. Dessa forma, os testes deixam de ser genéricos e passam a responder questões clínicas específicas (Willwacher *et al*., 2022).

O histórico de treinamento representa outro elemento importante para a definição da avaliação funcional. Corredores submetidos a longões frequentes podem demandar análise da resistência muscular e da manutenção da técnica sob fadiga, enquanto praticantes focados em provas curtas, treinos intervalados ou subidas podem exigir maior investigação de potência, força e controle excêntrico. Assim, a escolha dos testes deve considerar não apenas a localização dos sintomas, mas também as exigências específicas da modalidade praticada (Fredette *et al*., 2022).

O nível de experiência do corredor também influencia a seleção dos procedimentos avaliativos. Em iniciantes, geralmente são priorizados testes básicos de mobilidade, equilíbrio, força e tolerância ao impacto. Já em corredores competitivos, podem ser necessários procedimentos mais específicos, incluindo testes de salto, análise da corrida em vídeo, comparação bilateral e avaliações realizadas sob fadiga. Essa individualização evita avaliações

insuficientes para atletas experientes ou excessivamente complexas para corredores iniciantes (Linton *et al*., 2025).

Além de indicar quais testes devem ser realizados, a anamnese auxilia na identificação de situações em que determinadas avaliações devem ser adiadas ou evitadas. Dor intensa, suspeita de fratura por estresse, sintomas neurológicos, sinais inflamatórios importantes, dispneia desproporcional, tontura ou manifestações cardiovasculares podem exigir investigação adicional ou encaminhamento médico antes da realização de testes máximos ou de impacto (Correia *et al*., 2024).

Portanto, o direcionamento dos testes clínicos e funcionais é uma consequência direta de uma anamnese bem conduzida. A história do corredor permite definir prioridades avaliativas, selecionar procedimentos mais relevantes e estabelecer hipóteses clínicas consistentes. Para a Fisioterapia, essa organização torna a avaliação mais objetiva, segura e eficiente, favorecendo a elaboração de estratégias individualizadas de prevenção, reabilitação e retorno à corrida (Macedo *et al*., 2024).

3.2 Caracterização do corredor

A caracterização do corredor deve iniciar pela identificação de informações básicas, como idade, sexo, profissão e rotina diária, pois esses fatores influenciam a exposição à carga, a recuperação e a adaptação ao treinamento. Mais do que dados cadastrais, essas características ajudam a compreender o contexto em que a corrida está inserida e orientam o raciocínio clínico durante a avaliação fisioterapêutica (Correia *et al*., 2024).

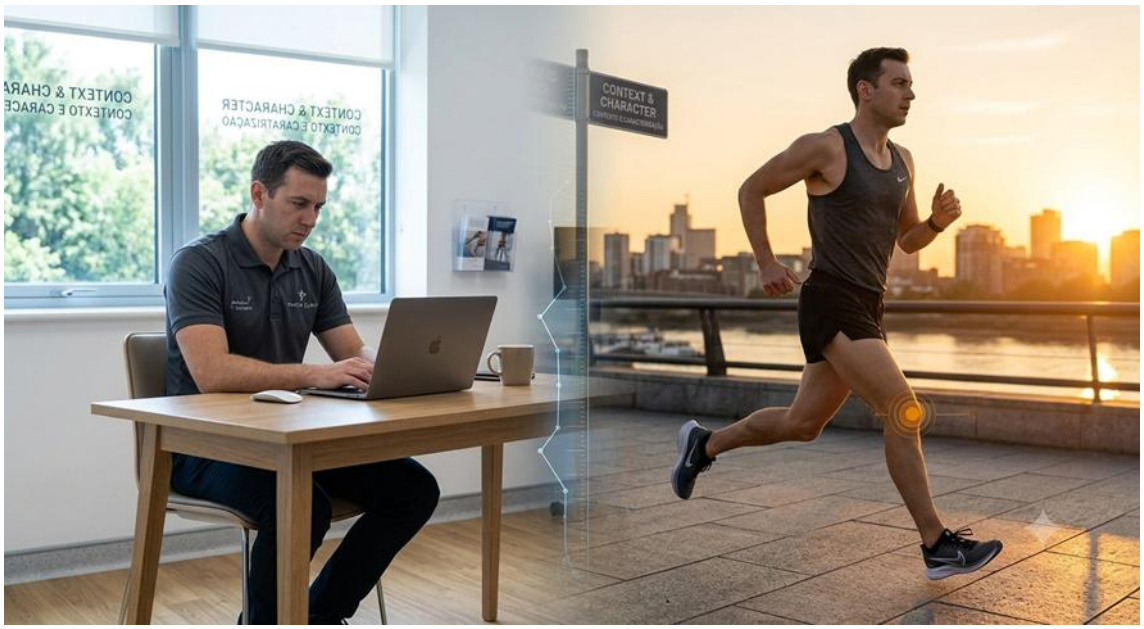
A idade pode influenciar experiência esportiva, histórico de lesões, capacidade de recuperação e disponibilidade para treinar. Corredores mais jovens frequentemente apresentam maior potencial adaptativo, enquanto adultos e indivíduos mais velhos podem acumular demandas ocupacionais, familiares e alterações relacionadas à força, mobilidade e recuperação. Considerar a faixa etária permite ajustar expectativas, selecionar testes apropriados e definir progressões compatíveis com a condição atual do corredor (Thuany *et al*., 2021b).

O sexo também deve ser considerado como parte da caracterização do praticante. Diferenças fisiológicas, hormonais, biomecânicas e socioculturais podem influenciar padrões de treinamento, preferências por determinadas distâncias e perfil de lesões. Em mulheres, a anamnese pode incluir informações relacionadas ao ciclo menstrual, uso de contraceptivos, irregularidades menstruais, baixa disponibilidade energética e histórico de fraturas por estresse,

fatores potencialmente relevantes para a saúde e o desempenho esportivo. Essas informações devem ser abordadas de forma ética, respeitosa e contextualizada (Correia *et al*., 2024).

A profissão e a rotina diária influenciam diretamente a resposta ao treinamento. Permanecer muitas horas sentado, trabalhar em pé, realizar atividades fisicamente exigentes ou enfrentar jornadas extensas pode modificar os níveis de fadiga, recuperação e prontidão para os treinos. Assim, compreender as demandas ocupacionais auxilia na interpretação dos sintomas e no planejamento de estratégias relacionadas à mobilidade, recuperação e organização da carga semanal (Macedo *et al*., 2024).

Figura 19: Demonstração da rotina de trabalho diária



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A rotina também permite avaliar a disponibilidade real para treinar, descansar e realizar atividades complementares, como fortalecimento e recuperação. Muitas vezes, a limitação não está na elaboração do programa de treinamento, mas na capacidade de conciliá-lo com trabalho, estudos, deslocamentos e responsabilidades familiares. Por isso, investigar horários disponíveis, frequência semanal possível e estratégias de recuperação favorece orientações mais realistas e sustentáveis (Linton *et al*., 2025).

Portanto, idade, sexo, profissão e rotina fornecem informações fundamentais para compreender como a corrida se integra à vida do praticante. Essa análise favorece intervenções mais individualizadas, alinhadas à capacidade de recuperação, às demandas diárias e aos objetivos esportivos de cada corredor (Correia *et al*., 2024).

O tempo de prática constitui uma variável importante na caracterização do corredor, pois reflete sua experiência com o treinamento, familiaridade com a modalidade e adaptação progressiva às demandas da corrida. Corredores com diferentes níveis de experiência podem apresentar respostas distintas à mesma carga, não apenas em função da aptidão cardiorrespiratória, mas também pela capacidade dos tecidos musculoesqueléticos de tolerar o impacto repetitivo ao longo do tempo (Correia *et al*., 2024).

Nos corredores iniciantes, o período inicial de prática costuma representar uma fase de maior vulnerabilidade. As adaptações cardiorrespiratórias frequentemente ocorrem mais rapidamente do que as adaptações musculoesqueléticas, o que pode levar ao aumento precoce da carga antes que tendões, músculos e estruturas ósseas estejam adequadamente preparados. Por esse motivo, é importante investigar como ocorreu o início da prática, a progressão das cargas e o surgimento de sintomas nos primeiros meses de treinamento (Fredette *et al*., 2022).

Corredores com maior tempo de experiência geralmente apresentam melhor percepção do esforço, maior familiaridade com a recuperação e maior conhecimento sobre sua resposta ao treinamento. Entretanto, a experiência não elimina o risco de lesão. Volumes elevados, maior frequência de competições e exposição prolongada a cargas intensas podem aumentar a probabilidade de sobrecarga quando a recuperação é insuficiente. Assim, o tempo de prática deve ser interpretado em conjunto com volume, intensidade, frequência de treinamento e histórico de lesões (Stenerson *et al*., 2023).

A experiência acumulada também auxilia na diferenciação entre corredores em fase de adaptação e aqueles com rotina esportiva consolidada. Enquanto iniciantes podem necessitar de maior foco em educação, progressão gradual e controle de intensidade, corredores experientes frequentemente demandam avaliações mais específicas relacionadas à periodização, distribuição da carga, recuperação e otimização do desempenho (Linton *et al*., 2025).

Além do tempo total de prática, é fundamental investigar possíveis interrupções. Períodos de afastamento por lesão, cirurgia, gestação, doença ou mudanças na rotina podem reduzir significativamente a capacidade funcional atual, mesmo em indivíduos com muitos anos de experiência. Nesses casos, o retorno à corrida deve ser conduzido de forma progressiva, considerando que a experiência prévia não garante a manutenção das adaptações fisiológicas e musculoesqueléticas adquiridas anteriormente (Desai *et al*., 2021).

Portanto, avaliar o tempo de prática permite compreender a trajetória do corredor, suas adaptações, exposições prévias à carga e possíveis períodos de interrupção. Para a Fisioterapia, essa informação auxilia na definição do nível de exigência dos testes, na velocidade de

progressão do treinamento e na elaboração de estratégias preventivas mais compatíveis com a realidade de cada praticante (Correia *et al*., 2024).

A identificação do objetivo principal do corredor é fundamental para que a avaliação e a intervenção fisioterapêutica sejam compatíveis com suas necessidades reais. A corrida pode estar relacionada à promoção da saúde, lazer, controle do peso corporal, desempenho esportivo, preparação para provas específicas ou retorno após lesão. Esses objetivos influenciam a organização da rotina de treinamento, a tolerância à carga e a forma como o corredor interpreta sua evolução, tornando essencial o alinhamento entre expectativas, avaliação e conduta clínica (Linton *et al*., 2025).

Quando o objetivo é a saúde, a corrida geralmente está associada à melhora do condicionamento físico, prevenção de doenças crônicas e promoção do bem-estar. Nesses casos, a avaliação deve priorizar segurança, adesão à prática, progressão gradual e identificação de fatores que possam limitar a continuidade do treinamento. O foco não é apenas aumentar desempenho, mas garantir que a corrida seja sustentável e compatível com a rotina do praticante (Thuany *et al*., 2025).

Para corredores motivados pelo lazer e pela socialização, a corrida frequentemente representa uma fonte de prazer, pertencimento e realização pessoal. Nesse contexto, a atuação fisioterapêutica deve favorecer a manutenção da prática com conforto e segurança, equilibrando prevenção de lesões, controle da carga e respeito aos aspectos motivacionais que sustentam o comportamento esportivo (Koper *et al*., 2024).

Quando o objetivo envolve emagrecimento, a corrida deve ser compreendida como parte de uma estratégia mais ampla de saúde, que inclui alimentação, recuperação, sono e atividade física complementar. A progressão da carga precisa respeitar a capacidade atual do corredor, evitando que a busca por resultados rápidos aumente o risco de dor, sobrecarga ou abandono da prática (Correia *et al*., 2024).

Nos corredores focados em desempenho, a avaliação torna-se mais detalhada, pois fatores como força muscular, economia de corrida, mobilidade, controle motor, recuperação e distribuição da carga podem influenciar diretamente os resultados esportivos. Nesses casos, a intervenção fisioterapêutica frequentemente envolve estratégias de fortalecimento, controle da carga, pliometria e otimização da eficiência do movimento (Macedo *et al*., 2024).

Quando existe uma prova-alvo, a avaliação deve considerar a distância, o tempo disponível para preparação, a experiência prévia e a compatibilidade entre a exigência da competição e a condição atual do corredor. A análise da evolução dos treinos, da tolerância aos

longões e da presença de sintomas auxilia na definição de metas mais realistas e seguras (Thuany *et al*., 2023a).

Já nos casos de retorno ao esporte após lesão, cirurgia ou período prolongado de afastamento, a avaliação deve investigar a evolução da reabilitação, a presença de sintomas residuais e a capacidade de tolerar progressivamente as demandas da corrida. O retorno seguro depende não apenas da ausência de dor, mas da recuperação adequada da força, da função e da tolerância ao impacto (Desai *et al*., 2021).

Portanto, o objetivo principal do corredor deve orientar toda a avaliação fisioterapêutica. Um mesmo achado clínico pode ter implicações diferentes para quem busca saúde, desempenho ou retorno ao esporte. Compreender essa finalidade favorece decisões mais individualizadas e alinhadas às expectativas e necessidades de cada praticante (Linton *et al*., 2025)

A distância preferida ou pretendida pelo corredor fornece informações importantes sobre as demandas fisiológicas e musculoesqueléticas às quais ele está exposto. Diferentes modalidades exigem níveis distintos de intensidade, volume de treinamento, recuperação e resistência ao impacto, tornando essa informação relevante para a interpretação da carga e do risco de lesão (Thuany *et al*., 2023a).

Corredores de 5 km geralmente são submetidos a maiores intensidades relativas e necessitam de elevada tolerância ao desconforto cardiorrespiratório. Embora frequentemente associada a iniciantes, essa distância também pode representar elevada exigência fisiológica quando praticada com foco em desempenho. Assim, é importante diferenciar corredores que utilizam os 5 km como atividade recreativa daqueles que treinam especificamente para melhorar resultados competitivos (Thuany *et al*., 2021b).

As provas de 10 km representam uma progressão comum entre corredores recreacionais, exigindo maior resistência e melhor controle de ritmo. Nesses casos, a avaliação auxilia na identificação do grau de adaptação do corredor ao aumento gradual da quilometragem e das demandas musculoesqueléticas associadas (Thuany *et al*., 2021b).

A preparação para meia-maratona demanda aumento significativo do volume semanal e maior atenção à recuperação. Nessa distância, tornam-se especialmente relevantes aspectos como resistência muscular, estabilidade sob fadiga, capacidade cardiorrespiratória e histórico de sintomas relacionados a treinos prolongados (Thuany *et al*., 2023a).

A maratona impõe exigências ainda maiores, tanto pela distância da prova quanto pelo processo de preparação. O elevado volume de treinamento, os longões prolongados e o aumento da carga acumulada exigem avaliação criteriosa da experiência prévia, da recuperação, da

disponibilidade de tempo, da força muscular e da presença de sintomas durante o treinamento. Nesses casos, a compatibilidade entre objetivo e capacidade atual do corredor deve ser cuidadosamente analisada (Thuany *et al*., 2023a).

O trail running apresenta demandas específicas em razão dos terrenos irregulares, variações de altimetria e mudanças frequentes de apoio. Comparado à corrida em superfícies pavimentadas, exige maior equilíbrio, propriocepção, força excêntrica, estabilidade de tornozelo e capacidade de adaptação a ambientes imprevisíveis. Durante a anamnese, é importante investigar tipo de terreno, ganho de elevação, uso de calçado específico, histórico de entorses e sintomas relacionados a subidas e descidas, informações que auxiliam na seleção de testes funcionais mais direcionados (Rizzo *et al*., 2024).

Figura 20: Trail running



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

As ultramaratonas impõem exigências ainda maiores, caracterizadas por elevado volume de treinamento, prolongada exposição ao esforço e maior complexidade no planejamento de nutrição, hidratação e recuperação. Nesses corredores, a avaliação deve contemplar histórico de fadiga persistente, lesões recorrentes, estratégias de recuperação e capacidade de manter a técnica sob condições prolongadas de desgaste. O acompanhamento fisioterapêutico tende a exigir monitoramento mais frequente devido à elevada carga acumulada característica dessa modalidade (Wirnitzer *et al*., 2022).

Portanto, identificar a distância preferida ou a prova-alvo permite compreender melhor as demandas específicas da modalidade praticada. Enquanto distâncias curtas costumam exigir maior intensidade e potência, provas longas demandam resistência, recuperação e tolerância à carga acumulada. Essas informações orientam a escolha dos testes, a interpretação dos sintomas e o planejamento das estratégias preventivas e terapêuticas (Thuany *et al*., 2023a).

O nível de experiência é um componente importante da caracterização do corredor, pois influencia a tolerância à carga, a complexidade da avaliação e as estratégias de intervenção. De forma geral, corredores podem ser classificados como iniciantes, intermediários, avançados ou competitivos, embora essa divisão deva servir apenas como referência clínica e não como categorização rígida (Linton *et al*., 2025).

Corredores iniciantes encontram-se em fase de adaptação às demandas da corrida. Nesse período, as adaptações cardiorrespiratórias costumam ocorrer mais rapidamente do que as musculoesqueléticas, aumentando a vulnerabilidade a sobrecargas quando a progressão da carga é acelerada. Por isso, a avaliação deve enfatizar educação, fortalecimento básico, controle da intensidade, recuperação e identificação precoce de sinais de alerta (Fredette *et al*., 2022).

Os corredores intermediários geralmente apresentam maior regularidade de treinamento e melhor percepção do esforço, mas frequentemente iniciam aumentos de volume, participação em provas e inclusão de treinos mais exigentes. Nessa fase, torna-se importante investigar se a progressão ocorreu de forma planejada e se há equilíbrio adequado entre carga, recuperação e fortalecimento complementar (Stenerson *et al*., 2023).

Corredores avançados costumam acumular maior experiência, volume semanal e exposição a provas e treinos específicos. Entretanto, a experiência não elimina o risco de lesão. O elevado acúmulo de carga e a manutenção de treinamentos intensos podem aumentar a probabilidade de sobrecarga quando a recuperação é insuficiente. Dessa forma, a avaliação deve contemplar histórico de lesões, distribuição da carga, qualidade da recuperação, força muscular, mobilidade e análise funcional da corrida (Correia *et al*., 2024).

Nos corredores competitivos, pequenas alterações na carga, na recuperação ou na condição musculoesquelética podem repercutir diretamente sobre o desempenho. Por esse motivo, a anamnese deve investigar periodização, calendário de competições, estratégias de recuperação, acompanhamento profissional e presença de sintomas recorrentes. A atuação fisioterapêutica, nesse contexto, busca integrar desempenho esportivo, prevenção de lesões e manutenção da capacidade competitiva (Macedo *et al*., 2024).

O nível de experiência também orienta a escolha dos testes clínicos e funcionais. Enquanto iniciantes geralmente se beneficiam de avaliações básicas de força, mobilidade, equilíbrio e tolerância ao impacto, corredores avançados e competitivos podem demandar análises mais específicas, incluindo testes de salto, avaliações sob fadiga, análise da corrida em vídeo e monitoramento detalhado da carga de treinamento (Linton *et al*., 2025).

É importante destacar que a experiência não deve ser definida apenas pelo tempo de prática. Volume semanal, frequência de treinamento, participação em provas, conhecimento sobre intensidade, histórico de lesões e capacidade de recuperação são fatores igualmente relevantes para determinar a maturidade esportiva do corredor. Essa abordagem evita classificações simplistas e permite compreender de forma mais precisa a realidade de cada praticante (Thuany *et al*., 2023a).

Portanto, identificar o nível de experiência auxilia na adequação da avaliação e da intervenção fisioterapêutica. Enquanto iniciantes demandam foco em adaptação e segurança, corredores intermediários necessitam consolidar a progressão das cargas; corredores avançados exigem maior atenção à prevenção de sobrecargas; e atletas competitivos requerem monitoramento refinado para equilibrar desempenho e redução de risco. Essa individualização favorece decisões clínicas mais precisas e alinhadas às necessidades de cada corredor (Correia *et al*., 2024).

O histórico esportivo prévio é uma informação relevante na caracterização do corredor, pois permite compreender as experiências motoras, adaptações fisiológicas e exposições à carga acumuladas antes da prática atual da corrida. Indivíduos provenientes de modalidades esportivas, treinamento de força ou atividades de resistência frequentemente apresentam níveis distintos de coordenação, força, condicionamento e tolerância ao esforço quando comparados àqueles que migraram diretamente do sedentarismo para a corrida (Correia *et al*., 2024).

Durante a anamnese, é importante identificar se o corredor possui experiência prévia com treinamento estruturado ou se a corrida representa seu primeiro contato consistente com o exercício físico. Modalidades anteriores podem contribuir para o desenvolvimento de capacidades úteis, como controle motor, resistência muscular e percepção de esforço, mas também podem deixar sequelas funcionais, assimetrias ou lesões que influenciam a prática atual. Dessa forma, o histórico esportivo deve ser interpretado simultaneamente como potencial fator de proteção e possível fonte de vulnerabilidades (Linton *et al*., 2025).

Também devem ser investigados períodos prolongados de interrupção da prática esportiva. A experiência acumulada não garante a manutenção das adaptações fisiológicas após

meses ou anos de inatividade. Em muitos casos, a memória esportiva e a motivação levam o corredor a tentar reproduzir cargas anteriores antes que sua capacidade musculoesquelética esteja restabelecida, aumentando o risco de sobrecarga (Fredette *et al*., 2022).

A modalidade praticada anteriormente também fornece informações relevantes. Esportes coletivos, como futebol, futsal e basquete, costumam desenvolver potência, coordenação e controle neuromuscular, mas frequentemente estão associados a histórico de entorses e lesões ligamentares. Já modalidades como ciclismo e natação favorecem o condicionamento cardiorrespiratório, embora ofereçam menor exposição ao impacto característico da corrida. Compreender essas experiências auxilia na identificação de capacidades já desenvolvidas e de demandas que ainda precisam ser preparadas (Willwacher *et al*., 2022).

Além do tipo de modalidade, deve-se investigar o nível de envolvimento esportivo anterior, seja recreacional, competitivo, universitário ou profissional. Essa informação ajuda a estimar a exposição prévia à carga, a familiaridade com periodização e a relação do indivíduo com desempenho, recuperação e dor. Atletas com histórico competitivo, por exemplo, podem apresentar maior tolerância ao esforço, mas também tendência a minimizar sintomas para manter o rendimento (Macedo *et al*., 2024).

Figura 21: Avaliação de possíveis lesões



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Por fim, o histórico esportivo deve incluir lesões antigas, mesmo que não relacionadas à corrida. Entorses, fraturas, cirurgias, lombalgias e tendinopatias podem influenciar a mecânica do movimento, a força muscular e a tolerância à carga atual. Como lesões prévias estão associadas ao aumento do risco de novas ocorrências, é fundamental investigar o tratamento realizado, a qualidade da reabilitação e a presença de sintomas residuais (Desai *et al*., 2021).

Portanto, o histórico esportivo prévio permite compreender a trajetória física do corredor, identificando experiências favoráveis, períodos de interrupção, lesões anteriores e possíveis fatores de risco. Essa análise contribui para uma avaliação mais individualizada e para o planejamento de intervenções compatíveis com a capacidade atual e os objetivos do praticante (Correia *et al*., 2024).

3.3 Histórico clínico e histórico de lesões

A investigação das lesões musculoesqueléticas anteriores constitui uma das etapas mais importantes da anamnese do corredor, uma vez que o histórico de lesão é um dos principais fatores associados ao surgimento de novas lesões relacionadas à corrida. Por isso, a avaliação deve ir além da simples identificação da ocorrência de lesões, explorando contexto de surgimento, tratamento realizado, tempo de afastamento, recorrências e qualidade do retorno à prática esportiva (Desai *et al*., 2021).

As lesões prévias também devem ser analisadas quanto aos padrões de repetição. Sintomas que reaparecem durante aumentos de quilometragem, preparação para provas, mudanças de terreno ou inclusão de treinos intensos podem indicar desequilíbrios persistentes entre carga aplicada e capacidade de adaptação. Reconhecer esses padrões permite ao fisioterapeuta atuar preventivamente, reduzindo a probabilidade de recorrência (Correia *et al*., 2024).

A localização anatômica da lesão deve ser registrada de forma específica, pois diferentes regiões refletem demandas biomecânicas distintas. Em corredores, as lesões ocorrem predominantemente nos membros inferiores, com destaque para joelho, tornozelo, pé, perna e quadril. Identificar a região acometida direciona a investigação clínica e auxilia na seleção de testes funcionais mais relevantes (Kakouris *et al*., 2021).

Por exemplo, queixas relacionadas ao joelho frequentemente exigem avaliação do controle de quadril, da força do quadríceps e do alinhamento dinâmico dos membros inferiores. Já sintomas em tornozelo, pé ou tendão de Aquiles podem direcionar a análise para mobilidade

articular, força e resistência da panturrilha, comportamento do pé durante a corrida e tolerância a diferentes tipos de carga. Assim, a região acometida deve ser compreendida não apenas como localização da dor, mas como indicativo das demandas funcionais que podem estar excedendo a capacidade do corredor (Willwacher *et al*., 2022).

Figura 22: Avaliação de possíveis lesões



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

O diagnóstico relatado pelo corredor deve ser registrado, porém interpretado criticamente. Muitos praticantes utilizam termos populares ou inespecíficos, como "canelite", "tendinite", "inflamação" ou "pisada errada", sem necessariamente terem recebido confirmação diagnóstica adequada. Por esse motivo, é fundamental diferenciar diagnósticos formalmente estabelecidos daqueles baseados apenas na percepção do corredor.

A investigação deve incluir localização dos sintomas, comportamento da dor, fatores agravantes e atenuantes, exames realizados e tratamentos prévios. Essa abordagem permite compreender melhor a condição clínica atual e evita que decisões terapêuticas sejam baseadas exclusivamente em nomenclaturas imprecisas ou autodiagnósticos (Burke *et al*., 2023).

Essa diferenciação evita que a conduta fisioterapêutica seja baseada em rótulos diagnósticos imprecisos. Uma dor na região tibial, por exemplo, pode estar relacionada à síndrome do estresse tibial medial, reação de estresse ósseo, sobrecarga muscular ou outras condições. Da mesma forma, o relato de “dor no joelho” pode corresponder a diferentes

diagnósticos, como dor patelofemoral, tendinopatia patelar ou síndrome da banda iliotibial. Assim, o diagnóstico deve ser interpretado como uma hipótese clínica inicial, a ser integrada à história, ao exame físico e aos testes funcionais (Kakouris *et al*., 2021).

O tempo de afastamento decorrente de uma lesão fornece informações importantes sobre seu impacto funcional. Lesões que exigiram apenas redução temporária da carga apresentam significado distinto daquelas que resultaram em semanas ou meses sem correr. Quanto maior o período de interrupção, maior tende a ser a perda de condicionamento, força muscular, confiança e tolerância ao impacto. Por isso, a anamnese deve investigar a duração do afastamento, a interrupção total ou parcial da corrida, a manutenção de atividades alternativas e a forma como ocorreu o retorno aos treinos (Desai *et al*., 2021).

Essa informação também auxilia na identificação de lesões recorrentes ou inadequadamente resolvidas. Episódios repetidos de afastamento pela mesma queixa podem indicar persistência de fatores predisponentes, enquanto interrupções prolongadas podem sugerir maior gravidade ou necessidade de reabilitação mais estruturada. Compreender esse histórico contribui para estimar a capacidade funcional atual e orientar uma progressão mais segura da carga (Linton *et al*., 2025).

A investigação do tratamento realizado permite compreender se a lesão anterior foi conduzida apenas com repouso e controle de sintomas ou se incluiu um processo estruturado de reabilitação. A ausência de dor não significa necessariamente recuperação completa da função, especialmente quando déficits de força, mobilidade ou controle motor permanecem presentes após o retorno à prática esportiva (Linton *et al*., 2025).

Durante a anamnese, devem ser explorados aspectos como realização de fisioterapia, exercícios prescritos, progressão da carga, orientações para retorno à corrida, exames complementares, infiltrações, uso de medicamentos, órteses, palmilhas e modificações no treinamento. Essas informações ajudam a identificar possíveis lacunas na recuperação anterior e direcionam a nova avaliação para capacidades que podem não ter sido plenamente restauradas (Linton *et al*., 2025).

A presença de dor atual deve ser investigada de forma detalhada, pois fornece informações relevantes sobre irritabilidade tecidual, tolerância à carga e segurança para realização dos testes funcionais. Além de identificar sua presença, é necessário compreender localização, intensidade, comportamento e relação com a corrida (Burke *et al*., 2023).

A localização anatômica deve ser registrada com precisão, uma vez que diferentes regiões sugerem hipóteses clínicas distintas e direcionam avaliações específicas. Dores

localizadas em joelho, tíbia, calcâneo ou tendão de Aquiles, por exemplo, apresentam mecanismos e implicações funcionais diferentes (Kakouris *et al*., 2021).

A intensidade pode ser quantificada por escalas numéricas, mas deve ser interpretada em conjunto com o comportamento funcional. Dores leves que aumentam progressivamente durante ou após a corrida podem ter maior relevância clínica do que sintomas estáveis e autolimitados. Por isso, é fundamental investigar a resposta da dor ao aquecimento, ao repouso, à continuidade do exercício e ao período de 24 a 48 horas após o treinamento (Macedo *et al*., 2024).

Figura 23: Comportamento da dor



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

O comportamento temporal da dor representa um dos indicadores mais úteis para orientar decisões relacionadas à carga. Sintomas que surgem apenas após determinada distância, aumentam progressivamente durante o exercício ou persistem após o treino podem indicar menor tolerância tecidual e necessidade de ajustes na prescrição (Macedo *et al*., 2024).

O histórico de cirurgias, fraturas, entorses e tendinopatias deve ser investigado mesmo quando não apresenta relação direta com a queixa atual. Essas condições podem influenciar força muscular, mobilidade, estabilidade, confiança no movimento e capacidade de tolerar cargas mais elevadas (Desai *et al*., 2021).

Entorses recorrentes de tornozelo podem estar associadas a déficits proprioceptivos e instabilidade residual; fraturas prévias podem exigir atenção à progressão do impacto;

tendinopatias anteriores podem influenciar a resposta aos treinos de velocidade e subida; e cirurgias ortopédicas podem modificar padrões de movimento e controle motor. Dessa forma, esse histórico auxilia na seleção dos testes físicos e funcionais mais apropriados (Linton *et al*., 2025).

A anamnese do corredor deve incluir a investigação de condições cardiovasculares, respiratórias, metabólicas e hormonais que possam interferir na segurança da prática esportiva. Hipertensão arterial, arritmias, dor torácica, dispneia desproporcional, asma, diabetes, síncope, alterações tireoidianas e outras condições clínicas podem modificar a conduta fisioterapêutica ou indicar necessidade de avaliação médica complementar, especialmente antes de testes intensos ou aumento significativo da carga de treinamento (Dores *et al*., 2024).

Aspectos metabólicos e hormonais também merecem atenção, particularmente em corredores com fadiga persistente, perda de peso não intencional, recuperação inadequada ou histórico de fraturas por estresse. Em mulheres, alterações menstruais podem representar um sinal de baixa disponibilidade energética e possíveis repercussões sobre a saúde óssea e o desempenho esportivo. Embora esses fatores frequentemente exijam abordagem multiprofissional, sua identificação durante a anamnese contribui para uma avaliação mais abrangente e segura (Correia *et al*., 2024).

A investigação de sinais de alerta é fundamental para identificar situações que exigem cautela, adaptação da avaliação ou encaminhamento para outros profissionais. Em corredores, sintomas como dor óssea localizada e progressiva, dor noturna, edema importante, perda súbita de força, alterações neurológicas, febre, perda de peso não intencional, tontura, síncope, dor torácica, palpitações ou dispneia desproporcional podem indicar condições que extrapolam uma simples sobrecarga relacionada ao treinamento (Dores *et al*., 2024).

A presença desses sinais não implica necessariamente uma condição grave, mas exige maior rigor na tomada de decisão clínica. Nesses casos, o fisioterapeuta deve evitar testes máximos ou atividades de alto impacto até que haja segurança para sua realização, além de considerar encaminhamento médico quando necessário. Essa triagem contribui para a proteção do corredor e para uma atuação profissional mais segura e responsável (Linton *et al*., 2025).

Em síntese, o histórico clínico e de lesões permite compreender os fatores que influenciam a capacidade atual de correr. Lesões prévias, dor atual, cirurgias, condições clínicas e sinais de alerta fornecem informações essenciais para orientar a avaliação, identificar riscos e definir prioridades terapêuticas. Dessa forma, a anamnese torna-se uma ferramenta central de triagem, prevenção e tomada de decisão na prática fisioterapêutica (Correia *et al*., 2024).

Figura 24: Triagem de segurança no esporte



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

3.4 Treinamento atual

O volume semanal corresponde à quilometragem total percorrida durante a semana e representa um dos principais indicadores de exposição à carga na corrida. Essa variável reflete a demanda acumulada imposta a músculos, tendões, ossos e articulações, mas deve ser interpretada em conjunto com fatores como experiência, intensidade dos treinos, recuperação, qualidade do sono e histórico de lesões (Fredette *et al*., 2022).

Na prática clínica, o volume semanal auxilia na identificação de fases de manutenção, progressão, retorno após afastamento ou preparação para competições. Aumentos abruptos de quilometragem podem exceder a capacidade adaptativa dos tecidos e favorecer lesões por sobrecarga. Por isso, além do valor absoluto, é importante investigar se o volume atual representa uma rotina habitual, há quanto tempo vem sendo mantido e como o corredor responde a essa carga (Fredette *et al*., 2022).

O volume também deve ser interpretado de acordo com os objetivos esportivos. Corredores de 5 km, meia-maratona e maratona apresentam demandas distintas de treinamento, tornando inadequadas comparações baseadas apenas na quilometragem total. Assim, o volume

semanal deve ser compreendido como um indicador de exposição à carga e não como sinônimo isolado de risco ou proteção (Stenerson *et al*., 2023).

Figura 25: Imagem demonstrando explicação sobre os diferentes tipos de corredores



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A frequência semanal corresponde ao número de sessões de corrida realizadas por semana e fornece informações importantes sobre a distribuição da carga. Corredores com o mesmo volume total podem apresentar demandas muito diferentes dependendo de como a quilometragem é distribuída ao longo dos dias (Macedo *et al*., 2024).

Essa variável também permite avaliar o equilíbrio entre estímulo e recuperação. Frequências elevadas podem ser adequadas para atletas experientes inseridos em programas bem estruturados, mas podem representar excesso de carga para iniciantes ou indivíduos em retorno após lesão. Da mesma forma, poucas sessões muito longas ou intensas também podem concentrar carga excessiva em determinados dias (Fredette *et al*., 2022).

Durante a anamnese, é importante investigar como a semana de treinamento está organizada, incluindo treinos leves, sessões intensas, longões, fortalecimento e dias de recuperação. Essa análise ajuda a identificar desequilíbrios e possibilita ajustes mais realistas na distribuição da carga (Macedo *et al*., 2024).

A intensidade representa o grau de exigência fisiológica e musculoesquelética de cada sessão de treinamento. Sua avaliação é fundamental porque corredores com volumes semelhantes podem apresentar cargas internas muito diferentes em função da intensidade

utilizada. Treinos frequentemente realizados em ritmos elevados podem aumentar a fadiga acumulada e a exposição ao risco de lesão, mesmo quando a quilometragem não é elevada (Macedo *et al*., 2024).

A Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) é uma ferramenta simples e amplamente utilizada para monitorar a carga interna do treinamento. Ela integra informações relacionadas à fadiga, ventilação, desconforto muscular e tolerância ao esforço, permitindo compreender como o corredor vivencia cada sessão (Macedo *et al*., 2024).

Durante a anamnese, é útil investigar como o corredor classifica seus treinos em termos de esforço percebido, utilizando descrições qualitativas ou escalas numéricas. Essa informação ajuda a identificar padrões importantes, como a tendência de realizar a maior parte dos treinos em intensidade moderada ou alta, o que pode comprometer a recuperação e reduzir a qualidade do treinamento (Macedo *et al*., 2024).

As zonas de frequência cardíaca permitem estimar a intensidade fisiológica do exercício e diferenciar sessões leves, moderadas, de limiar ou de alta intensidade. Quando associadas à percepção subjetiva de esforço e ao contexto do treinamento, fornecem informações valiosas sobre a carga interna do corredor (Macedo *et al*., 2024).

Durante a avaliação, é importante verificar se o corredor utiliza dispositivos de monitoramento e como suas zonas foram definidas. Estimativas baseadas apenas em fórmulas genéricas podem gerar interpretações equivocadas da intensidade real do treinamento. Por isso, compreender a origem desses parâmetros auxilia o fisioterapeuta a interpretar com maior precisão a carga aplicada e a orientar ajustes mais adequados.

O pace corresponde ao tempo necessário para percorrer uma determinada distância, geralmente expresso em minutos por quilômetro. Trata-se de uma das métricas mais utilizadas pelos corredores para controlar a intensidade do treinamento e acompanhar a evolução do desempenho.

Entretanto, o pace representa uma medida de carga externa e não deve ser interpretado isoladamente. Um mesmo ritmo pode gerar respostas fisiológicas distintas dependendo da temperatura ambiente, do relevo, do estado de recuperação, da hidratação, da fadiga acumulada e do nível de condicionamento do corredor. Por esse motivo, sua interpretação deve ser realizada em conjunto com a frequência cardíaca, a PSE e a resposta clínica ao treinamento (Macedo *et al*., 2024).

Na anamnese, investigar os ritmos habitualmente utilizados em treinos leves, moderados, intervalados e longões ajuda a compreender melhor a organização da carga e a

coerência entre os objetivos do corredor e a intensidade realmente praticada. Essa informação contribui para uma análise mais precisa do treinamento atual e para o planejamento de intervenções individualizadas.

O pace, geralmente expresso em minutos por quilômetro, é uma das principais métricas utilizadas para monitorar a intensidade e o desempenho na corrida. Por representar a carga externa, deve ser interpretado em conjunto com frequência cardíaca, percepção subjetiva de esforço (PSE), sintomas e recuperação, pois a mesma velocidade pode gerar respostas fisiológicas distintas conforme terreno, clima, fadiga, hidratação e nível de condicionamento (Macedo *et al*., 2024).

Durante a anamnese, a análise dos ritmos utilizados em treinos leves, longões, treinos de ritmo e intervalados permite identificar se há adequada variação de intensidade ou se todas as sessões são realizadas em ritmos semelhantes. A ausência dessa variação pode indicar falhas na organização da carga e aumentar o risco de fadiga acumulada e sobrecarga (Casado *et al*., 2022).

A periodização corresponde ao planejamento estruturado do treinamento, organizando volume, intensidade e recuperação de acordo com objetivos específicos. Sua finalidade é promover adaptações progressivas, evitar aumentos desorganizados de carga e otimizar o desempenho ao longo do tempo. Na anamnese, investigar a existência de um planejamento permite compreender se o treinamento segue uma estratégia definida ou depende apenas da disponibilidade e motivação do corredor (Casado *et al*., 2022).

A fase de base prioriza o desenvolvimento da capacidade aeróbia, da regularidade dos treinos e da tolerância progressiva à carga. Predominam sessões leves a moderadas, associadas ao fortalecimento geral e ao aprimoramento técnico. Essa etapa é especialmente importante para iniciantes e corredores em retorno após períodos de afastamento (Casado *et al*., 2022).

Na fase específica, os estímulos passam a reproduzir as demandas da prova-alvo. São incorporados treinos de ritmo, intervalados, longões específicos e estratégias de pace. O aumento da especificidade exige maior controle da recuperação e monitoramento de sintomas, pois déficits de força, controle motor e tolerância à carga tornam-se mais evidentes (Casado *et al*., 2022).

A fase competitiva busca otimizar o desempenho para a prova-alvo por meio de ajustes no volume, intensidade e recuperação. O principal objetivo é reduzir a fadiga acumulada sem perder adaptações importantes. Nessa etapa, devem ser observados sinais de excesso de carga,

dores persistentes e queda de rendimento, frequentemente associados à tentativa de compensar treinos perdidos ou manter volume elevado próximo às competições (Casado *et al*., 2022).

A recuperação é uma etapa indispensável do treinamento e tem como objetivo restaurar os sistemas fisiológicos após períodos de maior exigência. Pode incluir redução de volume, sessões leves, recuperação ativa e fortalecimento com menor intensidade. A negligência dessa fase compromete a adaptação ao treinamento e aumenta o risco de lesões por sobrecarga (Macedo *et al*., 2024).

A investigação sobre acompanhamento profissional ajuda a compreender como o treinamento é planejado e monitorado. Corredores acompanhados por profissionais tendem a receber maior suporte para controle de carga, recuperação, fortalecimento e retorno ao esporte. Entretanto, a qualidade desse acompanhamento depende da integração entre os profissionais envolvidos e da adaptação das condutas às necessidades individuais do corredor (Linton *et al*., 2025).

Quando não há acompanhamento formal, é importante identificar se o treinamento é baseado em aplicativos, planilhas genéricas ou orientações informais. Nessas situações, o fisioterapeuta exerce papel fundamental na educação em saúde, auxiliando o corredor a reconhecer sinais de alerta e organizar a progressão de forma mais segura (Linton *et al*., 2025).

A atuação interdisciplinar é especialmente relevante em casos de lesões recorrentes, alterações cardiorrespiratórias, preparação para provas longas, baixa disponibilidade energética ou retorno ao esporte. A integração entre Fisioterapia, Educação Física, Nutrição e Medicina favorece decisões mais completas e seguras (Macedo *et al*., 2024).

A variedade dos treinos permite o desenvolvimento de diferentes capacidades físicas e reduz a monotonia da carga. Uma programação equilibrada pode incluir rodagens leves, longões, intervalados, treinos de ritmo, educativos e fortalecimento complementar. Contudo, a diversidade de estímulos deve ser planejada, pois o excesso de sessões intensas pode comprometer a recuperação e aumentar a exposição ao risco de lesão (Casado *et al*., 2022).

As rodagens leves constituem a base da maior parte dos programas de corrida. São realizadas em baixa intensidade e têm como objetivos desenvolver a capacidade aeróbia, favorecer a recuperação ativa e acumular volume com menor estresse fisiológico. Durante a anamnese, é importante verificar se esses treinos realmente são executados em intensidade leve ou se acabam sendo realizados em ritmos excessivamente elevados (Casado *et al*., 2022).

Os longões são sessões de maior duração ou distância, amplamente utilizados na preparação para provas de endurance. Contribuem para o desenvolvimento da resistência física

e mental, mas representam elevada carga acumulada para o sistema musculoesquelético. A avaliação deve investigar distância máxima recente, resposta aos treinos prolongados e presença de sintomas durante ou após essas sessões (Fredette *et al*., 2022).

Os treinos intervalados alternam períodos de esforço intenso com intervalos de recuperação e são utilizados para melhorar o desempenho cardiorrespiratório e a capacidade de sustentar velocidades elevadas. Apesar dos benefícios, também aumentam a demanda mecânica e metabólica. Por isso, é importante investigar frequência de realização, intensidade, duração dos estímulos, pausas utilizadas, superfície de treino e resposta clínica após as sessões, especialmente em corredores com histórico de lesões por sobrecarga (Macedo *et al*., 2024).

Os treinos de ritmo, também conhecidos como *tempo run*, são realizados em intensidade sustentada próxima ao limiar fisiológico, superior à das rodagens leves, porém sem atingir esforço máximo. Seu objetivo é melhorar a capacidade de manter velocidades específicas por períodos prolongados, sendo amplamente utilizados na preparação para provas. Entretanto, quando executados com frequência excessiva ou recuperação insuficiente, podem aumentar significativamente a carga interna. Durante a anamnese, é importante verificar se o corredor diferencia adequadamente treinos de ritmo de sessões intervaladas e se consegue controlar a intensidade proposta (Casado *et al*., 2022).

Os educativos de corrida são exercícios destinados ao desenvolvimento da coordenação, consciência corporal, ritmo, postura e eficiência do gesto esportivo. Incluem exercícios como *skipping*, *dribling*, elevação de joelhos e trabalhos de cadência. Embora não sejam necessários para todos os corredores, podem ser úteis quando a avaliação identifica déficits de coordenação, controle motor ou padrões associados ao aumento de sobrecarga mecânica (Willwacher *et al*., 2022).

O treinamento de força é um componente fundamental da preparação do corredor, contribuindo para maior capacidade de suporte à carga, melhora do controle neuromuscular e redução do esforço relativo em cada passada. Durante a anamnese, devem ser investigados frequência semanal, grupos musculares treinados, progressão de carga e compatibilidade do programa de fortalecimento com as demandas da corrida. Sua ausência pode representar um fator relevante, especialmente em corredores com histórico de lesões recorrentes ou aumento recente do volume de treinamento (Stenerson *et al*., 2023).

A participação em competições recentes deve ser analisada por representar períodos de elevada exigência física, metabólica e emocional. Muitas vezes, a preparação para provas

envolve modificações importantes na rotina de treino e recuperação, podendo influenciar o surgimento de sintomas ou alterações no desempenho (Macedo *et al*., 2024).

O tipo de prova fornece informações relevantes sobre as demandas enfrentadas pelo corredor. Provas de 5 km e 10 km exigem maior intensidade relativa, enquanto meia-maratona, maratona e ultramaratona demandam maior resistência e exposição prolongada à carga. Já o *trail running* acrescenta desafios relacionados à irregularidade do terreno, subidas, descidas e maior exigência neuromuscular (Casado *et al*., 2022).

O desempenho deve ser interpretado além do tempo final. A relação entre expectativa, sensação durante a prova, sintomas e recuperação fornece informações importantes sobre fadiga, adequação da preparação e tolerância à carga. Resultados abaixo do esperado podem refletir excesso de treinamento, recuperação inadequada ou presença de sintomas limitantes, enquanto bons resultados obtidos com dor ou fadiga excessiva merecem investigação adicional (Macedo *et al*., 2024).

O período necessário para recuperação após a prova é um indicador útil da resposta do organismo ao esforço competitivo. Embora fadiga transitória e dor muscular tardia sejam esperadas, sintomas persistentes, dor localizada ou dificuldade de retornar aos treinos podem indicar excesso de carga ou lesão em desenvolvimento. É importante investigar quando o corredor retomou os treinos e como ocorreu essa progressão (Macedo *et al*., 2024).

Os sintomas apresentados após competições merecem atenção especial, pois muitas lesões por sobrecarga surgem ou se agravam nesse período. Dor persistente, edema, rigidez intensa, alteração da marcha ou dor óssea localizada não devem ser considerados respostas normais ao esforço. Sua identificação precoce permite intervenções preventivas e reduz o risco de cronificação (Fredette *et al*., 2022).

Em conjunto, informações sobre volume, frequência, intensidade, periodização, variedade dos treinos, acompanhamento profissional e participação em competições permitem compreender como o corredor está sendo exposto à carga e como responde a ela. Essa análise é fundamental para identificar excessos, lacunas de treinamento e fatores de risco, favorecendo decisões fisioterapêuticas mais seguras e individualizadas (Fredette *et al*., 2022).

3.5 Fatores Extrínsecos Relacionados à Corrida

O calçado é um dos fatores extrínsecos mais frequentemente discutidos na corrida por influenciar conforto, percepção de impacto e distribuição de carga. Entretanto, as evidências

atuais indicam que características isoladas, como controle de pronação ou nível de amortecimento, apresentam capacidade limitada para prevenir lesões. Assim, a escolha do tênis deve priorizar adaptação individual, conforto e compatibilidade com o padrão de treinamento do corredor.

Durante a anamnese, recomenda-se investigar o modelo utilizado, tempo de uso, desgaste, percepção de conforto, histórico de trocas recentes e possível relação temporal entre mudança de calçado e aparecimento dos sintomas. Mais do que buscar um "tênis ideal", o objetivo é compreender como o corredor interage com o equipamento e se houve modificações recentes capazes de influenciar sua resposta à carga (Agresta *et al*., 2022).

Fugura 26: Demonstração dos diferentes tipos de calçados



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Os tênis amortecidos são frequentemente escolhidos por proporcionarem maior conforto e menor percepção de impacto. Entretanto, evidências atuais indicam que maior amortecimento, isoladamente, não garante prevenção de lesões. Sua influência depende de fatores como massa corporal, padrão de corrida, velocidade, experiência e adaptação individual. Assim, durante a anamnese, é mais relevante investigar conforto, adaptação ao modelo e possíveis associações entre mudanças recentes no amortecimento e o surgimento de sintomas (Malisoux *et al*., 2021).

Os calçados minimalistas apresentam menor amortecimento, menor estrutura e reduzida diferença de altura entre retropé e antepé. Seu uso pode aumentar a demanda sobre a musculatura da panturrilha, tendão de Aquiles e estruturas do pé, exigindo adaptação

progressiva. Por isso, a avaliação deve investigar tempo de uso, alternância com outros modelos, sintomas em membros inferiores e forma de transição para esse tipo de calçado (Agresta *et al*., 2022).

Os modelos de estabilidade são projetados para influenciar determinados movimentos do pé, especialmente a pronação. Entretanto, sua indicação não deve basear-se exclusivamente no formato do arco plantar ou na presença de pronação, que constitui um mecanismo fisiológico da corrida. A escolha deve considerar sintomas, conforto, resposta individual e contexto de treinamento, evitando prescrições generalizadas (Agresta *et al*., 2022).

Os calçados com placa de carbono têm sido associados à melhora da economia de corrida e do desempenho por modificarem a rigidez longitudinal do sistema calçado-solo. Apesar dos benefícios observados em alguns corredores, não são necessários para todos os perfis e podem alterar a distribuição das cargas nos membros inferiores. A introdução deve ser gradual, especialmente em indivíduos com histórico de dor no tendão de Aquiles, panturrilha ou antepé (Nielsen *et al*., 2022).

O tempo de utilização do tênis deve ser investigado porque as propriedades mecânicas da entressola e do solado sofrem desgaste progressivo. Não existe um limite universal de quilometragem para substituição, já que fatores como modelo, massa corporal, terreno e frequência de uso influenciam sua durabilidade. Assim, além do tempo de uso, devem ser considerados conforto, desgaste e resposta do corredor durante os treinos (Agresta *et al*., 2022).

A observação do desgaste do calçado pode fornecer informações complementares sobre padrões de contato e distribuição de carga, mas não deve ser interpretada isoladamente como indicador de alteração patológica. Desgastes acentuados, assimétricos ou associados ao aparecimento de sintomas podem justificar uma avaliação mais detalhada da mecânica da corrida e das condições de uso do calçado (Agresta *et al*., 2022).

O conforto é um dos critérios mais relevantes na escolha do calçado. Diante da ausência de evidências consistentes que sustentem um modelo ideal para prevenção de lesões, a adaptação individual e a sensação de conforto durante a corrida devem receber atenção especial. Por isso, além do modelo utilizado, o fisioterapeuta deve investigar como o corredor percebe seu desempenho e segurança com o calçado (Agresta *et al*., 2022).

Mudanças recentes de tênis merecem atenção, especialmente quando coincidem com o aparecimento de sintomas. Alterações abruptas no amortecimento, *drop*, rigidez ou peso do calçado podem modificar a distribuição das cargas durante a corrida e exigir um período de

adaptação. A investigação deve incluir modelo anterior, novo modelo e possíveis mudanças concomitantes no volume, intensidade ou terreno de treino (Agresta *et al*., 2022).

O terreno influencia diretamente a absorção de impacto, o controle postural e a demanda mecânica da corrida. Superfícies como asfalto, pista, trilha, esteira, grama e areia apresentam características distintas de rigidez, aderência e irregularidade, modificando a carga imposta aos membros inferiores. Assim, a anamnese deve identificar os terrenos mais utilizados, possíveis mudanças recentes e a relação entre os sintomas e determinadas superfícies (Mitchell *et al*., 2023).

O asfalto é a superfície mais utilizada pelos corredores de rua devido à sua acessibilidade e semelhança com a maioria das provas. Embora apresente relativa rigidez e repetitividade de estímulos, não deve ser considerado um fator isolado de risco. A tolerância a essa superfície depende principalmente da adaptação progressiva, do fortalecimento e do controle adequado da carga de treinamento (Ferro-Sánchez *et al*., 2023).

Figura 27: Demonstração da corrida no asfalto



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A pista oferece uma superfície regular e previsível, favorecendo treinos intervalados, testes de campo e controle de ritmo. Contudo, a repetição frequente de curvas e a concentração excessiva do treinamento nesse ambiente podem aumentar a exposição a cargas específicas. Em

corredores com sintomas recorrentes, recomenda-se alternar o sentido das voltas e diversificar os ambientes de treino (Ferro-Sánchez *et al*., 2023).

A corrida em trilha ocorre em superfícies irregulares, com variações de inclinação, obstáculos e mudanças frequentes de apoio, exigindo maior propriocepção, equilíbrio e controle neuromuscular. Essas características aumentam a demanda sobre tornozelo, quadril e tronco, tornando necessária uma adaptação progressiva para corredores habituados ao asfalto. Na anamnese, devem ser investigados o tipo de terreno, frequência de treino, ganho de elevação, histórico de entorses e sintomas após percursos técnicos (Rizzo *et al*., 2024)

A esteira oferece um ambiente controlado, permitindo ajustes precisos de velocidade, inclinação e duração do exercício, além de facilitar avaliações clínicas e observação da corrida. Contudo, não reproduz integralmente as demandas da corrida ao ar livre, pois reduz a influência de fatores ambientais e das irregularidades do terreno. Assim, é importante verificar se o corredor utiliza predominantemente a esteira ou alterna com treinos externos, uma vez que a transição entre ambientes pode exigir adaptação específica (Mitchell *et al*., 2023).

A grama costuma proporcionar maior conforto e menor percepção de impacto em comparação ao asfalto. Entretanto, sua superfície pode apresentar irregularidades e instabilidade, especialmente em condições úmidas. Dessa forma, pode ser utilizada como variação de estímulo, desde que o corredor apresente força, equilíbrio e controle motor adequados para lidar com um ambiente menos previsível (Ferro-Sánchez *et al*., 2023).

Figura 28: Demonstração da corrida no asfalto e em gramado



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A areia aumenta significativamente a demanda muscular e o trabalho de estabilização, especialmente sobre pé, tornozelo, panturrilha, quadril e musculatura do tronco. Embora possa ser utilizada como recurso de treinamento, sua introdução deve ser gradual, principalmente em corredores com histórico de tendinopatia do Aquiles, fascite plantar, instabilidade de tornozelo ou dores recorrentes em panturrilha (Mitchell *et al*., 2023).

Figura 29: Demonstração da corrida na areia



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A altimetria influencia diretamente a mecânica da corrida e a distribuição das cargas musculoesqueléticas. Subidas e descidas modificam a exigência cardiorrespiratória, a produção de força e os padrões de absorção de impacto, exigindo adaptações específicas. Por isso, a anamnese deve investigar se o corredor treina predominantemente em percursos planos ou com variações de elevação e se os sintomas estão relacionados a subidas ou descidas (Selvakumar *et al*., 2025).

As subidas aumentam a exigência cardiorrespiratória e a participação de grupos musculares como glúteos, quadríceps e panturrilhas. Embora possam funcionar como estímulo de força específico, também elevam a carga sobre determinadas estruturas, especialmente quando introduzidas sem adaptação adequada. A avaliação deve considerar se a progressão desse estímulo ocorreu de forma gradual e compatível com a capacidade atual do corredor (Selvakumar *et al*., 2025).

As descidas exigem maior controle excêntrico e aumentam as demandas de absorção de impacto sobre joelho, quadril e tornozelo. Corredores não adaptados podem apresentar dor anterior no joelho, fadiga muscular acentuada e piora dos sintomas após o treino. Nesses casos, a investigação deve incluir a presença de desconforto durante descidas, insegurança ao correr e sintomas nas 24 a 48 horas subsequentes (Selvakumar *et al*., 2025).

Terrenos irregulares exigem constantes ajustes posturais e de apoio, aumentando a demanda proprioceptiva e neuromuscular. Embora contribuam para o desenvolvimento do controle motor, também podem elevar o risco de entorses, quedas e compensações biomecânicas quando introduzidos sem preparação adequada. Assim, é importante identificar se o corredor possui experiência prévia e adaptação suficiente para esse tipo de ambiente (Rizzo *et al*., 2024).

As condições climáticas influenciam significativamente a resposta fisiológica ao exercício. Temperatura, umidade e altitude podem alterar frequência cardíaca, percepção subjetiva de esforço, ventilação, hidratação e desempenho, mesmo quando volume e ritmo permanecem constantes. Por isso, a anamnese deve investigar se sintomas como fadiga excessiva, câimbras, tontura, dispneia ou queda de rendimento estão associados a determinadas condições ambientais (Mantzios *et al*., 2022).

O calor aumenta a demanda termorregulatória e eleva a frequência cardíaca e a percepção de esforço para uma mesma intensidade de corrida. A necessidade de dissipação térmica compete com a oferta de sangue aos músculos ativos, podendo comprometer o desempenho e aumentar o risco de desidratação e exaustão pelo calor. Dessa forma, treinos realizados em ambientes quentes exigem adequação do ritmo, estratégias de hidratação e atenção aos sinais precoces de intolerância ao esforço (Mantzios *et al*., 2022).

O frio pode influenciar a sensação corporal, aumentar a rigidez muscular e prolongar o tempo necessário para atingir uma condição adequada de prontidão para o exercício. Além disso, indivíduos com maior sensibilidade respiratória podem apresentar desconforto ventilatório em temperaturas mais baixas. Durante a anamnese, é importante investigar a presença de rigidez, dor ou dificuldade respiratória em ambientes frios, bem como os hábitos de aquecimento antes dos treinos mais intensos (Mantzios *et al*., 2022).

A umidade elevada reduz a eficiência da evaporação do suor, dificultando a dissipação do calor corporal e aumentando a carga fisiológica do exercício. Nessas condições, o corredor pode apresentar maior frequência cardíaca, maior percepção subjetiva de esforço e fadiga precoce, mesmo mantendo o mesmo ritmo habitual. Por isso, a umidade deve ser considerada

na interpretação da carga interna e na orientação sobre hidratação, intensidade e recuperação (Mantzios *et al*., 2022).

A altitude reduz a disponibilidade de oxigênio atmosférico e pode aumentar a demanda cardiorrespiratória para uma mesma intensidade de corrida, especialmente em indivíduos não aclimatados. Como consequência, podem ocorrer aumento da frequência cardíaca, maior percepção de esforço e redução do desempenho. Embora nem todos os corredores treinem regularmente em altitude, essa informação é relevante em situações de viagens, provas ou períodos de treinamento realizados em locais diferentes do habitual (Mantzios *et al*., 2022).

Os equipamentos complementares podem contribuir para conforto, monitoramento e suporte funcional, mas não substituem o controle de carga, o fortalecimento e a progressão adequada do treinamento. Durante a anamnese, deve-se investigar quais recursos são utilizados, o motivo da utilização, a existência de prescrição profissional e a percepção de benefício pelo corredor (Linton *et al*., 2025).

Figura 30: Demonstração da meia de compressão utilizada por corredores



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

As palmilhas podem modificar conforto, distribuição de pressão e sensação de estabilidade durante a corrida. Seu uso pode ser útil em situações específicas, mas não deve ser indicado de forma indiscriminada nem substituir estratégias de fortalecimento e manejo da

carga. A avaliação deve considerar tempo de uso, adaptação ao recurso e impacto percebido nos sintomas (Agresta *et al*., 2022).

As órteses podem ser empregadas em situações de instabilidade, proteção temporária ou fases específicas da reabilitação. Sua utilização deve ser individualizada e reavaliada periodicamente, evitando manutenção prolongada sem necessidade funcional evidente (Linton *et al*., 2025).

As meias de compressão são utilizadas principalmente para aumentar a sensação de suporte e conforto durante o exercício ou recuperação. Embora alguns corredores relatem benefícios subjetivos relacionados à fadiga e ao bem-estar, elas devem ser entendidas como recurso complementar, sem papel isolado na prevenção de lesões (Linton *et al*., 2025).Os dispositivos vestíveis permitem monitorar variáveis como pace, distância, frequência cardíaca, cadência e carga de treino. Esses dados podem auxiliar o acompanhamento fisioterapêutico, desde que interpretados dentro do contexto clínico e das características individuais do corredor. A tecnologia deve complementar, e não substituir, a avaliação funcional e a análise dos sintomas (Macedo *et al*., 2024).

As vestimentas esportivas podem influenciar conforto térmico, proteção contra condições climáticas adversas, prevenção de atritos e segurança durante os treinos. Embora não sejam determinantes diretos do risco de lesão, podem favorecer a adesão à prática e melhorar a experiência do corredor em diferentes ambientes (Mantzios *et al*., 2022).

Os fatores extrínsecos representam o contexto ambiental e material em que a corrida é realizada. Elementos como calçado, terreno, altimetria, clima e equipamentos complementares interagem continuamente com volume, intensidade, histórico de lesão, capacidade física e objetivos esportivos. Para a Fisioterapia, compreender esses fatores permite identificar mudanças recentes, ajustar orientações e tornar a prescrição mais segura, individualizada e compatível com a realidade do corredor (Correia *et al*., 2024).

3.6 Hábitos de Vida e Recuperação

A recuperação é um componente essencial da adaptação ao treinamento. O desenvolvimento da aptidão física depende não apenas da carga aplicada, mas também da capacidade do organismo de restaurar seus sistemas fisiológicos entre as sessões de treino. Dessa forma, hábitos relacionados ao sono, alimentação, hidratação, estresse e rotina diária

devem fazer parte da avaliação do corredor, pois influenciam diretamente a resposta ao treinamento e o risco de sobrecarga (Macedo *et al*., 2024).

O sono é um dos principais mecanismos de recuperação fisiológica, participando do reparo tecidual, da regulação hormonal, da recuperação neuromuscular e da adaptação ao treinamento. Alterações na quantidade ou qualidade do sono podem aumentar a percepção de esforço, reduzir a tolerância ao exercício e comprometer a recuperação entre sessões (Kaczmarek *et al*., 2025).

Além da duração, a qualidade do sono influencia significativamente a recuperação. Dificuldade para adormecer, despertares frequentes, sensação de sono não reparador, uso excessivo de telas antes de dormir e ansiedade relacionada a provas podem comprometer a adaptação ao treinamento. Em corredores com fadiga persistente, dores recorrentes ou queda de rendimento, a investigação da qualidade do sono pode fornecer informações importantes para a compreensão do quadro clínico (Matos *et al*., 2025).

Além da quantidade e da qualidade, a regularidade do sono também influencia a recuperação do corredor. Horários inconsistentes para dormir e acordar, comuns em indivíduos que trabalham em turnos, estudam à noite ou possuem rotina variável, podem dificultar os processos fisiológicos de recuperação e tornar a resposta ao treinamento menos previsível. Durante a anamnese, é importante investigar se o corredor mantém horários relativamente estáveis ou se apresenta grandes variações ao longo da semana, permitindo ajustar a distribuição dos treinos de forma mais compatível com sua realidade (Lundstrom *et al*., 2025).

A alimentação exerce papel fundamental na disponibilidade energética, recuperação muscular, saúde óssea, função imunológica e adaptação ao treinamento. Embora a avaliação nutricional seja atribuição específica do nutricionista, o fisioterapeuta deve investigar aspectos gerais da alimentação para identificar possíveis fatores que possam interferir no desempenho, na recuperação ou no risco de lesões por sobrecarga (Amawi *et al*., 2024).

A regularidade alimentar merece atenção, pois muitos corredores treinam em horários restritos, pulam refeições ou realizam sessões prolongadas sem planejamento nutricional adequado. Essa situação é particularmente relevante em corredores que buscam emagrecimento, nos quais restrições energéticas excessivas podem comprometer recuperação, desempenho e saúde musculoesquelética. Sinais como fadiga persistente, perda de peso rápida, tonturas, alterações menstruais ou histórico de fraturas por estresse devem motivar investigação mais aprofundada e possível encaminhamento nutricional (Naderi *et al*., 2025).

Dietas vegetarianas, veganas, low carb, jejum frequente ou restrições decorrentes de alergias e intolerâncias podem ser compatíveis com a prática da corrida quando adequadamente planejadas. Entretanto, déficits de energia, proteínas, carboidratos, ferro, cálcio ou vitamina D podem comprometer recuperação, desempenho e saúde óssea. O papel do fisioterapeuta é reconhecer possíveis sinais de inadequação nutricional e encaminhar para avaliação especializada quando necessário (Wang *et al*., 2024).

O uso de suplementos deve ser registrado durante a anamnese, especialmente em corredores que utilizam cafeína, creatina, proteínas, géis de carboidrato, isotônicos ou outros recursos ergogênicos. Embora possam ser úteis em situações específicas, esses produtos não substituem uma alimentação equilibrada, hidratação adequada e recuperação apropriada. Também é importante investigar possíveis sintomas associados ao consumo, como desconfortos gastrointestinais, palpitações ou alterações de desempenho (Jiménez-Alfageme *et al*., 2025).

Figura 31: Demonstração das necessidades hídricas



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A hidratação é essencial para a manutenção do desempenho e da segurança durante a corrida. A perda excessiva de líquidos pode elevar a frequência cardíaca, aumentar a percepção subjetiva de esforço e reduzir a capacidade de sustentar o exercício, especialmente em ambientes quentes ou durante provas de longa duração. Dessa forma, a anamnese deve incluir

perguntas sobre ingestão hídrica antes, durante e após os treinos, bem como estratégias utilizadas em longões e competições (Wierick *et al*., 2025).

As necessidades hídricas variam conforme intensidade do exercício, duração, temperatura ambiente, umidade, taxa individual de sudorese e aclimatação. Portanto, recomendações devem ser individualizadas. Queixas como câimbras, fadiga excessiva, tontura, cefaleia ou pior desempenho em dias quentes podem indicar a necessidade de revisar estratégias de hidratação (Amawi *et al*., 2024).

Em corredores de meia-maratona, maratona, trail running e ultramaratona, também é importante investigar se as estratégias de hidratação e reposição eletrolítica são previamente treinadas ou se são testadas apenas no dia da prova, situação que pode aumentar o risco de desconfortos gastrointestinais e erros de reposição hídrica (Wierick *et al*., 2025).

O estresse influencia diretamente a recuperação, a percepção de esforço, a qualidade do sono e a adaptação ao treinamento. Durante a anamnese, é importante considerar diferentes fontes de estresse, incluindo demandas profissionais, questões pessoais e fatores relacionados ao próprio esporte (Macedo *et al*., 2024).

Longas jornadas de trabalho, deslocamentos extensos, responsabilidades familiares, preocupações financeiras e outras demandas da vida cotidiana podem reduzir a capacidade de recuperação e aumentar a fadiga percebida. Nessas situações, uma mesma carga de treinamento pode gerar respostas diferentes em comparação a períodos de maior equilíbrio entre estímulo e recuperação (Linton *et al*., 2025).

O estresse relacionado à prática esportiva pode surgir da busca por desempenho, proximidade de competições, medo de perder condicionamento ou pressão para atingir metas específicas. Alguns corredores mantêm treinos intensos mesmo diante de sinais claros de fadiga ou dor, dificultando a recuperação adequada. Por isso, é importante investigar como o corredor reage aos sintomas, se consegue reduzir a carga quando necessário e qual é sua relação emocional com a corrida (Linton *et al*., 2025).

A rotina ocupacional influencia diretamente a prontidão física para o treinamento. Corredores que permanecem longos períodos sentados podem apresentar maior rigidez musculoesquelética e necessidade de aquecimento mais cuidadoso antes dos treinos. Por outro lado, profissionais que passam muitas horas em pé, caminham extensivamente ou realizam trabalho físico pesado podem iniciar a sessão já com fadiga acumulada nos membros inferiores.

Figura 32: Demonstração de alongamento e fadiga em corredores



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Essas informações auxiliam na interpretação de sintomas, na compreensão da recuperação entre treinos e na elaboração de estratégias individualizadas de aquecimento, mobilidade, recuperação e organização da carga semanal (Macedo *et al*., 2024).

A rotina ocupacional influencia diretamente a forma como o corredor chega aos treinos e responde às cargas aplicadas. Permanecer longos períodos sentado pode favorecer sensação de rigidez, redução da variabilidade de movimento ao longo do dia e necessidade de aquecimento mais cuidadoso antes de sessões intensas. Por outro lado, trabalhadores que permanecem muitas horas em pé, caminham extensivamente ou realizam esforço físico podem iniciar os treinos já com fadiga acumulada nos membros inferiores. Essas informações auxiliam a interpretação de sintomas, da recuperação e da tolerância ao treinamento (Macedo *et al*., 2024).

Na prática, o treino não começa quando o corredor inicia a corrida, mas sim com o estado físico e mental em que chega à sessão. Sono, alimentação, estresse, deslocamentos, postura mantida durante o trabalho e tempo disponível para recuperação influenciam diretamente a resposta ao exercício. Um longão realizado após uma semana de elevada demanda profissional pode produzir efeitos muito diferentes daquele realizado após um período de descanso adequado. Por isso, compreender a rotina ocupacional permite ajustar horários,

intensidade, recuperação e distribuição das cargas de forma mais compatível com a realidade do praticante (Linton *et al*., 2025).

Essas informações também ajudam a direcionar intervenções complementares. Corredores que passam grande parte do dia sentados podem se beneficiar de pausas ativas, exercícios de mobilidade para quadril, tornozelo e coluna, além de aquecimento progressivo antes de treinos mais exigentes. Já aqueles que trabalham predominantemente em pé podem necessitar de maior atenção à recuperação de pés, panturrilhas e membros inferiores, bem como à organização cuidadosa dos dias de maior carga. Dessa forma, a rotina ocupacional deve ser considerada uma variável relevante na individualização da prescrição fisioterapêutica (Macedo *et al*., 2024).

Os comportamentos de risco devem ser investigados de forma ética, acolhedora e sem julgamento, com o objetivo de compreender fatores que possam interferir na segurança da prática esportiva, na recuperação e na resposta ao treinamento. Aspectos como tabagismo, consumo excessivo de álcool e uso de substâncias estimulantes ou ergogênicas sem orientação podem influenciar a função cardiorrespiratória, a qualidade do sono, a hidratação e a tolerância ao esforço, sendo particularmente relevantes em corredores submetidos a cargas elevadas ou avaliações de maior intensidade (Dores *et al*., 2024).

O tabagismo pode comprometer a função pulmonar e reduzir a capacidade de sustentar exercícios intensos. O consumo excessivo de álcool pode prejudicar o sono, a recuperação muscular e o equilíbrio hídrico. Já o uso inadequado de substâncias estimulantes pode aumentar riscos cardiovasculares, principalmente quando associado a calor, desidratação ou histórico clínico prévio. Por isso, essas informações devem ser incorporadas à avaliação para subsidiar orientações seguras e individualizadas (Dores *et al*., 2024).

Quando comportamentos de risco são identificados, a conduta deve priorizar educação em saúde, redução de riscos e, quando necessário, encaminhamento para acompanhamento multiprofissional. Em determinadas situações, pode ser prudente adaptar a intensidade dos treinos, adiar testes máximos ou solicitar avaliação médica complementar antes da progressão da carga (Linton *et al*., 2025).

As estratégias de recuperação representam os recursos utilizados pelo corredor para restaurar a capacidade funcional entre as sessões de treino. Entre as mais comuns estão descanso, recuperação ativa, exercícios de mobilidade, liberação miofascial, massagem, fisioterapia e crioterapia. Embora possam contribuir para conforto e percepção subjetiva de recuperação, nenhuma dessas estratégias substitui os pilares fundamentais da adaptação ao

treinamento: sono adequado, alimentação suficiente, hidratação apropriada e controle da carga (Macedo *et al*., 2024).

O descanso é um componente indispensável do treinamento, pois é durante os períodos de recuperação que grande parte das adaptações fisiológicas ocorre. Entretanto, muitos corredores interpretam os dias de descanso como perda de condicionamento, negligenciando sua importância. A recuperação ativa, por meio de caminhada, ciclismo leve ou trote de baixa intensidade, pode ser útil em alguns contextos, desde que não represente uma carga adicional significativa para o organismo (Linton *et al*., 2025).

Recursos como mobilidade, liberação miofascial e massagem podem reduzir a sensação de rigidez e melhorar o conforto subjetivo após os treinos. Contudo, devem ser entendidos como estratégias complementares. Quando o corredor depende constantemente desses recursos para tolerar a rotina de treinamento, torna-se necessário investigar se existem inadequações na distribuição da carga, na recuperação ou na capacidade funcional dos tecidos envolvidos (Linton *et al*., 2025).

A fisioterapia desempenha papel relevante na prevenção, recuperação e reabilitação de corredores, especialmente diante de histórico de lesões, dor recorrente, aumento recente de carga ou preparação para provas de maior exigência. A avaliação fisioterapêutica permite monitorar força, mobilidade, controle motor, tolerância ao impacto e resposta ao treinamento, favorecendo intervenções precoces antes do surgimento de lesões limitantes.

A crioterapia pode ser utilizada como recurso complementar para controle sintomático em situações específicas, porém não deve substituir a identificação e correção dos fatores responsáveis pela sobrecarga. Seu uso deve estar inserido em uma estratégia global de manejo da carga e recuperação (Linton *et al*., 2025).

Os hábitos de vida e as estratégias de recuperação exercem influência direta sobre a capacidade do corredor de adaptar-se ao treinamento. Sono, alimentação, hidratação, estresse, rotina profissional, comportamentos de risco e recursos de recuperação ajudam a explicar por que uma mesma carga pode ser bem tolerada em determinado momento e excessiva em outro. Para a Fisioterapia, essa compreensão amplia a qualidade da avaliação, permitindo uma abordagem mais individualizada, realista e centrada na capacidade de recuperação do corredor, e não apenas nos indicadores de volume, intensidade ou desempenho (Macedo *et al*., 2024).

CAPÍTULO 4

BIOMECÂNICA DA CORRIDA



CAPÍTULO 4 – Biomecânica da corrida

4.1 Conceitos básicos da biomecânica aplicada à corrida

A biomecânica aplicada à corrida estuda o movimento humano a partir da interação entre forças internas, forças externas e respostas musculoesqueléticas durante a locomoção. Sua análise permite compreender como o corredor organiza seus segmentos corporais, absorve impactos, estabiliza articulações e produz propulsão a cada passada. Portanto, não se limita à identificação de padrões “corretos” ou “incorretos”, mas busca interpretar como as demandas mecânicas são distribuídas entre tecidos e articulações durante o gesto esportivo (Willwacher *et al*., 2022).

Figura 33 – Avaliação biomecânica da corrida em ambiente clínico



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A corrida é uma atividade cíclica, repetitiva e predominantemente unipodal, que exige integração entre tronco, pelve, quadril, joelho, tornozelo e pé. Alterações em um segmento podem modificar a distribuição de carga em outras regiões da cadeia cinética. Assim, achados como queda pélvica, adução excessiva do quadril, inclinação lateral do tronco, valgo dinâmico, overstride ou pronação excessiva sintomática devem ser analisados em relação à dor, à fadiga, à carga de treino e à função do corredor, e não como causas isoladas de lesão (Xiang *et al*., 2024; Sever *et al*., 2024).

A relação entre movimento, força, carga e capacidade tecidual é central na avaliação fisioterapêutica. Quando a carga mecânica é progressiva e compatível com a capacidade individual, favorece adaptações positivas. Entretanto, quando excede a tolerância dos tecidos, especialmente em situações de aumento abrupto de volume ou intensidade, recuperação inadequada, fadiga, histórico de lesão ou déficits funcionais, pode contribuir para sobrecarga e sintomas (Correia *et al*., 2024).

Na prática clínica, a biomecânica contribui para transformar a observação do movimento em raciocínio funcional. Ela auxilia na identificação de padrões de sobrecarga, no direcionamento de estratégias preventivas, na reabilitação e na tomada de decisão para o retorno à corrida. Condições como dor patelofemoral, tendinopatia de Aquiles, fasciopatia plantar, síndrome da banda iliotibial ou dor lombar devem ser interpretadas não apenas pelo diagnóstico anatômico, mas também pela forma como o corredor absorve impacto, controla pelve e joelho, distribui carga e mantém a técnica sob fadiga (Kakouris *et al*., 2021; Hensley *et al*., 2022).

A eficiência biomecânica está relacionada à capacidade de sustentar determinada velocidade com menor gasto energético e melhor aproveitamento das forças produzidas. Parâmetros como cadência, comprimento da passada, tempo de contato com o solo, oscilação vertical, rigidez musculotendínea, padrão de contato e capacidade propulsiva podem influenciar a performance, mas devem ser interpretados junto à força, ao controle motor, à resistência, à fisiologia e à estratégia de treino (van Hooren *et al*., 2024c).

Na análise da corrida, variações como contato com retropé, pronação, inclinação de tronco, queda pélvica discreta ou pequenas assimetrias não devem ser classificadas automaticamente como erros de movimento. A biomecânica contemporânea reconhece que diferentes padrões podem estar presentes em corredores assintomáticos, adaptados à carga e com bom desempenho. Por isso, a avaliação não deve buscar uma técnica ideal universal, mas compreender se determinado padrão é funcional, eficiente e tolerável para aquele corredor, considerando suas características clínicas, físicas e esportivas (Lopes *et al*., 2023).

Observar o movimento e interpretá-lo clinicamente são processos distintos. A observação descreve achados como valgo dinâmico, overstride, sinal de cruzamento ou alterações no padrão de apoio. A interpretação relaciona esses achados com dor, histórico de lesões, fadiga, carga de treino, força, mobilidade, controle motor e objetivo esportivo. Essa diferenciação evita atribuir causalidade direta a um único padrão biomecânico e reforça que as lesões relacionadas à corrida possuem natureza multifatorial (Willwacher *et al*., 2022).

Um mesmo achado biomecânico pode assumir significados diferentes conforme o contexto clínico do corredor. O contato com retropé, por exemplo, pode ser bem tolerado em um corredor assintomático, mas tornar-se relevante quando associado a dor tibial, aumento recente de volume, baixa força de panturrilha ou maior impacto. Da mesma forma, a pronação pode representar uma adaptação funcional ao solo, mas merece atenção quando ocorre junto a dor, instabilidade, fadiga precoce ou histórico de lesões em pé, tornozelo ou joelho. Portanto, o achado biomecânico deve compor o raciocínio clínico, e não ser utilizado como diagnóstico isolado (Agresta *et al*., 2022).

Essa abordagem reduz o risco de intervenções desnecessárias. Corrigir padrões apenas por parecerem "fora do ideal" pode aumentar a preocupação do corredor, reduzir sua confiança e deslocar cargas para estruturas ainda não adaptadas. Modificações técnicas, como alterar o padrão de contato do pé, ajustar a cadência ou modificar a largura da passada, podem ser úteis em situações específicas, desde que aplicadas de forma progressiva e monitoradas pela resposta clínica e funcional do corredor (Bruneau *et al*., 2025).

A interpretação biomecânica deve considerar a relação entre movimento, dor, histórico de lesões, carga de treino, fadiga, experiência e objetivo esportivo. Um padrão observado em vídeo pode ter pouca relevância em um corredor assintomático e adaptado, mas ganhar importância quando associado a sintomas específicos. Queda pélvica, adução do quadril e valgo dinâmico, por exemplo, podem ser investigados em casos de dor patelofemoral, enquanto pronação excessiva sintomática pode ser mais relevante em queixas de pé, tornozelo ou tíbia (Haghighat *et al*., 2021).

O histórico de lesões e a carga de treino também modificam essa interpretação. Corredores previamente lesionados podem apresentar estratégias compensatórias, assimetrias de força, proteção do membro acometido ou menor tolerância ao impacto. Além disso, aumentos abruptos de volume, intensidade, descidas, mudanças de terreno ou retorno acelerado após pausa podem transformar um padrão antes tolerado em fator de sobrecarga. Por isso, a análise deve ser integrada à frequência, intensidade, recuperação e progressão do treinamento (Correia *et al*., 2024; Macedo *et al*., 2024).

A fadiga é outro componente essencial, pois pode modificar o padrão de corrida ao longo do esforço. Alterações como perda de controle pélvico, redução da cadência, aumento do tempo de contato com o solo, mudança no padrão de apoio ou maior inclinação de tronco podem surgir apenas após alguns minutos de corrida. Quando possível, a avaliação deve incluir

condições próximas à demanda real do corredor, permitindo identificar alterações que não aparecem em repouso ou nos instantes iniciais da filmagem (Aquino *et al*., 2025).

Por fim, o nível de experiência e o objetivo esportivo devem orientar a análise. Corredores iniciantes tendem a apresentar menor coordenação, maior variabilidade de movimento e menor tolerância ao impacto, enquanto corredores experientes podem apresentar padrões próprios já adaptados ao treinamento. Assim, a avaliação deve considerar exposição prévia, adaptação, exigência da prova e finalidade atual do corredor, diferenciando demandas de saúde, reabilitação e performance (Sundström *et al*., 2021; Linton *et al*., 2025; Willwacher *et al*., 2022).

4.2 Ciclo da corrida

A fase de apoio corresponde ao período em que o pé permanece em contato com o solo durante a corrida. Nessa etapa, o corredor recebe a força de reação do solo, absorve impacto, estabiliza os segmentos corporais, controla o avanço do centro de massa e produz propulsão para a passada seguinte. Em comparação à marcha, a corrida apresenta menor tempo relativo de apoio e presença de fase de voo, o que aumenta a demanda de controle neuromuscular, força, rigidez musculotendínea e capacidade de absorção de carga (Inostroza-Ríos *et al*., 2025).

Figura 34 – Momentos sequenciais da fase de apoio da corrida



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Didaticamente, a fase de apoio pode ser dividida em contato inicial, absorção de impacto, apoio médio e propulsão, embora esses eventos ocorram de forma contínua e rápida. Essa divisão facilita a análise clínica, pois cada momento envolve funções específicas e exige integração entre pé, tornozelo, joelho, quadril, pelve, tronco, musculatura estabilizadora e sistema nervoso. Por concentrar grande parte das cargas mecânicas da corrida, essa fase permite observar alterações como overstride, aumento do impacto, instabilidade tornozelo-pé, queda pélvica, valgo dinâmico, adução do quadril e perda de controle do tronco, sempre considerando dor, histórico de lesões, força, mobilidade, fadiga, volume de treino e objetivo esportivo (Willwacher *et al*., 2022; Inostroza-Ríos *et al*., 2025).

O contato inicial marca o início da fase de apoio e pode ocorrer predominantemente com retropé, mediopé ou antepé, variando conforme velocidade, calçado, terreno, experiência, fadiga e estratégia individual. Clinicamente, mais importante do que classificar o padrão de contato como correto ou incorreto é compreender sua influência na distribuição de carga entre pé, tornozelo, joelho, quadril e tronco. Quando o pé toca o solo muito à frente do centro de massa, caracterizando overstride, pode haver aumento da demanda de frenagem e maior solicitação das estruturas responsáveis pela absorção do impacto, especialmente quando associado a dor, aumento recente de carga, sintomas tibiais, dor anterior no joelho ou perda de eficiência (Agresta *et al*., 2022; Xiang *et al*., 2024).

Na avaliação, o contato inicial deve ser analisado principalmente no plano sagital, observando a posição do pé em relação ao centro de massa, o padrão de apoio, a flexão do joelho, a inclinação do tronco e a rigidez da aterrissagem. Também é relevante verificar se o padrão se modifica com a fadiga ou com a velocidade, uma vez que alguns corredores mantêm bom controle no início da corrida, mas passam a tocar o solo mais à frente ou com maior impacto após alguns minutos (Sundström *et al*., 2021).

A absorção de impacto ocorre imediatamente após o contato inicial e corresponde ao momento em que o corpo dissipa as forças recebidas do solo. Essa etapa depende da ação coordenada de tornozelo, joelho, quadril e tronco, com participação do quadríceps no controle da flexão do joelho, do tríceps sural na progressão da tíbia, dos glúteos na estabilização pélvica e do core no controle do tronco. Quando essa capacidade está reduzida, podem surgir aterrissagem rígida, maior impacto, menor flexão de joelho, instabilidade do pé, queda pélvica ou compensações de tronco, achados que devem ser relacionados à tolerância tecidual, força, resistência, mobilidade, cadência, calçado, terreno, volume de treino e recuperação (Xiang *et al*., 2024; Šuc; Šarko; Kozinc, 2022; Correia *et al*., 2024).

O apoio médio ocorre quando o corpo se desloca sobre o membro de apoio e o centro de massa se aproxima do alinhamento sobre o pé. Essa etapa exige estabilidade, controle postural e adequada organização do membro inferior em apoio unipodal, sendo relevante para observar o alinhamento de pelve, quadril, joelho, tornozelo e pé. Alterações como queda pélvica, adução do quadril, rotação interna femoral, valgo dinâmico, pronação excessiva e inclinação lateral do tronco podem tornar-se mais evidentes nesse momento, refletindo a forma como o corredor controla a carga durante a corrida. No entanto, esses achados devem ser interpretados conforme dor, assimetria, fadiga, histórico de lesões e perda funcional (Inostroza-Ríos *et al*., 2025; Haghighat *et al*., 2021).

Na prática clínica, o apoio médio permite relacionar a análise biomecânica com testes funcionais, como apoio unipodal, Single Leg Squat, Step Down Test, Y Balance Test e avaliação da musculatura abdutora do quadril. Quando há queda pélvica ou instabilidade durante a corrida, por exemplo, torna-se coerente investigar força e resistência dos abdutores, controle lombopélvico e estabilidade em tarefas unilaterais, aproximando a avaliação funcional da demanda real do gesto esportivo (Sever *et al*., 2024).

Figura 35 – Propulsão, fase de voo e oscilação



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A propulsão corresponde à etapa final da fase de apoio, na qual o corredor utiliza a força produzida por quadril, joelho, tornozelo e pé para impulsionar o corpo à frente e iniciar a fase

de voo. Esse momento depende da ação dos extensores do quadril, tríceps sural, tendão de Aquiles e estruturas elásticas do membro inferior, que contribuem para a geração de força, armazenamento e liberação de energia elástica. Déficits de força, resistência, mobilidade, dor ou fadiga podem reduzir a eficiência propulsiva, aumentar o tempo de contato com o solo e gerar compensações em tronco e pelve (Jiang *et al*., 2024; Šuc; Šarko; Kozinc, 2022).

A propulsão relaciona-se diretamente à economia de corrida e ao desempenho. Corredores mais eficientes tendem a transferir força com menor desperdício mecânico e melhor aproveitamento da energia elástica. Entretanto, aumentar a demanda propulsiva sem preparo adequado pode sobrecarregar panturrilha, tendão de Aquiles, pé e quadril, especialmente em treinos de velocidade, subidas ou mudanças abruptas para contato com antepé. Por isso, essa fase deve ser analisada em conjunto com força muscular, capacidade tendínea, histórico de lesões e progressão de treino (van Hooren *et al*., 2024c).

A fase de voo caracteriza a corrida e corresponde ao período em que nenhum dos pés permanece em contato com o solo, ocorrendo entre a propulsão de um membro e o contato inicial do membro contralateral. Diferentemente da marcha, na qual há fase de duplo apoio, a corrida apresenta suspensão corporal, aumentando a exigência de produção de força, controle neuromuscular e capacidade de absorção do impacto subsequente. Assim, a fase de voo depende da eficiência da fase de apoio anterior e da coordenação entre tornozelo, joelho, quadril, pelve e tronco (Inostroza-Ríos *et al*., 2025).

Durante essa fase, o centro de massa continua seu deslocamento anterior e apresenta oscilação vertical natural. Pequenas oscilações fazem parte da mecânica da corrida; entretanto, deslocamento vertical excessivo pode aumentar o custo energético, pois parte da energia é direcionada para cima, e não para frente. O tempo de voo deve ser interpretado em conjunto com tempo de contato, cadência, comprimento da passada, velocidade, rigidez musculotendínea e objetivo esportivo, pois pode refletir tanto potência e elasticidade quanto maior demanda de aterrissagem (van Hooren *et al*., 2024c).

Clinicamente, a fase de voo auxilia na análise da economia de corrida, simetria, propulsão e controle do impacto. Uma fase aérea reduzida pode estar associada à baixa propulsão e maior tempo de contato com o solo, enquanto uma fase aérea muito pronunciada, associada a grande oscilação vertical e aterrissagem rígida, pode aumentar a demanda de absorção no contato seguinte. A fadiga também pode modificar essa etapa, reduzindo a propulsão, alterando cadência, aumentando assimetrias e diminuindo a eficiência da transferência de energia ao longo do esforço (Jiang *et al*., 2024; Choudhary *et al*., 2026).

A fase de oscilação corresponde ao período em que o membro inferior está fora do contato com o solo e se desloca anteriormente em preparação para o próximo apoio. Essa etapa ocorre após a propulsão e antecede o contato inicial, sendo essencial para a recuperação e o reposicionamento do membro. Embora não envolva contato direto com o solo, influencia o posicionamento do pé, o comprimento da passada, a cadência, a simetria e a qualidade da aterrissagem subsequente (Inostroza-Ríos *et al*., 2025).

Figura 36 – Fase de voo e oscilação do membro inferior durante a corrida



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Durante a oscilação, o quadril realiza flexão para avançar a coxa, enquanto o joelho flexiona para reduzir o momento de inércia do membro e facilitar sua recuperação. A coordenação entre flexores do quadril, isquiotibiais, quadríceps, tibial anterior e musculatura do tronco permite que o membro avance com menor gasto mecânico e sem compensações excessivas. Quando há fadiga, dor, rigidez ou déficit de coordenação, podem surgir redução da flexão do joelho, menor elevação do pé, assimetrias, aumento da rotação pélvica e dificuldade de manutenção da cadência (van Hooren *et al*., 2024c; Choudhary *et al*., 2026).

A preparação para o novo contato depende do posicionamento progressivo do membro inferior em relação à velocidade, terreno, cadência e estratégia individual do corredor. No final do balanço, o joelho inicia extensão, o quadril ajusta sua posição e o tornozelo se prepara para o contato inicial, com participação do tibial anterior no controle da dorsiflexão e dos isquiotibiais na desaceleração da extensão do joelho. Quando o membro avança excessivamente e o pé toca o solo muito à frente do centro de massa, pode ocorrer overstride, aumentando o componente de frenagem e a demanda de absorção na fase seguinte (Šuc; Šarko; Kozinc, 2022; Xiang *et al*., 2024).

Clinicamente, alterações na fase de oscilação podem estar presentes em corredores com dor, fadiga, assimetrias, histórico de lesão muscular, limitação de mobilidade de quadril ou baixa coordenação neuromuscular. Rigidez de flexores do quadril pode dificultar a recuperação posterior da perna e gerar compensações pélvicas ou lombares, enquanto fadiga de isquiotibiais pode reduzir o controle no final do balanço. Esses achados devem ser correlacionados com anamnese, testes de mobilidade, força, resistência e análise dinâmica da corrida (Willwacher *et al*., 2022).

A velocidade também modifica a fase de oscilação. Em velocidades mais altas, há maior exigência de flexão de quadril, recuperação rápida do membro, controle excêntrico dos isquiotibiais e coordenação entre membros inferiores e tronco. Em corridas leves ou de longa duração, a oscilação tende a ser mais econômica e menos ampla, priorizando menor gasto energético. Dessa forma, sua interpretação deve considerar ritmo, distância, nível de treinamento e objetivo esportivo do corredor (Sundström *et al*., 2021).

4.3 Diferenças biomecânicas entre os corredores

As diferenças biomecânicas entre corredores devem ser compreendidas pela forma como cada indivíduo organiza o movimento, tolera carga, sustenta a técnica e responde à fadiga, e não apenas pelo tempo de prática ou velocidade de prova. Corredores iniciantes, recreacionais, competitivos e atletas de elite podem apresentar variações em cadência, comprimento da passada, tempo de contato com o solo, fase de voo, rigidez musculotendínea, controle postural, simetria e economia de corrida. Essas diferenças refletem adaptações ao treinamento, experiência motora, força, coordenação, capacidade cardiorrespiratória e objetivo esportivo, reforçando a necessidade de uma análise biomecânica individualizada (Sundström *et al*., 2021).

Corredores iniciantes encontram-se em processo de aprendizagem motora e adaptação musculoesquelética ao gesto repetitivo da corrida. Por apresentarem menor exposição prévia,

podem demonstrar maior variabilidade de movimento, menor consistência técnica, maior tempo de contato com o solo, menor controle de tronco e pelve, dificuldade em manter cadência constante e menor capacidade de sustentar o padrão biomecânico sob fadiga. Esses achados não devem ser interpretados automaticamente como erros, mas como características de um organismo ainda em desenvolvimento de coordenação, tolerância ao impacto e eficiência mecânica (Shen *et al*., 2026).

Nesse grupo, a prioridade clínica deve ser a construção gradual de capacidade funcional, por meio de controle de carga, fortalecimento, educação sobre dor, recuperação adequada e progressão segura de volume e intensidade. A análise biomecânica deve ser integrada à tolerância tecidual, pois ossos, tendões, músculos e fáscias necessitam de tempo para adaptação ao impacto repetido. Assim, padrões como contato com retropé, menor cadência ou passada mais longa podem tornar-se relevantes principalmente quando associados a aumento abrupto de treino, fadiga precoce, baixa resistência muscular ou ausência de fortalecimento (Linton *et al*., 2025; Correia *et al*., 2024).

Corredores recreacionais constituem um grupo heterogêneo, com objetivos que variam entre saúde, lazer, controle de peso e participação em provas de diferentes distâncias. Por isso, podem apresentar ampla variabilidade em padrão de contato do pé, cadência, comprimento da passada, controle de tronco, força e experiência. Essa variabilidade não deve ser considerada patológica quando o corredor está assintomático, adaptado à carga e funcional dentro de sua demanda esportiva (van Hooren *et al*., 2024c).

Nesse perfil, a análise biomecânica deve priorizar a relação entre o padrão de movimento, a demanda real de treino e o contexto individual. Dor recorrente, aumento de volume, retorno após lesão, introdução de treinos intervalados ou mudança de terreno tornam parâmetros como cadência, overstride, controle pélvico, simetria e fadiga mais relevantes para a tomada de decisão clínica. Além disso, fatores como sono, estresse, rotina e recuperação devem ser considerados, evitando interpretações isoladas ou generalizações biomecânicas (Bruneau *et al*., 2025; Lopes *et al*., 2023).

Corredores competitivos apresentam maior exposição ao treino, maior volume semanal, sessões de intensidade e objetivos de performance mais definidos. Embora possam desenvolver maior consistência técnica e melhor tolerância ao impacto, a elevada repetição de cargas torna necessário monitorar recuperação, assimetrias e sinais de fadiga, pois pequenas alterações biomecânicas podem se tornar relevantes em contextos de alto volume ou intensidade (Macedo *et al*., 2024).

Nesse grupo, parâmetros como cadência, comprimento da passada, tempo de contato, tempo de voo, rigidez musculotendínea, simetria e economia de corrida são importantes tanto para prevenção quanto para desempenho. No entanto, mudanças técnicas devem ser criteriosas e progressivas, pois corredores competitivos frequentemente apresentam padrões adaptados ao histórico de treino. Ajustes como aumento de cadência, redução de overstride ou melhora do controle pélvico devem ser monitorados conforme dor, desempenho e percepção de esforço (van Hooren *et al*., 2024c; Figueiredo *et al*., 2025).

Atletas de elite tendem a apresentar elevado nível de adaptação biomecânica, fisiológica e neuromuscular, com maior capacidade de sustentar velocidades elevadas com menor custo energético relativo, melhor propulsão, menor tempo de contato com o solo em determinadas velocidades, maior rigidez musculotendínea funcional e melhor aproveitamento da energia elástica. Entretanto, mesmo nesse nível, não existe uma técnica única ideal, pois variações individuais podem refletir morfologia, especialidade da prova, histórico de treino e estratégia competitiva (Burns *et al*., 2023; van Hooren *et al*., 2024c).

A interpretação biomecânica no alto rendimento exige cautela, pois pequenas diferenças no padrão de contato, inclinação de tronco, oscilação vertical ou tempo de voo podem representar adaptações específicas de performance, e não déficits. Assim, a análise deve investigar se o padrão favorece o desempenho, se há sinais de sobrecarga ou perda de eficiência sob fadiga, preservando a individualidade do atleta e a tolerância tecidual. Recursos como análise 2D e 3D, sensores vestíveis, plataformas de força, baropodometria e monitoramento de cadência, tempo de contato, assimetria e impacto podem auxiliar na identificação de mudanças sutis, desde que interpretados em conjunto com sintomas, resposta ao treino, histórico de lesões e percepção do atleta (Mason *et al*., 2023).

As alterações biomecânicas observáveis durante a corrida devem ser compreendidas como padrões capazes de modificar a distribuição de carga, e não como diagnósticos isolados. Achados como overstride, valgismo dinâmico, rotação excessiva, queda pélvica, pronação excessiva e sinal de cruzamento podem ocorrer em corredores sintomáticos ou assintomáticos, sendo clinicamente relevantes apenas quando associados a dor, histórico de lesões, fadiga, carga de treino, força, mobilidade ou controle motor (Willwacher *et al*., 2022).

O overstride ocorre quando o pé toca o solo excessivamente à frente do centro de massa, aumentando o componente de frenagem da passada. Visualmente, o corredor pode aparentar “alcançar” o solo com o membro inferior, geralmente com maior extensão do joelho no contato inicial e maior distância entre o pé e o quadril. Esse achado deve ser observado principalmente

no plano sagital, por vídeo lateral, relacionando a posição do pé ao alinhamento do tronco, pelve e centro corporal (Xiang *et al*., 2024).

Clinicamente, o overstride pode ganhar relevância quando associado a maior impacto, dor tibial, dor anterior no joelho, sintomas patelofemorais, redução de cadência ou perda de eficiência. Entretanto, não deve ser considerado automaticamente causa de lesão. A avaliação deve verificar se o padrão ocorre desde o início ou surge com fadiga, se é bilateral ou unilateral e se responde a ajustes graduais, como aumento de cadência, redução do comprimento da passada ou melhora do controle de tronco (Bruneau *et al*., 2025).

Figura 37 – Padrão de overstride observado no plano sagital



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

O valgismo dinâmico caracteriza-se pelo deslocamento medial do joelho durante o apoio, geralmente associado à adução do quadril, rotação interna femoral, rotação tibial, pronação do pé e perda de controle pélvico. Na corrida, tende a ser observado principalmente no apoio médio, quando o corredor sustenta o peso corporal em apoio unipodal e precisa controlar o alinhamento do membro inferior (Vasconcelos *et al*., 2022).

Sua interpretação deve considerar magnitude, simetria, presença de dor e comportamento sob fadiga. Em corredores com dor patelofemoral, dor anterior no joelho, histórico de lesões ou baixo desempenho em testes como Single Leg Squat e Step Down, esse achado pode indicar necessidade de investigar quadríceps, glúteo médio, glúteo máximo, mobilidade de tornozelo, controle do arco plantar e estabilidade lombopélvica (Hoglund *et al*., 2024).

A rotação excessiva pode envolver pelve, quadril, fêmur, tíbia ou pé. Embora algum grau de rotação seja necessário para a fluidez da corrida, esse padrão pode se tornar relevante quando ocorre de forma acentuada, assimétrica, pouco controlada ou associada a dor. A rotação interna excessiva do quadril, por exemplo, pode contribuir para a aparência de valgo dinâmico e modificar a relação entre quadril, joelho e pé durante a fase de apoio (Haghighat *et al*., 2021).

Figura 38: Valgismo dinâmico



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Na avaliação clínica, movimentos rotacionais podem ser difíceis de quantificar por vídeo bidimensional, mas sinais indiretos podem ser observados, como joelho deslocando-se medialmente, pé rodando excessivamente para fora, rotação pélvica assimétrica, giro exagerado do tronco ou perda de alinhamento entre quadril, joelho e pé. Esses achados devem ser complementados por testes de mobilidade do quadril, força de rotadores, controle lombopélvico, estabilidade em apoio unipodal e análise dinâmica da corrida (Hensley *et al*., 2022).

A queda pélvica ocorre quando a pelve desce no lado contralateral ao membro de apoio, sendo observada principalmente no plano posterior. Esse achado pode indicar menor controle frontal da pelve, baixa resistência dos abdutores do quadril, déficit lombopélvico ou estratégia

compensatória associada à dor e à fadiga. Clinicamente, deve ser correlacionado com sintomas em joelho, quadril, região lateral da coxa, lombar ou tornozelo, especialmente quando associado à adução do quadril, sinal de cruzamento, inclinação lateral do tronco ou valgo dinâmico. Nesses casos, a avaliação pode incluir força e resistência do glúteo médio, prancha lateral, ponte unilateral, Single Leg Squat, Step Down e análise da técnica sob fadiga (Sever *et al*., 2024; Haghighat *et al*., 2021).

A pronação é um movimento fisiológico do pé, relacionado à adaptação ao solo e à absorção de carga. Portanto, o termo "pronação excessiva" deve ser utilizado com cautela, pois nem toda pronação aumentada representa disfunção. Sua relevância clínica aumenta quando há queda acentuada do arco medial, eversão excessiva do retropé, rotação interna tibial, instabilidade tornozelo-pé, dor ou perda de controle durante o apoio. Em corredores com sintomas em pé, tornozelo, tíbia ou joelho, é necessário avaliar mobilidade de tornozelo, força de panturrilha, musculatura intrínseca do pé, calçado, terreno, controle de carga e tolerância tecidual (Agresta *et al*., 2022; Lopes *et al*., 2023).

O sinal de cruzamento, ou crossover gait, ocorre quando o corredor apoia o pé muito próximo ou além da linha média corporal, reduzindo excessivamente a largura da passada. Esse padrão pode aumentar a adução do quadril, a demanda sobre estabilizadores laterais da pelve e modificar a distribuição de carga no membro inferior. Clinicamente, deve ser analisado em conjunto com queda pélvica, inclinação lateral do tronco, dor lateral no joelho, síndrome da banda iliotibial, dor patelofemoral ou sobrecargas unilaterais. Ajustes discretos na largura da passada podem ser considerados quando houver relação com dor, perda de controle ou redução de eficiência, sempre de forma progressiva e monitorada (Wang *et al*., 2024).

4.4 Forças, vetores e carga mecânica na corrida

A força de reação do solo (FRS) corresponde à força exercida pelo solo sobre o corpo do corredor em resposta ao contato do pé com a superfície. Na corrida, essa força é fundamental para compreender impacto, absorção de carga, desaceleração, estabilidade e propulsão. Sua análise não deve considerar apenas a magnitude do impacto, mas também a direção da força e sua distribuição ao longo da passada, permitindo interpretar a interação entre corpo, solo e estratégia biomecânica do corredor (Xiang *et al*., 2024).

A FRS pode ser analisada em três componentes principais: vertical, anteroposterior e mediolateral. O componente vertical relaciona-se à sustentação do peso corporal e ao impacto; o anteroposterior representa as forças de frenagem e propulsão; e o mediolateral está associado

ao controle lateral e à estabilidade. Esses componentes são influenciados por velocidade, massa corporal, cadência, comprimento da passada, padrão de contato, calçado, terreno, fadiga, força muscular e técnica de corrida, devendo ser interpretados em conjunto com dor, sobrecarga, tolerância tecidual e progressão do treino (Jiang *et al*., 2024; Nixon *et al*., 2025).

Figura 39: Componentes da força de reação do solo durante a corrida



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

O componente vertical da FRS representa a força direcionada de baixo para cima durante o apoio. Na corrida, tende a ser superior ao observado na marcha devido à presença da fase de voo e à maior demanda de absorção no contato subsequente. Esse componente é relevante para compreender impacto, carga óssea, absorção mecânica e tolerância dos tecidos, podendo atingir múltiplos do peso corporal conforme velocidade, superfície, calçado, massa corporal e padrão de contato do corredor (Jiang *et al*., 2024).

Na curva da força vertical, podem ser analisados parâmetros como pico de impacto, pico ativo, taxa de carregamento e impulso vertical. O pico de impacto está mais relacionado ao contato inicial, especialmente em corredores com contato de retropé, enquanto o pico ativo associa-se à sustentação e à propulsão durante o apoio. A taxa de carregamento representa a velocidade com que a força aumenta após o contato com o solo e pode auxiliar na compreensão da forma como a carga é aplicada aos tecidos, embora sua relação com lesões deva ser interpretada de maneira multifatorial (Yu *et al*., 2021).

Valores elevados desse componente podem merecer maior atenção em corredores com dor tibial, histórico de fratura por estresse, dor patelofemoral, fascite plantar, tendinopatias ou

baixa tolerância ao impacto. Entretanto, a magnitude da força não deve ser analisada isoladamente, pois a resposta do organismo depende também da capacidade tecidual, do histórico de exposição à carga, da recuperação e da presença de sintomas (Xiang *et al*., 2024; Bruneau *et al*., 2025).

O componente anteroposterior da FRS representa as forças horizontais que atuam durante a corrida e pode ser dividido em fase de frenagem e fase de propulsão. No início do apoio, quando o pé toca o solo à frente do centro de massa, ocorre uma força de frenagem relacionada à desaceleração parcial do corpo. Em seguida, conforme o centro de massa avança e o corredor aplica força contra o solo para trás, ocorre a fase propulsiva, favorecendo o deslocamento anterior (Jiang *et al*., 2024).

A magnitude da frenagem é influenciada pelo posicionamento do pé no contato inicial. Quando o apoio ocorre excessivamente à frente do centro de massa, como no overstride, pode ocorrer aumento da desaceleração, alteração do tempo de contato e modificação da distribuição de carga entre joelho, tíbia, quadril e tornozelo. A propulsão, por sua vez, depende da produção e transferência coordenada de força, com participação do tríceps sural, tendão de Aquiles, musculatura do pé, extensores do quadril e integração entre tornozelo, joelho e pelve (Xiang *et al*., 2024; Šuc *et al*., 2022).

A análise desse componente pode auxiliar na compreensão de situações como corrida com maior frenagem, passada longa, baixa propulsão, sensação de corrida “pesada”, fadiga precoce ou dificuldade para sustentar o ritmo. Nesses casos, podem ser investigados fatores como cadência, comprimento da passada, posição do pé no contato inicial, inclinação do tronco, força da panturrilha e dos extensores do quadril, mobilidade e resistência muscular (van Hooren *et al*., 2024c).

O componente mediolateral da FRS representa as forças laterais presentes durante o apoio. Embora geralmente apresente menor magnitude que os componentes vertical e anteroposterior, contribui para a manutenção da trajetória, estabilidade e controle do centro de massa durante os sucessivos apoios unilaterais. Sua análise pode fornecer informações sobre largura da passada, sinal de cruzamento e possíveis assimetrias entre os membros (Tang *et al*., 2023).

O controle mediolateral depende da integração entre tronco, pelve, quadril, joelho, tornozelo e pé. Alterações como queda pélvica, inclinação lateral do tronco, adução excessiva do quadril, sinal de cruzamento ou instabilidade tornozelo-pé podem aumentar a demanda de

controle lateral, principalmente em condições de fadiga, curvas, terrenos irregulares ou trilhas (Wang *et al*., 2024; Willwacher *et al*., 2022).

Pequenas oscilações laterais fazem parte da corrida normal e não representam necessariamente uma alteração. O achado ganha maior relevância quando é acentuado, assimétrico, aumenta com a fadiga ou se associa à dor e à perda de controle. Mesmo sem plataforma de força, alguns desses aspectos podem ser observados por meio da análise em vídeo nos planos frontal e posterior, considerando largura da passada, cruzamento dos pés, inclinação do tronco, queda pélvica, alinhamento do joelho e estabilidade do complexo tornozelo-pé (Hensley *et al*., 2022).

O impacto durante a corrida está relacionado à interação entre o pé e o solo no início do apoio e não depende exclusivamente da magnitude da FRS. A taxa de aplicação da força, a posição do pé em relação ao centro de massa, a rigidez da aterrissagem, o padrão de contato e a capacidade de absorção do corredor também influenciam a forma como essa carga é transmitida pelo sistema musculoesquelético. Dessa maneira, forças semelhantes podem gerar respostas distintas conforme a organização de tornozelo, joelho, quadril, pelve e tronco durante o contato inicial (Xiang *et al*., 2024).

A absorção de carga ocorre principalmente na primeira metade do apoio, quando o corpo controla a desaceleração vertical e horizontal e distribui as forças entre os diferentes segmentos. Esse processo envolve flexão controlada do joelho, dorsiflexão funcional do tornozelo, estabilidade pélvica, ação muscular e coordenação neuromuscular. Quando essa capacidade é insuficiente, podem ocorrer estratégias mais rígidas de aterrissagem ou maior concentração de carga em determinadas estruturas, sendo necessária correlação com mobilidade, força, resistência, controle motor, fadiga e sintomas (Jiang *et al*., 2024; Šuc *et al*., 2022).

Figura 40 – Impacto, absorção de carga e propulsão durante a fase de apoio da corrida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Na segunda metade do apoio, a interação com o solo contribui para a propulsão. O corredor aplica força para trás e para baixo, recebendo uma força resultante que favorece o deslocamento anterior e vertical. A eficiência desse processo depende da ação coordenada dos extensores do quadril, quadríceps, tríceps sural, tendão de Aquiles e musculatura do pé, além da capacidade de armazenar e liberar energia elástica. Tempo de contato prolongado, oscilação vertical excessiva, perda de estabilidade ou coordenação inadequada podem reduzir a eficiência da transferência de força (Šuc *et al*., 2022; van Hooren *et al*., 2024c).

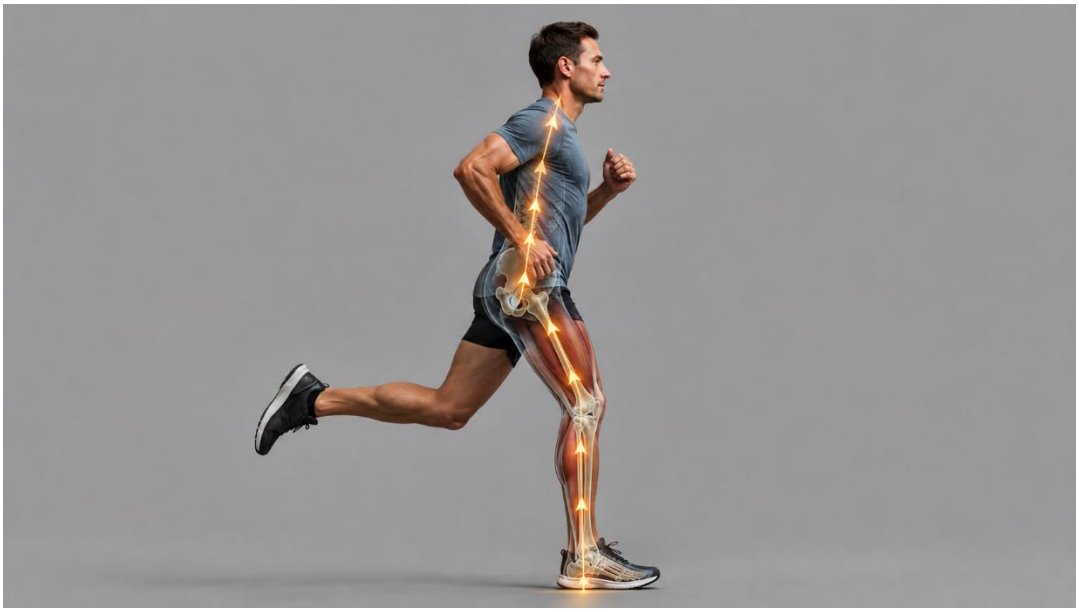
Os vetores permitem compreender a direção e a magnitude das forças e deslocamentos presentes durante a corrida. Na prática fisioterapêutica, sua interpretação não precisa ser excessivamente matemática, mas pode auxiliar na identificação da direção predominante da carga e na relação entre padrões biomecânicos e demandas impostas às diferentes estruturas.

Um apoio realizado excessivamente à frente do corpo pode aumentar o vetor de frenagem; queda pélvica associada à adução do quadril modifica a demanda no plano frontal; alterações no controle do complexo tornozelo-pé podem modificar a direção das forças distais; e mudanças na inclinação do tronco podem redistribuir a demanda entre quadril, joelho e tornozelo (Yu *et al*., 2021; Hensley *et al*., 2022).

A análise vetorial também permite compreender os efeitos das modificações técnicas. O aumento gradual da cadência pode reduzir o comprimento da passada e modificar o vetor de frenagem; o aumento discreto da largura da passada pode reduzir o sinal de cruzamento e alterar

a demanda mediolateral; e mudanças na inclinação do tronco podem redistribuir cargas entre joelho e quadril. Entretanto, qualquer ajuste deve ser individualizado, pois a redução da demanda sobre determinada estrutura pode aumentar a solicitação em outra (Bruneau *et al*., 2025).

Figura 41 – Distribuição da carga entre pé, tornozelo, joelho e quadril durante a corrida



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Dessa maneira, um padrão observado durante a corrida não deve ser compreendido simplesmente como uma “pisada errada” ou um “joelho entrando”, mas como uma estratégia de movimento que modifica a direção e a distribuição das forças. Esse raciocínio permite direcionar a intervenção para melhora da capacidade de controlar e tolerar cargas de acordo com os sintomas, objetivo esportivo e capacidade funcional do corredor (Linton *et al*., 2025; Willwacher *et al*., 2022).

A distribuição de carga durante a corrida ocorre por meio da interação contínua entre tronco, pelve, quadril, joelho, tornozelo e pé. A cada contato com o solo, o corpo precisa absorver impacto, controlar o avanço do centro de massa e produzir propulsão, distribuindo as forças entre diferentes segmentos. Déficits de força, mobilidade, controle motor ou adaptação tecidual podem modificar essa distribuição e concentrar maior demanda sobre determinadas regiões (Willwacher *et al*., 2022).

No quadril, a distribuição da carga relaciona-se principalmente ao controle pélvico, à adução e rotação femoral e à extensão durante a propulsão. O glúteo médio participa da estabilidade no plano frontal, enquanto o glúteo máximo contribui para a extensão do quadril e transferência de força. Alterações nesse controle podem modificar o alinhamento dos segmentos distais e a forma como joelho, tornozelo e pé recebem a carga durante o apoio (Sever *et al*., 2024).

No joelho, a demanda está relacionada à absorção de impacto, ao controle excêntrico do quadríceps e ao alinhamento dinâmico durante o apoio. Fatores como valgo dinâmico, overstride, alterações da flexão do joelho, déficit de força do quadríceps ou perda de controle proximal podem modificar a solicitação sobre a articulação patelofemoral, o tendão patelar e as estruturas periarticulares. Por isso, sua avaliação deve considerar também o comportamento do quadril, tronco, tornozelo e pé (Hoglund *et al*., 2024).

No tornozelo e no pé, a carga envolve controle da dorsiflexão, estabilidade, absorção inicial, distribuição da pressão plantar e propulsão. O tríceps sural participa do controle da progressão da tíbia e da geração de força, enquanto o pé contribui para a adaptação ao solo e para a transição entre absorção e impulso. Limitação da dorsiflexão, fraqueza da panturrilha, instabilidade tornozelo-pé ou pronação sintomática podem modificar a demanda sobre tendão de Aquiles, fáscia plantar, tíbia, tornozelo e joelho (Šuc *et al*., 2022; Agresta *et al*., 2022).

O padrão de contato do pé também interfere na forma como a carga é distribuída. O contato com retropé pode aumentar a demanda inicial sobre joelho e tíbia dependendo da cadência, do comprimento da passada e da rigidez da aterrissagem, enquanto contatos mais anteriorizados podem transferir maior solicitação para tornozelo, tríceps sural, tendão de Aquiles e musculatura do pé. Nenhum padrão deve ser considerado universalmente superior, sendo necessária sua interpretação de acordo com força, mobilidade, histórico de lesões e tolerância à carga (Xiang *et al*., 2024).

O tronco e a pelve influenciam a direção das forças por modificarem a posição do centro de massa e o alinhamento dos membros inferiores. Uma leve inclinação anterior do tronco pode ser funcional em determinados ritmos, enquanto alterações mais acentuadas podem modificar a demanda sobre joelho, quadril, região lombar e tornozelo. Da mesma forma, queda pélvica, rotação excessiva da pelve, adução do quadril e rotação interna femoral podem alterar os vetores de carga, especialmente quando são acentuados, assimétricos, aumentam com a fadiga ou se associam a sintomas (Haghighat *et al*., 2021; Sever *et al*., 2024; Vasconcelos *et al*., 2022).

A largura da passada também interfere nessa distribuição. No sinal de cruzamento, o apoio muito próximo ou além da linha média corporal pode aumentar a demanda mediolateral sobre quadril, pelve e joelho e, em alguns corredores, estar associado à queda pélvica, adução do quadril ou sintomas laterais no joelho. Ajustes nessa variável devem ser graduais, pois qualquer mudança na direção das forças exige adaptação do sistema musculoesquelético (Wang *et al*., 2024).

Esse raciocínio integrado permite direcionar a avaliação fisioterapêutica de acordo com a região de maior demanda. Queixas no joelho podem exigir investigação do controle do quadril e tronco, cadência, comprimento da passada e força do quadríceps; sintomas no tornozelo e pé podem direcionar a análise para panturrilha, dorsiflexão, musculatura intrínseca, calçado e progressão de impacto; enquanto alterações no controle mediolateral podem exigir avaliação da estabilidade pélvica, glúteo médio, tronco e tarefas unilaterais (Linton *et al*., 2025).

As estratégias utilizadas durante a reabilitação não devem buscar eliminar completamente o impacto da corrida, mas modificar a maneira como a carga é aplicada, distribuída e tolerada pelo corredor. Entre as possibilidades estão reeducação da corrida, ajustes de cadência e comprimento da passada, fortalecimento muscular, controle da carga de treinamento e adequação do calçado. A escolha deve estar relacionada aos achados da avaliação, aos sintomas, ao histórico de lesões, à fadiga e ao objetivo esportivo (Bruneau *et al*., 2025).

4.5 Padrão de contato do pé

O padrão de contato do pé corresponde à forma como o pé inicia sua interação com o solo durante a corrida, podendo ocorrer predominantemente com retropé, mediopé ou antepé. Esse padrão não deve ser compreendido como uma característica fixa ou como indicador isolado de uma técnica adequada ou inadequada, pois pode variar de acordo com velocidade, calçado, terreno, cadência, experiência, fadiga e histórico de lesões. Dessa forma, sua interpretação deve considerar o contexto em que a corrida é realizada e a forma como a carga é distribuída pelo sistema musculoesquelético (Bovalino; Kingsley, 2021).

O contato com retropé ocorre quando o calcanhar é a primeira região do pé a tocar o solo durante a corrida. Esse padrão é frequente em corredores recreacionais e de longa distância, principalmente em velocidades baixas a moderadas e com utilização de calçados tradicionais com maior amortecimento posterior. Isoladamente, não deve ser considerado inadequado, pois

muitos corredores utilizam esse padrão sem apresentar dor, perda de desempenho ou baixa tolerância à carga (Bovalino; King; Creaby, 2021).

Em alguns contextos, o retropé pode estar associado a maior demanda inicial de absorção, especialmente quando ocorre com o pé excessivamente à frente do centro de massa, maior extensão do joelho e aumento do componente de frenagem. Nessas condições, a carga pode ser direcionada de forma mais expressiva para tíbia, joelho e quadril. Entretanto, é importante diferenciar o contato com retropé de uma aterrissagem rígida ou de um padrão de overstride, pois o corredor pode tocar inicialmente o solo com o calcanhar e ainda apresentar boa cadência, flexão adequada do joelho e capacidade satisfatória de absorção de carga (Xu *et al*., 2021).

O contato com mediopé ocorre quando a região média do pé toca o solo de forma mais distribuída, sem predominância clara do calcanhar ou do antepé. Esse padrão pode proporcionar, em alguns corredores, uma distribuição intermediária de carga entre tornozelo, joelho e quadril, mas não deve ser considerado automaticamente superior aos demais. Embora possa reduzir alguns aspectos do impacto inicial quando comparado ao retropé associado a overstride, também pode aumentar a demanda sobre tornozelo, pé e tríceps sural, dependendo das características individuais e das condições da corrida (Xu *et al*., 2021; Chen *et al*., 2024).

A relação entre o contato com mediopé e a eficiência da corrida também deve ser interpretada com cautela. A economia de corrida depende de múltiplos fatores, incluindo cadência, rigidez musculotendínea, oscilação vertical, força, coordenação e aproveitamento da energia elástica. Dessa forma, a observação do mediopé deve considerar sua relação com a posição do pé em relação ao centro de massa, flexão do joelho, inclinação do tronco, cadência e comportamento do padrão sob diferentes condições de esforço (van Hooren *et al*., 2024c; Burke *et al*., 2021).

O contato com antepé ocorre quando a região anterior do pé, próxima aos metatarsos, toca o solo antes do calcanhar. É mais frequente em velocistas, ritmos intensos e em alguns corredores treinados. Esse padrão pode reduzir determinadas demandas sobre o joelho, porém aumenta a exigência sobre tornozelo, tríceps sural, tendão de Aquiles e musculatura intrínseca do pé, devido à maior participação do complexo tornozelo-pé na absorção e na propulsão (Zhang *et al*., 2025).

A maior solicitação das estruturas distais deve ser considerada na interpretação biomecânica desse padrão, principalmente em corredores com sintomas em panturrilha, tendão de Aquiles, metatarsos ou região plantar. Assim como ocorre com retropé e mediopé, o contato

com antepé não garante melhor economia de corrida ou menor risco de lesão, devendo ser compreendido como uma estratégia biomecânica com demandas específicas (Burke *et al*., 2021; van Hooren *et al*., 2024c; Zhang *et al*., 2025).

Figura 42 – Padrões de contato do pé durante a corrida: retropé, mediopé e antepé.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

O padrão de contato pode variar conforme as características da tarefa e do próprio corredor. Velocidade, calçado, terreno, cadência, experiência, fadiga e histórico de lesões podem modificar a região do pé que realiza o primeiro contato com o solo, tornando inadequada a classificação do corredor a partir de uma única observação realizada em condição isolada (Bovalino; Kingsley, 2021).

A velocidade exerce influência importante sobre o contato. Em ritmos mais baixos, especialmente entre corredores recreacionais, o retropé tende a ser mais frequente. Em velocidades mais altas, alguns indivíduos passam a utilizar mediopé ou antepé, acompanhando alterações na demanda de propulsão, rigidez musculotendínea e tempo de contato com o solo. Por esse motivo, o padrão observado em uma velocidade pode não representar necessariamente aquele utilizado em outras intensidades de corrida (Bovalino; Kingsley, 2021; Sundström *et al*., 2021).

O calçado também modifica a interação entre pé e solo. Modelos com maior amortecimento posterior e maior drop podem favorecer o contato com retropé, enquanto calçados minimalistas ou com menor amortecimento podem estar associados a contatos mais anteriorizados, embora essa resposta apresente grande variabilidade individual. Características como amortecimento, rigidez, geometria e presença de placa podem modificar a distribuição da carga entre joelho, tornozelo, panturrilha, tendão de Aquiles e pé (Agresta *et al*., 2022).

O terreno influencia tanto a previsibilidade do apoio quanto a demanda de estabilidade. Em superfícies planas, como esteira e asfalto, o padrão tende a apresentar maior constância, enquanto trilhas, areia, grama, subidas e descidas exigem maiores ajustes dos membros inferiores e do tronco. Nas subidas, há maior demanda propulsiva e participação da panturrilha; nas descidas, aumenta a exigência de controle excêntrico e absorção; e em terrenos irregulares, a maior variabilidade do apoio exige maior controle neuromuscular e proprioceptivo (Sundström *et al*., 2021).

A cadência também pode influenciar o padrão de contato por modificar o comprimento da passada e a posição do pé no momento da aterrissagem. Cadências diferentes podem alterar a proximidade do apoio em relação ao centro de massa e o componente de frenagem. Entretanto, essa variável depende de fatores como velocidade, estatura, comprimento dos membros, experiência, terreno e objetivo da corrida, não havendo um valor universal aplicável a todos os corredores (Anderson *et al*., 2022; Huber *et al*., 2023).

A experiência e a fadiga também devem ser consideradas. Corredores iniciantes podem apresentar maior variabilidade entre as passadas e menor consistência técnica, enquanto corredores mais experientes podem desenvolver estratégias próprias, adaptadas ao histórico de treinamento. Mesmo nesses indivíduos, entretanto, a fadiga pode modificar a aterrissagem, aumentar o tempo de contato e alterar o padrão utilizado ao longo da corrida. Dessa forma, avaliações realizadas em períodos muito curtos podem não representar completamente o comportamento do corredor, principalmente quando os sintomas surgem após determinada distância ou intensidade (Shen *et al*., 2026; Lopes *et al*., 2023; Bovalino; Kingsley, 2021).

O histórico de lesões também pode influenciar o contato com o solo. Após tendinopatias, fraturas por estresse, fascite plantar, entorses ou quadros dolorosos no joelho, o corredor pode modificar sua estratégia de apoio com o objetivo de reduzir a demanda sobre determinada estrutura. Essas adaptações podem alterar a distribuição da carga entre os segmentos e devem ser consideradas na interpretação do padrão observado (Burke *et al*., 2021).

As implicações do padrão de contato estão relacionadas principalmente à forma como a carga é distribuída entre joelho, tornozelo, pé, panturrilha, tendão de Aquiles e quadril. O contato com retropé pode aumentar a demanda inicial de absorção quando associado a overstride, baixa cadência e maior componente de frenagem. O contato com antepé pode reduzir parte da demanda sobre o joelho, porém aumenta a exigência do tríceps sural, tendão de Aquiles, metatarsos e musculatura intrínseca do pé. Já o mediopé pode representar uma estratégia intermediária de distribuição da carga. Nenhum desses padrões, entretanto, deve ser considerado universalmente superior (Xu *et al*., 2021).

Clinicamente, o padrão de contato pode contribuir para a formulação de hipóteses sobre a direção da sobrecarga, mas não deve ser utilizado isoladamente para estabelecer relações de causa ou diagnóstico. Em corredores com sintomas no joelho ou maior componente de frenagem, a interpretação do contato deve considerar também a posição do pé em relação ao centro de massa, cadência e presença de overstride. Em queixas envolvendo tendão de Aquiles, panturrilha, fáscia plantar ou metatarsos, deve-se observar a participação do antepé e as demais condições em que os sintomas aparecem (Burke *et al*., 2021).

Além disso, um mesmo corredor pode utilizar padrões diferentes conforme velocidade, terreno e fadiga. Pode, por exemplo, apresentar mediopé em determinada condição e migrar para retropé com o aumento da fadiga, ou utilizar antepé em ritmos mais intensos e retropé em velocidades menores. Por isso, a análise do padrão de contato deve considerar as condições específicas em que a queixa ocorre e ser integrada aos demais parâmetros biomecânicos da corrida (Bovalino; Kingsley, 2021).

De forma geral, retropé, mediopé e antepé representam diferentes estratégias de interação com o solo, cada uma associada a demandas mecânicas específicas. Sua relevância deve ser interpretada de acordo com a distribuição da carga, os sintomas, o histórico de lesões, as características da corrida e a capacidade individual do corredor, evitando a classificação de um único padrão como ideal ou inadequado para todos os indivíduos (Xu *et al*., 2021; Lopes *et al*., 2023).

4.6 Parâmetros biomecânicos de performance

4.6.1 Cadência

A cadência corresponde ao número de passos realizados por minuto durante a corrida e constitui uma variável biomecânica amplamente utilizada na prática clínica e esportiva. Esse parâmetro relaciona-se à velocidade, ao comprimento da passada, ao tempo de contato com o

solo e à organização do movimento. Embora possa ser facilmente mensurado por relógios esportivos, aplicativos ou contagem manual, sua interpretação deve considerar características individuais, como estatura, comprimento dos membros, experiência, terreno, fadiga e objetivo do treino (Anderson *et al*., 2022).

Mantida a mesma velocidade, alterações na cadência tendem a modificar o comprimento da passada. Em muitos corredores, cadências mais elevadas estão associadas a passadas mais curtas e ao contato do pé mais próximo do centro de massa, enquanto cadências menores podem favorecer passadas mais longas e maior componente de frenagem. Essas modificações podem alterar variáveis cinéticas e cinemáticas do tornozelo, joelho e quadril, embora seus efeitos sobre desempenho e risco de lesão devam ser interpretados com cautela, principalmente diante da limitação de estudos sobre adaptações de longo prazo (Anderson *et al*., 2022; Huber *et al*., 2023).

A cadência também pode influenciar a economia da corrida, mas essa relação não é linear nem universal. Valores mais elevados podem reduzir determinados impactos e deslocamentos excessivos em alguns corredores, enquanto em outros podem aumentar a frequência de passos e a demanda neuromuscular para uma mesma distância. Portanto, não existe uma cadência ideal aplicável a todos os indivíduos, devendo esse parâmetro ser analisado em conjunto com velocidade, comprimento da passada, tempo de contato, oscilação vertical, características antropométricas e experiência do corredor (van Hooren *et al*., 2024c; Anderson *et al*., 2022).

4.6.2 Comprimento da passada

O comprimento da passada corresponde à distância horizontal percorrida durante a progressão entre os apoios e apresenta relação direta com a velocidade da corrida. Para aumentar o ritmo, o corredor pode elevar a cadência, aumentar o comprimento da passada ou combinar ambas as estratégias. Entretanto, uma passada mais longa não representa necessariamente maior eficiência, principalmente quando ocorre aumento excessivo do alcance anterior do membro inferior (Anderson *et al*., 2022).

Quando o pé realiza o contato com o solo excessivamente à frente do centro de massa, pode ocorrer o overstride. Esse padrão frequentemente está associado a maior extensão do joelho no contato inicial, aumento do componente de frenagem e maior necessidade de desaceleração do corpo. Dessa forma, a interpretação do comprimento da passada deve

considerar principalmente a posição do pé em relação ao centro de massa, e não apenas a distância total percorrida entre os apoios (Xiang *et al*., 2024).

A relação entre comprimento da passada e eficiência depende ainda de força, mobilidade, rigidez musculotendínea, capacidade propulsiva, velocidade e experiência. Passadas excessivamente longas podem aumentar a frenagem e determinados deslocamentos mecânicos, enquanto passadas muito curtas podem elevar a frequência de passos e a demanda neuromuscular. Assim, esse parâmetro deve ser interpretado em conjunto com cadência, padrão de contato, inclinação do tronco e controle do centro de massa (van Hooren *et al*., 2024c).

Figura 43 – Relação entre cadência, comprimento da passada e posicionamento do pé durante a corrida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

4.6.3 Tempo de contato com o solo

O tempo de contato com o solo corresponde ao intervalo em que o pé permanece em contato com a superfície durante cada apoio. Nesse período, o corredor absorve carga, estabiliza os segmentos corporais e produz força para a progressão e para a fase de voo. De modo geral, o tempo de contato tende a diminuir com o aumento da velocidade, uma vez que ritmos mais elevados exigem aplicação de força em menor intervalo de tempo. Entretanto, valores menores

não representam necessariamente melhor técnica ou maior eficiência (van Hooren *et al*., 2024c).

A interpretação desse parâmetro deve considerar velocidade, cadência, comprimento da passada, tempo de voo, força muscular, rigidez musculotendínea e economia da corrida. Em corredores treinados, menores tempos de contato em velocidades elevadas podem refletir maior capacidade de produzir força rapidamente e aproveitar a energia elástica. No entanto, diferentes corredores podem apresentar boa eficiência com tempos de contato distintos, de acordo com suas características individuais e com a intensidade da corrida (Tanji *et al*., 2024).

A relação entre tempo de contato, força e rigidez musculotendínea também apresenta importância para a propulsão. Durante o apoio, o corredor precisa absorver carga, controlar a deformação dos tecidos e utilizar parte da energia elástica armazenada nos músculos e tendões. Alterações nesse processo podem estar associadas a maior tempo de contato, menor resposta propulsiva ou sensação de corrida mais pesada, especialmente quando surgem com o aumento do esforço ou da fadiga (Burns *et al*., 2023; Šuc *et al*., 2022).

Além do valor absoluto, diferenças entre os membros ou mudanças progressivas ao longo da corrida podem apresentar relevância clínica. Aumento do tempo de contato em apenas um lado pode estar associado a estratégias de proteção, dor ou assimetria funcional, enquanto aumento bilateral progressivo pode acompanhar redução da capacidade propulsiva ou fadiga. Por isso, o parâmetro deve ser interpretado de forma contextualizada e comparado às demais características biomecânicas do corredor (Mason *et al*., 2023; van Hooren *et al*., 2024c).

4.6.4 Tempo de voo

O tempo de voo corresponde ao intervalo em que nenhum dos pés permanece em contato com o solo, caracterizando a fase aérea da corrida e diferenciando-a da marcha. Esse parâmetro resulta da interação entre força produzida durante o apoio, velocidade, rigidez musculotendínea, oscilação vertical, coordenação e capacidade de transferência de energia (Inostroza-Ríos *et al*., 2025).

A relação entre tempo de voo e propulsão ocorre porque o corredor precisa produzir força suficiente durante o apoio para projetar o corpo à frente e, em menor proporção, verticalmente. Em velocidades mais elevadas, uma fase aérea eficiente pode refletir maior capacidade propulsiva e melhor aproveitamento da energia elástica. Entretanto, tempos de voo elevados associados à oscilação vertical excessiva podem aumentar o deslocamento do corpo para cima e a demanda de absorção no contato subsequente (Burns *et al*., 2023).

A elasticidade muscular e tendínea também participa desse processo. Estruturas como tendão de Aquiles, fáscia plantar e tríceps sural contribuem para armazenar e liberar energia durante o ciclo da corrida, auxiliando a propulsão e a economia do movimento (Šuc *et al*., 2022).

O tempo de voo deve ser analisado em conjunto com o tempo de contato com o solo. Maior tempo de contato associado a redução da fase aérea pode acompanhar menor capacidade propulsiva, alteração da rigidez elástica ou fadiga. Por outro lado, fase aérea elevada associada a grande oscilação vertical e aterrissagem rígida pode representar maior gasto energético. Dessa forma, a relação entre esses parâmetros fornece informações sobre absorção, propulsão e eficiência da corrida (van Hooren *et al*., 2024c).

Figura 44 – Relação entre tempo de contato com o solo, fase de voo e oscilação vertical durante a corrida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

4.6.5 Oscilação vertical

A oscilação vertical corresponde ao deslocamento superior e inferior do centro de massa durante a corrida. Como a corrida apresenta uma fase de voo, determinado grau de movimentação vertical é esperado. Sua interpretação deve verificar se esse deslocamento é

compatível com a velocidade, o padrão da passada e as características individuais do corredor, e não buscar sua eliminação completa (van Hooren *et al*., 2024c).

Oscilações muito reduzidas podem estar associadas a menor fase aérea ou menor propulsão, enquanto oscilações elevadas podem indicar maior direcionamento da energia para o deslocamento vertical em vez da progressão horizontal. Quando excessiva, a corrida pode apresentar aspecto mais "saltitado", acompanhada de maior tempo de voo, maior demanda de absorção no contato subsequente e possível aumento do custo energético. Entretanto, velocidades mais elevadas naturalmente modificam o deslocamento do centro de massa, tornando necessária uma interpretação contextualizada (van Hooren *et al*., 2024c; Hunter *et al*., 2026).

A oscilação vertical também pode se modificar ao longo da corrida à medida que surgem alterações na rigidez musculotendínea, coordenação, propulsão ou controle do tronco. Por isso, sua avaliação deve considerar velocidade, cadência, tempo de contato, padrão de contato do pé, sintomas e comportamento sob fadiga. A observação clínica, a análise em vídeo e sensores vestíveis podem auxiliar na identificação dessas modificações, desde que os valores não sejam interpretados isoladamente (Choudhary *et al*., 2026; Mason *et al*., 2023).

4.6.6 Rigidez musculotendínea

A rigidez musculotendínea corresponde à capacidade do sistema músculo-tendão de resistir à deformação, armazenar energia elástica e devolvê-la durante a corrida. Esse comportamento permite que músculos, tendões e fáscias atuem de maneira semelhante a uma mola, absorvendo parte da carga durante o contato com o solo e devolvendo energia na progressão e na propulsão. Quando funcionalmente adequada, essa característica pode favorecer maior aproveitamento da energia mecânica durante a passada (Liu *et al*., 2022).

A relação entre rigidez musculotendínea e economia da corrida ocorre porque o deslocamento corporal não depende exclusivamente da contração muscular ativa. Estruturas como tendão de Aquiles, tríceps sural, fáscia plantar e demais componentes do sistema musculotendíneo participam do armazenamento e da liberação de energia elástica. Entretanto, maior rigidez não significa necessariamente melhor desempenho, pois valores excessivos ou pouco adaptados às demandas da corrida podem reduzir a capacidade de absorção e aumentar a solicitação sobre determinadas estruturas (Liu *et al*., 2022; Šuc *et al*., 2022).

Esse conceito não deve ser confundido com encurtamento muscular ou falta de flexibilidade. Um corredor pode apresentar comportamento elástico eficiente e,

simultaneamente, mobilidade adequada para a realização do gesto esportivo. Assim, a rigidez deve ser interpretada funcionalmente e em conjunto com tempo de contato, oscilação vertical, propulsão, velocidade e capacidade de absorção de carga (Warneke *et al*., 2025; van Hooren *et al*., 2024c).

Corredores mais treinados podem apresentar maior capacidade de utilizar o comportamento elástico do sistema musculotendíneo em velocidades elevadas, com aplicação mais rápida de força e melhor aproveitamento da energia armazenada. Entretanto, essas características variam conforme experiência, força, velocidade e fadiga, não devendo ser utilizadas isoladamente para diferenciar corredores mais ou menos eficientes (Burns *et al*., 2023).

Figura 45 – Comportamento elástico do sistema musculotendíneo durante a fase de apoio da corrida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

4.6.7 Simetria entre membros

A simetria entre os membros corresponde à comparação entre os lados direito e esquerdo durante a corrida, considerando variáveis como tempo de contato com o solo, tempo de voo, comprimento da passada, impacto, propulsão e comportamento de quadril, joelho,

tornozelo e pé. Pequenas diferenças entre os lados são comuns mesmo em corredores saudáveis e assintomáticos, de modo que a simetria não deve ser entendida como a necessidade de movimentos perfeitamente iguais entre os membros (Mason *et al*., 2023).

As assimetrias podem estar relacionadas à dominância, histórico esportivo, lesões prévias, dor atual, diferenças de força ou mobilidade, confiança no apoio, fadiga e estratégias compensatórias. Após uma lesão, por exemplo, o corredor pode reduzir inconscientemente o tempo de apoio ou a propulsão do membro acometido e transferir parte da demanda para o lado contralateral. Dessa forma, a presença de assimetria deve ser interpretada conforme sua magnitude, o momento em que aparece e sua relação com sintomas e função (Gao *et al*., 2022).

A fadiga pode revelar ou aumentar diferenças que não são observadas nos primeiros minutos da corrida. Conforme ocorre redução da força, alteração do controle motor ou queda da eficiência mecânica, podem surgir diferenças progressivas entre os membros, especialmente em treinos prolongados ou após determinada quilometragem. Por isso, quando os sintomas surgem tardiamente, o comportamento dos dois lados ao longo do esforço torna-se particularmente relevante (Choudhary *et al*., 2026).

Recursos como análise em vídeo, sensores vestíveis, relógios esportivos e outros instrumentos podem auxiliar na comparação entre os membros. Entretanto, a identificação de uma diferença numérica não significa necessariamente presença de disfunção. A relevância da assimetria depende de sua associação com dor, perda de desempenho, limitação funcional ou alterações consistentes do movimento (Mason *et al*., 2023).

4.6.8 Interpretação integrada dos parâmetros biomecânicos

Os parâmetros biomecânicos da corrida devem ser interpretados de maneira integrada. Cadência, comprimento da passada, tempo de contato, tempo de voo, oscilação vertical, rigidez musculotendínea e simetria apresentam relações entre si e também são influenciados por velocidade, experiência, terreno, características individuais e estado de fadiga. Dessa forma, nenhuma dessas variáveis deve ser utilizada isoladamente como indicador de técnica adequada, eficiência ou risco de lesão (van Hooren *et al*., 2024c).

A fadiga merece atenção especial porque pode modificar simultaneamente diferentes aspectos da corrida. Ao longo de treinos ou provas, podem ocorrer aumento do tempo de contato, redução da capacidade propulsiva, alterações na rigidez musculotendínea, mudanças na cadência, redução ou aumento da oscilação vertical e intensificação de assimetrias. Dessa maneira, alterações biomecânicas podem se tornar mais evidentes apenas quando o sistema

neuromuscular já não consegue sustentar o padrão inicial com a mesma eficiência (Choudhary *et al*., 2026).

Na interpretação clínica, esses parâmetros devem contribuir para compreender o comportamento global do corredor, e não funcionar como uma lista de valores ideais. Nem toda assimetria representa disfunção, assim como cadências mais elevadas, menores tempos de contato ou menores oscilações verticais não são necessariamente superiores. A relevância de cada achado depende de sua relação com velocidade, sintomas, desempenho, histórico de lesões e características individuais do corredor (Doyle *et al*., 2022; Seifi *et al*., 2026).

4.7 Aspectos neuromusculares e fadiga

A corrida é uma tarefa cíclica que exige integração entre força, controle motor, equilíbrio, coordenação intersegmentar e capacidade de adaptação à fadiga. Embora a análise biomecânica frequentemente destaque variáveis observáveis, como cadência, padrão de contato, valgo dinâmico, queda pélvica e inclinação do tronco, esses achados resultam de uma organização neuromuscular mais complexa, envolvendo estratégias antecipatórias e respostas automáticas. O sistema nervoso precisa preparar o corpo para o contato com o solo, ajustar a rigidez articular, coordenar a absorção e a propulsão e manter essas respostas ao longo de passadas repetidas. Com o aumento da fadiga, podem surgir maior variabilidade do movimento, redução da eficiência mecânica e alterações na capacidade de controlar e distribuir as cargas entre os segmentos (Zandbergen *et al*., 2023).

4.7.1 Coordenação intermuscular

A coordenação intermuscular corresponde à integração entre diferentes grupos musculares para produzir, controlar e estabilizar o movimento. Durante a corrida, tronco, pelve, quadril, joelho, tornozelo e pé atuam de forma sincronizada para absorver impacto, controlar o apoio unipodal e gerar propulsão. Dessa forma, a eficiência do gesto não depende apenas da força isolada de um músculo, mas da capacidade de diferentes estruturas atuarem no momento adequado e com intensidade compatível com a demanda da passada (Šuc *et al*., 2022).

Ao longo do ciclo da corrida, essa coordenação permite alternar rapidamente entre absorção e produção de força. No contato inicial, quadríceps, glúteos, tríceps sural e musculatura do pé participam do controle da desaceleração. Durante o apoio médio, a integração entre estabilizadores do quadril, pelve e tronco contribui para o controle do

alinhamento, enquanto na propulsão há maior participação dos extensores de quadril, joelho e tornozelo na transferência de força ao solo (Inostroza-Ríos *et al*., 2025).

O glúteo médio exemplifica essa interação por contribuir para o controle da pelve durante o apoio unipodal, limitando queda pélvica contralateral e adução excessiva do quadril. Entretanto, sua função depende da integração com glúteo máximo, rotadores do quadril, musculatura lombopélvica, quadríceps, isquiotibiais e complexo tornozelo-pé. Assim, alterações como queda pélvica, valgo dinâmico, aumento do tempo de contato, redução da propulsão, sinal de cruzamento e assimetrias podem refletir déficits de coordenação entre diferentes segmentos, especialmente quando se tornam mais evidentes sob fadiga (Sever *et al*., 2024; Choudhary *et al*., 2026; Willwacher *et al*., 2022).

Figura 46 – Integração neuromuscular durante as fases da corrida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

4.7.2 Coordenação intramuscular

A coordenação intramuscular refere-se à capacidade de um músculo recrutar suas fibras e unidades motoras de maneira eficiente para produzir força e responder às demandas da corrida. Diferentemente da coordenação intermuscular, que envolve a interação entre diferentes músculos, esse conceito está relacionado à organização do recrutamento dentro do próprio

músculo, incluindo intensidade, velocidade e quantidade de unidades motoras ativadas (van Hooren *et al*., 2024e).

Em esforços leves e moderados, há maior participação de fibras resistentes à fadiga, enquanto intensidades elevadas exigem maior recrutamento de fibras de contração rápida, importantes em acelerações, subidas, mudanças de ritmo e finalizações de prova. Dessa forma, a eficiência do recrutamento neuromuscular influencia a capacidade de produzir força rapidamente, sustentar diferentes ritmos e preservar a estabilidade ao longo do esforço (van Hooren *et al*., 2024e).

Essa capacidade não depende exclusivamente da força máxima. Um músculo pode apresentar bom desempenho em condições isoladas e ainda assim apresentar dificuldade para produzir força no momento adequado durante a corrida. O tríceps sural precisa contribuir rapidamente para a propulsão, o quadríceps controla a flexão do joelho durante a absorção e os glúteos auxiliam na estabilização e transferência de força. Alterações no tempo ou na eficiência desse recrutamento podem contribuir para aumento do tempo de contato, redução da propulsão, maior custo energético e perda progressiva da qualidade do movimento com a fadiga (Šuc *et al*., 2022; Burns *et al*., 2023; Choudhary *et al*., 2026).

4.7.3 Ativação antecipatória

A ativação antecipatória, ou controle feed-forward, corresponde à preparação do sistema neuromuscular antes da ocorrência de uma demanda mecânica. Na corrida, esse mecanismo ocorre antes do contato do pé com o solo, permitindo que músculos estabilizadores sejam ativados previamente e que tronco, pelve e membros inferiores sejam organizados para receber a carga. Como o intervalo entre o contato inicial e a absorção do impacto é muito curto, o sistema nervoso central ajusta previamente a ativação muscular, a rigidez articular e o posicionamento segmentar (Stearns-Reider *et al*., 2021).

Essa preparação contribui para o controle das articulações e para a distribuição das forças durante o apoio. Quando a ativação antecipatória é insuficiente ou pouco coordenada, podem surgir alterações de controle pélvico, adução e rotação interna do quadril, valgo dinâmico ou compensações em joelho, tornozelo e pé. Assim, a análise biomecânica deve considerar não apenas o alinhamento observado após o contato, mas também a capacidade de organizar o movimento antes e durante a recepção da carga (Liu *et al*., 2021).

Tronco, quadril e complexo tornozelo-pé exercem funções complementares nesse processo. O tronco e a pelve contribuem para o controle proximal, enquanto quadril, joelho, tornozelo e pé ajustam estabilidade, rigidez e resposta elástica durante o apoio. Essa organização pode se modificar com a fadiga, ocasionando alterações no tempo de ativação muscular, aumento da rigidez, perda de fluidez e menor controle segmentar (Leppänen *et al*., 2024; Li; He, 2026).

4.7.4 Reflexos posturais

Os reflexos posturais correspondem aos ajustes automáticos utilizados para manter equilíbrio, orientação corporal e estabilidade diante de perturbações. Durante a corrida, esses mecanismos atuam continuamente em razão do deslocamento do centro de massa, dos apoios unipodais sucessivos e das rápidas mudanças na direção das forças. Sua atuação depende da integração de informações proprioceptivas, vestibulares, visuais e cutâneas, permitindo respostas rápidas de tronco e membros inferiores (Mademli *et al*., 2021).

Em terrenos irregulares, estratégias antecipatórias e reflexas atuam de forma integrada. Alterações do solo identificadas visualmente podem gerar ajustes antes do contato, enquanto perturbações inesperadas dependem mais de respostas automáticas após a mudança da superfície. Essa capacidade torna-se especialmente relevante em trilhas, descidas, curvas e terrenos imprevisíveis, nos quais a corrida precisa ser compreendida como uma tarefa adaptativa, e não como a repetição rígida de um único padrão de movimento (Schreff *et al*., 2022).

A postura do tronco e o posicionamento do centro de massa também interferem nesses ajustes ao modificar a distribuição das demandas entre quadril, joelho e tornozelo. Dessa forma, a avaliação neuromuscular deve considerar como o corredor prepara, executa e adapta o movimento, especialmente em situações de maior velocidade, complexidade do terreno ou fadiga (AminiAghdam *et al*., 2022; Li; He, 2026).

Figura 47 – Controle antecipatório e respostas posturais durante o contato com o solo.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

4.7.5 Fadiga neuromuscular

A fadiga pode comprometer progressivamente a capacidade de manter a mesma estratégia de movimento ao longo da corrida. Seus mecanismos podem envolver componentes centrais, relacionados à capacidade do sistema nervoso de sustentar o comando motor, e componentes periféricos, relacionados à capacidade do próprio músculo de responder ao estímulo e produzir força.

A fadiga central corresponde à redução progressiva da capacidade do sistema nervoso central de sustentar a ativação voluntária necessária para manter uma tarefa motora. Na corrida, esse processo pode alterar o recrutamento de unidades motoras, a frequência de disparo e a organização das sinergias musculares, comprometendo estabilidade, coordenação e precisão do movimento ao longo de passadas repetidas (Tornero-Aguilera *et al*., 2022).

Durante esforços prolongados ou intensos, alterações na excitabilidade cortical, transmissão corticoespinal e excitabilidade dos motoneurônios podem reduzir a eficiência neuromuscular. O corredor pode continuar mantendo a tarefa, porém com maior esforço e menor capacidade de preservar velocidade e estabilidade. Biomecanicamente, isso pode se manifestar por maior variabilidade do movimento, alterações no controle do tronco e da pelve

e menor precisão do membro inferior durante o apoio (Behrens *et al*., 2023; Pethick; Tallent, 2022).

A fadiga central também se relaciona à percepção de esforço, dor, motivação, respiração, disponibilidade energética e informações sensoriais provenientes dos músculos. Por isso, sensações como perda de coordenação ou dificuldade crescente para sustentar o padrão de corrida podem surgir antes mesmo da interrupção do exercício. A fadiga pode ainda reorganizar as sinergias musculares, aumentar a coativação e alterar respostas estabilizadoras, reduzindo a fluidez da transição entre absorção e propulsão (Iannetta *et al*., 2022; Li; He, 2026).

A fadiga periférica ocorre principalmente no músculo esquelético e envolve alterações na transmissão neuromuscular, excitabilidade da membrana, acoplamento excitação-contração e produção de força pelas pontes cruzadas de actina e miosina. Diferentemente da fadiga central, relaciona-se à menor capacidade do músculo de responder adequadamente ao estímulo e sustentar contrações eficientes. Na corrida, isso pode comprometer absorção de carga, estabilidade e propulsão (Behrens *et al*., 2023).

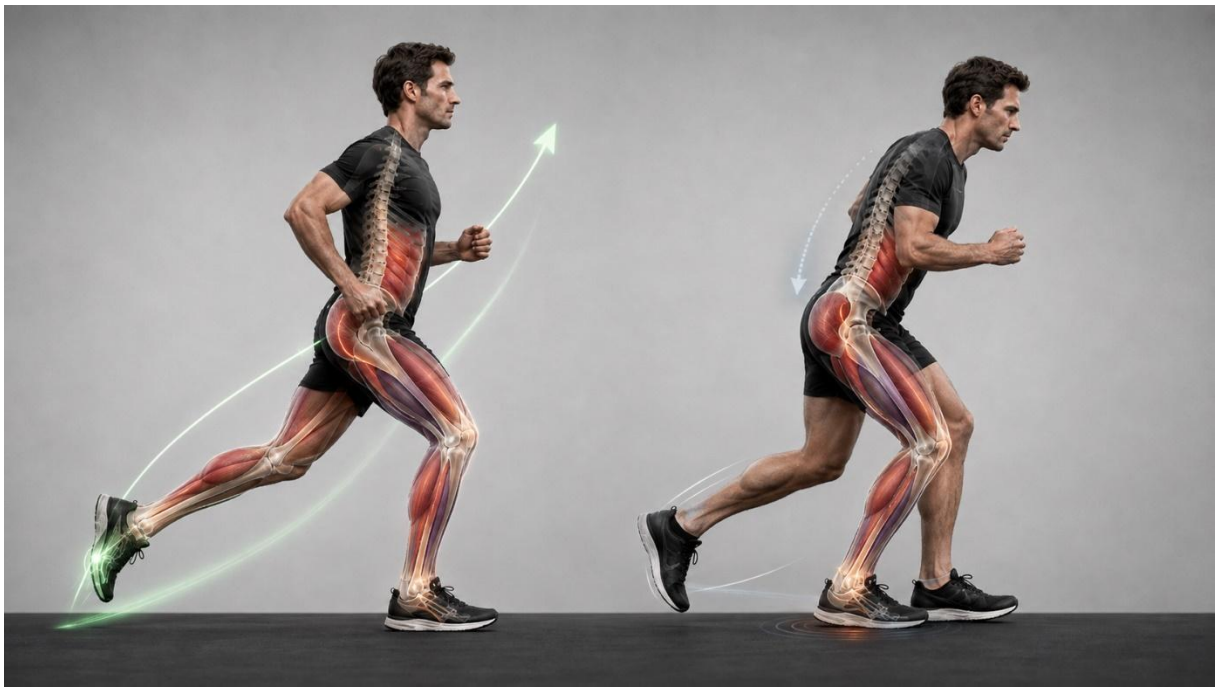
A disponibilidade energética participa desse processo. A redução dos estoques de glicogênio durante exercícios prolongados ou intensos pode interferir na ressíntese de ATP, na excitabilidade muscular e na cinética do cálcio, contribuindo para redução da capacidade de produção de força e potência (Vigh-Larsen *et al*., 2021; Thomassen *et al*., 2025).

O acúmulo de metabólitos, incluindo fosfato inorgânico, íons hidrogênio, espécies reativas de oxigênio e alterações iônicas, também pode reduzir a eficiência da contração muscular por comprometer a excitabilidade do sarcolema, o manejo do cálcio e a sensibilidade miofibrilar. Como consequência, pode haver menor produção de força para um mesmo estímulo neural, especialmente em esforços de maior intensidade (Pérez-Díaz *et al*., 2026).

Microlesões musculares também podem contribuir para redução temporária da capacidade contrátil, principalmente após descidas, aumento da demanda excêntrica, terrenos irregulares ou alterações importantes no volume de treinamento. Essas respostas podem estar associadas a dor tardia, rigidez, redução da força e alterações temporárias na mecânica da corrida (Behrens *et al*., 2023; Muñoz-Pérez *et al*., 2023).

A fadiga pode modificar progressivamente a biomecânica da corrida ao reduzir a capacidade neuromuscular e musculoesquelética de sustentar a mesma estratégia de absorção, estabilização e propulsão ao longo do tempo. Essas alterações apresentam grande variabilidade entre corredores e dependem do nível de treinamento, velocidade, superfície, duração do esforço e características individuais (Choudhary *et al*., 2026).

Figura 48 – Alterações biomecânicas da corrida associadas à fadiga.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Entre os parâmetros espaço-temporais, podem ocorrer modificações na cadência, comprimento da passada, tempo de contato com o solo e fase aérea. Em alguns corredores, a fadiga está associada à redução da cadência, aumento do tempo de contato e maior tendência ao alongamento da passada, embora essas respostas não sejam universais. Dessa forma, a comparação do comportamento desses parâmetros ao longo da corrida é mais informativa do que a interpretação de um valor isolado (Delgado-García *et al*., 2025; Trowell *et al*., 2025).

A capacidade propulsiva também pode diminuir com o esforço prolongado, especialmente quando os extensores de quadril, joelho e tornozelo apresentam menor capacidade de produzir força no momento adequado. Pode ocorrer menor contribuição distal, com redução da participação dos flexores plantares e modificação da distribuição da demanda entre tornozelo, joelho e quadril. Esse comportamento pode se manifestar por menor impulsão, menor fase aérea e maior esforço para manter a velocidade (Sanno *et al*., 2021).

As assimetrias entre os membros também podem se tornar mais evidentes com a fadiga. Diferenças em tempo de contato, aceleração tibial, rigidez, distribuição plantar ou parâmetros articulares podem indicar que os dois lados não apresentam a mesma capacidade de manter absorção e propulsão ao longo do esforço. Pequenas assimetrias, entretanto, podem fazer parte

da variabilidade individual e devem ser interpretadas de acordo com sua magnitude, sintomas e histórico de lesões (Gao *et al*., 2022).

O controle de tronco, pelve e membro inferior também pode se modificar. Podem surgir maior queda ou rotação pélvica, oscilação do tronco, adução do quadril, rotação interna femoral e alterações do alinhamento do joelho, especialmente quando já existe tendência prévia a esses padrões. Mudanças no contato do pé e na distribuição da pressão plantar também podem ocorrer conforme se alteram rigidez, controle do tornozelo e capacidade propulsiva (Kovše *et al*., 2026; Chalitsios *et al*., 2024; Trowell *et al*., 2025; Hamzavi; Esmaeili, 2021).

Dessa forma, a fadiga não deve ser interpretada apenas como redução do desempenho, mas como uma condição capaz de revelar a capacidade do corredor de sustentar uma estratégia de movimento eficiente e adaptável. Mudanças na cadência, tempo de contato, propulsão, simetria e controle segmentar podem surgir isoladamente ou em conjunto, devendo sempre ser relacionadas ao contexto em que ocorrem (Zandbergen *et al*., 2023).

A identificação da fadiga deve considerar que a deterioração biomecânica pode ocorrer antes da interrupção da corrida. Um corredor pode apresentar boa organização do movimento nos primeiros minutos e, após determinada duração ou distância, desenvolver maior tempo de contato com o solo, alterações na cadência, oscilação do tronco, perda do controle pélvico ou mudanças no padrão de apoio. Portanto, a observação exclusiva do início da corrida pode não representar a condição funcional apresentada em treinos prolongados ou no momento em que os sintomas surgem (McConnochie *et al*., 2025).

A comparação entre o padrão inicial e aquele apresentado após maior esforço ajuda a diferenciar alterações biomecânicas constantes de modificações dependentes da fadiga. A análise em vídeo realizada em diferentes momentos da corrida pode auxiliar nessa identificação, desde que os achados sejam interpretados conforme velocidade, experiência, terreno, calçado e características individuais, evitando a busca indiscriminada por “erros” de movimento (Apte *et al*., 2021; Chalitsios *et al*., 2024).

O surgimento de dor após determinada quilometragem também pode fornecer informações sobre a capacidade de sustentar a demanda ao longo do tempo. Nesses casos, o momento de aparecimento dos sintomas deve ser relacionado à intensidade da corrida, terreno, exposição acumulada e histórico recente do corredor, uma vez que a tolerância neuromuscular e tecidual pode ser suficiente nas fases iniciais do exercício e diminuir progressivamente com a exposição (Willwacher *et al*., 2022; Frandsen *et al*., 2025).

A localização da fadiga pode contribuir para compreender quais segmentos estão assumindo maior demanda durante a corrida. A panturrilha participa intensamente da absorção e da propulsão; o quadríceps contribui para o controle excêntrico do joelho e apresenta maior demanda em situações de frenagem e descidas; o quadril participa do controle pélvico e da estabilidade do membro inferior; e a musculatura lombopélvica contribui para o controle do tronco e transferência de forças (Hazzaa *et al*., 2023).

Mesmo quando o corredor mantém a velocidade, a fadiga localizada pode indicar redistribuição progressiva da participação muscular. À medida que determinados grupos reduzem sua capacidade de produzir força, outros podem assumir maior demanda para preservar a tarefa. Dessa forma, relatos de fadiga predominante em panturrilha, quadríceps, quadril ou região lombar devem ser interpretados em conjunto com o comportamento biomecânico observado durante a corrida e com as características do esforço realizado (Xu *et al*., 2025).

4.8 Biomecânica e economia de corrida

A economia de corrida corresponde ao custo energético necessário para sustentar determinada velocidade submáxima, geralmente expresso pelo consumo de oxigênio ou pelo gasto energético por unidade de distância. Corredores com valores semelhantes de VO_2máx podem apresentar desempenhos distintos quando um deles utiliza menos energia para manter o mesmo ritmo. Nesse contexto, a biomecânica contribui para compreender como a organização do movimento pode favorecer maior eficiência mecânica, melhor aproveitamento da energia elástica e menor gasto desnecessário durante a corrida. Variáveis como cadência, comprimento da passada, tempo de contato, oscilação vertical, rigidez musculotendínea, controle postural e coordenação intersegmentar participam dessa relação (van Hooren *et al*., 2024c).

4.8.1 Economia de corrida: perspectivas fisiológica e biomecânica

No contexto fisiológico, a economia de corrida representa o custo metabólico necessário para correr em determinada velocidade submáxima, podendo ser analisada por meio do consumo de oxigênio, custo energético ou custo de transporte. Essa perspectiva permite compreender quanto custa metabolicamente para o corredor sustentar determinado ritmo e deve considerar fatores como massa corporal, intensidade do exercício, utilização de substratos energéticos e método de normalização dos dados (Lee; Zhang; Kong, 2025).

Figura 49 – Interação entre economia fisiológica e biomecânica da corrida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

No contexto biomecânico, a análise busca compreender quais características mecânicas podem contribuir para maior ou menor gasto energético. Cadência, comprimento da passada, tempo de contato, oscilação vertical, rigidez musculotendínea, padrão de apoio, trabalho articular, posicionamento do tronco, controle pélvico e coordenação entre segmentos podem modificar a forma como o corpo absorve, armazena e devolve energia durante cada passada. A biomecânica, entretanto, não mede diretamente a economia de corrida, mas auxilia na compreensão dos mecanismos que podem influenciá-la (van Hooren *et al*., 2024c).

Essas duas perspectivas são complementares. Um corredor pode apresentar boa capacidade cardiorrespiratória, mas utilizar uma estratégia mecânica com maior custo, enquanto outro pode apresentar uma técnica visualmente diferente do padrão esperado e, ainda assim, manter boa economia, conforto e tolerância à carga. Dessa forma, a análise deve integrar gasto energético, características biomecânicas, percepção de esforço, sintomas, fadiga e objetivo esportivo (van Hooren *et al*., 2024c).

4.8.2 Fatores biomecânicos associados à economia de corrida

A relação entre técnica e custo energético não implica a existência de uma forma única e universal de correr. Diferentes combinações de cadência, comprimento da passada, oscilação

vertical, tempo de contato, padrão de apoio e cinemática articular podem apresentar níveis semelhantes de eficiência. Essas características dependem da velocidade, nível de treinamento, antropometria, calçado, histórico de adaptação e preferência motora individual. Assim, uma técnica eficiente deve ser compreendida pela capacidade de sustentar o movimento com conforto, controle e baixo custo relativo, e não pela reprodução de um padrão visual pré-definido (van Hooren *et al*., 2024c).

Cadência e comprimento da passada apresentam relação direta. Mantida a mesma velocidade, o aumento da cadência tende a reduzir o comprimento da passada, enquanto frequências menores geralmente exigem passos mais longos. Essa interação influencia o posicionamento do pé em relação ao centro de massa, o tempo de contato, a fase aérea e as forças de frenagem. Cadências muito baixas podem estar associadas a maior alcance anterior do pé e overstride, enquanto frequências artificialmente elevadas podem aumentar o número de contrações musculares e o custo energético. Portanto, sua interpretação deve considerar a estratégia individual do corredor e o contexto em que a corrida ocorre (van Oeveren *et al*., 2024).

O comprimento da passada também não deve ser interpretado isoladamente. Uma passada mais longa pode resultar de boa propulsão, adequada extensão do quadril e aproveitamento da energia elástica. Entretanto, quando ocorre principalmente pelo alcance excessivo do pé à frente do centro de massa, pode aumentar a frenagem e o custo mecânico. Dessa forma, é importante diferenciar uma passada longa produzida pela propulsão daquela caracterizada por maior alcance anterior e desaceleração (van Hooren *et al*., 2024c).

A oscilação vertical corresponde ao deslocamento superior e inferior do centro de massa durante a corrida. Algum grau de movimento vertical é necessário para a fase aérea, porém deslocamentos excessivos podem aumentar o trabalho mecânico ao direcionar maior quantidade de energia para elevar o corpo em vez de favorecer a progressão horizontal. Por outro lado, valores muito reduzidos também não representam necessariamente maior eficiência, pois podem estar relacionados a menor propulsão ou a estratégias mais rígidas. Sua interpretação deve, portanto, considerar velocidade, cadência, passada, rigidez dos membros inferiores e características individuais (van Hooren *et al*., 2024c; Liu *et al*., 2022).

O controle postural também influencia a economia ao contribuir para a organização do centro de massa e para a transferência de forças entre tronco e membros inferiores. Oscilações excessivas de tronco e pelve podem exigir maior atividade muscular para estabilização e reposicionamento dos segmentos, aumentando o gasto energético sem contribuir diretamente

para o deslocamento anterior. Entretanto, estabilidade excessivamente rígida também pode reduzir a fluidez e a capacidade de adaptação do movimento. Assim, o controle postural eficiente envolve estabilidade suficiente para limitar movimentos desnecessários, preservando a variabilidade funcional da corrida (Von Diecken *et al*., 2025).

Figura 50 – Fatores biomecânicos associados à economia de corrida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A posição do tronco deve ser analisada dentro desse contexto. Uma inclinação anterior moderada pode fazer parte de uma estratégia funcional, enquanto inclinações acentuadas ou perda progressiva do controle sob fadiga podem modificar a demanda sobre quadril, joelho e tornozelo. A interpretação deve considerar o alinhamento global, as oscilações do tronco e sua relação com a pelve e os membros inferiores (Carson; Aslan; Ortega, 2024).

Dessa forma, corredores considerados mais eficientes não apresentam necessariamente uma técnica visual idêntica. A eficiência resulta da interação entre fatores fisiológicos, biomecânicos, neuromusculares e antropométricos. Em geral, corredores com menor custo energético tendem a utilizar adequadamente a energia elástica, limitar movimentos desnecessários, manter coordenação intersegmentar e distribuir o trabalho entre quadril, joelho,

tornozelo e pé de forma compatível com suas características individuais. No entanto, diferentes estratégias podem produzir economia semelhante (van Hooren *et al*., 2024b; Rivadulla *et al*., 2026).

4.8.3 Rigidez musculotendínea e aproveitamento da energia elástica

A rigidez musculotendínea participa da economia de corrida ao influenciar a capacidade do sistema músculo-tendão de absorver, armazenar e devolver energia durante a passada. Estruturas como tendão de Aquiles, fáscia plantar, tríceps sural e demais componentes elásticos dos membros inferiores atuam de forma semelhante a um sistema de mola, armazenando parte da energia mecânica durante o apoio e devolvendo-a posteriormente na propulsão (Liu *et al*., 2022).

Essa rigidez deve ser compreendida como uma característica funcional. Rigidez insuficiente pode aumentar a deformação dos segmentos, prolongar o tempo de contato e elevar a necessidade de trabalho muscular ativo, enquanto rigidez excessiva pode reduzir a capacidade de absorção e aumentar a solicitação sobre tendões, ossos e articulações. Dessa forma, a eficiência depende de um equilíbrio entre estabilidade, elasticidade, controle motor e capacidade de absorção de carga (Liu *et al*., 2022).

Figura 51– Rigidez musculotendínea e aproveitamento da energia elástica durante a corrida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

O armazenamento e a liberação de energia elástica reduzem parte da necessidade de produção muscular ativa ao longo do ciclo da corrida. Durante o contato com o solo, parte da energia gerada pela desaceleração e deformação dos tecidos é armazenada temporariamente e posteriormente utilizada na propulsão. Esse processo depende da interação entre músculo e tendão, da força produzida pelos flexores plantares, da rigidez funcional do tendão de Aquiles, do tempo de contato e da sincronização entre absorção e impulso (Bohm *et al*., 2021; Schroeder; Kuo, 2021).

A eficiência desse mecanismo pode se refletir na fluidez da transição entre apoio e propulsão, no tempo de contato e na capacidade de sustentar o movimento em velocidades mais elevadas. Uma passada excessivamente "afundada" pode estar associada a menor resposta elástica e maior demanda muscular, enquanto uma estratégia excessivamente rígida pode favorecer resposta rápida, porém com menor capacidade de absorção. Assim, o melhor aproveitamento da energia elástica depende da capacidade de armazenar e devolver energia de forma coordenada e compatível com as características do corredor (Esposito *et al*., 2022).

4.8.4 Economia de corrida e desempenho em provas de longa duração

Em provas de longa duração, pequenas diferenças na eficiência mecânica e energética são repetidas ao longo de milhares de passadas. Em distâncias como 10 km, meia maratona, maratona e ultramaratona, a capacidade de manter determinado ritmo não depende apenas de VO_2máx e limiares fisiológicos, mas também da capacidade de preservar uma corrida economicamente eficiente durante períodos prolongados. A economia permite sustentar maior velocidade para determinado custo metabólico, enquanto a biomecânica influencia a forma como as cargas são distribuídas entre quadril, joelho, tornozelo e pé (Venturini; Giallauria, 2022).

A performance também depende da capacidade de preservar essa eficiência com o passar do tempo. A chamada durabilidade fisiológica refere-se à manutenção dos parâmetros de desempenho mesmo diante do acúmulo de fadiga. Corredores com características fisiológicas semelhantes podem apresentar resultados diferentes quando um deles consegue conservar melhor a economia, a produção de força e a organização do movimento durante a prova (Jones, 2024).

Nesse contexto, a análise biomecânica não deve se limitar aos minutos iniciais da corrida. É importante considerar se o corredor consegue manter sua estratégia de movimento sob fadiga, em diferentes ritmos e diante de variações de terreno. Assim, a relação entre biomecânica e economia deve ser compreendida de forma dinâmica: mais do que apresentar uma técnica aparentemente eficiente em condição inicial, o corredor precisa ser capaz de sustentar uma organização mecânica compatível com sua capacidade fisiológica e musculoesquelética ao longo da distância.

Figura 52 – Manutenção da economia de corrida em provas de longa duração.



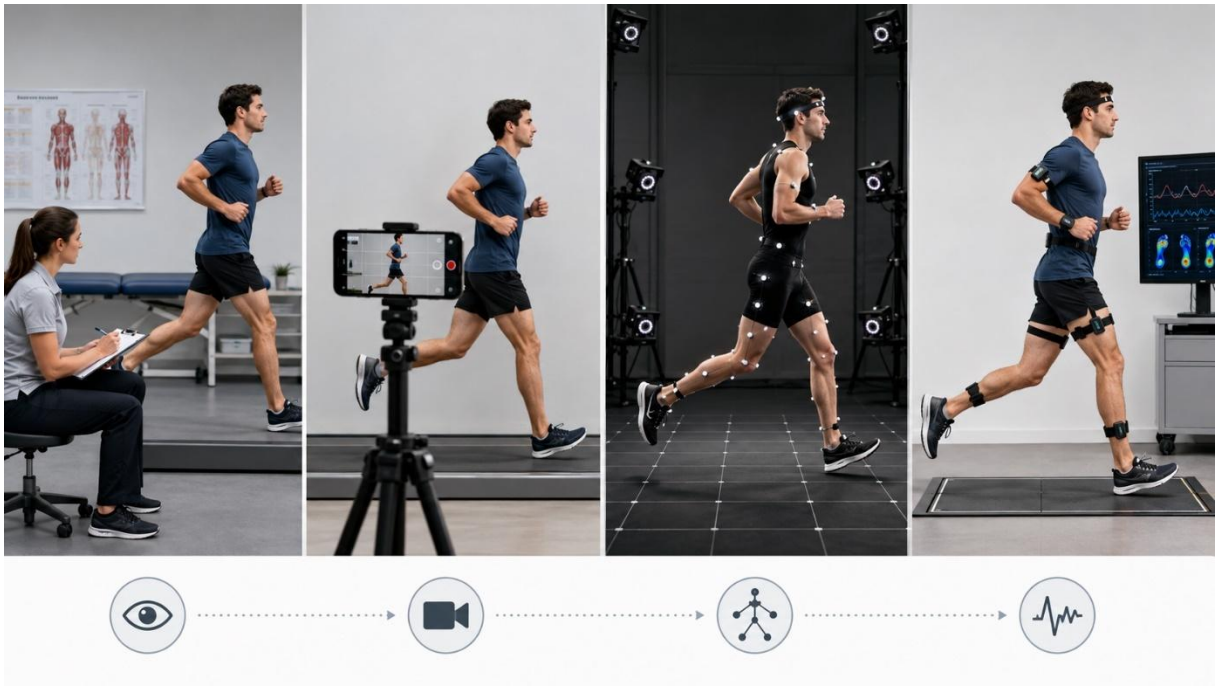
Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

4.9 Métodos de análise biomecânica

A análise biomecânica da corrida pode ser realizada por diferentes métodos, desde a observação clínica presencial até recursos instrumentados, como filmagem bidimensional, análise tridimensional, sensores inerciais, plataformas de força e sistemas de pressão plantar.

No contexto fisioterapêutico, a escolha do método deve considerar a pergunta clínica, os recursos disponíveis, a experiência do avaliador, a queixa do corredor e o nível de precisão necessário. Métodos mais sofisticados não são necessariamente superiores em todas as situações; o recurso mais adequado é aquele capaz de fornecer informações úteis para compreender o movimento e relacioná-lo aos sintomas, à função e ao contexto de corrida (Kumar *et al*., 2024).

Figura 53 – Principais métodos de análise biomecânica da corrida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

4.9.1 Observação clínica e análise visual

A observação clínica constitui uma das formas mais acessíveis de análise biomecânica e permite avaliar diretamente como o corredor organiza o movimento para absorver carga, estabilizar o apoio e produzir propulsão. Além da corrida, tarefas funcionais como caminhada, apoio unipodal, agachamento, salto, avanço e subida ou descida de degraus podem complementar essa interpretação. Seu principal valor está na possibilidade de relacionar o movimento observado à anamnese, histórico de lesões, volume de treino, dor, fadiga, calçado, superfície e objetivo esportivo (Matsuzaka *et al*., 2025).

Durante a observação, o foco deve estar nos padrões globais de movimento, e não na tentativa de estimar visualmente ângulos articulares com elevada precisão. Podem ser analisados simetria entre os membros, estabilidade do tronco, controle pélvico, alinhamento dinâmico do joelho, comportamento do complexo tornozelo-pé, padrão de contato e fluidez da passada. Alterações como queda pélvica, valgo dinâmico, rotação excessiva do tronco ou apoio anteriorizado devem ser interpretadas dentro da cadeia de movimento e relacionadas ao contexto em que aparecem (van Oeveren *et al*., 2024).

A observação presencial também permite acompanhar o corredor em tempo real e verificar como o padrão se modifica diante de diferentes velocidades, fadiga, dor ou mudanças no ambiente. Essa característica é particularmente útil quando a queixa surge apenas após determinada quilometragem ou intensidade. A análise pode iniciar com a observação livre do padrão habitual, seguida pela avaliação em diferentes planos, comparação entre os lados e observação de possíveis alterações com aumento da velocidade ou do esforço (Kumar *et al*., 2024; Leporace *et al*., 2023).

Apesar de sua aplicabilidade, a observação clínica depende da experiência do avaliador. A confiabilidade intra-avaliador tende a ser superior à interavaliador, e a estimativa visual de medidas articulares apresenta limitações quando comparada aos métodos instrumentados. Por isso, seu maior valor está na identificação de padrões funcionais e na formulação de hipóteses que podem ser aprofundadas por vídeo, testes clínicos ou outros recursos biomecânicos (Matsuzaka *et al*., 2025).

4.9.2 Filmagem e análise bidimensional (2D)

A filmagem em 2D é um recurso clínico acessível que permite registrar a corrida por câmera, celular ou tablet e revisar a passada com maior detalhamento. A possibilidade de utilizar câmera lenta, pausar a gravação e avançar quadro a quadro facilita a identificação de eventos rápidos, como contato inicial, resposta à carga, flexão do joelho, posição do pé em relação ao centro de massa, queda pélvica, alinhamento do joelho e retirada do pé do solo (Hensley *et al*., 2022; Tripodi *et al*., 2024).

No plano sagital, podem ser observados contato inicial, presença de overstride, posição do pé em relação ao centro de massa, flexão de joelho, inclinação do tronco, extensão de quadril no final do apoio, oscilação vertical e características da propulsão. Esse plano também auxilia na diferenciação entre contatos com retropé, mediopé e antepé (Leporace *et al*., 2023).

As vistas anterior e posterior complementam a análise ao permitirem observar o controle no plano frontal. Na vista anterior, podem ser avaliados alinhamento do tronco e dos joelhos, valgo ou varo dinâmico, largura da passada e cruzamento da linha média. Na vista posterior, destacam-se controle pélvico, progressão do pé, movimento do retropé, heel whip e simetria. Como a corrida é tridimensional, recomenda-se utilizar pelo menos duas vistas, preferencialmente lateral e posterior, acrescentando a anterior quando necessária (Stappung *et al*., 2025; Hébert-Losier *et al*., 2023).

Figura 54 – Planos de filmagem utilizados na análise bidimensional da corrida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A padronização da filmagem é fundamental. A câmera deve permanecer estável, preferencialmente em tripé, com enquadramento do corpo inteiro, iluminação adequada e posicionamento perpendicular ao plano analisado. Velocidade, superfície, calçado e momento da corrida também devem ser registrados, especialmente quando o objetivo é comparar avaliações diferentes (Stappung *et al*., 2025).

A principal limitação do vídeo 2D é reduzir um movimento tridimensional a um único plano. Movimentos rotacionais do quadril, pelve, tronco e pé podem ser subestimados ou interpretados de forma imprecisa. Assim, sua aplicação é mais segura para identificar padrões

visíveis, categorizar alterações e comparar o mesmo corredor ao longo do tempo do que para obter medidas articulares absolutas (Leporace *et al*., 2023).

4.9.3 Análise tridimensional (3D)

A análise tridimensional permite mensurar o movimento nos planos sagital, frontal e transversal, reconstruindo o deslocamento dos segmentos corporais no espaço. Diferentemente da filmagem 2D, possibilita avaliar com maior precisão flexão, extensão, abdução, adução, rotações, deslocamentos segmentares e velocidades angulares. Quando associada a plataformas de força, também pode fornecer informações sobre momentos articulares, potência e distribuição mecânica entre os segmentos (Kumar *et al*., 2024).

Os sistemas tridimensionais geralmente utilizam múltiplas câmeras sincronizadas, marcadores reflexivos, calibração do espaço e softwares de reconstrução do movimento. Sua principal vantagem é analisar simultaneamente tronco, pelve, quadril, joelho, tornozelo e pé, permitindo compreender como diferentes segmentos contribuem para padrões complexos de movimento (Hébert-Losier *et al*., 2023).

Esse recurso apresenta maior utilidade em pesquisa, alto rendimento e casos clínicos nos quais a observação ou o vídeo 2D não esclarecem suficientemente a queixa. Movimentos como rotação interna do quadril, rotação da pelve, rotação tibial e movimentos do retropé são particularmente difíceis de avaliar com precisão em duas dimensões (Leporace *et al*., 2023).

Apesar da maior precisão, a análise 3D exige equipamentos específicos, calibração, profissionais treinados e processamento dos dados. A frequência de amostragem, posicionamento dos marcadores, modelo biomecânico, filtragem e definição dos eventos da passada podem influenciar os resultados. Além disso, correr em laboratório, em esteira ou com marcadores corporais pode modificar parcialmente o comportamento natural do corredor (Adlou *et al*., 2025; Hébert-Losier *et al*., 2023).

Sistemas tridimensionais sem marcadores vêm ampliando o acesso à análise biomecânica por utilizarem câmeras e algoritmos de visão computacional para estimar a posição corporal. Embora sejam promissores, ainda apresentam limitações em movimentos rápidos, rotações complexas, oclusões e determinados segmentos articulares, devendo seus resultados ser interpretados com cautela (Verheul *et al*., 2025).

4.9.4 Esteira e ambiente externo

A análise em esteira permite observar o corredor em condição controlada, com velocidade relativamente constante, maior facilidade para filmagem e possibilidade de registrar

diversos ciclos consecutivos da passada. Isso favorece comparações entre avaliações, análise em diferentes velocidades e observação do comportamento biomecânico ao longo do esforço (Bravi *et al*., 2023).

A manutenção do corredor em posição relativamente fixa também facilita o posicionamento das câmeras nos planos lateral, anterior e posterior. Além disso, a possibilidade de correr por vários minutos permite verificar se padrões inicialmente estáveis se modificam com a fadiga, o que pode ser importante em corredores cujos sintomas aparecem apenas após determinado tempo ou quilometragem (Paquette *et al*., 2024).

Figura 55 – Análise da corrida em esteira e em ambiente externo.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Entretanto, a corrida em esteira não é completamente equivalente à corrida em solo. A velocidade é imposta pela cinta e o ambiente é mais previsível, podendo ocorrer diferenças em variáveis como cadência, comprimento da passada, tempo de contato, forças de impacto e variabilidade do movimento. Por isso, seus achados não devem ser automaticamente generalizados para rua, pista ou trilha (DeJong Lempke *et al*., 2025).

A avaliação em ambiente externo oferece maior validade ecológica porque aproxima a análise das condições habituais de treino. Rua, pista, asfalto, trilha, subidas, descidas e superfícies irregulares exigem ajustes contínuos da passada, controle neuromuscular e tomada

de decisão motora. Essa análise pode ser particularmente relevante quando dor ou queda de desempenho aparecem apenas em condições específicas (Benson *et al*., 2022).

Em contrapartida, o ambiente externo apresenta menor padronização. Terreno, clima, inclinação, curvas, velocidade espontânea e condições ambientais podem variar entre avaliações. Por isso, esteira e ambiente externo devem ser compreendidos como métodos complementares: a primeira oferece maior controle e repetibilidade, enquanto o segundo aproxima a análise da realidade funcional do corredor (Mason *et al*., 2023).

4.9.5 Padronização da avaliação

A padronização é essencial para que diferentes avaliações possam ser comparadas com maior segurança. Sem controle das condições de coleta, uma mudança observada pode resultar de diferenças no protocolo, e não de uma alteração real da corrida. Devem ser registrados velocidade, calçado, tempo de corrida antes da filmagem, plano utilizado, posição da câmera, presença de fadiga e tipo de terreno (Hébert-Losier *et al*., 2023).

A velocidade deve permanecer semelhante em comparações, pois influencia cadência, comprimento da passada, tempo de contato, fase aérea, inclinação do tronco e padrão de apoio. O calçado também deve ser registrado, uma vez que diferentes modelos podem modificar a interação entre pé e solo. Da mesma forma, o tempo de corrida antes da filmagem deve ser controlado, especialmente quando o corredor necessita de familiarização com a esteira ou quando os sintomas aparecem apenas após esforço prolongado (Caplan *et al*., 2026; Paquette *et al*., 2024).

O posicionamento da câmera deve ser reproduzido nas reavaliações, mantendo distância, altura, enquadramento e plano de filmagem semelhantes. A condição de fadiga também deve ser registrada, pois comparar uma filmagem realizada no início da corrida com outra obtida após esforço intenso pode levar a interpretações equivocadas (Hensley *et al*., 2022; McConnochie *et al*., 2025).

De forma prática, recomenda-se registrar junto ao vídeo:

velocidade ou ritmo;

calçado;

superfície ou terreno;

minuto ou quilometragem da filmagem;

plano de filmagem;

posição e distância da câmera;

condição de fadiga;

presença ou ausência de dor.

Essas informações tornam a comparação mais confiável e ajudam a interpretar se uma mudança está relacionada à evolução clínica, ao ambiente, à velocidade ou ao próprio protocolo de avaliação (Tripodi *et al*., 2024).

4.10 Tecnologias e análise instrumentada

A análise instrumentada amplia a avaliação biomecânica ao fornecer registros mais objetivos de determinadas características da corrida. Softwares de vídeo, plataformas de força, sistemas de pressão plantar, sensores inerciais, wearables e algoritmos computacionais podem complementar a observação clínica e permitir acompanhamento ao longo do tempo. Entretanto, essas tecnologias devem responder a perguntas específicas e permanecer integradas à anamnese, ao exame físico e ao raciocínio fisioterapêutico (Kumar *et al*., 2024).

Figura 56 – Tecnologias aplicadas à análise biomecânica da corrida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

4.10.1 Softwares e aplicativos para análise em vídeo

Softwares e aplicativos de análise por vídeo permitem utilizar gravações em 2D com recursos como câmera lenta, pausa, comparação entre vídeos, marcação de linhas e estimativa de ângulos. Ferramentas como Kinovea e Dartfish, além de aplicativos disponíveis para smartphones e tablets, tornam a análise mais acessível em contextos clínicos sem equipamentos laboratoriais (Hensley *et al*., 2022).

Esses recursos podem auxiliar na identificação de contato inicial, overstride, inclinação do tronco, queda pélvica, alinhamento do joelho, padrão de apoio e assimetrias. Também permitem comparar o mesmo corredor em avaliações diferentes, desde que velocidade, calçado, plano de filmagem, posição da câmera e condições de esforço sejam semelhantes (Vicente-Pina *et al*., 2025; Leporace *et al*., 2023).

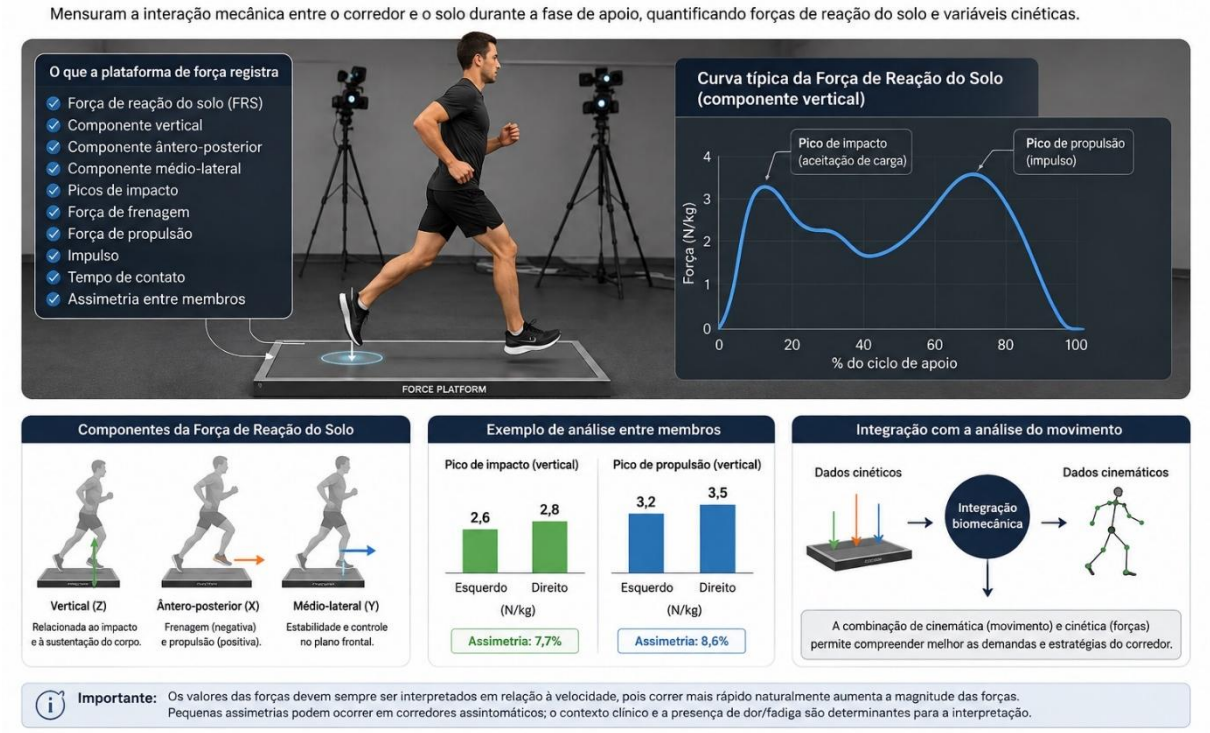
A marcação de ângulos deve ser interpretada como estimativa clínica. Movimentos fora do plano da câmera, rotações e erros de posicionamento podem modificar os valores obtidos. Por isso, o maior valor desses softwares está na identificação e comparação de padrões, e não na tentativa de reproduzir a precisão de um laboratório tridimensional (Stappung *et al*., 2025).

O vídeo também pode ser utilizado como ferramenta educativa, permitindo ao corredor visualizar a relação entre movimento, fadiga e sintomas. Essa comunicação deve evitar classificar a técnica como “certa” ou “errada”, utilizando as imagens para discutir estratégias de movimento e evolução funcional (Doyle *et al*., 2022).

4.10.2 Plataformas de força

As plataformas de força mensuram a interação mecânica entre o corredor e o solo durante a fase de apoio. Diferentemente da análise visual, que descreve o movimento, esse recurso permite quantificar força de reação do solo, impacto, frenagem, propulsão, impulso, tempo de contato e assimetrias (Jiang *et al*., 2024).

Figura 57 – Plataformas de força na análise biomecânica da corrida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Seu principal valor está na análise cinética. Os componentes vertical, anteroposterior e mediolateral da força de reação do solo ajudam a compreender como o corredor recebe, absorve, estabiliza e redireciona as forças ao longo do apoio. Entretanto, esses valores devem sempre ser relacionados à velocidade, uma vez que correr mais rápido modifica naturalmente a magnitude das forças (Yu *et al*., 2021; Jiang *et al*., 2024).

A plataforma também pode auxiliar na comparação entre os membros e na identificação de diferenças relacionadas à absorção, frenagem ou propulsão. Pequenas assimetrias podem ocorrer em corredores assintomáticos, tornando mais relevante observar diferenças persistentes, progressivas ou associadas à dor e à fadiga (Gao *et al*., 2023).

Assim, plataformas de força são especialmente úteis quando a pergunta clínica envolve impacto, excesso de frenagem, redução da propulsão, assimetrias ou comportamento das forças com mudança de velocidade e fadiga. Seus resultados devem complementar, e não substituir, a análise do movimento e o contexto clínico (Baker *et al*., 2025).

4.10.3 Baropodometria e palmilhas instrumentadas

A baropodometria permite analisar como a pressão é distribuída sob os pés durante o apoio. Na corrida, pode identificar concentrações de pressão em retropé, mediopé, metatarsos

e hálux, além de fornecer informações sobre padrão de apoio, progressão da carga e assimetrias entre os membros (Cobos-Moreno *et al*., 2022).

Esses dados podem complementar a análise visual principalmente em corredores com sintomas no pé, sobrecargas localizadas ou diferenças entre os membros. Uma maior pressão em determinada região, entretanto, não representa necessariamente disfunção. A interpretação deve considerar padrão de contato, velocidade, terreno, calçado, fadiga e localização dos sintomas (Arin-Bal *et al*., 2024; Hamzavi; Esmaeili, 2021).

Palmilhas instrumentadas apresentam a vantagem de registrar várias passadas dentro do próprio calçado e podem ser utilizadas em esteira ou ambiente externo. Isso permite observar como a pressão plantar e a simetria se modificam durante períodos mais prolongados ou em condições próximas à queixa real (Buxton *et al*., 2023).

Figura 58 – Baropodometria e palmilhas instrumentadas na análise biomecânica da corrida.



4.10.4 Sensores inerciais, wearables e monitoramento em campo

Sensores inerciais e wearables permitem registrar a corrida fora do laboratório, em esteira, pista, rua ou trilha. Acelerômetros, giroscópios, unidades de medida inercial, relógios esportivos, pods e outros dispositivos podem fornecer informações sobre cadência, tempo de contato, comprimento da passada, aceleração tibial, impacto, simetria e outras variáveis espaço-temporais (Mason *et al*., 2023).

A principal vantagem desses recursos é registrar grande número de passadas durante o treino real, permitindo observar tendências que podem não aparecer em poucos segundos de filmagem. Alterações na cadência, no tempo de contato, na simetria ou no impacto podem ser acompanhadas ao longo de minutos ou quilômetros, inclusive sob fadiga (Johnson *et al*., 2021; Mason *et al*., 2023).

Relógios esportivos e pods também fornecem dados úteis sobre ritmo, distância e algumas características da passada. Entretanto, como dependem de sensores e algoritmos proprietários, seus valores não devem ser interpretados como medidas biomecânicas absolutas. Na prática clínica, são mais úteis para acompanhar tendências individuais e relacioná-las à fadiga, dor ou desempenho (Meingast *et al*., 2025).

Figura 59 – Sensores inerciais, wearables e monitoramento biomecânico da corrida em campo.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Palmilhas instrumentadas podem integrar esse monitoramento ao fornecer distribuição de pressão, padrão de apoio e tempo de contato em diferentes ambientes. Tecnologias como roupas inteligentes também apresentam potencial para monitoramento contínuo, embora ainda enfrentem limitações relacionadas à calibração, durabilidade, ruído do sinal e validação clínica (Yang *et al*., 2024; Galli *et al*., 2026).

O monitoramento em campo pode ser particularmente útil quando o sintoma surge apenas após determinada quilometragem ou em situações específicas. Nesses casos, acompanhar cadência, ritmo, impacto, tempo de contato e outras variáveis durante o treino pode ajudar a identificar mudanças progressivas do padrão. Ainda assim, os dados devem ser utilizados como tendências individuais, e não como critérios isolados de lesão ou diagnóstico (McConnochie *et al*., 2025).

4.10.5 Inteligência artificial e tecnologias emergentes

A inteligência artificial e o machine learning vêm sendo utilizados para processar grandes volumes de informações provenientes de vídeos, sensores, plataformas de força e sistemas de pressão plantar. Esses modelos podem reconhecer padrões de corrida, detectar assimetrias, estimar determinadas cargas e identificar mudanças relacionadas à fadiga ao longo do tempo (Xiang *et al*., 2022).

Uma das vantagens dessas ferramentas é analisar várias variáveis simultaneamente, em vez de considerar apenas medidas isoladas. Entretanto, os resultados dependem da qualidade dos dados, da população utilizada no treinamento dos modelos e da validação dos algoritmos. Por isso, estimativas de risco de lesão ou de carga musculoesquelética não devem ser interpretadas como previsões individuais absolutas (Wu *et al*., 2026; van Hooren *et al*., 2024f).

Sistemas tridimensionais sem marcadores, algoritmos de visão computacional e outras tecnologias emergentes também podem ampliar o acesso à análise biomecânica. Apesar do potencial, ainda é necessário considerar diferenças de precisão entre segmentos, velocidades, planos de movimento e condições de coleta (Verheul *et al*., 2025).

Assim, a inteligência artificial deve ser compreendida como ferramenta de apoio à interpretação de padrões e tendências. A decisão clínica continua dependente da integração entre dados biomecânicos, sintomas, histórico de lesões, carga de treino, capacidade funcional e objetivos do corredor (Xiang *et al*., 2022).

4.10.6 Vantagens, limitações e escolha da tecnologia

As tecnologias podem tornar a avaliação mais objetiva, facilitar registros comparativos e permitir acompanhamento longitudinal. Também ajudam a identificar eventos que ocorrem rapidamente durante a corrida e podem ser difíceis de observar presencialmente. Entretanto, maior quantidade de dados não significa necessariamente melhor avaliação (Kumar *et al*., 2024).

A escolha do recurso deve ser orientada pela pergunta clínica. Uma filmagem 2D padronizada pode ser suficiente para observar overstride, comportamento da cadência, controle pélvico ou alterações com fadiga. Já dúvidas relacionadas a rotações articulares, cinética, forças de reação do solo ou distribuição de pressão podem justificar métodos mais instrumentados (Hensley *et al*., 2022).

Recursos avançados apresentam limitações relacionadas a custo, manutenção, calibração, necessidade de treinamento profissional e menor disponibilidade. Mesmo

tecnologias acessíveis dependem do conhecimento do avaliador e de protocolos adequados para produzir informações confiáveis (Adlou *et al*., 2025; Leporace *et al*., 2023).

Outro cuidado importante é evitar a interpretação isolada das métricas. Um aumento do impacto, uma assimetria ou determinada pressão plantar não explicam por si só dor ou risco de lesão. Esses achados precisam ser relacionados à velocidade, fadiga, carga de treino, sintomas, histórico e capacidade funcional (Mason *et al*., 2023).

Também deve ser considerada a diferença entre laboratório e prática real. O laboratório oferece maior controle, enquanto o ambiente externo representa melhor as demandas do treino habitual. Por isso, sempre que possível, informações dos dois contextos devem ser integradas (Benson *et al*., 2022).

Em síntese, a melhor tecnologia não é necessariamente a mais sofisticada, mas aquela que responde à pergunta clínica com nível de precisão adequado e auxilia a tomada de decisão sem substituir o raciocínio fisioterapêutico.

4.11 Interpretação clínica dos achados biomecânicos

A biomecânica deve ser utilizada como ferramenta de interpretação do movimento, e não como diagnóstico isolado. Variáveis como cadência, tempo de contato, padrão de apoio, queda pélvica, valgo dinâmico, inclinação do tronco, assimetria e impacto podem ajudar a formular hipóteses, mas não explicam sozinhas dor, risco de lesão ou redução do desempenho. Um mesmo padrão pode ser assintomático e funcional em um corredor e clinicamente relevante em outro (Willwacher *et al*., 2022; Correia *et al*., 2024).

A individualidade deve ser considerada porque a corrida apresenta ampla variabilidade entre pessoas. Antropometria, experiência, força, mobilidade, histórico de lesões, velocidade, terreno, calçado e preferência motora influenciam a forma de correr. Dessa maneira, diferenças de contato inicial, oscilação vertical, movimento pélvico ou inclinação do tronco não devem ser automaticamente classificadas como inadequadas (Rivadulla *et al*., 2026).

Figura 60 – Integração dos achados biomecânicos ao raciocínio clínico do corredor.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Um achado biomecânico ganha maior relevância quando se relaciona à queixa funcional. Isso pode ocorrer quando a alteração aparece ou aumenta junto à dor, surge com fadiga, piora após determinado volume ou intensidade, está associada à queda de desempenho ou demonstra progressão ao longo da corrida. A associação, entretanto, não deve ser interpretada automaticamente como causalidade, pois dor e lesão resultam da interação entre múltiplos fatores (Correia *et al*., 2024).

A capacidade de sustentar a mecânica ao longo do esforço também deve ser considerada. Alguns corredores apresentam boa organização nos primeiros minutos, mas desenvolvem maior tempo de contato, alterações de simetria, perda de controle pélvico ou redução da propulsão com a fadiga. Nesses casos, a questão clínica pode estar menos na técnica inicial e mais na capacidade de manter o movimento diante do aumento da demanda (Zandbergen *et al*., 2023).

Assim, a análise biomecânica deve ajudar o fisioterapeuta a responder perguntas como: o padrão observado é apenas uma variação individual? Ele se relaciona à dor ou à perda de

função? Surge apenas com aumento da velocidade ou fadiga? Está associado à dificuldade para sustentar determinada carga? Essas respostas orientam quais aspectos precisam ser investigados com maior profundidade na avaliação clínica e funcional.

Dessa forma, a biomecânica funciona como ponte entre a observação da corrida e a investigação das capacidades que sustentam esse movimento. Os achados devem direcionar a análise de força, mobilidade, controle motor, resistência, equilíbrio, tolerância à carga e resposta à fadiga, evitando tratamentos baseados apenas na aparência da técnica. O objetivo final não é identificar uma corrida "perfeita", mas compreender se o movimento é funcional, tolerável e compatível com as demandas daquele corredor (Moreira *et al*., 2024; Willwacher *et al*., 2022).

CAPÍTULO 5

AVALIAÇÃO CLÍNICA E FUNCIONAL



Capítulo 5 – Avaliação Clínica e Funcional

5.1 Importância da avaliação clínica e funcional

A avaliação clínica e funcional do corredor constitui uma etapa fundamental para compreender sua condição atual, identificar limitações relevantes e direcionar a tomada de decisão fisioterapêutica. Enquanto a anamnese fornece informações sobre histórico, sintomas, objetivos, experiência esportiva e contexto de treinamento, a avaliação física investiga como o organismo responde a demandas de mobilidade, força, resistência muscular, equilíbrio, controle motor, impacto e movimento. Dessa forma, não deve ser compreendida apenas como uma etapa inicial do atendimento, mas como um processo estruturado para transformar queixas, sintomas e achados físicos em hipóteses clínicas que possam ser posteriormente confirmadas ou descartadas (Linton *et al*., 2025).

A avaliação contribui para diferenciar possíveis fontes de dor, déficits de capacidade física e alterações funcionais relacionadas à queixa. Entretanto, nenhum teste isolado é capaz de estabelecer diagnóstico, determinar risco de lesão ou definir a capacidade do corredor. A interpretação resulta da combinação entre história clínica, exame físico, testes funcionais, exposição à carga e comportamento dos sintomas. Em um corredor com dor no joelho, por exemplo, pode ser necessário relacionar força de quadril e joelho, mobilidade de tornozelo, controle durante tarefas unilaterais, tolerância a descidas, volume recente de treinamento e resposta da dor durante e após a corrida (Willwacher *et al*., 2022).

A avaliação clínica e a funcional possuem enfoques distintos, porém complementares. A avaliação clínica investiga dor, amplitude de movimento, palpação, força, mobilidade, sensibilidade, edema, histórico de lesões e possíveis sinais de alerta. Já a avaliação funcional observa como o corredor utiliza essas capacidades em tarefas que se aproximam das demandas esportivas, como apoio unipodal, agachamento unipodal, step down, saltos, aterrissagens e a própria corrida. Essa integração é essencial, pois o indivíduo pode apresentar ausência de dor em repouso e desempenho satisfatório em testes simples, mas demonstrar compensações, fadiga precoce ou surgimento de sintomas quando submetido a tarefas dinâmicas e repetitivas (Linton *et al*., 2025).

A avaliação funcional assume particular importância porque a corrida envolve repetição, impacto e fadiga. Algumas limitações não aparecem em uma contração isolada ou em postura estática, tornando-se evidentes somente quando o corredor precisa sustentar força, estabilidade e coordenação durante várias repetições. Testes de resistência muscular, controle

pélvico, estabilidade do membro inferior, aterrissagem e tolerância ao impacto ajudam a compreender se a qualidade do movimento é mantida ao longo da tarefa e se determinadas alterações surgem apenas diante de maior demanda (Burke *et al*., 2023).

Figura 61 – Componentes da avaliação clínica e funcional do corredor.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A função preventiva da avaliação também deve ser compreendida dentro de uma perspectiva multifatorial. Histórico prévio de lesão, alterações recentes no volume ou intensidade de treinamento, baixa recuperação, déficit de força, menor resistência muscular, dor inicial ignorada e redução da tolerância ao impacto podem coexistir e modificar a capacidade de adaptação do corredor. Assim, a avaliação não deve buscar um único fator responsável pela

lesão, mas identificar combinações de características que possam reduzir a margem entre a carga aplicada e a capacidade do organismo em tolerá-la (Correia *et al*., 2024).

O histórico de lesões merece atenção especial, uma vez que episódios prévios podem estar associados a maior ocorrência de novos problemas musculoesqueléticos. Devem ser investigados região acometida, duração dos sintomas, período de afastamento, tratamento realizado, presença de déficits residuais e forma como ocorreu o retorno à prática esportiva. Esses dados ajudam a definir quais componentes da avaliação física e funcional merecem maior aprofundamento (Desai *et al*., 2021).

A avaliação também permite acompanhar a evolução ao longo do tempo. O registro padronizado de dor, mobilidade, força, resistência, desempenho em testes funcionais e resposta à corrida possibilita comparar avaliações e verificar se ocorreram mudanças clinicamente relevantes. A ausência de dor, isoladamente, não significa recuperação completa, da mesma forma que uma melhora numérica em determinado teste não garante que a capacidade tenha sido transferida para o gesto esportivo. Por isso, a reavaliação deve considerar tanto os resultados objetivos quanto a capacidade de sustentar a demanda real da corrida (Macedo *et al*., 2024).

Outro princípio fundamental é evitar a interpretação patologizante das variações individuais. Valgo dinâmico, pronação, queda pélvica, inclinação do tronco, assimetrias discretas ou diferentes estratégias de movimento podem ser encontrados em corredores assintomáticos e com bom desempenho. Esses achados tornam-se mais relevantes quando se relacionam à queixa principal, histórico de lesão, perda funcional, fadiga precoce ou dificuldade de tolerar determinada carga. Portanto, a avaliação deve formular hipóteses e estabelecer relações, e não classificar automaticamente toda diferença de movimento como disfunção (Willwacher *et al*., 2022).

5.2 Postura estática

A avaliação da postura estática pode ser utilizada como etapa inicial da avaliação clínica do corredor, permitindo observar alinhamentos, assimetrias e características corporais antes da investigação funcional e dinâmica. Embora a corrida seja uma atividade cíclica realizada em movimento, a observação em ortostatismo pode identificar pontos que mereçam avaliação complementar. Entretanto, os achados estáticos não devem ser interpretados isoladamente como causa direta de dor ou lesão, uma vez que a função depende da interação entre mobilidade, força, controle motor, carga, fadiga e adaptação individual (Willwacher *et al*., 2022).

Figura 62 – Avaliação postural estática global do corredor nos planos anterior, lateral e posterior.

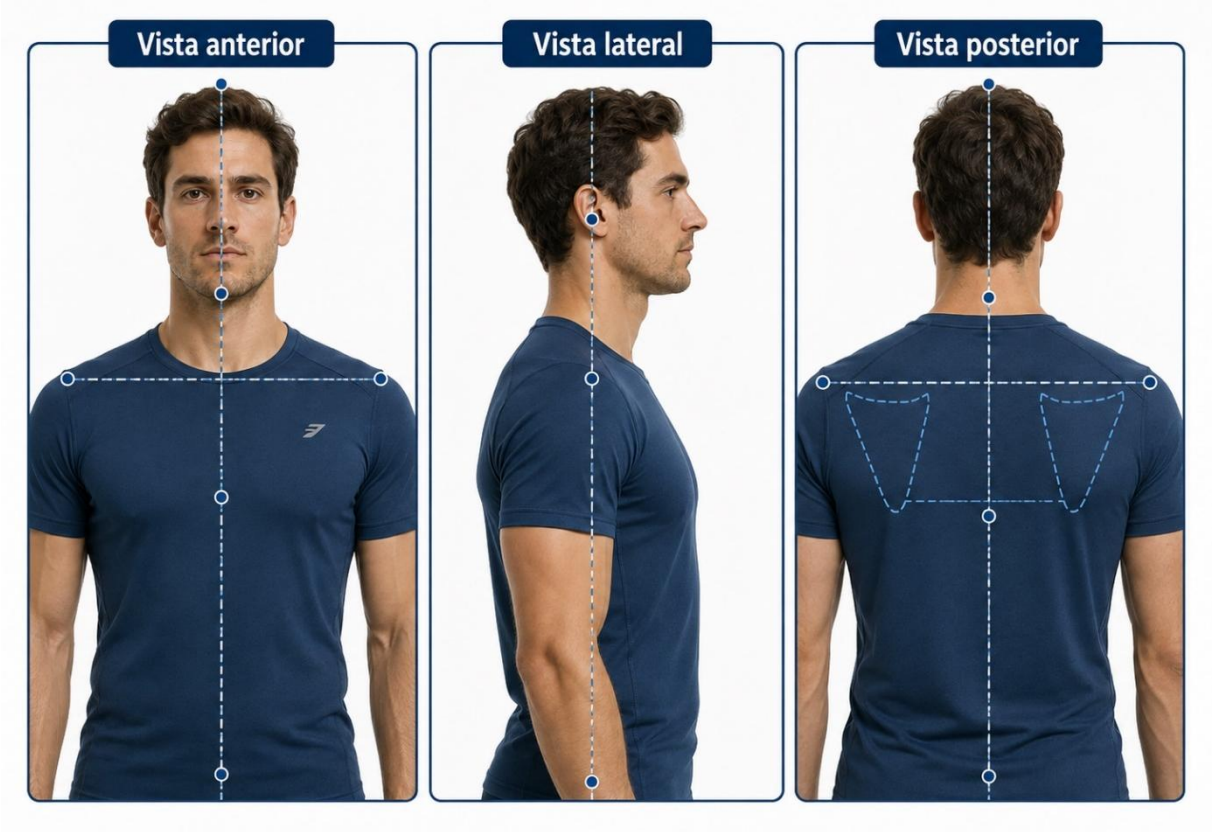


Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A análise deve considerar o corpo de forma integrada nos planos anterior, lateral e posterior. Cabeça, cintura escapular, coluna, pelve, joelhos, tornozelos e pés são observados quanto à posição relativa entre os segmentos e possíveis diferenças entre os lados. O objetivo não é identificar uma postura ideal, mas reconhecer características que possam orientar testes subsequentes e verificar posteriormente se também estão presentes durante tarefas funcionais (Woldendorp *et al*., 2022).

Na região da cabeça e cintura escapular, podem ser observadas anteriorização, inclinação ou rotação da cabeça, assimetria entre os ombros, posicionamento das escápulas e organização do tronco. Embora os membros inferiores recebam maior atenção na análise da corrida, tronco e membros superiores participam do equilíbrio e da coordenação do gesto. Ainda assim, alterações posturais nessa região só ganham maior significado quando relacionadas à presença de sintomas, restrições de mobilidade ou comportamento semelhante durante a corrida (Woldendorp *et al*., 2022; Willwacher *et al*., 2022).

Figura 63 – Avaliação estática da cabeça, coluna cervical e cintura escapular.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A coluna deve ser observada considerando suas curvaturas fisiológicas, presença de hiperlordose, retificação, aumento da cifose torácica ou assimetrias no plano frontal. Uma curvatura mais acentuada não representa, por si só, disfunção ou risco aumentado de lesão. A relevância depende da associação com dor, limitação de movimento, controle do tronco e possíveis compensações durante tarefas dinâmicas (Woldendorp *et al*., 2022).

A pelve merece atenção por estabelecer a conexão mecânica entre tronco e membros inferiores. Podem ser observadas anteversão, retroversão, inclinação lateral, rotação e assimetrias entre os lados. Esses achados podem direcionar a investigação para mobilidade do quadril, capacidade dos músculos glúteos e controle lombopélvico. Entretanto, uma pelve aparentemente alinhada em repouso pode apresentar queda durante tarefas unilaterais, enquanto pequenas assimetrias estáticas podem não produzir qualquer repercussão funcional (Pradhan *et al*., 2021; Willwacher *et al*., 2022).

Figura 64 – Avaliação estática da coluna e do posicionamento pélvico.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

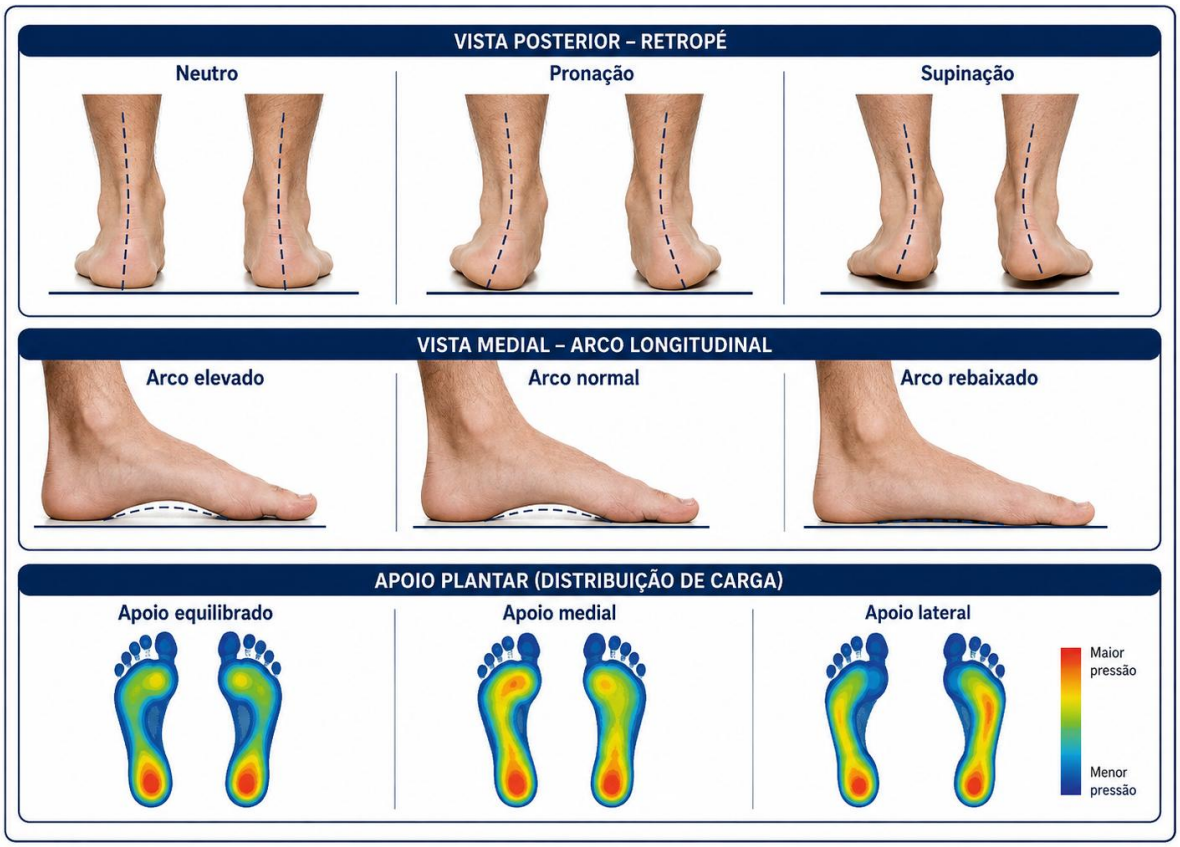
Nos joelhos, devem ser observadas tendências de varo ou valgo, hiperextensão, flexão persistente, rotação aparente e assimetria. O alinhamento estático pode auxiliar na formulação de hipóteses, mas não deve ser utilizado para inferir diretamente o comportamento do joelho durante a corrida. A confirmação deve ocorrer em tarefas como agachamento unipodal, step down, aterrissagens e análise dinâmica (Cömert *et al*., 2025; Kakouris *et al*., 2021).

Nos tornozelos e pés, observam-se alinhamento, posição do retropé, arco plantar, distribuição aparente de carga, calosidades, assimetrias e relação com o calçado. Diferentes configurações do arco plantar e graus de pronação ou supinação podem ser encontradas em corredores assintomáticos. A pronação, especificamente, é um movimento fisiológico relacionado à adaptação ao solo e à absorção de carga, de modo que o termo “pronação excessiva” deve ser utilizado com cautela (Pradhan *et al*., 2021; Agresta *et al*., 2022).

Quando uma característica dos pés ou tornozelos está associada a sintomas, a investigação pode ser ampliada para mobilidade de tornozelo, força e resistência do tríceps

sural, musculatura do pé, equilíbrio e comportamento durante a corrida. A interpretação deve considerar também calçado, terreno, histórico de lesões e exposição à carga, evitando estabelecer relações causais apenas a partir da postura do pé em repouso (Agresta *et al*., 2022; Cömert *et al*., 2025).

Figura 65– Avaliação estática do complexo tornozelo-pé.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

O registro da postura pode ser realizado por inspeção visual, fotografia digital ou softwares de análise postural. A inspeção visual é acessível e permite análise global, mas depende da experiência do avaliador. A fotografia favorece documentação e acompanhamento evolutivo, desde que haja padronização da posição do corredor, distância e altura da câmera, iluminação, posicionamento dos pés e referências anatômicas. Softwares podem complementar essa avaliação com mensuração de ângulos e distâncias, porém sua confiabilidade também depende da qualidade da imagem e da repetição adequada do protocolo (Woldendorp *et al*., 2022; Karbalaeimahdi *et al*., 2025).

Assim, a postura estática deve funcionar como ferramenta de triagem. Hiperlordose, anteversão pélvica, valgismo estático, assimetrias e diferentes configurações do arco plantar tornam-se clinicamente relevantes principalmente quando se relacionam à queixa ou se reproduzem durante tarefas funcionais. Seu valor está em direcionar a investigação, e não em estabelecer isoladamente diagnóstico, risco ou necessidade de correção (Willwacher *et al*., 2022).

5.3 Mobilidade e flexibilidade

Mobilidade e flexibilidade são componentes importantes da avaliação clínica e funcional do corredor, porém representam conceitos distintos. A mobilidade corresponde à capacidade articular de se movimentar dentro de uma amplitude funcional, envolvendo componentes articulares, musculotendíneos e controle motor. A flexibilidade refere-se principalmente à extensibilidade dos tecidos musculares e tendíneos. Essa distinção é importante porque um corredor pode apresentar boa flexibilidade muscular e, ainda assim, demonstrar limitação funcional em determinada articulação (Tourillon *et al*., 2025).

Na corrida, amplitudes adequadas permitem que tornozelo, joelho, quadril, pelve e tronco se organizem de maneira coordenada durante a passada. Entretanto, não existe uma amplitude ideal universal para todos os corredores. A avaliação deve identificar restrições relevantes, assimetrias, dor, rigidez e compensações que apresentem relação com a função, e não buscar valores máximos independentemente do contexto (Willwacher *et al*., 2022).

A mobilidade do tornozelo, especialmente a dorsiflexão, merece atenção devido à sua participação durante a fase de apoio. A dorsiflexão permite que a tíbia avance sobre o pé enquanto o calcanhar permanece apoiado, contribuindo para progressão corporal e adaptação à carga. Quando reduzida, podem ocorrer estratégias como rotação externa do pé, elevação precoce do calcanhar, alterações na pronação ou modificações no comportamento do joelho e quadril. Entretanto, essas compensações devem ser analisadas em conjunto com sintomas e função (Tourillon *et al*., 2025).

O Weight-Bearing Lunge Test, ou teste joelho-parede, é uma alternativa simples para avaliar a dorsiflexão em cadeia cinética fechada. O corredor posiciona o pé no solo e avança o joelho em direção à parede sem retirar o calcanhar. A amplitude pode ser registrada pela distância entre o hálux e a parede ou pela inclinação da tíbia, desde que o protocolo utilizado seja mantido entre avaliações (Zunko *et al*., 2021).

Durante sua execução, não deve ser registrada apenas a amplitude. Rotação externa do pé, elevação do calcanhar, queda acentuada do arco plantar, deslocamento medial do joelho e compensações de quadril ou tronco modificam a interpretação do teste. A comparação entre os membros também pode ser útil, principalmente diante de sintomas unilaterais ou histórico de entorse (Zunko *et al*., 2021; Tourillon *et al*., 2025).

Figura 66– Weight-Bearing Lunge Test (teste joelho-parede)

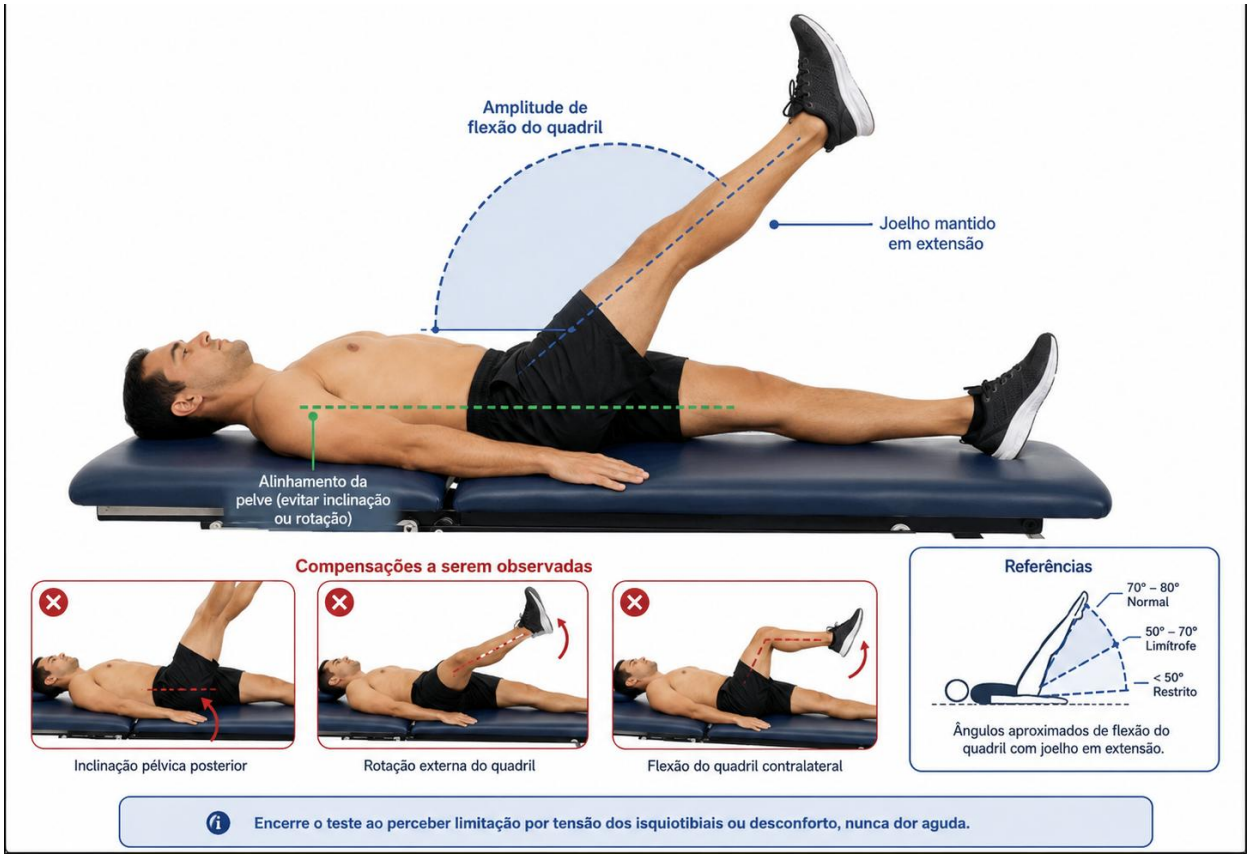


Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A flexibilidade da cadeia posterior pode ser investigada quando existem sintomas posteriores da coxa, rigidez ou histórico de lesão. O teste de sentar e alcançar oferece uma medida global de flexibilidade posterior, mas apresenta limitações por sofrer influência da mobilidade lombar, posição da pelve e comprimento dos segmentos corporais. Portanto, não deve ser considerado medida específica da extensibilidade dos isquiotibiais (Liu *et al*., 2022; Kamaruddin; Rahman, 2026).

A elevação da perna estendida, ou Straight Leg Raise, permite analisar cada membro separadamente. Em decúbito dorsal, o membro é elevado mantendo o joelho estendido, observando-se amplitude de flexão do quadril, sensação final do movimento, dor e compensações pélvicas. Sintomas irradiados, parestesias ou respostas diferentes da tensão muscular esperada devem ser considerados, pois podem indicar participação neural na limitação (Liu *et al*., 2022; Lim, 2024).

Figura 67 – Straight Leg Raise (elevação da perna estendida)



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Os isquiotibiais participam do controle da extensão do joelho durante o balanço terminal, auxiliam na extensão do quadril e contribuem para estabilidade da pelve. Por isso, a interpretação de sua flexibilidade deve considerar força, resistência, controle excêntrico e tolerância a velocidades mais elevadas. Uma redução de amplitude isolada, sem dor ou prejuízo funcional, pode representar apenas característica individual e não necessariamente um déficit clínico relevante (Liu *et al*., 2022; Lim, 2024).

A flexibilidade anterior da coxa e dos flexores do quadril também pode ser investigada. O reto femoral merece atenção por atravessar quadril e joelho, de modo que sua extensibilidade pode influenciar tanto a extensão do quadril quanto a flexão do joelho. A interpretação deve relacionar a medida aos sintomas, posição pélvica, mobilidade do quadril e comportamento durante tarefas dinâmicas (Cady *et al*., 2022; Eimiller *et al*., 2024).

O teste de Thomas, especialmente em sua versão modificada, é utilizado para avaliar os flexores do quadril e pode fornecer informações sobre iliopsoas, reto femoral e tensor da fáscia lata. O corredor permanece em decúbito dorsal próximo à borda da maca e aproxima um joelho do tórax, enquanto o membro contralateral permanece relaxado. A posição da coxa, do joelho e da perna avaliada permite observar diferentes padrões de limitação (Cady *et al*., 2022).

Figura 68 – Teste de Thomas modificado



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

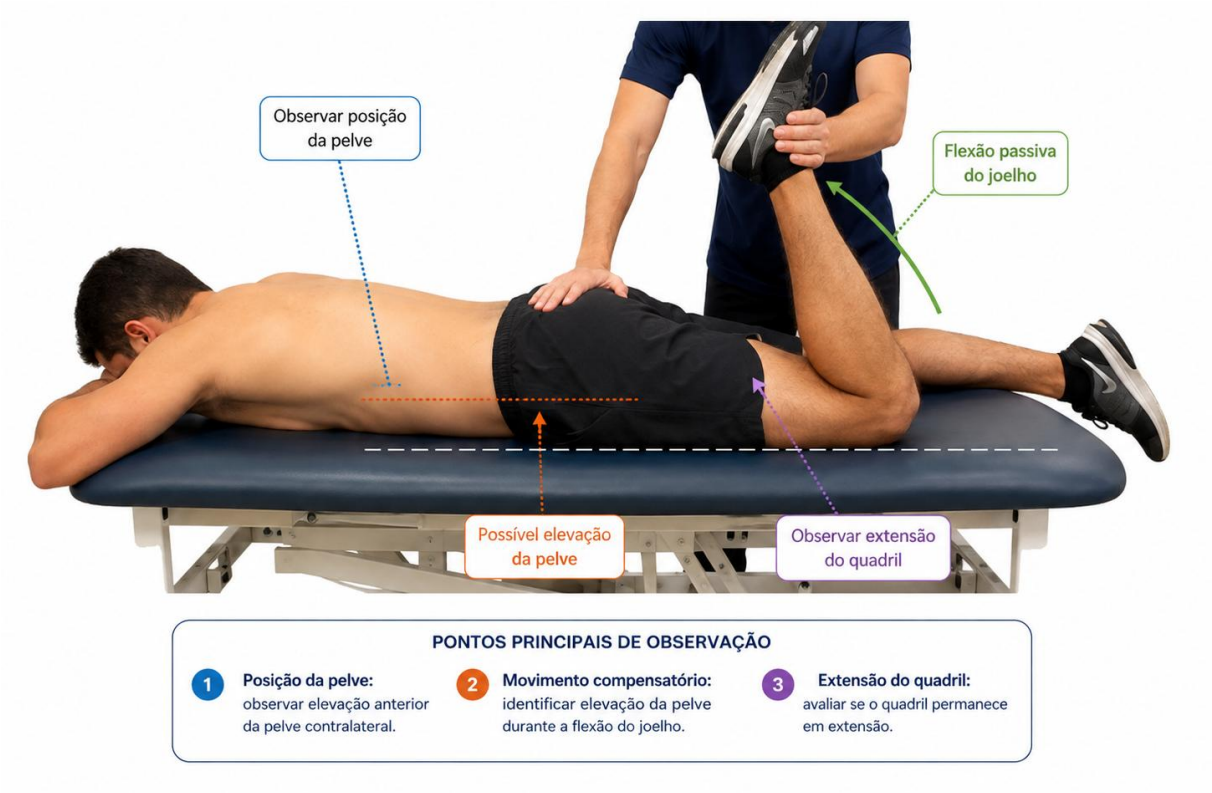
Quando a coxa permanece elevada em relação à maca, pode haver menor extensibilidade dos flexores do quadril, especialmente do iliopsoas. Quando o joelho apresenta

menor flexão e a perna tende à extensão, pode haver maior participação do reto femoral. Abdução ou rotação da coxa pode sugerir contribuição do tensor da fáscia lata. Entretanto, esses achados dependem da posição da pelve e da técnica empregada, sendo necessária estabilização adequada para evitar compensações lombares (Eimiller *et al*., 2024).

No corredor, o resultado deve ser relacionado à mobilidade ativa, sintomas e comportamento durante a corrida. Um teste alterado isoladamente não representa diagnóstico de disfunção, e seu valor aumenta quando coincide com limitação funcional da extensão do quadril, sintomas lombopélvicos ou compensações observadas durante tarefas específicas (Cady *et al*., 2022).

O teste de Ely é utilizado para investigar predominantemente a extensibilidade do reto femoral. Em decúbito ventral, o joelho é flexionado passivamente enquanto o avaliador observa a resposta da pelve e do quadril. Elevação da pelve, compensação lombar ou limitação importante da flexão do joelho podem estar relacionadas à tensão do reto femoral, embora outros fatores também possam influenciar o resultado (Cibulka *et al*., 2023).

Figura 69 – Teste de Ely.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A interpretação deve considerar mobilidade do joelho, sensibilidade anterior da coxa, posicionamento pélvico e presença de sintomas. Assim como no teste de Thomas, a relevância clínica aumenta quando a alteração está associada a dor, assimetria ou limitação funcional e diminui quando se apresenta isoladamente em um corredor assintomático (Cady *et al*., 2022).

A mobilidade do quadril deve incluir também flexão, extensão, rotação interna e rotação externa. Essas amplitudes podem ser avaliadas em posições padronizadas com estabilização da pelve, registrando-se amplitude, dor, sensação de bloqueio e comparação bilateral. Variações individuais são esperadas e podem refletir características estruturais ou adaptações esportivas, tornando inadequada a utilização de um único valor de referência como critério de normalidade para todos os corredores (Stołowski *et al*., 2023; Spork *et al*., 2021).

Figura 70 – Avaliação clínica da mobilidade do quadril nos diferentes planos de movimento.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A rotação interna e a rotação externa merecem atenção quando associadas a sintomas no quadril, assimetrias ou alterações de controle em tarefas unilaterais. Entretanto, o excesso ou a redução de determinada rotação não deve ser interpretado isoladamente como causa de alterações no joelho ou na pelve. O resultado deve ser comparado ao movimento funcional e à presença de sintomas (Spork *et al*., 2021; Figueroa-Mayordomo *et al*., 2025).

A flexão do quadril participa da recuperação do membro durante o balanço e pode ser avaliada em decúbito dorsal, observando-se amplitude, dor anterior, sensação de pinçamento, rigidez posterior ou compensações lombopélvicas. A extensão do quadril é especialmente relevante durante a fase final do apoio e pode ser avaliada em decúbito ventral ou por meio do teste de Thomas modificado, sempre com atenção ao controle da pelve (Stołowski *et al*., 2023; Hanks *et al*., 2023; Eimiller *et al*., 2024).

Gastrocnêmio e sóleo também influenciam a mobilidade do tornozelo. Como o gastrocnêmio atravessa joelho e tornozelo, sua participação pode ser investigada com o joelho estendido. O sóleo, por atravessar somente o tornozelo, é mais bem analisado com o joelho flexionado. Alterações na dorsiflexão entre essas posições podem ajudar a compreender qual componente apresenta maior contribuição para a limitação (Tourillon *et al*., 2025; Green *et al*., 2022; Huang *et al*., 2022).

A avaliação do tríceps sural deve considerar ainda sintomas, força e resistência, pois amplitude disponível e capacidade muscular representam dimensões diferentes. Em corredores de longa distância, por exemplo, o sóleo apresenta importante demanda repetitiva, de modo que mobilidade aparentemente adequada não exclui redução de resistência ou tolerância à carga (Abdelkader *et al*., 2025; Tourillon *et al*., 2025).

A interpretação final da mobilidade e flexibilidade deve integrar amplitude, dor, assimetria, qualidade do movimento e especificidade da prática. A corrida exige amplitude associada a controle, e não apenas flexibilidade passiva. Dessa forma, um resultado alterado torna-se clinicamente mais relevante quando reproduz sintomas, limita uma tarefa ou apresenta relação consistente com o comportamento do corredor durante sua atividade esportiva (Willwacher *et al*., 2022).

5.4 Avaliação da força muscular

A avaliação da força muscular é essencial porque a corrida exige produção, absorção e transferência repetida de força. Músculos do quadril, joelho, tornozelo, pé e tronco participam do controle do impacto, estabilização articular e propulsão, contribuindo para que o corredor

sustente o movimento ao longo de milhares de passadas. Por isso, a avaliação não deve se limitar à identificação de fraqueza evidente, mas considerar magnitude da força, assimetrias, dor, capacidade de estabilização e relação com a função (Stenerson *et al*., 2023).

Na prática fisioterapêutica, a força pode ser investigada por testes manuais, dinamometria manual, dinamometria isocinética e tarefas funcionais. A escolha depende da pergunta clínica, dos recursos disponíveis e do nível do corredor. Um corredor recreacional assintomático pode exigir abordagem diferente daquela utilizada após cirurgia, lesão muscular ou período prolongado de afastamento (Linton *et al*., 2025).

Figura 71 – Principais métodos de avaliação da força muscular no corredor.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Os testes manuais de força constituem uma alternativa acessível e podem identificar déficits evidentes, dor durante contração ou incapacidade de sustentar resistência. Entretanto, apresentam natureza subjetiva e dependem da experiência do avaliador, além de menor

sensibilidade para diferenças discretas em indivíduos fisicamente ativos (Naqvi; Sherman, 2025; Roman *et al*., 2022).

A escala MRC/Oxford, de 0 a 5, pode organizar os resultados do teste manual e apresenta maior utilidade em situações com fraqueza importante, lesão recente, pós-operatório ou alterações neurológicas. Em corredores ativos, entretanto, pode ocorrer efeito teto, uma vez que indivíduos com diferentes níveis de força podem receber a graduação máxima. Assim, a escala não deve ser utilizada como único critério de capacidade ou retorno à corrida (Naqvi; Sherman, 2025; Roman *et al*., 2022).

Figura 72 – Padronização da dinamometria manual na avaliação da força muscular.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A dinamometria manual fornece uma medida quantitativa da força isométrica e pode ser útil para comparação bilateral e acompanhamento evolutivo. Para aumentar a confiabilidade, devem ser padronizados posição, ângulo articular, local de aplicação do dinamômetro, tempo de contração, número de tentativas, intervalo de recuperação e comando

verbal. Mudanças nesses fatores podem modificar significativamente os valores obtidos (Espiño *et al*., 2026; Marušič *et al*., 2021).

A dinamometria isocinética representa uma alternativa laboratorial capaz de mensurar torque, trabalho e potência em velocidades angulares controladas. Pode ser particularmente útil em contextos de lesão muscular, alterações do joelho ou avaliações mais detalhadas antes do retorno esportivo. Entretanto, apresenta maior custo e menor disponibilidade clínica, além de não reproduzir completamente as características funcionais e cíclicas da corrida (Borges *et al*., 2023; Chen *et al*., 2022).

Figura 73 – Avaliação da força muscular por dinamometria isocinética.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Na avaliação do corredor, alguns grupos musculares merecem atenção por sua participação na absorção de carga, estabilidade e propulsão. O quadríceps contribui para o controle excêntrico do joelho durante o apoio e pode ser particularmente relevante em corredores com dor anterior no joelho, histórico cirúrgico ou dificuldade em descidas. Sua força pode ser investigada por teste manual, dinamometria e, quando disponível, isocinética, sendo posteriormente relacionada a tarefas funcionais (Borges *et al*., 2023).

Os isquiotibiais participam do controle da extensão do joelho durante o balanço terminal, auxiliam na extensão do quadril e contribuem para estabilidade posterior. Em corredores que realizam velocidade, acelerações ou treinos intervalados, sua capacidade de produzir e controlar força em condições rápidas torna-se especialmente relevante. A relação entre quadríceps e isquiotibiais também pode fornecer informações adicionais quando há histórico de lesão ou assimetrias importantes (Chen *et al*., 2022).

O glúteo máximo é um dos principais extensores do quadril e contribui para controle lombopélvico e propulsão. Sua avaliação pode ser importante quando existem limitações funcionais de extensão do quadril, alterações de controle do tronco ou redução da capacidade de produção de força do membro inferior. O resultado deve ser interpretado em conjunto com tarefas funcionais, pois um teste isolado de extensão do quadril não representa toda a atuação do músculo durante a corrida (Krause Neto *et al*., 2025; Sever *et al*., 2024).

O glúteo médio participa do controle frontal da pelve durante apoio unipodal. A avaliação pode incluir teste manual, dinamometria e observação durante tarefas como apoio unipodal, Single Leg Squat e Step Down. A presença de queda pélvica ou inclinação lateral do tronco, entretanto, não deve ser atribuída automaticamente à fraqueza do glúteo médio, pois essas estratégias podem envolver múltiplos fatores, incluindo dor, controle motor e fadiga (Sever *et al*., 2024; Chen G *et al*., 2024).

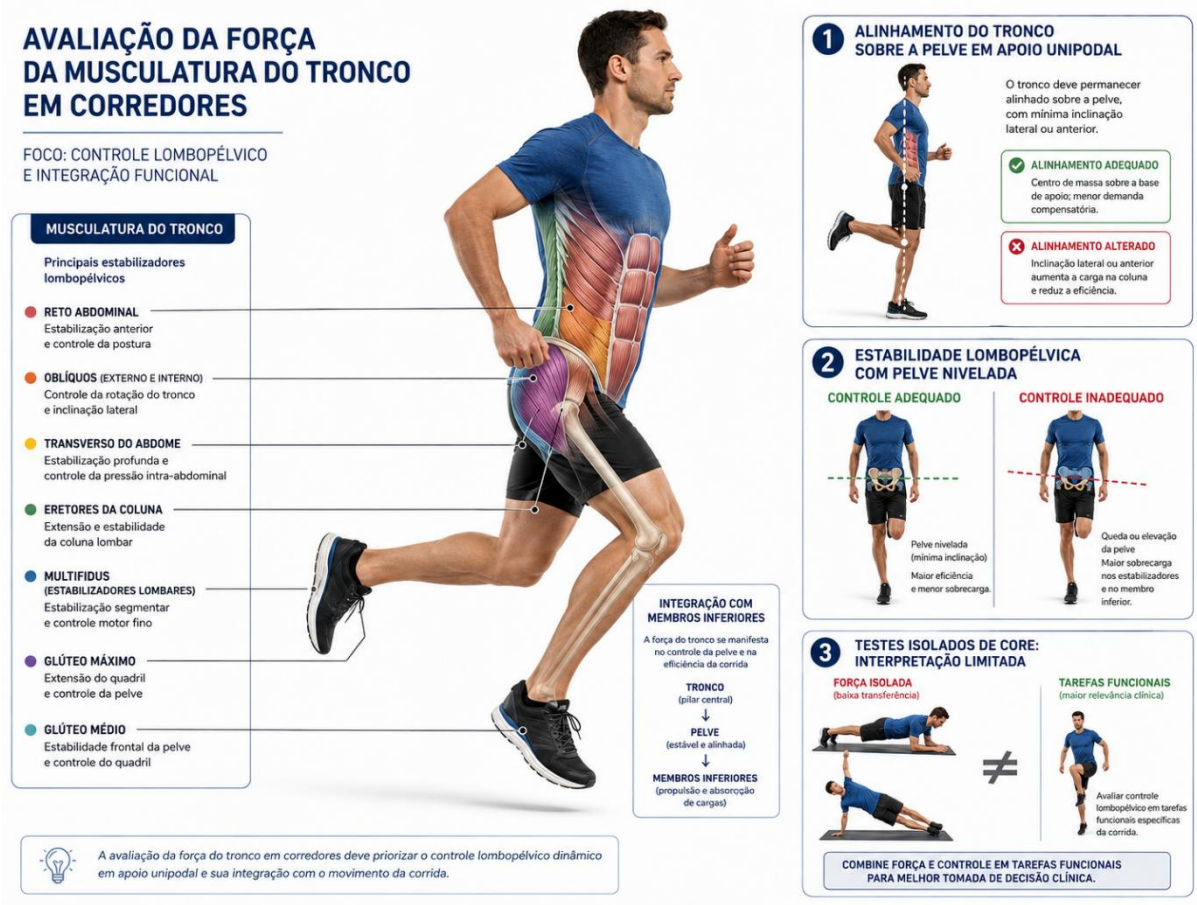
O tríceps sural, formado por gastrocnêmio e sóleo, apresenta elevada demanda durante a corrida e participa do controle da tíbia, absorção de carga e propulsão. A força pode ser avaliada por teste manual ou dinamometria, mas em corredores ativos a resistência em elevações de calcanhar também fornece informações importantes sobre a capacidade funcional desse complexo (Green *et al*., 2022; Almansoof; Nuhmani; Muaidi, 2023).

O tibial anterior participa do controle da dorsiflexão e do posicionamento do pé, enquanto a musculatura intrínseca contribui para controle do arco, equilíbrio e distribuição de carga. Esses grupos tornam-se particularmente relevantes quando existem sintomas em pé ou

tornozelo, instabilidade, histórico de entorses ou alterações do controle durante apoio unipodal (Kakouris *et al*., 2021; Jaffri *et al*., 2023; Ahmed *et al*., 2024).

A musculatura do tronco deve ser compreendida como parte de um sistema de controle lombopélvico. Na corrida, o tronco precisa coordenar-se com pelve e membros inferiores durante apoios unilaterais repetidos. Por isso, testes isolados de força do "core" apresentam interpretação limitada e devem ser complementados por avaliação da resistência e controle em tarefas funcionais (Xie *et al*., 2022; Haghighat *et al*., 2021; Rodríguez-Perea *et al*., 2023).

Figura 74 – Integração da musculatura do tronco no controle lombopélvico durante a corrida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A interpretação clínica deve considerar que força máxima e capacidade funcional não são equivalentes. Um corredor pode apresentar bom desempenho em uma contração isométrica

e perder controle durante tarefas repetitivas. Da mesma forma, pequenas diferenças entre membros podem estar presentes em indivíduos assintomáticos. O déficit torna-se mais relevante quando se relaciona à dor, histórico de lesão, queda de desempenho ou incapacidade de sustentar determinada demanda (Šuc *et al*., 2022; Correia *et al*., 2024).

5.5 Resistência muscular localizada

A resistência muscular localizada corresponde à capacidade de um músculo ou grupo muscular sustentar contrações repetidas ou manter determinado nível de tensão ao longo do tempo sem redução importante de desempenho. Essa capacidade apresenta elevada relevância para a corrida, uma vez que milhares de ciclos de apoio, estabilização e propulsão são repetidos ao longo de treinos e provas (Šuc *et al*., 2022).

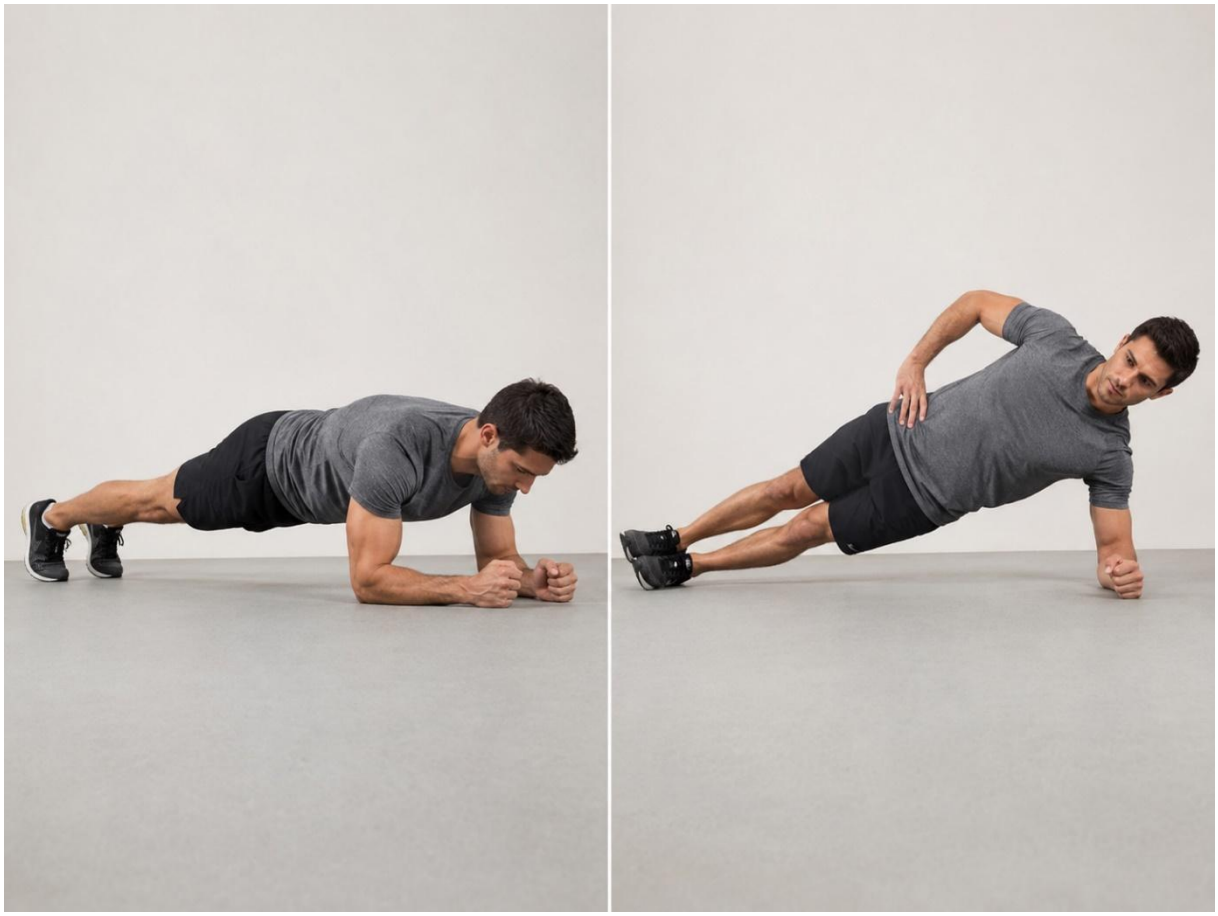
A avaliação da resistência complementa a avaliação da força máxima. Um corredor pode apresentar valores adequados em uma contração isolada e, ainda assim, demonstrar fadiga precoce, perda de amplitude ou compensações quando precisa sustentar o esforço. Dessa forma, os testes devem registrar não apenas tempo ou número de repetições, mas também qualidade do movimento e comportamento progressivo diante da fadiga (Linton *et al*., 2025).

A resistência do tronco pode ser investigada por testes como prancha ventral e prancha lateral. A prancha ventral avalia a capacidade de sustentar alinhamento lombopélvico contra a gravidade, enquanto a prancha lateral acrescenta maior exigência de controle no plano frontal. Em ambos os casos, o tempo mantido deve ser interpretado junto à qualidade da posição, presença de dor, tremor, queda da pelve, rotação do tronco ou outras compensações (Rodríguez-Perea *et al*., 2023; Juan-Recio *et al*., 2022).

Embora esses testes sejam úteis como medidas de resistência muscular, não representam diretamente a estabilidade do tronco durante a corrida. A corrida envolve alternância entre os membros, rotação corporal, deslocamento e impacto, de modo que a interpretação deve ser complementada por tarefas dinâmicas e pela observação do comportamento do tronco durante o gesto esportivo (Rodríguez-Perea *et al*., 2023).

A elevação de panturrilha unilateral é um dos testes de resistência mais relevantes para corredores. O indivíduo realiza elevações sucessivas do calcanhar em apoio unipodal, com apoio leve das mãos apenas para equilíbrio quando previsto pelo protocolo. O resultado deve considerar número de repetições válidas, altura alcançada, manutenção da amplitude, ritmo, dor e diferença entre os membros (Sleeswijk Visser *et al*., 2025).

Figura 75 – Avaliação da resistência do tronco por prancha ventral e prancha lateral.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A redução progressiva da altura do calcanhar, fadiga precoce, dor ou incapacidade de manter a técnica podem indicar menor capacidade do complexo gastrocnêmio-sóleo-Aquiles para sustentar a demanda. Esse achado ganha maior importância em corredores com queixas no tendão de Aquiles, panturrilha, fáscia plantar, região tibial ou dificuldades em subidas e treinos prolongados (Green *et al*., 2022; Sleeswijk Visser *et al*., 2025).

A resistência dos abdutores do quadril também pode ser investigada quando há suspeita de redução da capacidade de controle lateral. Testes com abduções repetidas em decúbito lateral podem ser utilizados, desde que a posição do quadril, amplitude, ritmo e critérios de interrupção sejam padronizados. Perda de posição pélvica, rotação do tronco ou redução progressiva da amplitude devem ser registradas, pois podem indicar que o desempenho numérico não representa execução adequada (Teixeira *et al*., 2021).

Figura 76 – Avaliação da resistência do tríceps sural por elevação de panturrilha unilateral.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Figura 77 – Avaliação da resistência dos abdutores do quadril por abduções repetidas em decúbito lateral.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A ponte unilateral permite observar resistência da cadeia posterior e controle da pelve durante uma tarefa assimétrica. Pode ser realizada por tempo ou repetições, avaliando-se manutenção da altura, rotação pélvica, presença de dor e fadiga. Entretanto, não deve ser interpretada como teste isolado do glúteo máximo, pois envolve participação de isquiotibiais, extensores lombares e musculatura estabilizadora do tronco (Lehecka *et al*., 2021).

Figura 78 – Avaliação da resistência da cadeia posterior por ponte unilateral.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

O agachamento repetido constitui uma alternativa funcional para observar como membros inferiores e tronco respondem ao acúmulo de repetições. O corredor pode iniciar a tarefa com bom controle e, com a fadiga, desenvolver redução da amplitude, maior inclinação do tronco, alterações do alinhamento do joelho, elevação dos calcanhares ou assimetria da descarga de peso. A mudança do padrão ao longo do teste pode fornecer informações adicionais em corredores que relatam sintomas apenas após determinada duração de corrida (Aquino *et al*., 2025).

Figura 79 – Avaliação funcional da resistência muscular por agachamento repetido.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A interpretação deve considerar conjuntamente tempo mantido, número de repetições, qualidade, compensações, comparação bilateral e presença de sintomas. Um número elevado de repetições executadas com perda progressiva da técnica não necessariamente representa boa resistência funcional. Da mesma forma, diferenças entre membros precisam ser analisadas dentro do histórico e da presença ou ausência de sintomas (Juan-Recio *et al*., 2022; Lehecka *et al*., 2021).

A resistência muscular apresenta relação direta com a manutenção da função durante corridas prolongadas. Panturrilha, quadríceps, musculatura do quadril e tronco precisam continuar contribuindo para estabilização e propulsão mesmo diante do acúmulo de fadiga. Em distâncias maiores, alterações da técnica podem refletir não apenas fatores cardiorrespiratórios, mas também redução progressiva da capacidade muscular de sustentar o movimento (Choudhary *et al*., 2026).

Assim, quando a queixa surge apenas depois de determinada quilometragem, a avaliação deve considerar a possibilidade de que o déficit não esteja presente no início do esforço. A relação entre resistência muscular, fadiga e manutenção da técnica torna importante observar não apenas o desempenho máximo, mas também em que momento a qualidade começa a se modificar (Li; He, 2026).

5.6 Estabilidade e controle motor

A estabilidade e o controle motor representam componentes centrais da avaliação funcional porque a corrida exige organização contínua de tronco, pelve e membros inferiores durante apoios unilaterais repetidos. Diferentemente da avaliação isolada de força, os testes funcionais permitem observar como diferentes capacidades são integradas durante tarefas que exigem controle do centro de massa, desaceleração e absorção de carga (Carroll *et al*., 2021).

A qualidade do movimento depende da interação entre força, mobilidade, propriocepção, equilíbrio e controle neuromuscular. Dessa maneira, um corredor pode apresentar valores satisfatórios em dinamometria e, ainda assim, demonstrar perda de controle pélvico ou do membro inferior quando submetido a uma tarefa em cadeia cinética fechada. Essa diferença justifica a utilização de testes funcionais complementares (Ressman *et al*., 2021).

O Single Leg Squat Test avalia o controle do membro inferior durante o agachamento unipodal. O corredor realiza flexão de quadril, joelho e tornozelo e retorna à posição inicial enquanto o avaliador observa tronco, pelve, quadril, joelho, tornozelo e pé (Carroll *et al*., 2021).

Entre os achados possíveis estão queda pélvica, inclinação do tronco, aumento da adução ou rotação do quadril, deslocamento medial do joelho, alterações do arco plantar ou perda de equilíbrio. Esses sinais devem ser analisados como componentes de uma estratégia global e não atribuídos automaticamente à fraqueza de um único músculo (Höglund *et al*., 2024).

O teste apresenta semelhança com a demanda unilateral da corrida, mas não reproduz velocidade, fase aérea ou impacto cíclico. Portanto, um padrão observado no Single Leg Squat não pode ser automaticamente extrapolado para o comportamento durante a corrida, devendo ser utilizado como parte de uma avaliação integrada (Ressman *et al*., 2021).

O Step Down Test avalia controle excêntrico e organização do membro inferior durante a descida de um degrau. Em apoio unipodal, o corredor desloca o membro livre em direção ao solo e retorna à posição inicial, exigindo controle do quadril, joelho, tornozelo e pé, além de estabilidade da pelve e do tronco (Vasconcelos *et al*., 2022).

Figura 80 – Avaliação do controle motor durante o Single Leg Squat Test.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A avaliação deve observar alinhamento do joelho, queda pélvica, inclinação do tronco, controle do pé, perda de equilíbrio, presença de dor e capacidade de realizar o movimento com velocidade controlada. A altura do degrau deve ser padronizada porque modifica a demanda de mobilidade e força.

O Step Down apresenta utilidade particular quando a queixa está relacionada a descidas ou a tarefas que exigem maior controle excêntrico do joelho. Entretanto, assim como outros testes funcionais, não reproduz diretamente a corrida e deve ser relacionado à observação do gesto esportivo (Vasconcelos *et al*., 2022).

Os testes de salto e aterrissagem acrescentam maior velocidade, fase aérea e impacto à avaliação funcional. Podem ser realizados como salto horizontal, vertical, lateral, drop jump ou sequência de saltos, de acordo com o nível e a condição do corredor (Di Paolo *et al*., 2022).

Figura 81 – Avaliação do controle excêntrico do membro inferior pelo Step Down Test.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

O desempenho quantitativo, como distância ou altura, deve ser acompanhado de avaliação qualitativa. Controle do joelho, estabilidade pélvica, comportamento do tronco, posicionamento do pé, capacidade de desacelerar e estabilizar após o contato e presença de dor são componentes relevantes. Um corredor pode apresentar desempenho semelhante entre os membros e, ainda assim, utilizar estratégias diferentes durante a aterrissagem (Di Paolo *et al*., 2022).

Esses testes apresentam maior exigência mecânica e, portanto, sua aplicação deve respeitar a condição clínica do corredor. Dor aguda, baixa tolerância ao impacto ou suspeita de lesão óssea podem exigir avaliação por tarefas menos exigentes antes da utilização de saltos.

Na interpretação geral dos testes de controle motor, achados como queda pélvica, inclinação lateral do tronco, rotação femoral, valgo dinâmico ou maior pronação não devem ser considerados causas universais de lesão. Seu significado depende da associação com dor, histórico, mobilidade, força, fadiga e comportamento durante a corrida (Willwacher *et al*., 2022).

Figura 82 – Avaliação do controle motor durante salto e aterrissagem unipodal.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

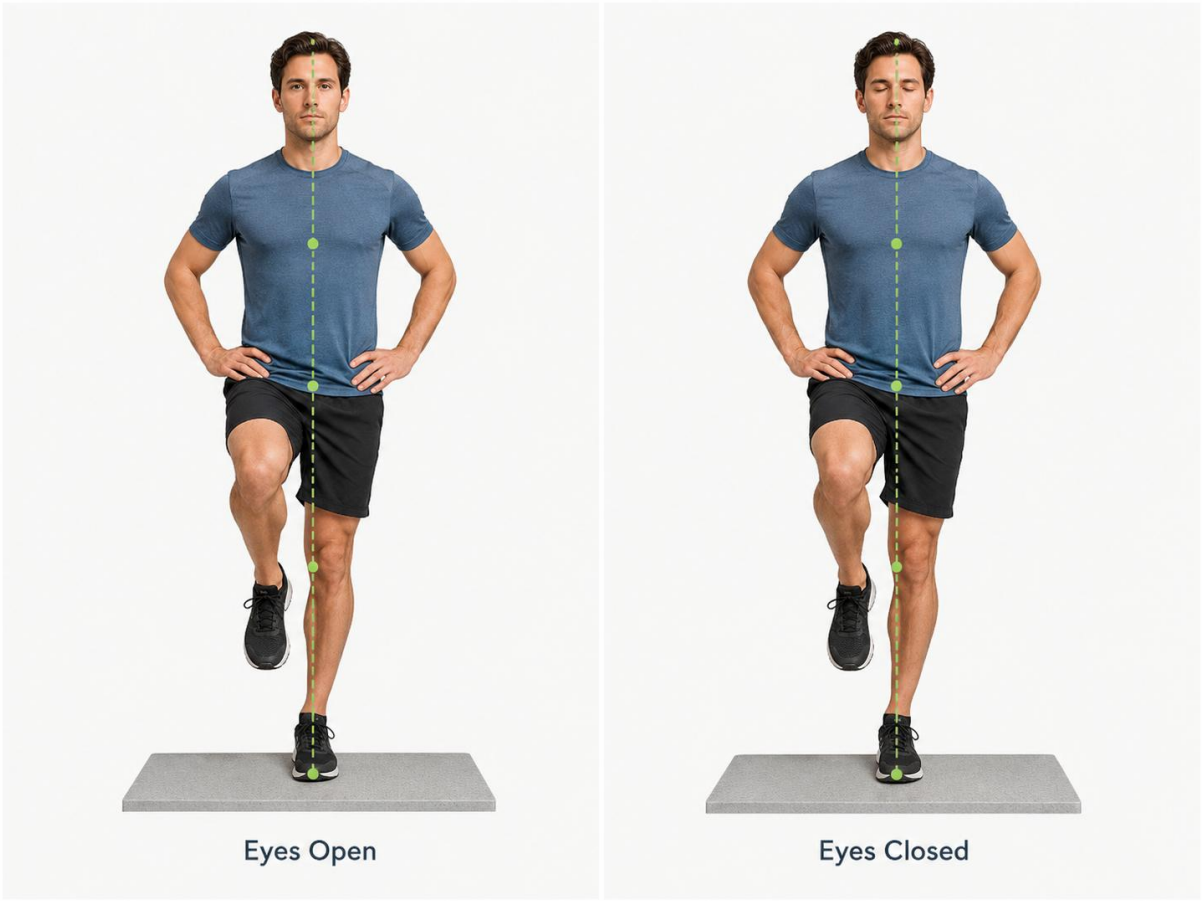
5.7 Avaliação proprioceptiva e equilíbrio

A propriocepção corresponde à percepção da posição, movimento e carga das articulações a partir de informações provenientes de músculos, tendões, cápsulas e ligamentos. O equilíbrio, por sua vez, depende da integração entre os sistemas visual, vestibular e somatossensorial para controlar o centro de massa em relação à base de suporte. Durante a corrida, esses sistemas participam continuamente da estabilização em apoio unipodal e da adaptação às características do terreno (Meras Serrano *et al*., 2023).

A avaliação não deve se limitar ao tempo que o corredor consegue permanecer sobre uma perna. Embora o apoio unipodal represente uma triagem acessível, a corrida exige capacidade de controlar o corpo durante deslocamento e impacto. Por isso, o desempenho deve ser observado tanto quantitativa quanto qualitativamente (Kozinc; Kuliqi; Obal, 2025).

O apoio unipodal com olhos abertos pode ser utilizado como avaliação inicial do equilíbrio estático. O corredor permanece sobre um membro em superfície firme e posição previamente padronizada, enquanto são registrados tempo e qualidade do controle. Oscilações excessivas, abertura frequente dos braços, toque do membro contralateral no solo, instabilidade do tornozelo, alterações do arco plantar e inclinação do tronco devem ser considerados além do tempo total (Trajković *et al*., 2021; Parameyong *et al*., 2026).

Figura 83 – Avaliação do equilíbrio estático em apoio unipodal com olhos abertos e fechados.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

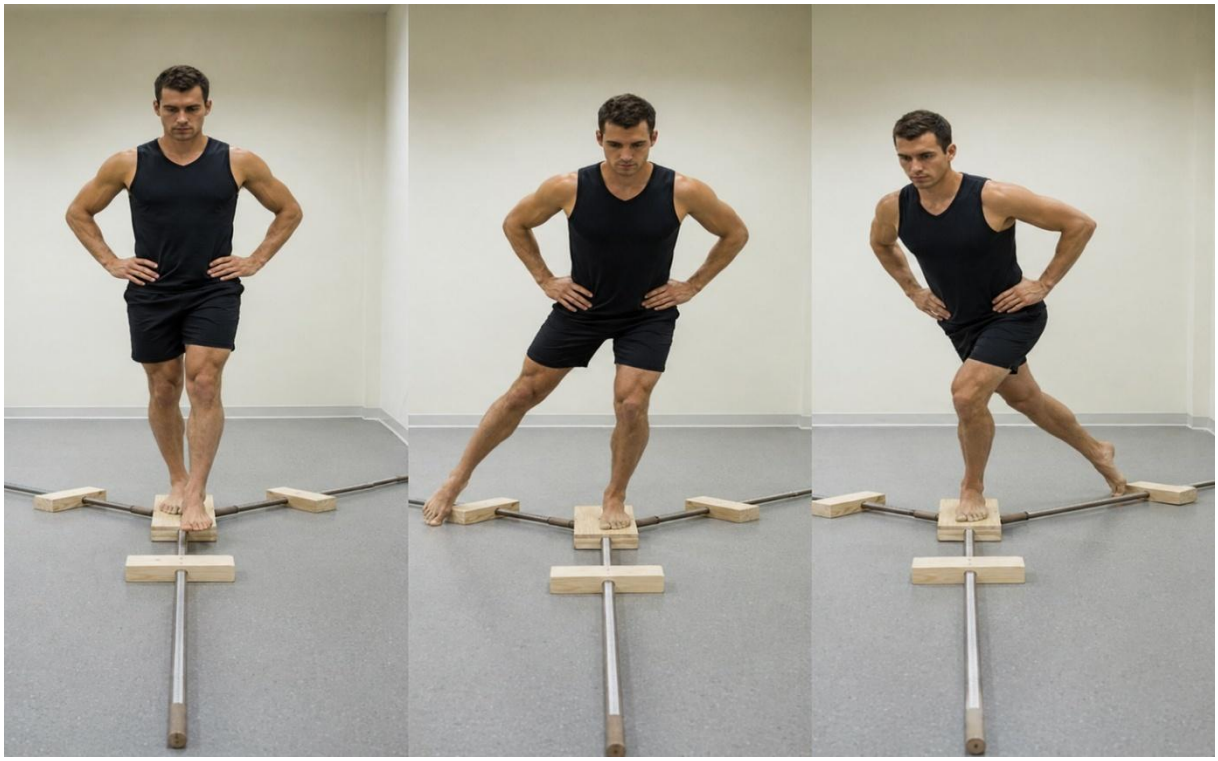
A execução com olhos fechados reduz a contribuição visual e aumenta a dependência das informações vestibulares e somatossensoriais. Uma redução acentuada do desempenho em relação à condição com olhos abertos pode indicar maior dependência visual ou menor

eficiência do controle postural, sendo particularmente relevante em corredores com histórico de entorses ou queixas de instabilidade (Rodríguez-Sanz *et al*., 2021; Phuaklikhit *et al*., 2024).

O equilíbrio dinâmico pode ser avaliado por meio do Y Balance Test. Nesse teste, o corredor permanece em apoio unipodal enquanto o membro livre alcança as direções anterior, póstero-medial e póstero-lateral. As distâncias podem ser normalizadas pelo comprimento do membro inferior e comparadas entre os lados (Plisky *et al*., 2021).

O desempenho no Y Balance depende não apenas de propriocepção, mas também de mobilidade, força, coordenação e controle do tronco e membro inferior. Portanto, uma menor distância alcançada não deve ser interpretada automaticamente como déficit proprioceptivo. O teste deve ser analisado junto à qualidade da execução, sintomas, histórico de lesões e outros componentes da avaliação (Tao; Thompson; Weber, 2021).

Figura 84 – Avaliação do equilíbrio dinâmico por meio do Y Balance Test.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A avaliação do equilíbrio é especialmente importante em corredores com histórico de entorse lateral do tornozelo, sensação de falseio, insegurança no apoio ou dificuldade em terrenos irregulares. Nesses casos, diferenças entre olhos abertos e fechados, assimetrias no Y

Balance e instabilidade durante tarefas unilaterais podem ajudar a caracterizar déficits residuais de controle postural (Martin *et al*., 2021).

Quando necessário, a avaliação pode ser complementada por tarefas mais desafiadoras, incluindo perturbações ou diferentes condições de superfície. Entretanto, superfícies instáveis não devem ser utilizadas indiscriminadamente. A corrida ocorre predominantemente sobre superfícies relativamente estáveis e envolve deslocamento e impacto, de modo que a escolha dos testes deve permanecer relacionada à queixa e ao ambiente em que o corredor pratica sua atividade (Kowalczyk *et al*., 2024).

A interpretação da propriocepção e do equilíbrio deve, portanto, responder se o corredor consegue controlar o corpo em apoio unilateral e adaptar-se às alterações sensoriais e mecânicas relevantes para sua modalidade. O objetivo não é identificar uma medida isolada de "bom equilíbrio", mas compreender se existem déficits que apresentam relação com sintomas, histórico de instabilidade ou dificuldade funcional (Tang *et al*., 2024).

5.8 Avaliação dinâmica da corrida

A avaliação dinâmica permite observar como os diferentes componentes identificados no exame clínico e funcional se manifestam durante o gesto esportivo. Seu objetivo neste capítulo não é repetir os conceitos biomecânicos apresentados anteriormente, mas relacionar o comportamento da corrida aos achados de mobilidade, força, resistência, equilíbrio e controle motor (Willwacher *et al*., 2022).

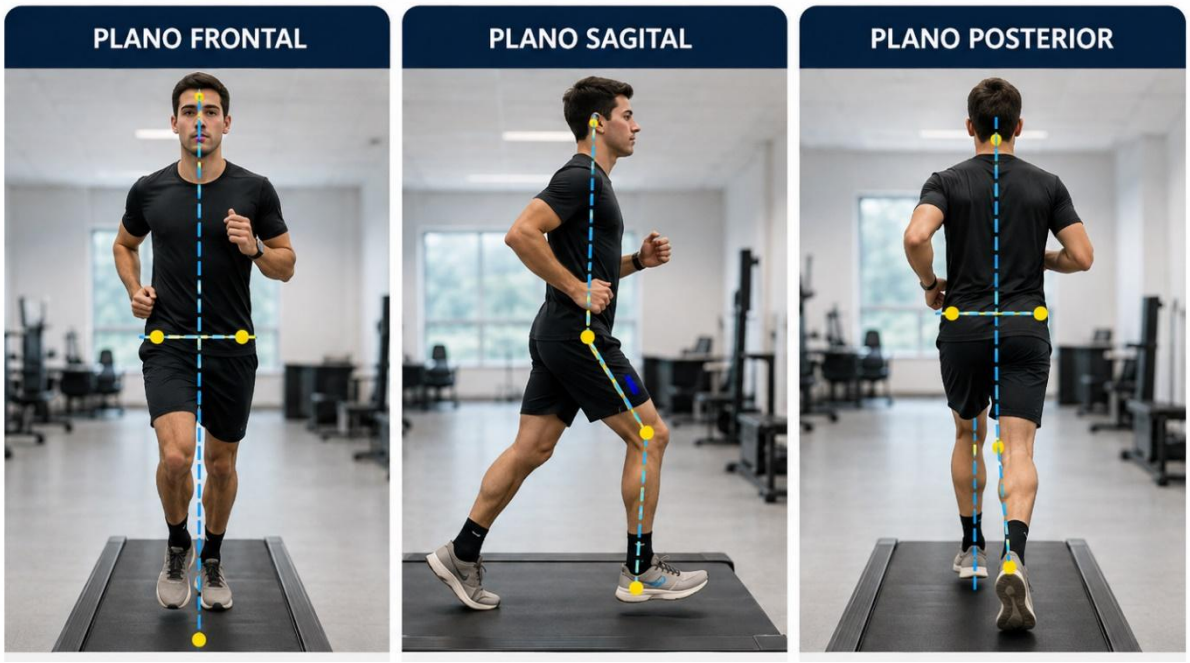
A observação pode ser realizada presencialmente ou por meio de registro em vídeo. A observação direta permite acompanhar sintomas, ritmo, postura e alterações globais do movimento em tempo real. Entretanto, a velocidade e o caráter cíclico da corrida dificultam a análise de eventos rápidos, tornando o vídeo particularmente útil para rever o movimento e comparar diferentes momentos da avaliação (Hensley *et al*., 2022).

Para melhorar a qualidade do registro, a filmagem deve ser padronizada quanto à posição da câmera, distância, iluminação, velocidade e ambiente. A análise pode ser realizada em esteira ou em ambiente externo de acordo com a pergunta clínica. Sempre que a comparação longitudinal for objetivo da avaliação, recomenda-se repetir condições semelhantes entre os registros (Hensley *et al*., 2022; Mason *et al*., 2023).

Os planos frontal, sagital e posterior fornecem informações complementares. No plano frontal, podem ser observados comportamento do tronco, pelve e alinhamento do membro inferior. O plano sagital permite analisar características como posição do tronco, flexão de

quadril e joelho e relação do pé com o centro de massa. O plano posterior auxilia na observação da pelve, largura da passada, alinhamento do membro e comportamento do complexo tornozelo-pé (Haghighat *et al*., 2021; Willwacher *et al*., 2022; Sever *et al*., 2024).

Figura 85 – Planos de observação utilizados na avaliação dinâmica da corrida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

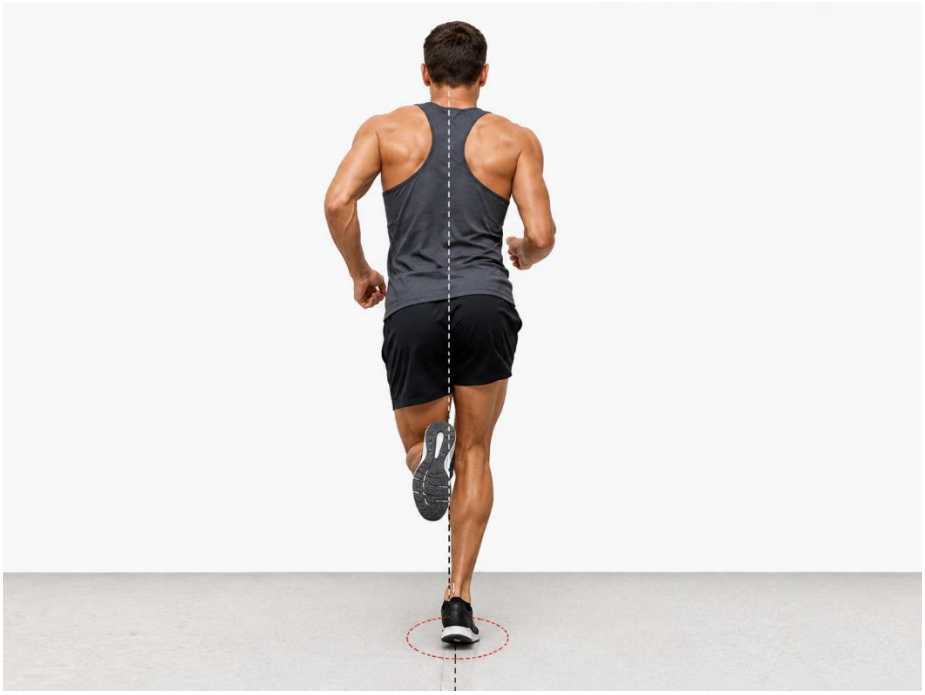
5.8.1 Parâmetros observáveis

O sinal de cruzamento ocorre quando o corredor apoia o pé muito próximo ou além da linha média do corpo, reduzindo excessivamente a largura da passada. Esse padrão, também chamado de crossover gait, é observado principalmente no plano posterior. Quando o pé cruza a linha média, pode haver maior demanda sobre o controle do quadril e da pelve, além de aumento da adução do quadril durante o apoio. Clinicamente, esse achado pode se relacionar à queda pélvica, inclinação lateral do tronco, aumento da carga lateral no joelho e maior exigência dos estabilizadores do quadril, mas não deve ser considerado causa isolada de lesão (Willwacher *et al*., 2022).

Na prática, o avaliador pode observar se o pé aterrissa muito medializado, se há sobreposição entre as pernas ou se o corredor parece correr “em cima de uma linha”. Esse achado deve ser correlacionado com sintomas, principalmente em joelho lateral, quadril, banda

iliotibial, região patelofemoral e tornozelo. Também é útil verificar se o padrão piora com fadiga, aumento de velocidade ou mudança de terreno (Sever *et al*., 2024).

Figura 86 – Sinal de cruzamento durante a corrida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

O parâmetro “joelho à frente do dedo do pé” deve ser observado principalmente no plano sagital e indica a relação entre tíbia, joelho e pé durante a fase de apoio. A projeção anterior do joelho não é, por si só, um erro, pois o avanço da tíbia é necessário em várias tarefas funcionais. No entanto, quando ocorre de forma excessiva e associada a baixa força, dor, queda do arco plantar, redução de controle excêntrico ou sobrecarga anterior do joelho, pode aumentar a demanda sobre quadríceps, articulação patelofemoral e tendão patelar (Höglund *et al*., 2024).

Na corrida, esse achado deve ser interpretado com cuidado, pois a posição do joelho depende da velocidade, inclinação do terreno, comprimento da passada, contato inicial e estratégia de absorção de impacto. Em subidas, maior flexão de quadril e joelho pode ser esperada; em descidas, a exigência excêntrica do quadríceps tende a aumentar. Por isso, esse parâmetro deve ser relacionado à queixa clínica, especialmente em casos de dor anterior no joelho, dor patelar, desconforto em descidas ou fadiga precoce de quadríceps (Willwacher *et al*., 2022).

A pronação é um movimento fisiológico do pé, importante para adaptação ao solo e absorção de carga. O termo “pronação excessiva” deve ser usado com cautela, pois nem toda pronação aumentada é patológica. Na avaliação dinâmica, o fisioterapeuta deve observar queda acentuada do arco medial, eversão excessiva do retropé, rotação interna associada da tíbia, instabilidade do tornozelo-pé ou perda de controle do apoio. A relevância clínica aumenta quando o achado se associa à dor, fadiga, histórico de lesões, aumento de carga ou sintomas em pé, tornozelo, tíbia ou joelho (Agresta *et al*., 2022).

A pronação deve ser analisada junto à mobilidade de tornozelo, força de panturrilha, musculatura intrínseca do pé, calçado, terreno e fadiga. Um corredor pode apresentar maior pronação e ser assintomático, enquanto outro pode ter dor associada à baixa capacidade de controle do complexo tornozelo-pé. Assim, o objetivo não é corrigir automaticamente a pisada, mas entender se o padrão observado aumenta a demanda sobre alguma estrutura ou representa uma variação individual bem adaptada (Agresta *et al*., 2022).

O joelho em valgo ou varo durante a corrida deve ser observado principalmente nos planos frontal e posterior. O valgo dinâmico é caracterizado pela aproximação medial do joelho, geralmente associado à adução do quadril, rotação interna femoral, rotação tibial e/ou pronação do pé. O varo representa uma tendência de afastamento lateral do joelho, podendo modificar a distribuição de carga nos compartimentos medial ou lateral. Esses achados devem ser analisados durante a fase de apoio, especialmente quando há dor no joelho, histórico de lesões ou piora com fadiga (Vasconcelos *et al*., 2022).

A presença de valgo ou varo não deve ser interpretada como diagnóstico isolado, pois o movimento do joelho sofre influência do quadril, pelve, tronco, tornozelo, pé, velocidade e terreno. É importante verificar se o padrão é leve, moderado ou acentuado; unilateral ou bilateral; presente desde o início ou apenas com fadiga; e se está associado à dor. Quando o valgo dinâmico aparece com queda pélvica, adução do quadril e rotação interna femoral, o raciocínio deve incluir avaliação de força e controle proximal. Quando se associa à pronação excessiva sintomática, a avaliação distal também se torna importante (Höglund *et al*., 2024).

A adução do quadril durante a fase de apoio ocorre quando o fêmur se aproxima da linha média do corpo, podendo estar associada à queda pélvica, sinal de cruzamento, inclinação lateral do tronco e valgo dinâmico de joelho. Esse achado é relevante porque o controle do quadril é fundamental durante o apoio unipodal da corrida. Quando a adução é excessiva ou mal controlada, pode haver maior demanda sobre estabilizadores laterais do quadril e alteração da mecânica do joelho e da pelve (Haghighat *et al*., 2021).

Na avaliação, a adução do quadril pode ser observada em vídeo no plano frontal ou posterior, especialmente na fase média do apoio. O avaliador deve observar se o joelho e a coxa se deslocam excessivamente para dentro, se a pelve cai do lado oposto ou se o pé cruza a linha média. Esse achado deve ser relacionado a testes de glúteo médio, prancha lateral, single leg squat, step down e resistência muscular sob fadiga, podendo ser correlacionado principalmente com dor patelofemoral, síndrome da banda iliotibial e sobrecargas laterais do joelho (Sever *et al*., 2024).

Figura 87 – Padrões de valgo e varo do joelho durante a corrida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A rotação interna do quadril corresponde ao giro medial do fêmur em relação à pelve e pode aparecer na corrida como parte de um padrão combinado de adução do quadril, valgo dinâmico e alteração do alinhamento do joelho. A abordagem biomecânica do controle proximal reforça que alterações no quadril podem influenciar a posição relativa do fêmur e modificar a mecânica do joelho. Estudos recentes que investigam cinemática de tronco, pelve, quadril e joelho em corredores com dor patelofemoral sustentam essa relação dentro de uma análise integrada (Haghighat *et al*., 2021).

Na prática clínica, a rotação interna do quadril é difícil de observar com precisão em vídeo bidimensional, pois envolve movimento tridimensional. Mesmo assim, o fisioterapeuta pode suspeitar desse padrão quando observa joelho “entrando”, coxa rodando medialmente, perda de alinhamento do membro inferior, queda pélvica ou sinal de cruzamento. Quando suspeito, o achado deve ser complementado com single leg squat, step down, avaliação de força de abdutores e rotadores do quadril, análise da dor e histórico de treino (Hensley *et al*., 2022).

A queda pélvica ocorre quando a pelve desce no lado oposto ao membro de apoio durante a fase de sustentação. Esse achado é comum em avaliações de corredores e pode indicar dificuldade de controle frontal da pelve, baixa resistência dos abdutores do quadril, déficit lombopélvico ou estratégia compensatória diante de dor e fadiga. Na corrida, deve ser observada principalmente no plano posterior, comparando os lados e verificando se o padrão aumenta com o tempo de corrida (Haghighat *et al*., 2021).

Clinicamente, a queda pélvica ganha relevância quando associada à dor no joelho, quadril, região lateral da coxa, lombar ou tornozelo, ou quando aparece junto à adução do quadril, sinal de cruzamento e inclinação lateral do tronco. Esse parâmetro deve ser correlacionado com testes de glúteo médio, prancha lateral, ponte unilateral, single leg squat e step down, podendo ser relacionado principalmente à dor patelofemoral, síndrome da banda iliotibial e alterações de controle proximal (Sever *et al*., 2024).

O excesso de flexão do joelho durante a fase de apoio pode representar uma estratégia de maior absorção de impacto, mas também pode aumentar a demanda sobre quadríceps, articulação patelofemoral e tendão patelar, dependendo do contexto. Esse achado deve ser observado no plano sagital, especialmente na fase inicial e média do apoio. Em alguns corredores, maior flexão pode estar associada à fadiga, menor rigidez funcional, baixa propulsão ou tentativa de reduzir impacto; em outros, pode representar uma estratégia individual bem tolerada (Sinclair *et al*., 2022).

Na avaliação clínica, o excesso de flexão do joelho deve ser relacionado à dor anterior no joelho, dor patelar, fadiga de quadríceps, dificuldade em descidas e desempenho em testes como step down, agachamento repetido e dinamometria de quadríceps. Quando associado a sintomas, pode indicar necessidade de avaliar controle excêntrico, força de quadríceps, estratégia de passada, cadência e progressão de carga, especialmente em casos de dor patelofemoral e tendinopatia patelar (Höglund *et al*., 2024).

A flexão do quadril participa da recuperação do membro na fase de balanço e da preparação para o próximo contato com o solo. Quando há excesso de flexão, pode ocorrer

maior elevação do joelho, alteração do padrão de passada ou maior demanda dos flexores do quadril. Quando há limitação, o corredor pode apresentar passada reduzida, menor recuperação do membro, compensações de tronco ou dificuldade em subidas e velocidades mais altas. Esse achado deve ser observado no plano sagital e comparado com objetivo esportivo, velocidade e sintomas relatados (Willwacher *et al*., 2022).

Figura 88 – Excesso de flexão do joelho durante a fase de apoio.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A limitação ou excesso de flexão do quadril deve ser correlacionada com mobilidade de quadril, força de flexores, extensores e glúteos, controle lombopélvico e técnica de corrida. Em corredores com dor anterior no quadril, dor lombopélvica, rigidez ou perda de desempenho em subidas, esse parâmetro pode direcionar a investigação. Também pode ser relacionado a sobrecargas de quadril, lombopelve, joelho e padrões compensatórios de passada (Sever *et al*., 2024).

A inclinação anterior do tronco influencia a distribuição de carga entre quadril, joelho e tornozelo. Uma inclinação leve pode fazer parte de uma técnica eficiente, especialmente em velocidades maiores ou subidas. Entretanto, inclinação excessiva pode indicar fadiga, baixa

capacidade de sustentação do tronco, compensação por limitação de quadril ou estratégia para modificar cargas articulares. Por outro lado, um tronco muito vertical pode aumentar a demanda relativa sobre o joelho em alguns contextos. Assim, o tronco deve ser analisado de forma individualizada, considerando velocidade, terreno e queixa clínica (Haghighat *et al*., 2021).

Figura 89 – Excesso e limitação de flexão do quadril durante a corrida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Na avaliação, a inclinação anterior do tronco deve ser observada no plano sagital, preferencialmente em diferentes momentos da corrida. É importante verificar se o corredor mantém a inclinação de forma estável ou se ela aumenta com a fadiga. Também deve ser correlacionada com força e resistência de core, mobilidade e extensão de quadril, dor lombar e controle pélvico. Esse parâmetro pode se relacionar a alterações de carga no joelho, quadril, lombar e tendão de Aquiles, dependendo do padrão associado (Sinclair *et al*., 2022).

A inclinação lateral do tronco ocorre quando o corredor desloca excessivamente o tronco para um dos lados durante o apoio. Esse padrão pode ser estratégia para reduzir demanda sobre o quadril, compensar fraqueza de abdutores, buscar equilíbrio ou evitar dor. Quando associada à queda pélvica e adução do quadril, pode modificar a mecânica do membro inferior e alterar a distribuição de carga no joelho, quadril e tornozelo. Deve ser observada nos planos frontal e posterior, especialmente na fase média do apoio (Haghighat *et al*., 2021).

Clinicamente, a inclinação lateral deve ser correlacionada com dor, simetria, controle pélvico, força de glúteo médio, resistência de core e padrão de apoio. Quando surge apenas após alguns minutos de corrida, pode indicar fadiga dos estabilizadores laterais. Quando aparece desde o início, pode representar estratégia habitual, compensação estrutural ou adaptação à dor. Esse achado pode ser discutido junto à dor patelofemoral, síndrome da banda iliotibial, dores lombopélvicas e sobrecargas unilaterais (Sever *et al*., 2024).

Figura 90 – Alterações do tronco e da pelve observáveis durante a corrida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A inclinação pélvica anterior, ou anteversão pélvica, refere-se à posição da pelve em maior inclinação anterior, frequentemente associada ao aumento da lordose lombar e à alteração da relação entre quadril e tronco. Durante a corrida, certa movimentação pélvica é esperada; no entanto, anteversão acentuada ou pouco controlada pode influenciar a extensão de quadril, ativação de glúteos, mecânica lombar e posição do membro inferior. Esse achado deve ser observado no plano sagital e relacionado à postura estática, mobilidade de flexores do quadril, força de glúteo máximo e controle lombopélvico (Eimiller *et al*., 2024).

Na prática clínica, a inclinação pélvica anterior ganha relevância quando associada à dor lombar, limitação de extensão de quadril, rigidez de flexores, perda de propulsão,

compensações lombares ou dificuldade de manter postura em provas longas. Esse parâmetro também pode ser observado junto à inclinação anterior do tronco, posicionamento do quadril e extensão da passada, podendo ser correlacionado com dores lombopélvicas, sobrecargas anteriores do quadril, alterações na mecânica do joelho e padrões compensatórios durante o apoio (Willwacher *et al*., 2022).

5.9 Integração dos achados clínicos e funcionais

A integração dos achados clínicos e funcionais representa a etapa em que as informações obtidas ao longo da avaliação deixam de ser interpretadas de forma isolada e passam a compor o raciocínio clínico do fisioterapeuta. Após a anamnese e a investigação da postura, mobilidade, força, resistência muscular, controle motor, equilíbrio e comportamento durante a corrida, é necessário compreender como esses elementos se relacionam entre si e, principalmente, com a queixa, a capacidade funcional e as demandas esportivas do corredor. Dessa forma, a avaliação não se resume à identificação de alterações, mas busca determinar quais achados apresentam relevância para prevenção, reabilitação, retorno ao esporte ou desempenho (Linton *et al*., 2025).

A anamnese permanece como referência para toda essa interpretação. Volume semanal, intensidade dos treinos, experiência na corrida, histórico de lesões, localização e comportamento da dor, alterações recentes na carga, recuperação, sono, alimentação, estresse, calçado, terreno e objetivos esportivos modificam o significado dos resultados encontrados no exame físico. Um mesmo achado pode ter pouca relevância em um corredor assintomático, adaptado e com boa tolerância à carga, mas assumir maior importância quando aparece em um indivíduo com dor recorrente, aumento recente do treinamento ou histórico de lesões na mesma região (Correia *et al*., 2024).

Os achados da postura estática devem ser utilizados principalmente para formular hipóteses que posteriormente serão confrontadas com a avaliação funcional. Características como anteversão pélvica, aumento das curvaturas da coluna, alinhamento dos joelhos, posição do retropé ou configuração do arco plantar não permitem, isoladamente, explicar sintomas ou estimar risco de lesão. Sua relevância aumenta quando características semelhantes aparecem durante tarefas dinâmicas, associam-se à dor ou coincidem com déficits encontrados em outros componentes da avaliação (Willwacher *et al*., 2022).

A mesma lógica deve ser aplicada à mobilidade. Uma redução de dorsiflexão do tornozelo, por exemplo, não deve ser tratada apenas porque está abaixo de determinado valor,

mas investigada quanto à presença de assimetria, dor, compensações ou repercussões durante tarefas funcionais e corrida. Restrições de mobilidade do quadril, isquiotibiais, reto femoral ou tríceps sural também precisam ser interpretadas de acordo com a demanda individual. O objetivo não é obter amplitudes máximas ou padronizadas para todos os corredores, mas verificar se a mobilidade disponível permite realizar a tarefa sem sintomas ou compensações clinicamente relevantes (Willwacher *et al*., 2022).

Força e resistência muscular também fornecem informações complementares. Testes manuais, dinamometria ou avaliações isocinéticas permitem identificar diferenças na capacidade de produção de força, mas seus resultados devem ser comparados ao comportamento do corredor em tarefas funcionais. Um indivíduo pode apresentar força satisfatória em uma contração isolada e, ainda assim, demonstrar perda progressiva de controle durante repetições ou após determinado tempo de corrida. Por isso, a interpretação deve considerar tanto a capacidade máxima quanto a habilidade de sustentar força, controle e qualidade de movimento ao longo do esforço (Šuc *et al*., 2022; Linton *et al*., 2025).

A resistência muscular ganha especial relevância quando a queixa surge apenas após determinada duração ou quilometragem. Alterações progressivas da estabilidade pélvica, redução da altura durante elevações de panturrilha, perda de qualidade em agachamentos repetidos ou piora do controle do tronco podem indicar que a capacidade inicial é suficiente, mas não se mantém ao longo da demanda. Nesses casos, comparar o início e o final de tarefas repetitivas ou da própria corrida pode fornecer informações que não seriam identificadas em uma avaliação realizada apenas em condição descansada.

Os testes de controle motor e equilíbrio permitem observar como força, mobilidade, propriocepção e coordenação são utilizadas de maneira integrada. Single Leg Squat, Step Down, saltos unipodais, apoio unipodal e Y Balance Test podem revelar diferentes estratégias de organização de tronco, pelve e membros inferiores. Entretanto, queda pélvica, inclinação do tronco, valgo dinâmico, rotação femoral ou alterações do controle do pé não devem ser automaticamente interpretados como disfunções ou causas de lesão. Seu valor clínico aumenta quando o mesmo padrão se repete em diferentes tarefas, associa-se à queixa ou aparece de maneira mais evidente sob fadiga (Willwacher *et al*., 2022).

A análise dinâmica da corrida completa essa integração, ao mostrar como as capacidades investigadas anteriormente se manifestam durante a atividade principal do corredor. Achados como sinal de cruzamento, maior adução do quadril, queda pélvica, valgo dinâmico, alterações da inclinação do tronco, diferenças no padrão de contato do pé ou

assimetrias devem ser considerados como características da estratégia de movimento e da distribuição de demandas mecânicas. O objetivo não é determinar quantas “alterações” estão presentes, mas verificar quais delas possuem relação consistente com os sintomas, a fadiga, o histórico de lesões e os resultados encontrados no restante da avaliação (Hensley *et al*., 2022; Willwacher *et al*., 2022).

Essa relação deve ser investigada de forma bidirecional. Um padrão observado durante a corrida pode direcionar novos testes clínicos, enquanto uma alteração encontrada no exame físico deve ser comparada ao gesto esportivo para verificar se possui repercussão funcional. Por exemplo, uma queda pélvica observada durante a corrida pode justificar investigação da capacidade dos abdutores do quadril e do controle em tarefas unilaterais, mas a identificação de menor força não permite concluir automaticamente que ela seja responsável pelo padrão observado. Relações entre força do quadril e cinemática da corrida podem existir, mas não representam uma associação simples ou necessariamente causal (Sever *et al*., 2024).

Após integrar os diferentes componentes da avaliação, o fisioterapeuta deve estabelecer prioridades. Nem toda característica identificada precisa ser modificada e nem todos os déficits possuem a mesma importância. Devem receber maior atenção aqueles que apresentam associação mais consistente com a queixa, limitam a função, pioram com a fadiga, dificultam a progressão de carga ou permanecem como déficits residuais após uma lesão (Correia *et al*., 2024).

A priorização também evita que o tratamento seja construído a partir de uma lista extensa de alterações sem relação clara entre si. Em um corredor com dor anterior no joelho, por exemplo, a presença simultânea de redução da força do quadríceps, perda de controle em Step Down, dor durante descidas e piora após aumento do volume de corrida pode representar um conjunto de informações mais relevante do que uma pequena assimetria postural encontrada em repouso. O raciocínio deve buscar convergência entre os achados e não apenas sua presença.

A fase clínica também modifica as prioridades. Em condições mais irritáveis, pode ser necessário inicialmente controlar os estímulos responsáveis pela piora dos sintomas e preservar a capacidade física possível. À medida que a tolerância aumenta, força, resistência, controle motor e exposição progressiva às demandas esportivas ganham maior importância. Próximo ao retorno completo à corrida, a avaliação deve verificar se o corredor consegue tolerar impacto repetitivo, diferentes velocidades, maior duração e outras demandas específicas sem piora relevante dos sintomas (Chimenti *et al*., 2024; George *et al*., 2024; de Vos *et al*., 2021; Breda *et al*., 2021).

Uma das etapas mais importantes do raciocínio é diferenciar características individuais de alterações que realmente apresentam significado clínico. Corredores podem apresentar diferentes estratégias de movimento, amplitudes articulares, configurações posturais, padrões de contato do pé e pequenas assimetrias sem dor ou prejuízo funcional. Portanto, não existe uma única forma correta de correr que deva ser reproduzida por todos os indivíduos (Willwacher *et al*., 2022).

Um achado ganha maior relevância quando apresenta relação temporal ou mecânica com os sintomas, coincide com histórico de lesão, surge ou aumenta sob fadiga, reduz a capacidade funcional ou dificulta a tolerância ao treinamento. A repetição de uma mesma estratégia no Single Leg Squat, Step Down, aterrissagem e corrida, por exemplo, pode fornecer maior suporte para uma hipótese clínica do que sua presença isolada em apenas uma tarefa.

Essa interpretação evita uma abordagem alarmista. Termos como “pisada errada”, “pelve desalinhada” ou “corrida incorreta” podem fazer o corredor interpretar variações naturais como defeitos corporais. A comunicação deve explicar que determinadas estratégias modificam a distribuição de carga entre os tecidos e que sua importância depende da interação com sintomas, capacidade física e exposição ao treinamento (Hensley *et al*., 2022).

Os resultados da avaliação devem permitir definir objetivos coerentes com a necessidade real do corredor. Esses objetivos podem envolver recuperação da força, aumento da resistência muscular, melhora da mobilidade quando funcionalmente limitada, maior controle durante tarefas unilaterais, aumento da tolerância ao impacto ou recuperação da capacidade de sustentar a corrida sem piora dos sintomas. O objetivo final deve permanecer funcional: melhorar um valor de dinamometria ou um teste isolado só é relevante se essa mudança contribuir para a capacidade do corredor de realizar sua atividade (Correia *et al*., 2024).

Os achados também podem orientar quais componentes necessitam maior atenção no planejamento terapêutico. Déficits de força associados a limitação funcional podem direcionar a recuperação da capacidade muscular; alterações que surgem somente após repetição podem indicar necessidade de desenvolver resistência; limitações de mobilidade que efetivamente modificam a tarefa podem justificar abordagem específica; e padrões de movimento relacionados à queixa podem ser acompanhados durante a evolução. (Linton *et al*., 2025; Šuc *et al*., 2022). Entretanto, a intervenção deve ser determinada pelo conjunto dos achados, e não pela associação automática entre determinado padrão biomecânico e um exercício específico. (Willwacher *et al*., 2022; Linton *et al*., 2025).

Da mesma maneira, modificações da técnica de corrida devem ser consideradas apenas quando houver justificativa clínica. Aumentar cadência, modificar largura da passada, reduzir overstride, alterar discretamente a inclinação do tronco ou utilizar feedback podem modificar a distribuição de cargas, mas nenhuma dessas estratégias deve ser aplicada como correção universal. Mudanças devem ser graduais e sua continuidade deve depender da resposta individual do corredor, especialmente quanto a sintomas, percepção de esforço e tolerância à carga (Bruneau *et al*., 2025).

A carga de treinamento também precisa ser integrada à interpretação. Um corredor que mantém bom controle no início e apresenta perda progressiva de técnica ou surgimento de sintomas após determinada duração pode estar demonstrando uma diferença entre sua capacidade atual e a demanda imposta pelo treino. Volume, intensidade, frequência, terreno, longões, descidas, sessões intervaladas e recuperação devem ser considerados juntamente aos achados biomecânicos, pois as lesões relacionadas à corrida apresentam natureza multifatorial (Correia *et al*., 2024).

Na prevenção, a avaliação integrada permite reconhecer fatores potencialmente modificáveis antes que produzam limitação importante. Isso pode incluir baixa capacidade muscular, resistência insuficiente, assimetrias relevantes, piora significativa do controle sob fadiga, recuperação inadequada ou progressão de treinamento incompatível com a capacidade atual. Entretanto, nenhum desses componentes deve ser utilizado isoladamente para prever lesão. A prevenção deve considerar simultaneamente características individuais, exposição à carga e histórico do corredor (Linton *et al*., 2025).

Na reabilitação, o diagnóstico da estrutura acometida representa apenas uma parte do processo. Dois corredores com o mesmo diagnóstico podem apresentar capacidades e demandas completamente diferentes. Por isso, a avaliação deve identificar quais componentes estão efetivamente limitados naquele indivíduo, permitindo que a progressão seja baseada em força, mobilidade, resistência, controle motor, equilíbrio, tolerância ao impacto, técnica e resposta à carga, conforme necessário (Kakouris *et al*., 2021).

No retorno à corrida, ausência de dor em repouso ou durante atividades de vida diária não garante capacidade suficiente para suportar impacto cíclico. O corredor precisa demonstrar tolerância progressiva às demandas que encontrará no esporte. Além dos sintomas, devem ser considerados desempenho funcional, capacidade muscular, controle durante tarefas relevantes, comportamento diante da fadiga e resposta após as sessões de corrida. A decisão de progredir

deve ser baseada na função e na resposta individual, e não apenas no tempo transcorrido desde a lesão (Linton *et al*., 2025).

Para corredores voltados ao desempenho, os mesmos princípios podem ser utilizados para identificar limitações que dificultem sustentar determinada velocidade ou volume. Força, resistência do tríceps sural, controle lombopélvico, capacidade de manter a técnica sob fadiga e tolerância às diferentes intensidades podem influenciar o desempenho. Entretanto, qualquer mudança com objetivo de performance deve respeitar a individualidade do corredor e evitar a tentativa de impor um padrão biomecânico universal (Šuc *et al*., 2022).

A integração dos achados também permite identificar situações que ultrapassam a atuação fisioterapêutica isolada. Dor óssea localizada, edema importante, piora progressiva, sintomas neurológicos, dor noturna, sinais sistêmicos ou suspeita de lesão óssea por estresse justificam investigação médica complementar. Nessas situações, insistir apenas na modificação biomecânica ou na redução da carga pode atrasar o diagnóstico adequado (Kakouris *et al*., 2021).

Aspectos relacionados à disponibilidade energética e à recuperação também devem ser considerados. Fadiga persistente, perda rápida de peso, alterações menstruais, restrições alimentares importantes ou histórico de lesões ósseas por estresse podem justificar avaliação nutricional, uma vez que a tolerância ao treinamento depende não apenas da mecânica do movimento, mas também da disponibilidade de recursos para adaptação e reparo tecidual (Amawi *et al*., 2024).

Da mesma forma, medo intenso de movimento, insegurança para retornar à corrida, ansiedade associada ao desempenho ou dificuldade emocional relacionada ao afastamento esportivo podem interferir na evolução. Quando relevantes, esses fatores justificam suporte psicológico e reforçam a necessidade de uma abordagem que considere o corredor para além dos achados biomecânicos (Linton *et al*., 2025).

A comunicação com treinador ou profissional de Educação Física permite transformar os resultados da avaliação em ajustes compatíveis com o treinamento. Informações como tolerância atual, momento de surgimento dos sintomas, condições que aumentam a queixa, limitações funcionais e resposta à fadiga podem auxiliar na organização de volume, intensidade, terreno e progressão das sessões. Essa integração entre avaliação clínica e treinamento reduz a distância entre o que é observado na fisioterapia e as demandas reais enfrentadas pelo corredor (Macedo *et al*., 2024).

CAPÍTULO 6

LESÕES RELACIONADAS À CORRIDA



CAPÍTULO 6 – Lesões Relacionadas à Corrida

6.1 Introdução às lesões relacionadas à corrida

As lesões relacionadas à corrida podem ser compreendidas como alterações musculoesqueléticas associadas direta ou indiretamente à prática da corrida, capazes de produzir dor, desconforto, perda de função, redução do desempenho, modificação do padrão de treino ou necessidade de acompanhamento profissional. Na prática fisioterapêutica, esse conceito não deve se limitar apenas à presença de diagnóstico estrutural, pois muitos corredores mantêm sintomas em fases iniciais sem interrupção completa da atividade (Lacey *et al*., 2024).

Por isso, a avaliação clínica deve considerar não apenas onde dói, mas como a queixa modifica a capacidade do corredor de sustentar volume, intensidade, frequência, técnica e recuperação. Essa leitura é especialmente importante porque diferentes estudos ainda utilizam definições heterogêneas de lesão relacionada à corrida, variando entre dor autorreferida, afastamento do treino, necessidade de atendimento em saúde ou perda de participação esportiva, o que reforça a necessidade de uma abordagem clínica contextualizada e funcional (Lacey *et al*., 2024).

A relevância clínica desse conceito torna-se ainda maior quando se observa que as lesões em corredores são frequentes e concentram-se principalmente nos membros inferiores, com destaque para joelho, tornozelo, perna e pé. Embora a corrida apresente benefícios cardiovasculares, metabólicos e psicossociais bem estabelecidos, sua prática expõe o sistema musculoesquelético a milhares de ciclos de apoio, absorção, propulsão e controle postural. Assim, a lesão não deve ser interpretada como consequência inevitável da corrida, mas como expressão de um desequilíbrio entre demanda mecânica, controle neuromuscular, recuperação e capacidade adaptativa dos tecidos. Essa perspectiva ajuda o fisioterapeuta a integrar os achados da anamnese esportiva, da avaliação biomecânica e dos testes funcionais, evitando explicações reducionistas baseadas apenas em alinhamento, pisada ou força isolada (Kakouris *et al*., 2021).

As lesões agudas são aquelas associadas a um evento identificável, geralmente com início súbito dos sintomas, como entorse durante mudança inesperada de terreno, queda, ruptura muscular em aceleração ou trauma direto durante a corrida. Nesses casos, o corredor costuma relatar com clareza o momento de início da dor, podendo haver edema, incapacidade imediata, alteração importante da marcha ou interrupção abrupta do exercício. Já as lesões por sobrecarga apresentam instalação gradual e estão relacionadas à repetição de estímulos mecânicos que, ao

longo do tempo, excedem a capacidade de adaptação do tecido. Essa distinção é útil para organizar o raciocínio clínico, mas não deve ser aplicada de forma rígida, pois alguns quadros aparentemente agudos podem ocorrer sobre tecidos previamente sensibilizados ou fatigados, enquanto lesões por sobrecarga podem apresentar exacerbações súbitas após um treino mais intenso (Edouard; Tooth, 2024).

Figura 91 – Características das lesões agudas e por sobrecarga relacionadas à corrida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Na corrida, grande parte das queixas clínicas observadas no consultório fisioterapêutico tende a seguir comportamento compatível com sobrecarga, como dor patelofemoral, síndrome do estresse tibial medial, tendinopatia do calcâneo, fasciopatia plantar e dores ósseas por estresse. Esses quadros raramente dependem de um único fator causal; ao contrário, costumam emergir da interação entre histórico prévio de lesão, progressão de carga, controle de impacto,

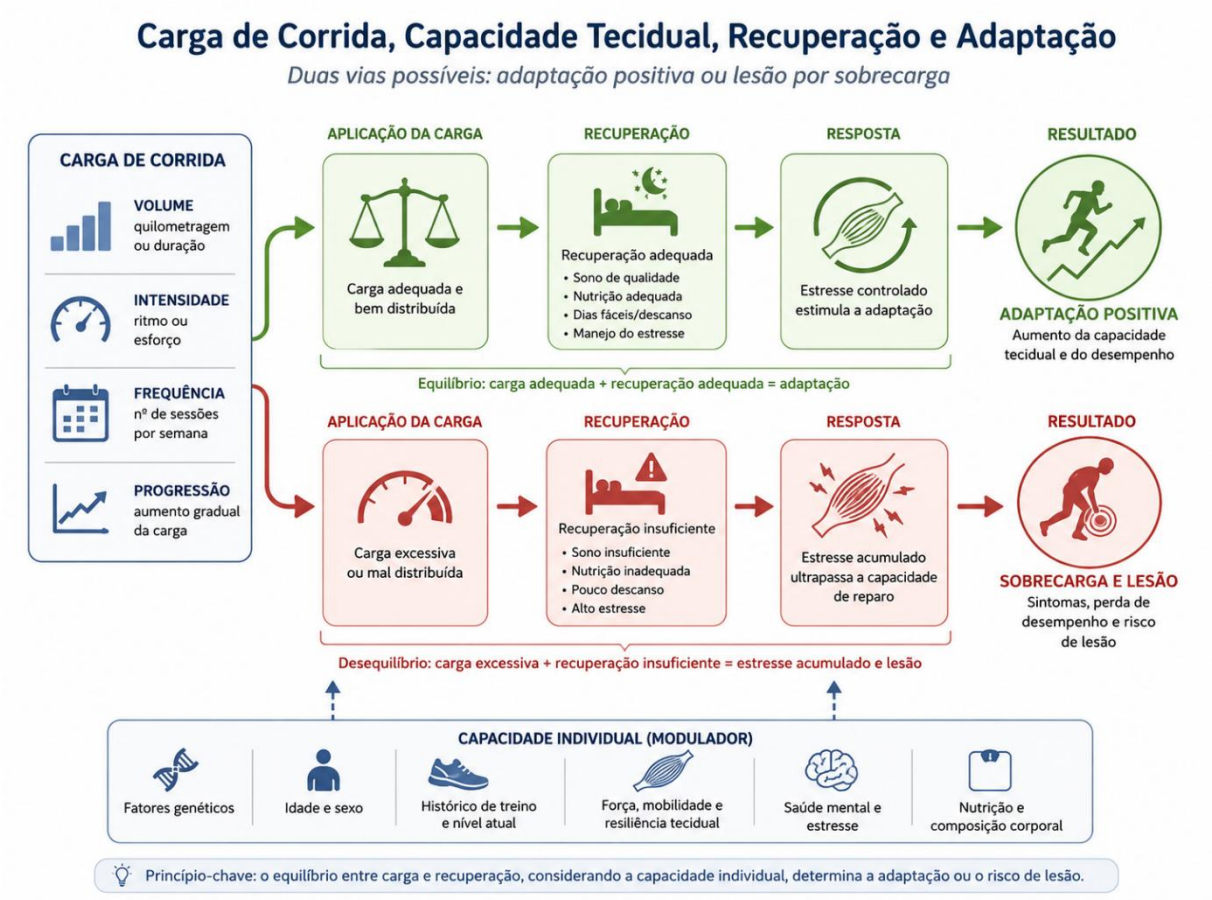
força, mobilidade, sono, recuperação, superfície, calçado e estratégia biomecânica adotada pelo corredor. Nesse contexto, achados como queda pélvica, adução e rotação interna excessiva do quadril, valgo dinâmico, pronação excessiva, inclinação lateral do tronco, sinal de cruzamento e dificuldade de controlar a flexão do joelho durante o apoio não devem ser interpretados isoladamente como causas, mas como possíveis componentes de um perfil de carga que precisa ser relacionado aos sintomas, à tolerância tecidual e à história de treino (Burke *et al*., 2023).

A corrida impõe ao corpo uma sequência repetida de impactos e forças de reação do solo, exigindo coordenação entre absorção, rigidez elástica, controle articular e produção de força. Quando o tecido recebe estímulos progressivos e há tempo suficiente para recuperação, ocorre adaptação positiva; porém, quando a magnitude, a frequência ou a velocidade de progressão da carga ultrapassam a capacidade individual de reparo, o mesmo estímulo que antes era adaptativo pode se tornar irritativo. Ossos, tendões, músculos, cartilagens, fáscias e ligamentos apresentam capacidade de adaptação ao estímulo mecânico por meio de processos de remodelação e reparo, mas essa capacidade não é fixa. Ela pode variar conforme condicionamento, exposição prévia à corrida, idade, histórico de lesão, força, sono, disponibilidade energética, estado hormonal, estresse e recuperação. Dessa forma, uma carga previamente tolerada pode tornar-se excessiva após períodos de lesão, destreinamento, doença ou recuperação insuficiente, enquanto a exposição progressiva pode aumentar a capacidade do tecido ao longo do tempo. Por isso, a análise fisioterapêutica das lesões relacionadas à corrida deve considerar a dose total de corrida e a forma como essa dose é distribuída, incluindo aumento abrupto de distância, treinos intensos em dias consecutivos, redução de sono, retorno precoce após dor, baixa força de membros inferiores ou controle deficiente do impacto (Hamstra-Wright *et al*., 2021; Schuster Brandt Frandsen *et al*., 2025).

A compreensão dessa relação também exige diferenciar carga externa e carga interna. A carga externa corresponde ao trabalho imposto ao corredor, incluindo distância, duração, velocidade, inclinação, terreno, número de passadas, calçado e características da superfície. A carga interna representa a resposta individual a essa exposição, podendo ser expressa por percepção subjetiva de esforço, frequência cardíaca, fadiga, dor, rigidez, recuperação e tolerância musculoesquelética após o treino. Assim, dois corredores submetidos à mesma sessão podem apresentar respostas distintas, pois a capacidade de tolerar a carga depende de fatores como histórico de lesão, sono, disponibilidade energética, estresse e condição funcional. Na prática fisioterapêutica, essa distinção direciona a análise para a relação entre o estímulo

aplicado e a resposta individual do corredor, evitando que distância ou volume sejam interpretados isoladamente (Hamstra-Wright *et al*., 2021).

Figura 92 – Relação entre carga mecânica, capacidade tecidual, recuperação e adaptação no corredor.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A compreensão moderna das lesões por sobrecarga também exige cautela ao interpretar métricas de treino de forma isolada. Volume semanal, intensidade, distância da sessão mais longa, percepção subjetiva de esforço e razão carga aguda: carga crônica podem auxiliar o raciocínio, mas não substituem a avaliação clínica. Para o fisioterapeuta, os dados registrados em aplicativo ou planilha precisam ser confrontados com a resposta do corredor, como dor durante a corrida, dor nas 24 a 48 horas seguintes, rigidez matinal, perda de desempenho, alteração de cadência, piora do controle motor ou necessidade de compensações biomecânicas.

Assim, a carga relevante não é apenas a carga prescrita ou medida, mas a carga efetivamente tolerada pelo sistema musculoesquelético naquele momento (Cloosterman *et al*., 2024).

Essa relação entre impacto, carga e capacidade tecidual aproxima a compreensão das lesões dos achados biomecânicos e funcionais discutidos ao longo da avaliação. Um corredor com boa tolerância ao impacto, força adequada, controle pélvico eficiente e progressão gradual de treino pode conviver com pequenas variações cinemáticas sem desenvolver sintomas. Por outro lado, o mesmo padrão de movimento pode se tornar clinicamente relevante quando associado a fadiga, aumento abrupto de volume, baixa recuperação ou histórico de lesão. Dessa forma, a lesão relacionada à corrida deve ser entendida como fenômeno multifatorial, no qual fatores biomecânicos, treinamento, características individuais e contexto de recuperação se combinam, evitando interpretações simplistas que atribuem a dor apenas à pronação, ao valgo ou ao tipo de pisada (Willwacher *et al*., 2022).

Figura 93 – Modelo multifatorial das lesões relacionadas à corrida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Compreender a lesão dentro do contexto do corredor significa reconhecer que a dor não surge apenas de uma estrutura anatômica isolada, mas da interação entre capacidade tecidual, histórico esportivo, objetivos pessoais, rotina de treino, recuperação e estratégias biomecânicas utilizadas durante a corrida. Um mesmo achado, como queda pélvica, adução do quadril, sinal de cruzamento, pronação excessiva ou maior inclinação lateral do tronco, pode ter relevância clínica diferente em um corredor iniciante, em um atleta que prepara uma maratona, em alguém que retornou recentemente após lesão ou em um corredor que aumentou intensidade sem recuperação adequada. Estudos prospectivos reforçam essa leitura multifatorial, mostrando que lesões relacionadas à corrida se associam a fatores como histórico prévio de lesão, treinamento para maratona, troca frequente de calçado e variáveis cinemáticas do joelho e tronco (Burke *et al*., 2023).

Essa perspectiva contextual também protege o fisioterapeuta de interpretações simplistas, como atribuir a lesão exclusivamente à pisada, ao alinhamento do joelho ou ao tipo de tênis. Revisões recentes indicam que os fatores de risco para lesões relacionadas à corrida permanecem heterogêneos e dependem de múltiplos domínios, incluindo características individuais, histórico de lesão, exposição ao treino, fatores biomecânicos e aspectos de saúde e estilo de vida. Na prática clínica, a pergunta central não deve ser apenas qual estrutura está dolorosa, mas por que essa estrutura deixou de tolerar a carga neste momento. Essa mudança de raciocínio aproxima o diagnóstico fisioterapêutico da realidade do corredor e permite compreender a lesão como resultado de uma relação dinâmica entre demanda mecânica e capacidade de adaptação (Correia *et al*., 2024).

A relação entre sintomas e carga de treino deve ser analisada de forma temporal, pois muitas lesões por sobrecarga não aparecem no primeiro treino excessivo, mas após uma sequência de estímulos que ultrapassa a tolerância do tecido. Dor que surge apenas no final da corrida, rigidez no dia seguinte, desconforto que aparece cada vez mais cedo no treino, piora em subidas, descidas, tiros, terrenos inclinados ou superfícies rígidas são informações clínicas relevantes porque ajudam a identificar quais cargas específicas provocam sintomas. O histórico de lesão merece atenção especial, pois corredores recreacionais previamente lesionados apresentaram maior risco de nova lesão, reforçando que retorno incompleto, déficits residuais de força, controle motor, mobilidade ou tolerância ao impacto podem manter o corredor vulnerável mesmo após a redução da dor (Desai *et al*., 2021).

O volume semanal, a intensidade, a distância do treino mais longo e a distribuição das sessões ao longo da semana precisam ser interpretados junto à recuperação, sono, estresse,

alimentação, trabalho e outras demandas físicas. Um aumento aparentemente pequeno de quilometragem pode ser bem tolerado por um corredor com base aeróbica sólida e recuperação adequada, mas excessivo para outro que está retornando de dor, treinando em terreno mais exigente ou acumulando fadiga. Evidências recentes sugerem que aumentos importantes na distância de uma sessão em relação ao maior treino recente elevam o risco de lesões por sobrecarga, reforçando a importância de investigar não apenas a quilometragem total, mas também picos de carga, mudanças abruptas de intensidade e sessões longas desproporcionais à preparação prévia (Schuster Brandt Frandsen *et al*., 2025).

A fadiga também precisa ser considerada porque pode modificar a capacidade do corredor de manter a mesma estratégia de absorção, estabilidade e propulsão ao longo da sessão. Alterações relacionadas à fadiga já foram observadas em variáveis como tempo de contato, tempo de voo, flexão do joelho no contato inicial, flexão do tronco, aceleração tibial, rigidez vertical, força de extensão do joelho e desempenho em saltos. Clinicamente, isso ajuda a explicar por que determinados padrões podem surgir apenas ao final da corrida ou após sessões mais exigentes, mesmo quando o corredor apresenta bom controle no início da atividade (Apte *et al*., 2021).

A resposta biomecânica à fadiga, entretanto, não ocorre de forma uniforme. Podem ocorrer mudanças na distribuição da pressão plantar, cadência, comprimento da passada e estratégia de contato, mas sua magnitude e direção dependem da velocidade, experiência do corredor, calçado e condição de teste. Por isso, quando os sintomas aparecem apenas após determinada duração ou quilometragem, a avaliação realizada somente em condição descansada pode não reproduzir a situação clínica. Nesses casos, quando seguro, a comparação entre o início e o final da corrida pode fornecer informações adicionais sobre a tolerância à carga e a capacidade de manter o movimento sob fadiga (Hazzaa *et al*., 2023).

O terreno e o calçado também devem ser avaliados como moduladores de carga, e não como explicações únicas para a lesão. A transição para trilhas, asfalto, esteira, ladeiras, terrenos inclinados ou superfícies irregulares modifica exigências de absorção, rigidez, controle frontal e estabilidade distal, podendo alterar a demanda sobre pé, tornozelo, joelho e quadril. Da mesma forma, a troca frequente de calçado, a mudança para modelos minimalistas, superamortecidos ou com placa rígida, ou a alternância sem período de adaptação, pode modificar a distribuição de carga entre antepé, retropé, panturrilha, tendão calcâneo, joelho e quadril. O ponto clínico central é correlacionar essas mudanças com o início, a progressão e o comportamento dos

sintomas, evitando conclusões apressadas baseadas apenas no modelo do tênis ou no tipo de superfície (Tingan *et al*., 2024).

A avaliação clínica e funcional tem o papel de transformar a queixa do corredor em hipóteses testáveis, relacionando sintomas, tecido provável, tolerância à carga e fatores associados. A anamnese organiza o início da dor, comportamento durante e após a corrida, histórico de lesões, mudanças recentes no treino, calçado, terreno, recuperação e objetivos esportivos; o exame físico verifica mobilidade, força, sensibilidade, testes provocativos, controle motor e resposta a tarefas funcionais. Essa integração é essencial porque muitos achados isolados têm baixa capacidade explicativa quando retirados do contexto. Assim, uma pronação acentuada, limitação de dorsiflexão, excesso de flexão do joelho, queda pélvica ou inclinação anterior do tronco devem ser relacionados ao local da dor, à fase da corrida em que o sintoma aparece, à fadiga e à capacidade do corredor de controlar impacto em tarefas como agachamento unipodal, salto, aterrissagem, elevação de panturrilha e corrida observada (Tripodi *et al*., 2024).

A avaliação biomecânica da corrida, especialmente por vídeo bidimensional na prática clínica, pode auxiliar na identificação de padrões associados à sobrecarga, desde que seja interpretada com cautela e em conjunto com o exame clínico. Variáveis como adução de quadril, rotação interna do quadril, valgo ou varo dinâmico do joelho, sinal de cruzamento, inclinação lateral do tronco, queda pélvica, padrão de contato do pé e oscilação vertical podem ajudar a formular hipóteses sobre distribuição de carga, mas não devem ser tratadas como diagnóstico isolado. Estudos recentes com análise de vídeo mostram que algumas variáveis cinemáticas podem discriminar corredores lesionados de não lesionados, mas também indicam que esses padrões variam conforme sexo, membro avaliado e tipo de lesão, reforçando a necessidade de interpretação individualizada (Loh; Kong, 2026).

A avaliação funcional complementa a análise biomecânica porque revela a capacidade do corredor de produzir, absorver, sustentar e repetir força sob diferentes demandas. Testes de força de quadril, joelho, tornozelo e pé, resistência de panturrilha, controle pélvico, mobilidade de tornozelo, estabilidade do tronco, saltos, aterrissagens e tarefas unipodais ajudam a identificar se o tecido doloroso está sendo exposto a uma carga maior do que sua capacidade atual. Estudos prospectivos recentes investigaram variáveis como força muscular de quadril e joelho, pressão plantar, estabilidade central, dorsiflexão, rotação interna passiva do quadril, alinhamento e medidas antropométricas como possíveis fatores associados a lesões, reforçando

que a avaliação deve combinar domínios musculoesqueléticos, biomecânicos e funcionais, sem depender de uma única medida (Moreira *et al*., 2024).

O diagnóstico diferencial é fundamental porque diferentes estruturas podem produzir sintomas semelhantes durante a corrida, mas exigir condutas, restrições e encaminhamentos distintos. Dor anterior no joelho, por exemplo, pode estar relacionada à dor patelofemoral, tendinopatia patelar, irritação da gordura infrapatelar, sobrecarga femorotibial ou dor referida. Dor na perna pode envolver síndrome do estresse tibial medial, lesão óssea por estresse, sobrecarga muscular, irritação neural ou síndrome compartimental crônica. Dor no pé e tornozelo pode corresponder a tendinopatias, fasciopatia plantar, entorses, neuromas, aprisionamentos nervosos, lesões osteocondrais ou fraturas por estresse. Por isso, a localização da dor deve ser apenas o início do raciocínio, sendo necessário analisar mecanismo, progressão, irritabilidade, achados de palpação, testes específicos, resposta à carga e sinais incompatíveis com uma lesão musculoesquelética simples (Moreira *et al*., 2024).

O diagnóstico diferencial também evita que o fisioterapeuta normalize sintomas que indicam maior risco clínico, especialmente em lesões ósseas por estresse. Dor óssea localizada, progressiva, que piora com impacto, passa a ocorrer mais cedo no treino, persiste após a corrida ou aparece durante caminhada deve aumentar a suspeita clínica, principalmente quando associada a aumento recente de carga, baixa disponibilidade energética, alterações menstruais, histórico de fratura por estresse ou recuperação insuficiente. Nesses casos, insistir apenas em liberação miofascial, fortalecimento ou ajuste técnico sem considerar investigação pode atrasar o diagnóstico e aumentar o risco de progressão. A diferenciação entre dor tendínea, muscular, óssea, articular e neural é, portanto, uma competência central na avaliação do corredor lesionado (Tingan *et al*., 2024).

A atuação fisioterapêutica nas lesões relacionadas à corrida inclui avaliação musculoesquelética, identificação de fatores associados, educação, modificação de carga, exercícios terapêuticos, reeducação do movimento e orientação de retorno gradual. No entanto, esse campo tem limites claros quando a apresentação clínica sugere condição que exige investigação médica, imagem, abordagem farmacológica, intervenção cirúrgica ou avaliação multiprofissional. Sinais como dor noturna não mecânica, dor progressiva sem relação proporcional com carga, febre, perda de peso inexplicada, sintomas neurológicos importantes, trauma significativo, incapacidade de sustentar peso, suspeita de fratura, dor óssea focal persistente, sinais vasculares, infecção, história de câncer ou sintomas sistêmicos devem interromper o raciocínio de manejo conservador simples e direcionar o corredor para avaliação

apropriada. Esses sinais não funcionam como diagnóstico definitivo, mas elevam a suspeita de patologia séria e justificam investigação adicional ou encaminhamento (Storari *et al*., 2025).

No corredor, o encaminhamento também deve ser considerado quando a evolução não é compatível com a hipótese inicial ou quando há falha de melhora apesar de manejo adequado de carga, exercício e tempo biológico esperado. Persistência de dor incapacitante, piora progressiva, recorrências frequentes, suspeita de baixa disponibilidade energética, distúrbios menstruais, múltiplas lesões ósseas, uso de medicamentos associados a risco tendíneo ou ósseo, sinais de sofrimento psicológico relevante ou necessidade de retorno esportivo em contexto competitivo podem exigir integração com médico do esporte, ortopedista, nutricionista, psicólogo, treinador ou outros profissionais. Reconhecer esses limites qualifica a tomada de decisão, aumenta a segurança do corredor e posiciona o fisioterapeuta como profissional capaz de diferenciar quadros manejáveis na clínica daqueles que exigem cuidado compartilhado ou investigação imediata (Storari *et al*., 2025).

Figura 94 – Raciocínio clínico e tomada de decisão na avaliação do corredor lesionado.

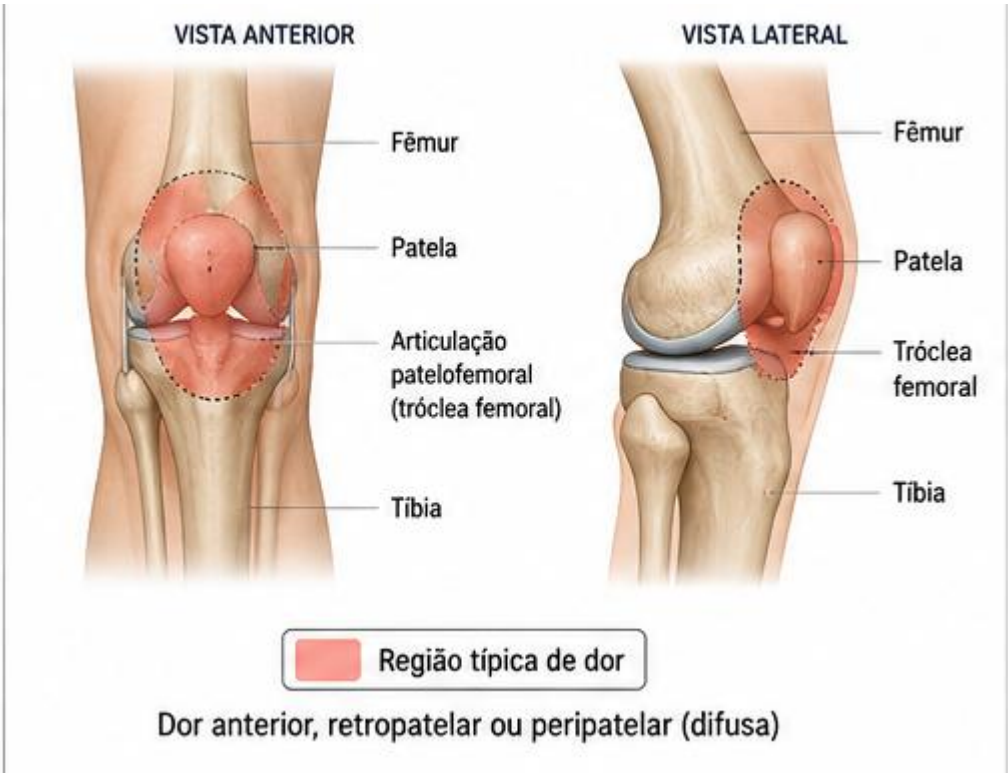


Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

6.2 Síndrome da dor patelofemoral

A síndrome da dor patelofemoral, frequentemente descrita na literatura internacional como patellofemoral pain ou PFP, é uma condição clínica caracterizada por dor anterior, retropatelar ou peripatelar no joelho, geralmente associada à sobrecarga da articulação patelofemoral durante atividades que exigem flexão do joelho sob carga. No corredor, essa dor deve ser compreendida como uma manifestação de intolerância mecânica da articulação patelofemoral e dos tecidos periarticulares às demandas repetidas da corrida, especialmente quando a carga aplicada supera a capacidade momentânea de adaptação do sistema musculoesquelético. Embora seja comum o uso popular da expressão "joelho do corredor", essa denominação é limitada, pois a dor patelofemoral não ocorre exclusivamente em corredores e não deve ser interpretada como consequência inevitável da corrida. Do ponto de vista fisioterapêutico, trata-se de uma condição multifatorial, na qual sintomas, volume de treino, intensidade, controle do movimento, força, recuperação e histórico prévio precisam ser analisados em conjunto (Callahan *et al*., 2025).

Figura 95 – Localização anatômica característica da dor patelofemoral.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A dor patelofemoral costuma ser provocada ou agravada por tarefas que aumentam a demanda compressiva sobre o joelho, como corrida, agachamento, subida e descida de escadas, avanços, saltos, aclives, declives e permanência prolongada com o joelho flexionado. Na corrida, essa demanda é modulada por velocidade, inclinação do terreno, cadência, comprimento da passada, grau de flexão do joelho no apoio, posição do tronco, controle do quadril e estratégia de contato do pé. Por isso, o sintoma anterior no joelho não deve ser explicado apenas por termos estruturais como "condromalácia" ou "desgaste", pois esses rótulos podem reduzir o raciocínio clínico e aumentar a insegurança do corredor. A interpretação mais adequada é relacionar a dor à tolerância da articulação patelofemoral frente às cargas funcionais e esportivas, considerando quando o sintoma aparece, quanto tempo persiste após o treino e quais atividades o reproduzem (Neal *et al*., 2024).

Figura 96 – Tarefas funcionais associadas ao aumento da demanda sobre a articulação patelofemoral.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Do ponto de vista biomecânico, a síndrome da dor patelofemoral pode estar relacionada à forma como a carga é distribuída entre quadril, joelho, tornozelo e pé durante a corrida, mas esses achados não devem ser analisados isoladamente. Maior adução e rotação interna do quadril, valgo dinâmico do joelho, queda pélvica, inclinação lateral do tronco, excesso de flexão do joelho no apoio, aumento do comprimento da passada ou redução relativa da cadência podem modificar a demanda sobre a articulação patelofemoral, principalmente quando associados à fadiga, aumento recente de treino ou baixa recuperação. Revisões recentes reforçam que existem diferenças biomecânicas observáveis em alguns grupos com dor patelofemoral, mas a heterogeneidade dos achados impede que um único padrão seja considerado causa universal da condição. Na prática clínica, esses sinais devem funcionar como hipóteses de sobrecarga, e não como diagnóstico automático (Bazett-Jones *et al*., 2023).

Essa leitura é especialmente importante em corredores, pois o movimento observado nem sempre diferencia de forma simples quem tem dor de quem não tem. Alterações cinemáticas de quadril e joelho podem variar conforme sexo, velocidade, características individuais e presença ou ausência de sintomas, reforçando a necessidade de interpretar a biomecânica dentro do contexto clínico. Assim, maior adução de quadril, valgo dinâmico ou inclinação lateral do tronco não devem ser automaticamente classificados como alterações patológicas; esses achados ganham relevância quando se conectam ao comportamento da dor, à tarefa provocativa, à tolerância ao impacto, ao histórico de treino e à resposta funcional. Essa perspectiva evita intervenções excessivamente corretivas e favorece um raciocínio fisioterapêutico mais preciso, individualizado e menos ameaçador para o corredor (Luz *et al*., 2022).

A síndrome da dor patelofemoral está entre as queixas mais comuns em corredores e representa uma das principais causas de dor anterior no joelho nessa população. Revisão sistemática sobre lesões musculoesqueléticas relacionadas à corrida identificou o joelho como uma das regiões mais acometidas e apontou a dor patelofemoral como uma das patologias mais prevalentes entre corredores. Esses dados sustentam sua importância clínica na Fisioterapia esportiva, especialmente porque muitos corredores continuam treinando nas fases iniciais da dor, realizando compensações, reduzindo intensidade ou evitando terrenos específicos antes de procurar atendimento. Assim, a dor patelofemoral deve ser investigada precocemente, não apenas quando há interrupção total da corrida, mas também quando o corredor começa a modificar o treino para evitar sintomas (Kakouris *et al*., 2021).

A condição pode acometer corredores iniciantes, recreativos e competitivos, embora o contexto de surgimento dos sintomas varie entre esses grupos. Em iniciantes, pode aparecer quando a progressão de volume, frequência ou intensidade ocorre mais rapidamente do que a adaptação dos tecidos ao impacto repetido. Em corredores recreativos, costuma estar relacionada a mudanças recentes na rotina, como preparação para provas, aumento do treino longo, inclusão de tiros, maior exposição a subidas e descidas, troca de calçado ou redução da recuperação. Em corredores competitivos, a maior carga semanal, a necessidade de desempenho e a exposição frequente a treinos intensos podem favorecer a persistência dos sintomas, mesmo quando o atleta ainda consegue correr. Portanto, o nível de experiência não deve ser interpretado como proteção absoluta; o ponto central é a relação entre carga acumulada, capacidade funcional, recuperação e resposta sintomática (Machado *et al*., 2025).

A relevância clínica da dor patelofemoral não está apenas em sua frequência, mas também em seu impacto sobre a continuidade do treinamento e sobre a confiança do corredor. A dor pode limitar o volume semanal, reduzir velocidade, dificultar treinos em descida, comprometer sessões intervaladas, alterar a técnica de corrida e gerar insegurança em atividades cotidianas, como escadas, agachamentos e transições de sentar para levantar. Em muitos casos, o corredor não interrompe imediatamente a prática, mas passa a negociar com a dor: reduz ritmo, evita percursos, encurta treinos, pula sessões ou aumenta o intervalo entre corridas. Para a avaliação fisioterapêutica, é fundamental investigar não apenas se o corredor consegue correr, mas em que condições ele corre, com que dor, por quanto tempo, com qual recuperação e com quais adaptações no treino (Neal *et al*., 2024).

A síndrome da dor patelofemoral também pode dificultar o retorno progressivo à corrida, pois a melhora da dor em repouso ou nas atividades diárias não garante tolerância suficiente à repetição de impacto. Um corredor pode caminhar sem dor, subir escadas com desconforto leve e ainda apresentar piora significativa ao retomar treinos contínuos, descidas, tiros ou aumento de quilometragem. Essa característica reforça que a condição deve ser compreendida como um problema de carga e função, e não apenas como sintoma local no joelho. A tomada de decisão clínica precisa considerar irritabilidade, comportamento da dor nas 24 a 48 horas após a corrida, controle do quadril e do joelho, força e resistência muscular, tolerância ao impacto e capacidade de progredir sem exacerbação (Bazett-Jones *et al*., 2023).

Os fatores associados à síndrome da dor patelofemoral em corredores devem ser interpretados a partir de um modelo multifatorial, no qual a articulação patelofemoral passa a receber demanda maior do que sua capacidade atual de tolerância. Aumento abrupto de volume,

intensidade, frequência semanal, treinos em descida, sessões intervaladas, preparação para provas e redução da recuperação podem elevar a carga repetida sobre o joelho, principalmente quando a progressão ocorre sem adaptação adequada dos tecidos. Em corredores com dor patelofemoral, características do treino, como distância semanal e velocidade autosselecionada, podem interagir com variáveis cinemáticas do membro inferior, reforçando que a carga não deve ser analisada separadamente da forma como o corredor absorve, controla e distribui o impacto (Machado *et al*., 2025).

Entre os fatores biomecânicos frequentemente discutidos, o valgo dinâmico do joelho merece atenção por representar uma estratégia tridimensional que pode envolver adução e rotação interna do quadril, abdução do joelho, rotação tibial e maior demanda de controle nos planos frontal e transversal. Esse padrão pode alterar a distribuição de carga na articulação patelofemoral, especialmente em tarefas repetidas como corrida, agachamento, descida de escadas e aterrissagens. Revisão sistemática com meta-análise identificou alterações associadas ao joelho valgo dinâmico em indivíduos com dor patelofemoral, sugerindo relevância clínica quando o achado se conecta à dor, à irritabilidade e à tarefa provocativa. No entanto, ele não deve ser tratado como causa única, pois precisa ser interpretado junto ao histórico, força, fadiga, volume de treino e controle funcional do corredor (Yalfani *et al*., 2024).

A adução e a rotação interna do quadril, assim como a queda pélvica contralateral, podem modificar a orientação do fêmur sob a patela e aumentar a exigência de controle proximal durante a fase de apoio da corrida. Clinicamente, esses sinais costumam aparecer associados à dificuldade de estabilizar pelve e quadril em apoio unipodal, especialmente quando há fadiga, baixa resistência muscular ou pouca capacidade de sustentar a técnica em treinos longos. A literatura indica diferenças biomecânicas limitadas, geralmente de pequeno a moderado efeito, reforçando que esses achados são úteis para formular hipóteses de sobrecarga, mas não permitem afirmar causalidade isolada (Bazett-Jones *et al*., 2023).

Os déficits de força de quadríceps e glúteos também são fatores associados importantes, pois esses grupos participam do controle da flexão do joelho, da estabilidade femoropatelar, da absorção de carga e do alinhamento dinâmico do membro inferior. Em corredores amadores com dor patelofemoral, foram observadas menores forças de abdução do quadril e extensão do joelho, além de menor simetria de força em comparação com corredores sem dor. Esses achados não significam que a fraqueza seja sempre a causa primária da dor, mas indicam que a redução da capacidade muscular pode contribuir para menor tolerância à carga e pior controle do membro inferior em atividades repetidas (Chen *et al*., 2024).

A baixa resistência muscular amplia esse raciocínio, pois muitos corredores não apresentam dor nos primeiros minutos da sessão, mas passam a perder controle mecânico conforme a fadiga se acumula. Nesses casos, o problema pode não ser apenas produzir força em um teste isolado, mas sustentar controle de quadril, joelho, pelve e tronco por centenas ou milhares de passadas. Déficits de resistência de abdutores do quadril, extensores do joelho, panturrilha e musculatura do tronco podem favorecer aumento progressivo de queda pélvica, adução de quadril, valgo dinâmico, inclinação lateral do tronco ou pior absorção de impacto ao longo da corrida. Assim, a capacidade muscular deve ser avaliada de forma mais ampla do que apenas por testes breves de força máxima (Van Cant *et al*., 2025).

As alterações na absorção de impacto devem ser compreendidas como mudanças na forma como o corredor atenua forças durante o contato com o solo. Baixa cadência relativa, aumento do comprimento da passada, excesso de frenagem, maior ruído no contato, rigidez de aterrissagem, pouca flexão do joelho ou dificuldade de controlar a pelve podem modificar a distribuição de carga entre quadril, joelho, tornozelo e pé. Revisão sistemática sobre manipulação da cadência mostrou que o aumento da taxa de passos pode reduzir variáveis biomecânicas relevantes para o joelho, incluindo pico de flexão, momento extensor e estresse patelofemoral. Esses dados não indicam que todos os corredores com dor patelofemoral devam aumentar a cadência, mas mostram que a absorção de impacto e a estratégia de passada são componentes clínicos relevantes quando há dor associada à corrida, descidas ou treinos intensos (Anderson *et al*., 2022).

O controle inadequado do membro inferior durante tarefas unipodais é relevante porque a corrida é, essencialmente, uma sequência de apoios unipodais repetidos. Testes como agachamento unipodal, step down, avanço, salto, aterrissagem e corrida observada permitem verificar se o corredor controla pelve, quadril, joelho e pé quando precisa sustentar carga sobre um único membro. Revisão sistemática sobre dor patelofemoral e biomecânica do quadril apontou evidência moderada de maior adução de quadril durante corrida e agachamento unipodal, além de evidência forte de menor força de rotação externa e abdução do quadril em comparação com controles. Para a prática clínica, essas tarefas são úteis não porque provam a causa da dor, mas porque revelam como força, mobilidade, coordenação e tolerância à carga se expressam em movimentos próximos da demanda real da corrida (Xie *et al*., 2022).

Clinicamente, a síndrome da dor patelofemoral costuma se apresentar como dor anterior, retropatelar ou peripatelar, de início geralmente insidioso, sem trauma específico e com piora em atividades que exigem flexão do joelho sob carga. O corredor pode descrever dor

“ao redor da patela”, “atrás da patela” ou sensação difusa na frente do joelho, muitas vezes difícil de apontar com precisão. Esse padrão deve ser diferenciado de queixas mais localizadas no tendão patelar, gordura infrapatelar, interlinha articular, trato iliotibial ou estruturas ligamentares, pois localização, comportamento da dor e tarefas provocativas ajudam a construir o diagnóstico diferencial. A dor patelofemoral é um diagnóstico essencialmente clínico, dependente de história detalhada e exame físico, e não de um achado isolado de imagem (Callahan *et al*., 2025).

A dor ao correr, agachar, subir ou descer escadas é um dos marcadores funcionais mais importantes da síndrome, pois essas tarefas aumentam a demanda sobre a articulação patelofemoral pela combinação entre flexão do joelho, ação do quadríceps e controle dinâmico do membro inferior. Na corrida, o sintoma pode aparecer após determinada distância, em ritmos mais rápidos, em descidas, após treinos intervalados ou no dia seguinte a sessões com maior carga. No agachamento e nas escadas, a dor costuma indicar sensibilidade da articulação a tarefas de maior compressão patelofemoral, principalmente quando há dificuldade de controlar o joelho no plano frontal ou quando o corredor evita flexionar o joelho por receio de dor. A reprodução dos sintomas em tarefas funcionais é, portanto, clinicamente relevante (Glaviano *et al*., 2022).

O desconforto ao permanecer muito tempo sentado com o joelho flexionado, conhecido tradicionalmente como “sinal do cinema” ou theater sign, também pode estar presente e deve ser investigado na anamnese. Esse sintoma sugere sensibilidade da região patelofemoral à manutenção prolongada de flexão, mesmo sem impacto, e pode aparecer em situações cotidianas como viagens, trabalho sentado, aulas, reuniões ou longos períodos dirigindo. Embora não seja exclusivo da dor patelofemoral, ganha valor clínico quando combinado com dor anterior no joelho e piora em corrida, agachamento e escadas. Na avaliação, é importante perguntar sobre tempo até o início do desconforto, necessidade de estender o joelho, rigidez ao levantar e relação com treinos recentes, pois esses detalhes ajudam a estimar irritabilidade e tolerância à carga (Callahan *et al*., 2025).

A dor patelofemoral pode piorar com aumento de carga, descidas, treinos intensos ou progressões rápidas de volume, pois essas situações elevam a exigência mecânica sobre o joelho e reduzem a margem de tolerância quando há baixa recuperação. Em muitos corredores, o sintoma começa como desconforto leve após a corrida e evolui para dor durante o treino, aparecendo cada vez mais cedo na sessão ou persistindo por mais tempo nas 24 a 48 horas seguintes. Essa progressão indica que a articulação está respondendo pior à carga repetida,

mesmo que o corredor ainda consiga completar os treinos. Por isso, a interpretação dos sintomas deve considerar carga, função, histórico e resposta pós-treino (Neal *et al*., 2024).

A avaliação da síndrome da dor patelofemoral deve começar por uma anamnese específica da dor e da carga de treino, pois o diagnóstico é predominantemente clínico e depende da relação entre sintomas, exposição mecânica e comportamento funcional. O fisioterapeuta deve investigar localização, início, evolução, irritabilidade, atividades provocativas, comportamento durante a corrida, resposta nas 24 a 48 horas após o treino, rigidez, dor em escadas, agachamentos, descidas, permanência sentada e mudanças recentes no treinamento. Em corredores, é indispensável reconstruir a linha do tempo da carga, incluindo aumento de volume semanal, treinos intervalados, descidas, mudança de terreno, troca de calçado, retorno após pausa, proximidade de provas e redução de recuperação. Essa investigação permite diferenciar uma dor patelofemoral sensível à carga de quadros com maior suspeita estrutural ou intra-articular (Callahan *et al*., 2025).

A avaliação de força deve incluir quadríceps, glúteos e musculatura do tronco, pois esses grupos influenciam o controle da flexão do joelho, a estabilidade pélvica, a orientação femoral e a distribuição de carga na articulação patelofemoral. A força do quadríceps é relevante pela relação direta com o controle excêntrico do joelho em agachamentos, escadas, descidas e fase de apoio da corrida; já os abdutores, extensores e rotadores externos do quadril contribuem para limitar adução e rotação interna excessiva do fêmur, queda pélvica e valgo dinâmico. A avaliação do core deve ser relacionada à capacidade de manter estabilidade lombopélvica durante tarefas unipodais e corrida em fadiga. Essa abordagem reforça a necessidade de avaliar joelho, quadril e tronco de forma integrada (Neal *et al*., 2024).

A observação de agachamento, step down e apoio unipodal é essencial porque essas tarefas reproduzem, de forma controlada, demandas presentes na corrida: suporte de peso em membro único, controle excêntrico, estabilidade pélvica, alinhamento dinâmico do joelho e coordenação entre quadril, joelho, tornozelo e pé. Durante o agachamento, devem ser observados dor, amplitude tolerada, estratégia de tronco, controle do joelho e distribuição de carga. No step down, a atenção deve se voltar para valgo dinâmico, queda pélvica, rotação interna do quadril, pronação excessiva, velocidade de descida e capacidade de controlar a tarefa sem dor ou compensação. No apoio unipodal, deve-se considerar equilíbrio, estabilidade do arco plantar, controle da pelve e capacidade de manter alinhamento sem rigidez excessiva. Nenhum teste isolado fecha o diagnóstico, mas a combinação entre história, exame físico e testes funcionais melhora a interpretação clínica (Mostafaee *et al*., 2024).

Figura 97 – Avaliação funcional da dor patelofemoral no corredor.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A análise dinâmica da corrida complementa a avaliação clínica ao mostrar como o corredor organiza o movimento na tarefa que frequentemente provoca sintomas. Devem ser observados cadência, comprimento da passada, posição do pé em relação ao centro de massa, contato inicial, oscilação vertical, ruído de impacto, flexão do joelho no apoio, adução e rotação interna do quadril, queda pélvica, inclinação lateral do tronco, sinal de cruzamento e controle do membro inferior ao longo da sessão. Esses achados não devem ser interpretados como defeitos automáticos, mas como possíveis moduladores da carga patelofemoral. A análise da corrida deve responder a uma pergunta clínica específica: aquele padrão aumenta a demanda sobre a articulação sensível e se relaciona temporalmente com a dor do corredor? (Bazett-Jones *et al*., 2023).

O diagnóstico diferencial é indispensável porque nem toda dor anterior no joelho do corredor corresponde à síndrome da dor patelofemoral. A tendinopatia patelar tende a produzir dor mais localizada no polo inferior da patela ou no tendão patelar, frequentemente relacionada

a saltos, acelerações, subidas e cargas rápidas do mecanismo extensor. Lesões meniscais podem apresentar dor em interlinha articular, derrame, bloqueio, falseio ou sintomas mecânicos; alterações intra-articulares podem gerar edema recorrente, limitação de amplitude, dor profunda ou piora desproporcional; e a dor femorotibial costuma ter localização mais medial ou lateral. A dor patelofemoral deve ser considerada após exclusão razoável de fontes tendíneas, bursais, gordura infrapatelar, plica, instabilidade patelar, alterações condrais relevantes, lesões meniscais, dor referida do quadril ou coluna e sinais de alerta (Kuwabara; Fredericson, 2021).

A prevenção e o direcionamento terapêutico da síndrome da dor patelofemoral começam pelo controle de carga, especialmente quando a dor está relacionada a aumento recente de volume, intensidade, descidas, treinos intervalados ou recuperação insuficiente. Controlar carga não significa interromper toda atividade, mas ajustar temporariamente a dose de corrida para manter estímulo sem perpetuar irritabilidade. Na prática, isso pode envolver reduzir distância, evitar descidas, substituir treinos intensos por rodagens leves, fracionar sessões, aumentar intervalo entre corridas ou utilizar atividades alternativas de menor impacto enquanto a tolerância do joelho é reconstruída. O critério central é a resposta do sintoma: dor aceitável, estável e sem piora nas 24 a 48 horas seguintes tende a indicar melhor tolerância, enquanto dor progressiva, mais precoce no treino ou persistente após a sessão sugere excesso de carga para a capacidade atual (Ophey *et al*., 2025).

O fortalecimento progressivo de quadríceps e glúteos é um eixo central no manejo da dor patelofemoral, pois aumenta a capacidade do sistema musculoesquelético de absorver, controlar e repetir carga. O quadríceps deve ser treinado para tolerar flexão do joelho sob carga em amplitudes progressivas, respeitando irritabilidade e resposta pós-exercício; os glúteos devem ser trabalhados para melhorar controle de pelve, quadril e fêmur em tarefas bilaterais e unilaterais. A progressão pode iniciar com exercícios menos provocativos e avançar para agachamentos, avanços, step down, tarefas unipodais e, posteriormente, demandas mais próximas da corrida. A evidência recente sustenta exercícios direcionados ao joelho como parte da melhor prática, enquanto o fortalecimento de quadril e core deve ser incorporado conforme os déficits individuais, evitando tanto a negligência do quadríceps quanto a ideia de que glúteo fraco explica todos os casos (Neal *et al*., 2024).

O treino de controle motor do membro inferior deve ser considerado quando a avaliação mostra dificuldade de controlar valgo dinâmico, adução e rotação interna do quadril, queda pélvica, pronação excessiva ou inclinação lateral do tronco em tarefas unipodais. Esse treino não deve ser apresentado como correção de um movimento errado, mas como desenvolvimento

de opções motoras para distribuir melhor a carga em situações específicas. O objetivo é melhorar qualidade da tarefa, percepção corporal, coordenação e capacidade de sustentar alinhamento funcional sob repetição e fadiga. Exercícios como agachamento unipodal assistido, step down, avanço, aterrissagens de baixa amplitude, controle de pelve em apoio unipodal e progressões com velocidade podem ser úteis quando conectados aos achados da avaliação (Vasconcelos *et al*., 2024).

Os ajustes técnicos na corrida podem ser indicados quando a análise dinâmica mostra relação plausível entre padrão de movimento, carga patelofemoral e sintomas. Aumentar discretamente a cadência, reduzir excesso de passada à frente do centro de massa, diminuir frenagem, ajustar inclinação do tronco ou trabalhar o controle do cruzamento da passada pode reduzir demandas específicas sobre joelho e quadril em alguns corredores. Entretanto, esses ajustes devem ser individualizados, testados em baixa dose e monitorados pela resposta clínica, pois modificar a técnica redistribui carga para outras estruturas, como panturrilha, tendão calcâneo, pé e quadril. A reeducação da corrida deve ser uma ferramenta clínica, não uma prescrição universal (Anderson *et al*., 2022).

A educação sobre dor, recuperação e progressão gradual é indispensável para reduzir medo, melhorar adesão e permitir que o corredor participe das decisões. O corredor precisa compreender que dor patelofemoral não significa, necessariamente, dano estrutural progressivo, mas também não deve ser ignorada quando se torna mais frequente, intensa ou persistente após os treinos. A educação deve abordar monitoramento de sintomas, sono, recuperação entre sessões, planejamento de carga, fortalecimento, retorno gradual à corrida e critérios de segurança para progressão. O objetivo não é proibir a corrida, mas reorganizar temporariamente a exposição para que o joelho volte a tolerar impacto, flexão sob carga e treinos progressivos. A melhor prática atual valoriza a combinação entre exercício terapêutico, suporte individualizado e educação centrada no paciente (Neal *et al*., 2024).

6.3 Tendinopatia patelar

A tendinopatia patelar é uma condição clínica relacionada à sobrecarga do tendão patelar, caracterizada principalmente por dor localizada na região do tendão, com maior frequência próxima ao polo inferior da patela, associada à perda de tolerância às atividades que exigem alta demanda do mecanismo extensor do joelho. Diferentemente da síndrome da dor patelofemoral, cuja dor costuma ser mais difusa, retropatelar ou peripatelar, a tendinopatia patelar tende a apresentar dor mais focal, provocada por tarefas que aumentam a exigência de

armazenamento e liberação de energia pelo tendão. Na corrida, deve ser compreendida como uma redução da capacidade do tendão de tolerar cargas repetidas, especialmente quando há combinação entre impacto, flexão do joelho, ação excêntrica do quadríceps e necessidade de propulsão. Embora o termo "tendinite" ainda seja utilizado popularmente, "tendinopatia" é mais adequado, pois descreve um quadro de dor e disfunção relacionado à carga, sem pressupor inflamação como mecanismo principal (Challoumas *et al*., 2021).

A relação com a demanda repetitiva do mecanismo extensor é central para compreender a tendinopatia patelar. O tendão patelar transmite força entre quadríceps, patela e tíbia, sendo exigido em tarefas que envolvem desaceleração, propulsão, aterrissagem, subida, descida, aceleração e mudanças rápidas de intensidade. Em corredores, a carga sobre o tendão pode aumentar em treinos de velocidade, subidas, descidas, tiros, pliometria, exercícios de força mal dosados ou progressões abruptas de volume e intensidade. O problema não está na carga em si, pois o tendão precisa de estímulo mecânico para se adaptar, mas quando essa carga ultrapassa sua capacidade momentânea de recuperação e adaptação. Nessa situação, o corredor pode apresentar dor durante ou após atividades de impacto, redução da confiança para acelerar, limitação em saltos e agachamentos e queda da capacidade de sustentar treinos com maior demanda do quadríceps (Theodorou *et al*., 2023).

A perda de tolerância à carga explica por que alguns corredores conseguem caminhar, trotar leve ou realizar atividades cotidianas com pouca dor, mas pioram ao introduzir velocidade, descidas, saltos, treinos intervalados ou exercícios de força com maior exigência do mecanismo extensor. Essa resposta indica que o tendão não deve ser avaliado apenas pela dor em repouso, mas pela capacidade de responder a cargas progressivas. O instrumento VISA-P, utilizado em estudos clínicos, avalia dor, função e participação esportiva, reforçando que a tendinopatia patelar envolve não apenas sintoma local, mas também redução funcional e esportiva. Para a Fisioterapia, essa leitura é essencial: a tendinopatia patelar representa uma redução da capacidade do sistema músculo-tendíneo de tolerar, armazenar e liberar energia de forma repetida e segura (Breda *et al*., 2021).

A tendinopatia patelar é mais frequentemente descrita em esportes com saltos, acelerações, desacelerações e mudanças rápidas de direção, como voleibol, basquete, futebol e modalidades do atletismo com alta exigência de potência. Por esse motivo, é tradicionalmente conhecida como "joelho do saltador", embora essa denominação não contemple todos os contextos em que pode ocorrer. Revisão sistemática e meta-análise identificou prevalência geral de 18,3% em populações atléticas, com valores mais elevados em esportes como voleibol e

basquete, nos quais o tendão é exposto repetidamente a ciclos de armazenamento e liberação de energia. Esses dados reforçam sua relevância esportiva, pois a condição pode limitar desempenho, interromper participação, gerar afastamentos prolongados e persistir quando a carga não é adequadamente ajustada à capacidade tendínea (Nutarelli *et al*., 2023).

Embora seja menos emblemática na corrida do que em esportes de salto, a tendinopatia patelar também pode ocorrer em corredores, principalmente quando a rotina inclui estímulos que aumentam a demanda do mecanismo extensor do joelho. Treinos intensos, tiros, subidas, descidas, aumento abrupto do treino longo, maior volume semanal, provas em terreno irregular, pliometria sem progressão adequada ou sessões de força com alta carga de joelho podem elevar a exigência sobre o tendão patelar. Em estudo com corredores da Maratona de Roma, a tendinopatia patelar foi diagnosticada clinicamente em parte da amostra, e o perfil de impacto apresentou associação com o escore VISA-P, sugerindo que a forma como o corredor absorve e transmite carga pode ter relevância clínica para os sintomas tendíneos. Esse achado não estabelece causalidade, mas reforça a importância de investigar carga, impacto, histórico esportivo e resposta funcional em corredores com dor localizada no tendão patelar (Longo *et al*., 2021).

Do ponto de vista clínico, a tendinopatia patelar pode interferir diretamente nas sessões que exigem maior potência, velocidade e controle excêntrico do joelho. O corredor pode tolerar rodagens leves, mas apresentar dor em ritmos mais rápidos, descidas prolongadas, treinos intervalados, subidas com maior propulsão ou exercícios complementares, como saltos, agachamentos profundos e avanços. Revisão recente sobre lesões de joelho em corredores de endurance identificou que, para tendinopatia patelar, os fatores mais frequentemente relatados envolvem aumento de carga ou volume de treinamento e variáveis demográficas. Para a prática fisioterapêutica, isso significa que a dor no tendão patelar deve ser relacionada à linha do tempo da carga, ao tipo de treino, à recuperação, à tolerância ao impacto e à capacidade do corredor de controlar o joelho em tarefas repetidas (Senthil *et al*., 2026).

Os fatores associados à tendinopatia patelar devem ser compreendidos pela relação entre carga mecânica repetida e capacidade de adaptação do tendão. O alto volume de impacto, isoladamente, não determina a lesão, mas pode se tornar relevante quando excede a tolerância atual do complexo quadríceps-patela-tendão patelar-tíbia. Na corrida, isso pode ocorrer em períodos de aumento abrupto de quilometragem, intensificação de treinos, maior exposição a descidas, tiros, subidas, acelerações ou inclusão de exercícios pliométricos sem progressão adequada. Como o tendão patelar participa da transmissão de força do mecanismo extensor,

atividades que exigem armazenamento e liberação repetida de energia tendem a aumentar sua demanda, especialmente quando combinadas com recuperação insuficiente (Theodorou *et al*., 2023).

O aumento abrupto de treinos intensos é particularmente importante porque modifica não apenas a quantidade total de carga, mas também a taxa de aplicação dessa carga sobre o tendão. Sessões de velocidade, tiros curtos, subidas fortes, descidas prolongadas e trabalhos pliométricos aumentam a exigência do mecanismo extensor, demandando maior capacidade de produção, frenagem e reutilização de energia elástica. Para o corredor, a tendinopatia pode surgir quando essas demandas são introduzidas antes que o tendão tenha desenvolvido tolerância suficiente, principalmente após períodos de pausa, retorno precoce de lesão, mudança de planilha ou preparação acelerada para provas. Esse raciocínio é coerente com a compreensão atual da tendinopatia patelar como dor e disfunção relacionadas à carga (Challoumas *et al*., 2021).

O déficit de força do quadríceps é clinicamente relevante porque esse grupo muscular regula a capacidade do joelho de absorver, controlar e produzir força durante corrida, agachamentos, descidas, acelerações e saltos. Quando há menor força ou menor controle do mecanismo extensor, o tendão patelar pode ser exposto a uma relação desfavorável entre demanda e capacidade, especialmente em tarefas de maior velocidade ou impacto. Estudos recentes em atletas com tendinopatia patelar identificaram menor força de quadríceps, pior estabilidade postural e maior influência da dor sobre o controle dinâmico. Assim, a avaliação não deve se limitar à palpação do tendão, mas incluir força, estabilidade e controle funcional do membro inferior (Fendri *et al*., 2024).

A baixa tolerância tendínea deve ser interpretada como redução da capacidade do tendão de suportar cargas progressivas sem exacerbação dos sintomas. Essa tolerância depende da história de exposição do tecido, condicionamento, força muscular, recuperação, idade esportiva, sono, disponibilidade energética e regularidade do treinamento. Em corredores, o tendão pode tolerar rodagens leves, mas não suportar estímulos com maior taxa de carga, como tiros, descidas, saltos ou exercícios de força de alta demanda. Pesquisas biomecânicas demonstram que diferentes exercícios produzem níveis distintos de carga no tendão patelar, incluindo agachamentos, avanços, saltos, aterrissagens, corrida e tarefas esportivas, reforçando a importância de organizar a progressão de forma criteriosa (Scattone Silva *et al*., 2024).

As alterações na absorção de impacto também podem contribuir para maior demanda sobre o tendão patelar, especialmente quando o corredor apresenta estratégias que elevam a

exigência do joelho durante o contato com o solo. Excesso de frenagem, baixa cadência relativa, contato muito à frente do centro de massa, rigidez excessiva, ruído elevado no impacto, pouca capacidade de controlar a flexão do joelho ou fadiga precoce podem modificar a distribuição de carga entre quadril, joelho, tornozelo e pé. Esses achados não devem ser interpretados como causa única, mas como possíveis componentes de um perfil de sobrecarga, principalmente quando a dor aparece em treinos rápidos, descidas ou sessões com maior impacto. A análise clínica deve relacionar absorção de impacto, tolerância tendínea, força do quadríceps, histórico de carga e resposta dos sintomas após o treino (Scattone Silva *et al*., 2024).

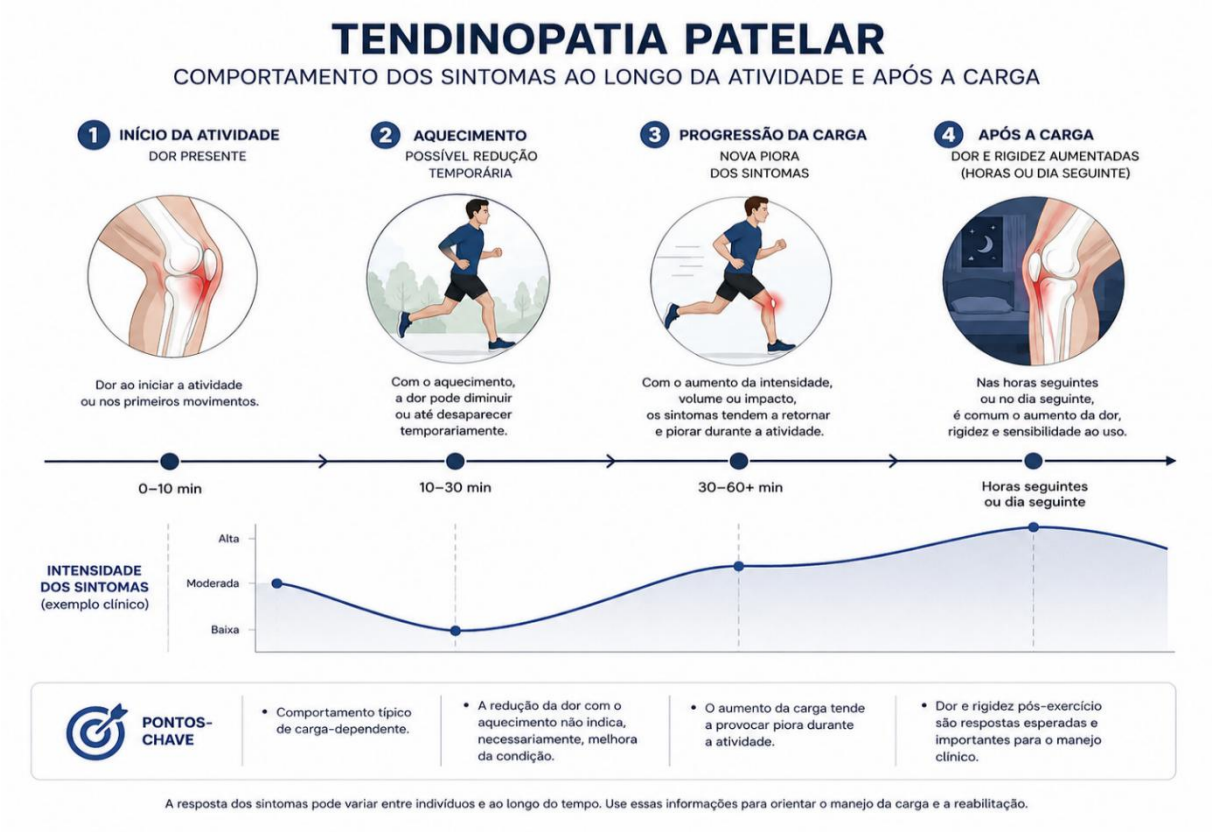
O retorno precoce a atividades de alta demanda também é um fator importante, pois a redução da dor em repouso ou em atividades cotidianas não significa que o tendão esteja preparado para velocidade, saltos, descidas ou treinos intensos. Em muitos casos, o corredor retorna a estímulos exigentes antes de recuperar força, controle, tolerância à carga e confiança no joelho, perpetuando ciclos de melhora parcial e recidiva. Ensaios clínicos recentes reforçam a necessidade de exposição progressiva ao carregamento tendíneo, com evolução por etapas e monitoramento da resposta clínica. Para a Fisioterapia, isso significa orientar o corredor a reconstruir capacidade antes de retomar plenamente estímulos de velocidade, saltos, descidas ou treinos intervalados (Breda *et al*., 2021).

O sinal clínico mais característico da tendinopatia patelar é a dor localizada na região inferior da patela, geralmente próxima ao polo inferior patelar ou ao corpo proximal do tendão patelar. Diferentemente da dor patelofemoral, que costuma ser mais difusa, retropatelar ou peripatelar, a dor tendínea tende a ser mais focal e facilmente apontada pelo corredor. A sensibilidade à palpação no tendão patelar, especialmente no polo inferior da patela, é um achado frequente, embora não deva ser interpretada isoladamente. A confirmação clínica depende da associação entre localização da dor, comportamento com carga e reprodução dos sintomas em tarefas que exigem o mecanismo extensor (Theodorou *et al*., 2023).

A dor ao correr, saltar, agachar ou descer escadas reflete a relação da tendinopatia patelar com tarefas que aumentam a demanda do mecanismo extensor do joelho. Na corrida, o sintoma pode aparecer em treinos de maior velocidade, descidas, subidas, acelerações, mudanças de ritmo ou após sessões que combinam impacto e fadiga. No agachamento e na descida de escadas, a dor costuma surgir pela combinação entre flexão do joelho, ação do quadríceps e aumento da carga sobre o tendão. Em saltos e aterrissagens, a exigência é ainda maior, pois o tendão precisa armazenar e liberar energia rapidamente. Esse comportamento ajuda a diferenciar a tendinopatia patelar de outras fontes de dor anterior no joelho,

principalmente quando a dor é focal e aumenta conforme cresce a exigência sobre o tendão (Nutarelli *et al*., 2023).

Figura 98 – Comportamento dos sintomas da tendinopatia patelar durante e após a exposição à carga.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Um padrão clínico comum é a dor no início da atividade, com possível melhora durante o aquecimento e piora após o treino ou nas horas seguintes. Esse comportamento sugere que o tendão pode apresentar sensibilidade inicial à carga, seguida por adaptação temporária durante o movimento, mas com exacerbação posterior quando a carga total da sessão ultrapassa sua tolerância. Para o corredor, esse padrão pode ser enganoso, pois a melhora durante a corrida pode levar à manutenção ou aumento do treino, mesmo quando o tendão responde negativamente após a sessão. Por isso, a avaliação deve considerar não apenas a dor durante o exercício, mas também dor no dia seguinte, rigidez ao levantar, sensibilidade à palpação, piora em escadas e redução da capacidade de realizar treinos intensos (Breda *et al*., 2021).

A sensibilidade à palpação no tendão patelar deve ser interpretada junto aos testes de carga, pois a dor local isolada não define gravidade nem capacidade funcional. Um corredor

pode apresentar dor à palpação, mas tolerar corrida leve; outro pode ter palpação moderadamente dolorosa e grande limitação em descidas, saltos ou tiros. Por isso, a avaliação clínica deve observar como a dor se comporta em agachamento, declínio, step down, saltos de baixa amplitude, corrida em ritmo habitual e, quando seguro, tarefas de maior demanda. O ponto central é identificar se a dor aumenta de forma proporcional à exigência do mecanismo extensor e se há perda de tolerância funcional (Theodorou *et al*., 2023).

A avaliação da tendinopatia patelar deve partir da relação entre dor e carga, pois o diagnóstico é predominantemente clínico e depende da identificação de dor localizada no tendão patelar associada à perda de tolerância a tarefas que exigem o mecanismo extensor do joelho. Na anamnese, é importante investigar início dos sintomas, localização precisa da dor, comportamento durante aquecimento, piora após o treino, rigidez no dia seguinte, sensibilidade em escadas, descidas, agachamentos, saltos, tiros e subidas, além da linha do tempo da carga. Em corredores, a pergunta central não deve ser apenas se há dor no tendão, mas quais estímulos excedem a tolerância atual do tecido, como rodagens leves, treinos de ritmo, descidas prolongadas, pliometria, musculação intensa ou retorno precoce após pausa (Ophey *et al*., 2025).

A avaliação da dor durante tarefas de carga deve considerar localização, intensidade, tempo de aparecimento, comportamento com repetição e resposta após a sessão. O corredor com tendinopatia patelar geralmente refere dor focal no polo inferior da patela ou no corpo proximal do tendão, que aumenta conforme cresce a exigência do mecanismo extensor. Tarefas como agachamento, agachamento em declínio, step down, avanço, salto bipodal ou unipodal, aterrissagens controladas e corrida em ritmo habitual podem ajudar a reproduzir a dor e graduar a tolerância tendínea. A interpretação deve ser progressiva: dor em agachamento simples indica irritabilidade diferente de dor apenas em saltos, tiros ou descidas longas. Essa lógica permite estimar a capacidade atual do tendão e evita limitar a avaliação à palpação local ou ao relato genérico de dor no joelho (Theodorou *et al*., 2023).

Os testes funcionais, como agachamento, salto e step down, devem ser utilizados para observar simultaneamente dor, controle do movimento e capacidade de absorção de carga. No agachamento, avaliam-se amplitude tolerada, estratégia de tronco, deslocamento anterior do joelho, controle excêntrico e presença de dor focal no tendão. No step down, observa-se se a dor aparece durante a fase de descida, quando o quadríceps precisa controlar a flexão do joelho e a desaceleração do corpo. Nos saltos e aterrissagens, a análise deve considerar dor, rigidez, simetria, ruído de impacto, capacidade de amortecimento e confiança. Estudos biomecânicos

recentes mostram que diferentes exercícios impõem demandas distintas ao tendão patelar, reforçando que a escolha dos testes deve respeitar irritabilidade e segurança (Scattone Silva *et al*., 2024).

A avaliação da força do quadríceps é indispensável porque esse grupo regula a capacidade do joelho de sustentar, frear e produzir força durante corrida, descidas, saltos e mudanças de ritmo. Deve-se investigar força máxima, simetria entre membros, dor durante contração, resistência à repetição e capacidade de aplicar força em tarefas funcionais. Em corredores, um déficit de quadríceps pode aparecer como pior controle na descida de escadas, dificuldade no step down, dor em treinos de velocidade, redução de desempenho em subidas ou piora após sessões com maior exigência do joelho. A força, porém, deve ser relacionada à dor, tolerância ao impacto, controle do membro inferior e história de carga. Estudos recentes apontam associação entre dor, força do quadríceps, propriocepção e estabilidade postural em atletas com tendinopatia patelar, reforçando a necessidade de avaliação integrada do sistema neuromuscular (Fendri *et al*., 2024).

A análise da tolerância ao impacto complementa a avaliação de força e dos testes funcionais, pois muitos corredores com tendinopatia patelar toleram atividades de baixa demanda, mas apresentam dor em estímulos com maior taxa de carga. A observação da corrida pode incluir cadência, comprimento da passada, excesso de frenagem, ruído no contato, rigidez de aterrissagem, flexão do joelho no apoio, controle pélvico, inclinação do tronco e resposta do sintoma ao aumento gradual de velocidade. Saltos de baixa amplitude, saltitos, aterrissagens e corrida curta em esteira podem ser utilizados quando seguros para verificar se o tendão tolera ciclos repetidos de armazenamento e liberação de energia. O ponto clínico é identificar o limite entre carga aceitável e sobrecarga irritativa (Scattone Silva *et al*., 2024).

O diagnóstico diferencial é essencial porque a dor anterior no joelho pode ter múltiplas origens. A síndrome da dor patelofemoral costuma gerar dor mais difusa, retropatelar ou peripatelar, frequentemente agravada por escadas, agachamento e permanência sentada prolongada; já a tendinopatia patelar tende a produzir dor focal no tendão, relacionada a cargas do mecanismo extensor e atividades de maior demanda elástica. Bursites podem apresentar dor superficial, edema localizado e sensibilidade em regiões específicas; alterações intra-articulares podem envolver derrame, bloqueio, falseio, limitação de amplitude, dor profunda ou sintomas mecânicos; e a dor femorotibial geralmente se localiza na interlinha medial ou lateral. Organizar as possíveis fontes por camadas anatômicas ajuda o fisioterapeuta a evitar que toda dor anterior

seja automaticamente classificada como patelofemoral ou tendínea (Kuwabara; Fredericson, 2021).

Figura 99 – Avaliação progressiva da tolerância do tendão patelar às tarefas de carga.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Na tomada de decisão, os achados devem ser integrados em uma hipótese funcional: localização da dor, tarefa que reproduz sintomas, força do quadríceps, tolerância ao impacto, comportamento pós-treino, histórico de carga e exclusão de sinais compatíveis com outras condições. Quando a dor é focal, aumenta com tarefas de alta demanda do mecanismo extensor e apresenta sensibilidade localizada no tendão patelar, a hipótese de tendinopatia patelar se fortalece. Quando há dor difusa, sintomas intra-articulares, derrame, bloqueio, dor em repouso desproporcional ou evolução incompatível com sobrecarga tendínea, o diagnóstico deve ser reconsiderado. Essa integração é importante em corredores, pois a conduta dependerá da

irritabilidade do tendão e da capacidade de sustentar impacto, e não apenas da dor à palpação (Ophey *et al*., 2025).

A prevenção e o direcionamento terapêutico da tendinopatia patelar devem partir do controle da carga tendínea, pois o tendão responde de maneira sensível à relação entre magnitude da carga, velocidade de aplicação, volume acumulado e tempo de recuperação. Em corredores, isso significa analisar não apenas a quilometragem semanal, mas também tiros, descidas, subidas, treinos de ritmo, pliometria, musculação com alta demanda de joelho e retorno precoce a sessões intensas. O controle da carga não deve ser entendido como repouso absoluto, pois a ausência prolongada de estímulo pode reduzir ainda mais a capacidade tendínea. O objetivo é ajustar temporariamente a exposição para reduzir irritabilidade, manter função e permitir que o tendão volte a tolerar carga progressiva. Após a confirmação clínica, a terapia por exercícios deve ser a estratégia inicial, com recursos adicionais considerados apenas quando não houver melhora clinicamente relevante após período adequado de exercício estruturado (Ophey *et al*., 2025).

A progressão gradual de exercícios de força é fundamental porque a tendinopatia patelar envolve perda de tolerância do complexo quadríceps-tendão patelar às demandas de carga, impacto e armazenamento de energia. A reabilitação deve começar em nível compatível com a irritabilidade do tendão e avançar para maiores amplitudes de flexão do joelho, maiores cargas externas, maior velocidade de execução e tarefas mais próximas da corrida. Em ensaio clínico randomizado, a terapia progressiva de carregamento tendíneo apresentou resultado clínico superior ao exercício excêntrico isolado após 24 semanas, sustentando a ideia de que a reabilitação deve evoluir por etapas. Para o corredor, essa lógica permite iniciar com exercícios de menor demanda, progredir para fortalecimento mais intenso de quadríceps e cadeia cinética e, posteriormente, avançar para atividades com maior taxa de carga, como saltos, descidas e treinos de velocidade (Breda *et al*., 2021).

O uso de exercícios isométricos, isotônicos, excêntricos e pliométricos deve respeitar a tolerância clínica e a fase funcional do corredor. Exercícios isométricos podem ser úteis em fases de maior irritabilidade, especialmente para expor o tendão à carga com menor variação de movimento e observar a resposta da dor. Exercícios isotônicos, incluindo formas de resistência lenta e progressiva, permitem desenvolver força, controle e capacidade de produzir tensão em diferentes amplitudes. Exercícios excêntricos permanecem importantes, principalmente em tarefas de desaceleração e controle do joelho, mas não devem ser vistos como única estratégia. Já os exercícios pliométricos e de maior velocidade devem ser

introduzidos apenas quando o corredor demonstra força, controle e resposta sintomática adequados, pois representam maior demanda de armazenamento e liberação de energia pelo tendão (Challoumas *et al*., 2021).

Figura 100 – Progressão do carregamento do tendão patelar durante a reabilitação.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A seleção e a progressão dos exercícios precisam considerar que diferentes tarefas impõem cargas distintas ao tendão patelar. Agachamentos com maior amplitude, avanços, step down, saltos, aterrissagens e corrida não representam o mesmo nível de demanda, e pequenas mudanças na amplitude, velocidade, carga externa ou unilateralidade podem modificar substancialmente o estímulo tendíneo. Por isso, a progressão deve ser organizada de forma lógica: primeiro restaurar tolerância a cargas controladas, depois desenvolver força em amplitudes funcionais, em seguida introduzir maior velocidade e, por fim, reinserir tarefas com impacto repetido e componente elástico. Essa lógica favorece uma progressão baseada na magnitude e na taxa de carregamento, em vez de escolhas aleatórias de exercícios (Scattone Silva *et al*., 2024).

O monitoramento da dor durante e após o treino é um dos principais critérios de segurança. Dor leve e estável durante exercícios ou corrida pode ser aceitável em alguns casos, desde que não aumente progressivamente, não altere a mecânica de movimento e não produza piora relevante nas horas seguintes ou no dia posterior. Por outro lado, dor crescente durante a sessão, dor que aparece cada vez mais cedo, rigidez matinal aumentada, piora em escadas ou maior sensibilidade à palpação no dia seguinte indicam que a carga excedeu a tolerância atual do tendão. Esse raciocínio é importante porque muitos corredores relatam melhora da dor durante o aquecimento, mas piora após o treino; portanto, a decisão clínica deve considerar a resposta completa do tendão ao estímulo (Ophey *et al*., 2025).

O retorno progressivo ao impacto deve ocorrer apenas quando o corredor apresenta melhora consistente da dor, força adequada do quadríceps, boa tolerância a exercícios de carga e capacidade de realizar tarefas funcionais sem exacerbação posterior. Inicialmente, podem ser utilizados blocos curtos de corrida leve, alternância entre caminhada e trote, controle de terreno e redução temporária de descidas, tiros e saltos. À medida que a resposta clínica permanece estável, a progressão pode incluir aumento gradual de duração, velocidade, inclinação, exercícios pliométricos e treinos específicos. O retorno não deve ser orientado apenas pela ausência de dor em repouso, pois o tendão patelar precisa demonstrar capacidade de tolerar repetição, velocidade e armazenamento de energia. A lógica mais segura é reconstruir a ponte entre força, controle, impacto e especificidade esportiva, evitando retorno precoce aos estímulos que inicialmente excederam a capacidade tendínea (Breda *et al*., 2021).

6.4 Tendinopatia do tendão de Aquiles

A tendinopatia do tendão de Aquiles, também denominada tendinopatia do tendão calcâneo, é uma condição musculoesquelética caracterizada por dor, rigidez matinal ou após períodos de repouso, sensibilidade local, redução da força dos flexores plantares e perda de tolerância à carga mecânica. No corredor, deve ser compreendida como alteração da capacidade do complexo gastrocnêmio-sóleo-tendão de Aquiles de sustentar, armazenar e liberar energia elástica de forma repetida durante a corrida. A dor geralmente aparece ou piora em atividades que aumentam a demanda sobre panturrilha e tendão, como corrida contínua, acelerações, subidas, saltos, treinos de velocidade e mudanças bruscas de volume ou intensidade. Assim como em outras tendinopatias, o termo não deve ser reduzido à ideia de inflamação, pois a

apresentação clínica envolve dor relacionada à carga, déficit funcional e redução da capacidade do tendão de responder adequadamente ao exercício (Malliaras, 2022).

Figura 101 – Localização da tendinopatia insercional e da tendinopatia de porção média do tendão de Aquiles.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A classificação em tendinopatia insercional e não insercional, ou de porção média, é fundamental para o raciocínio clínico. A tendinopatia insercional ocorre na região em que o tendão se insere no calcâneo, podendo envolver maior sensibilidade à compressão local, especialmente em posições de dorsiflexão. Já a tendinopatia de porção média localiza-se alguns centímetros acima da inserção calcânea e costuma apresentar dor, espessamento e sensibilidade no corpo do tendão. Essa distinção é importante porque os dois subtipos compartilham dor relacionada à carga, mas podem responder de maneira diferente a exercícios, amplitude de

movimento, compressão, calçados, subidas, descidas e progressão do impacto (Chimenti *et al*., 2024).

Na corrida, o tendão de Aquiles tem papel central na propulsão, eficiência mecânica e economia do movimento, atuando como estrutura de transmissão de força e armazenamento de energia entre a panturrilha e o pé. A cada passada, o complexo tornozelo-pé precisa controlar a dorsiflexão, absorver impacto, sustentar rigidez elástica e contribuir para a fase propulsiva. Quando a capacidade do tendão está reduzida, o corredor pode apresentar dor, perda de potência, dificuldade em manter ritmo, menor tolerância a subidas e insegurança em acelerações. Estudos biomecânicos mostram que o aumento da velocidade eleva as forças estimadas no tendão de Aquiles, reforçando a importância de investigar treinos rápidos, tiros e mudanças bruscas de intensidade na história clínica (Starbuck *et al*., 2021).

A tendinopatia do tendão de Aquiles é frequente em populações fisicamente ativas e tem relevância especial em corredores, pois a corrida expõe o tendão a milhares de ciclos repetidos de carga, absorção e propulsão. Revisão sistemática e meta-análise sobre sua prevalência em contextos de exercício físico mostrou que a condição é comum em modalidades que exigem corrida, saltos e ações repetidas de tornozelo, reforçando seu impacto sobre participação esportiva e desempenho. Para a Fisioterapia, isso é relevante porque muitos corredores não interrompem imediatamente a prática; eles reduzem ritmo, evitam subidas, encurtam treinos ou deixam de realizar velocidade antes de procurar atendimento, mascarando a real limitação funcional (Wang *et al*., 2022).

Em corredores recreacionais, a tendinopatia de Aquiles pode surgir em contextos de aumento de volume, intensidade, subidas, velocidade, mudança brusca de planilha, troca de terreno ou retorno após pausa. Estudo prospectivo identificou incidência de 4,2% de novos casos durante 20 semanas de acompanhamento, sendo parte classificada como insercional e parte como de porção média. Além disso, história de tendinopatia de Aquiles nos 12 meses anteriores foi o principal fator associado ao surgimento de novos sintomas, reforçando a importância de investigar episódios prévios, recorrência, retorno incompleto, déficits residuais de força da panturrilha e tolerância ao impacto (Chen *et al*., 2024).

Clinicamente, essa condição pode comprometer propulsão, eficiência da corrida e tolerância ao impacto, pois afeta diretamente os flexores plantares e a capacidade do tendão de lidar com cargas rápidas e repetidas. O corredor pode relatar rigidez ao acordar, dor nos primeiros minutos da corrida, melhora parcial durante o aquecimento e piora após o treino ou no dia seguinte, principalmente após sessões de velocidade, subidas, descidas ou aumento do

treino longo. Essa oscilação pode levar o atleta a subestimar a lesão, mantendo estímulos que excedem a capacidade tendínea atual. Por isso, a relevância clínica não está apenas na dor local, mas na perda progressiva de tolerância funcional e na possibilidade de recorrência quando a carga é retomada precocemente (Chimenti *et al*., 2024).

Os fatores associados à tendinopatia do tendão de Aquiles devem ser compreendidos pela relação entre carga aplicada e capacidade atual do complexo tríceps sural–tendão de Aquiles. O aumento abrupto da carga de treino é um dos contextos clínicos mais importantes, principalmente quando envolve elevação rápida do volume semanal, acréscimo de treinos longos, maior frequência de sessões, redução de recuperação ou retorno à corrida após pausa. O tendão de Aquiles precisa de carga para se adaptar, mas sua adaptação costuma ser mais lenta que a adaptação cardiovascular percebida pelo corredor. Assim, o atleta pode sentir-se apto para aumentar o treino antes que o tendão esteja preparado para sustentar a nova demanda (de Vos *et al*., 2021).

Treinos em subida e maior demanda de velocidade aumentam a exigência mecânica sobre o tornozelo e o tendão de Aquiles, pois elevam a participação dos flexores plantares na propulsão, no controle da dorsiflexão e no armazenamento de energia elástica. Em subidas, o corredor tende a exigir mais trabalho propulsivo do tornozelo; em velocidades mais altas, a necessidade de produzir força em menor tempo aumenta a taxa de carga sobre o sistema músculo-tendíneo. Estudos biomecânicos indicam que velocidade, gradiente da superfície e cadência modificam a carga acumulada em diferentes tecidos, e que a corrida em subida pode aumentar a carga estimada no tendão de Aquiles. Portanto, início dos sintomas após subidas, tiros, treinos de ritmo ou percursos inclinados deve ser considerado informação central da anamnese (van Hooren *et al*., 2024).

A velocidade merece atenção específica porque modifica a magnitude das forças estimadas no tendão de Aquiles. Um corredor pode realizar boa quilometragem semanal sem sintomas em baixa intensidade e, ainda assim, desenvolver dor ao introduzir sessões curtas de alta velocidade, acelerações ou treinos intervalados. Isso ocorre porque a demanda não depende apenas da quilometragem total, mas da taxa de aplicação da força. Em corredores de endurance de alto desempenho, o aumento da velocidade elevou as forças estimadas no tendão de Aquiles, ajudando a explicar por que tiros, progressivos, subidas fortes e treinos de ritmo podem ser provocativos em tendões com baixa tolerância (Starbuck *et al*., 2021).

O déficit de força da panturrilha é clinicamente relevante porque o tríceps sural precisa controlar a dorsiflexão durante o apoio, sustentar rigidez elástica, contribuir para a propulsão e

repetir esse processo milhares de vezes durante a corrida. Quando há redução de força, potência ou resistência dos flexores plantares, o tendão pode ser exposto a maior demanda relativa para a mesma tarefa, principalmente em subidas, acelerações, saltos, treinos longos e fases de fadiga. Revisão sistemática identificou alterações de biomecânica e função do membro inferior em atletas e corredores com tendinopatia de Aquiles, reforçando que a avaliação deve incluir força, desempenho, controle e função global, e não apenas o tendão como estrutura local (Quarmby *et al*., 2023).

A rigidez do tríceps sural e a baixa capacidade de absorção e propulsão também devem ser analisadas como componentes funcionais. Uma panturrilha rígida ou pouco tolerante à dorsiflexão pode alterar o avanço da tíbia, a dissipação de impacto e a transferência de carga para o antepé. Por outro lado, baixa força ou resistência da panturrilha pode reduzir a eficiência propulsiva e aumentar compensações em tornozelo, joelho, quadril e tronco. Em corredores com tendinopatia de Aquiles, estudos identificaram maior impulso de impacto, menor força dos flexores plantares e maior comprometimento clínico-funcional, sustentando a necessidade de observar ruído de contato, rigidez de aterrissagem, cadência, amortecimento e qualidade da propulsão (Andere *et al*., 2021).

Mudanças de calçado ou transição brusca para maior demanda de antepé também podem atuar como fatores associados, principalmente quando envolvem redução importante de drop, menor amortecimento, uso de calçados minimalistas ou tentativa rápida de mudar o contato para médio-pé ou antepé. Essas mudanças podem deslocar parte da carga para o complexo tornozelo-pé, aumentando a demanda sobre panturrilha, tendão de Aquiles e fáscia plantar. Em corredores habituados ao retropé, a transição para calçado minimalista aumentou força, taxa de carregamento e estresse estimados no tendão de Aquiles, especialmente quando associada ao contato mais anterior. Isso não significa que calçados minimalistas ou contato de antepé sejam inadequados, mas que a transição precisa respeitar progressão, força da panturrilha, tolerância tendínea e resposta dos sintomas (Zhang *et al*., 2021).

O retorno precoce após dor tendínea é fator importante de persistência e recidiva, pois a redução dos sintomas em repouso ou em corridas leves não garante recuperação plena da capacidade do tendão para velocidade, subidas, impacto repetido e armazenamento de energia. Muitos corredores retomam treinos intensos quando a dor inicial diminui, mas antes de recuperar força, resistência da panturrilha, tolerância a saltitos, simetria de carga e resposta estável nas 24 a 48 horas após o treino. Em fase de retorno ao esporte, a progressão deve ser

guiada por função e tolerância à carga, e não apenas pela percepção momentânea de melhora (Corrigan *et al*., 2022).

Os sinais e sintomas clínicos da tendinopatia do tendão de Aquiles geralmente envolvem dor localizada na região do tendão, rigidez e redução da tolerância às atividades que exigem carga repetida do complexo tornozelo-pé. Na tendinopatia de porção média, a dor costuma localizar-se alguns centímetros acima da inserção calcânea; na tendinopatia insercional, o sintoma aparece mais próximo da inserção no calcâneo. Essa distinção é importante porque a dor insercional pode ser mais sensível à compressão e à dorsiflexão final, enquanto a dor de porção média tende a se manifestar no corpo do tendão durante tarefas de carga. Em ambos os casos, o sintoma deve ser interpretado como dor relacionada à demanda mecânica, especialmente em corrida, saltos, subidas e acelerações (Malliaras, 2022).

A rigidez matinal é um achado frequente e deve ser investigada com atenção, pois fornece informações sobre irritabilidade e resposta do tendão à carga acumulada. O corredor pode relatar rigidez ao dar os primeiros passos pela manhã, desconforto após permanecer muito tempo sentado ou sensação de tendão “preso” ao iniciar a marcha. Em muitos casos, essa rigidez reduz com o movimento inicial, mas retorna ou aumenta após treinos exigentes, principalmente quando a carga excede a tolerância atual do tendão. A diretriz clínica de 2024 destaca dor, rigidez e déficits de potência muscular como elementos centrais da apresentação clínica, reforçando que a avaliação deve considerar sintomas após inatividade e função da panturrilha (Chimenti *et al*., 2024).

A dor nos primeiros minutos da corrida também é um comportamento típico e pode gerar falsa sensação de segurança quando melhora após o aquecimento. Muitos corredores relatam que o tendão dói no início, “solta” durante a sessão e volta a incomodar após o treino ou no dia seguinte. Esse padrão sugere que o tendão tolera parcialmente a atividade, mas responde negativamente ao volume total, à intensidade ou à frequência do estímulo. Por isso, a melhora durante a corrida não deve ser interpretada automaticamente como recuperação. É necessário investigar se a dor reaparece com maior intensidade após o exercício, se a rigidez matinal aumenta, se há piora nas escadas ou se o corredor precisa de mais tempo de aquecimento para reduzir os sintomas (Corrigan *et al*., 2022).

Figura 102 – Comportamento típico dos sintomas na tendinopatia do tendão de Aquiles ao longo da atividade e após a carga.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A sensibilidade local à palpação e o possível espessamento tendíneo também fazem parte da apresentação clínica, principalmente na tendinopatia de porção média. A palpação pode reproduzir dor localizada no trajeto do tendão, e o espessamento pode ser percebido como aumento de volume, nodularidade ou diferença em relação ao lado contralateral. No entanto, esses achados não devem ser interpretados isoladamente, pois alterações estruturais podem estar presentes em tendões assintomáticos, e a intensidade da dor à palpação nem sempre corresponde à capacidade funcional. O diagnóstico deve associar sintomas localizados, dor provocada por carga tendínea, sensibilidade à palpação e comportamento funcional (Chimenti *et al*., 2024).

A piora com subidas, tiros, saltos ou aumento de volume é especialmente relevante no corredor, pois essas tarefas aumentam a demanda sobre panturrilha e tendão de Aquiles. Subidas exigem maior contribuição propulsiva dos flexores plantares, tiros e treinos de velocidade elevam a taxa de aplicação de força, saltos aumentam a exigência de armazenamento e liberação rápida de energia, e o aumento de volume amplia o número total de ciclos de carga.

Assim, o corredor pode tolerar caminhadas ou trotes leves, mas apresentar piora ao retornar a estímulos mais rápidos, inclinados ou repetitivos. Estudos biomecânicos mostram que velocidade, gradiente da superfície e cadência modificam a carga por passo e a carga acumulada sobre o tendão de Aquiles, reforçando a necessidade de relacionar sintomas ao tipo específico de treino provocativo (van Hooren *et al*., 2024).

A avaliação da tendinopatia do tendão de Aquiles deve iniciar pela integração entre história clínica, localização dos sintomas e provocação da dor por atividades de carga tendínea. Na anamnese, é importante diferenciar se a dor está na porção média do tendão, geralmente entre 2 e 6 cm acima da inserção calcânea, ou próxima à inserção no calcâneo, pois essa distinção modifica a interpretação de compressão, dorsiflexão e tolerância aos exercícios. A palpação deve investigar dor localizada, espessamento, nodularidade, assimetria em relação ao lado contralateral e mudança da dor durante dorsiflexão e flexão plantar. A diretriz clínica de 2024 reforça que o diagnóstico é principalmente clínico, sustentado por sintomas localizados, dor provocada por carga, sensibilidade à palpação e, em casos crônicos, possível espessamento localizado (Chimenti *et al*., 2024).

A avaliação da força e da resistência da panturrilha é indispensável porque o complexo gastrocnêmio-sóleo-tendão de Aquiles participa do controle da dorsiflexão no apoio, da rigidez elástica do tornozelo, da absorção de impacto e da propulsão. Em corredores com dor no Aquiles, não basta verificar força manual preservada; é necessário investigar se a panturrilha sustenta repetições, produz altura adequada de elevação do calcanhar, mantém simetria entre membros e tolera carga sem piora posterior. Revisão sistemática mostrou que atletas e corredores com tendinopatia de Aquiles podem apresentar alterações de função e biomecânica do membro inferior, incluindo menor força de flexores plantares em alguns estudos e alterações em tarefas como corrida, saltos e testes de força. Isso apoia uma avaliação funcional ampla, na qual força, dor, resistência, impacto e desempenho são analisados em conjunto (Quarmby *et al*., 2023).

O teste de elevação de calcanhar unilateral é especialmente relevante porque aproxima a avaliação da principal função do tendão durante a corrida: sustentar carga repetida em apoio unipodal e produzir força propulsiva. Durante o teste, devem ser observados número de repetições, altura da elevação, ritmo, dor, fadiga, compensações, apoio dos dedos, controle do tornozelo, simetria entre lados e resposta do sintoma após o teste. Um corredor pode realizar poucas repetições com boa altura, muitas repetições com baixa amplitude ou interromper a tarefa por dor, e cada padrão sugere limitação funcional diferente. Esse teste, associado ao

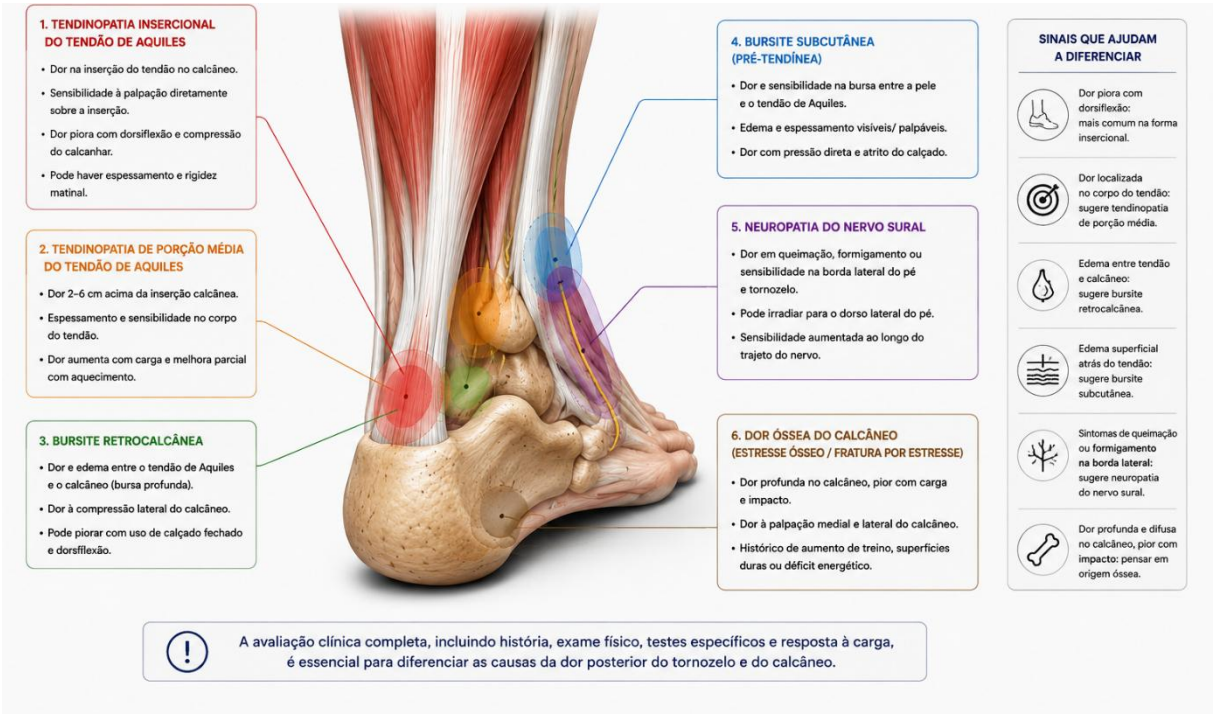
VISA-A e à dor evocada por carga, ajuda a quantificar capacidade e acompanhar sintomas e função (Chimenti *et al*., 2024).

A mobilidade de tornozelo também deve ser avaliada, principalmente a dorsiflexão com joelho estendido e flexionado, pois ajuda a diferenciar restrições predominantes em gastrocnêmio, sóleo, articulação talocrural ou estratégia funcional do pé. Na tendinopatia insercional, a dorsiflexão final pode aumentar compressão na região posterior do calcâneo e irritar sintomas; já na tendinopatia de porção média, a limitação de dorsiflexão pode alterar progressão tibial, absorção de carga e distribuição de esforço entre tornozelo, joelho e quadril. Testes como o weight-bearing lunge test permitem observar dorsiflexão em cadeia cinética fechada, enquanto a avaliação passiva com joelho estendido e flexionado ajuda a interpretar o papel do tríceps sural. A avaliação deve integrar mobilidade, força, resistência, postura do pé e dor à palpação (Chimenti *et al*., 2024).

A análise da corrida deve investigar como o corredor absorve e produz força na tarefa que frequentemente provoca os sintomas. Devem ser observados cadência, comprimento da passada, oscilação vertical, ruído de impacto, rigidez de aterrissagem, avanço da tíbia, controle do pé, tempo de contato, estratégia de contato inicial e qualidade da propulsão. A estratégia de contato do pé exige interpretação cuidadosa: padrões de médio-pé ou antepé podem aumentar a demanda relativa sobre panturrilha e tendão de Aquiles, enquanto o retropé pode deslocar parte da carga para outras regiões. Nenhum padrão deve ser considerado correto ou errado de forma isolada; a utilidade clínica está em verificar se a estratégia adotada se relaciona com dor, fadiga, piora em subidas, dificuldade de propulsão ou retorno recente a maior velocidade (Quarmby *et al*., 2023).

O diagnóstico diferencial é essencial porque a dor posterior do tornozelo e do calcâneo não deve ser automaticamente atribuída ao tendão de Aquiles. Bursites retrocalcânea ou subcutânea podem produzir dor próxima à inserção, sensibilidade à compressão do calçado e desconforto com dorsiflexão; ruptura parcial pode cursar com dor aguda, perda de força, sensação de falha, edema ou incapacidade funcional desproporcional; dor retrocalcânea pode envolver conflito posterior, deformidade de Haglund, irritação insercional ou estruturas peri-insercionais. Outras condições, como impacto posterior, irritação do nervo sural, envolvimento do plantar, fraturas por estresse tibial ou calcânea e doenças inflamatórias sistêmicas, devem ser consideradas quando o quadro não segue o comportamento típico de tendinopatia. Quando os achados ou a evolução não são consistentes com tendinopatia de Aquiles, exames de imagem e encaminhamento podem ser necessários (Chimenti *et al*., 2024).

Figura 103 – Principais diagnósticos diferenciais da dor posterior do tornozelo e calcâneo.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Na tomada de decisão fisioterapêutica, os achados devem ser organizados em uma hipótese clínica funcional: dor localizada no tendão, provocação por carga, rigidez, palpação positiva, capacidade de elevação unilateral do calcanhar, mobilidade de tornozelo, estratégia de corrida, tolerância ao impacto e exclusão de sinais sugestivos de outras condições. Quando há dor localizada, início gradual, piora com carga tendínea e redução de resistência da panturrilha, a hipótese de tendinopatia se fortalece. Já dor súbita, perda abrupta de força, defeito palpável, edema importante, dor óssea focal, sintomas neurológicos, sinais inflamatórios sistêmicos ou falha de evolução apesar de manejo adequado indicam necessidade de investigação complementar. Essa integração evita subdiagnóstico de condições relevantes e excesso de dependência de imagem, pois alterações estruturais podem existir sem sintomas, e dor funcional importante pode ocorrer mesmo sem achados exuberantes em exames (de Vos *et al*., 2021).

A prevenção e o direcionamento terapêutico da tendinopatia do tendão de Aquiles devem partir da progressão gradual da carga. O tendão precisa de estímulo mecânico para manter e desenvolver sua capacidade, mas responde negativamente quando a demanda aumenta mais rápido do que sua adaptação. Em corredores, essa progressão deve considerar volume

semanal, frequência de treinos, distância do treino longo, intensidade, subidas, velocidade, terreno, calçado e recuperação. Reduções temporárias podem ser necessárias em fases de maior irritabilidade, mas o repouso absoluto raramente é a melhor estratégia quando não há sinais de alerta, pois pode reduzir ainda mais a tolerância do sistema músculo-tendíneo. O manejo deve combinar educação, controle de carga e exercícios, com decisões baseadas na apresentação clínica, evolução dos sintomas e capacidade funcional (de Vos *et al*., 2021).

O fortalecimento de panturrilha é um dos pilares do manejo porque o complexo gastrocnêmio-sóleo-tendão de Aquiles participa da absorção de impacto, controle da dorsiflexão, rigidez elástica do tornozelo e propulsão durante a corrida. A progressão deve respeitar a irritabilidade do tendão e evoluir de cargas controladas para exercícios com maior amplitude, carga externa, demanda unilateral e velocidade, conforme a resposta clínica. Elevações de calcanhar bilaterais e unilaterais, exercícios com joelho estendido e flexionado, variações em degrau, resistência progressiva e tarefas funcionais devem ser escolhidos de acordo com a localização dos sintomas, diferenciando tendinopatia insercional e de porção média. O objetivo é promover adaptação tendínea, força e potência muscular com monitoramento de dor e função ao longo do cuidado (Chimenti *et al*., 2024).

O controle dos treinos em subida e velocidade é importante porque essas variáveis aumentam a demanda sobre panturrilha e tendão de Aquiles de forma mais intensa do que a quilometragem isolada sugere. Subidas exigem maior contribuição propulsiva dos flexores plantares, enquanto treinos de velocidade aumentam a taxa de aplicação de força e a necessidade de armazenamento e liberação rápida de energia pelo tendão. Estudos biomecânicos mostram que velocidade, gradiente da superfície e cadência modificam a carga por passo e a carga acumulada em estruturas frequentemente lesionadas na corrida, incluindo o tendão de Aquiles. Portanto, a progressão deve controlar cuidadosamente subidas, tiros, treinos de ritmo e mudanças abruptas de cadência ou velocidade (van Hooren *et al*., 2024).

O ajuste temporário de volume e intensidade deve ser guiado pela resposta do tendão durante e após a corrida. Em fases sintomáticas, pode ser necessário reduzir o treino longo, substituir tiros por rodagens leves, limitar subidas, evitar saltos, controlar descidas e aumentar o intervalo entre sessões de maior demanda. A lógica não é retirar indefinidamente todos os estímulos provocativos, mas reorganizar a exposição para que o tendão permaneça ativo sem piorar sua irritabilidade. O corredor deve monitorar dor durante o treino, rigidez matinal, sensibilidade local, resposta nas 24 a 48 horas seguintes e capacidade de realizar elevação unilateral de calcanhar sem piora relevante. O manejo fisioterapêutico deve combinar educação,

modificação de carga, exercícios progressivos e retorno gradual às demandas do ciclo alongamento-encurtamento (Malliaras, 2022).

O retorno ao impacto deve ocorrer com critérios de tolerância, e não apenas pela ausência de dor em repouso. Antes de retomar plenamente corrida contínua, subidas, tiros, saltos e treinos longos, o corredor precisa demonstrar melhora consistente da dor, rigidez matinal controlada, boa capacidade de elevação unilateral do calcanhar, força e resistência adequadas da panturrilha, tolerância a cargas repetidas e ausência de piora significativa após sessões graduais. A progressão pode iniciar com caminhada rápida, trotes curtos ou alternância caminhada-corrida, avançando para maior duração, depois intensidade e, posteriormente, subidas, velocidade e estímulos pliométricos. O retorno deve ser guiado por tolerância funcional e resposta à carga, e não apenas por melhora momentânea dos sintomas (Corrigan *et al*., 2022).

A prevenção de recidivas depende da manutenção da capacidade tendínea após o retorno à rotina normal. Isso inclui preservar exercícios de panturrilha ao longo da temporada, evitar mudanças bruscas de calçado ou padrão de contato do pé, controlar blocos sucessivos de velocidade e subida, respeitar semanas de maior estresse sistêmico e monitorar sinais precoces como rigidez matinal, dor inicial persistente e perda de propulsão. O objetivo não é tornar o tendão livre de carga, mas suficientemente preparado para tolerar a carga específica da corrida. Quando a progressão respeita dor, função, recuperação e exposição gradual ao impacto, o corredor tende a recuperar capacidade de correr e confiança para sustentar volume, intensidade e eficiência mecânica com menor risco de recorrência (Chimenti *et al*., 2024).

6.5 Fasciopatia plantar

A fasciopatia plantar, tradicionalmente chamada de fascite plantar, é uma condição dolorosa que acomete a região plantar do pé, especialmente próxima à inserção da fáscia plantar no tubérculo medial do calcâneo. O termo “fasciopatia” é mais adequado porque a condição não deve ser compreendida apenas como processo inflamatório agudo, mas como alteração da tolerância à carga da fáscia plantar e das estruturas associadas à sustentação do arco longitudinal medial. Em corredores, essa região participa da absorção de impacto, estabilização do arco, transferência de carga entre retropé e antepé e eficiência mecânica durante apoio e propulsão. Quando a demanda repetida da corrida supera a capacidade adaptativa local, podem surgir dor plantar no calcanhar, rigidez e dificuldade para tolerar impacto, principalmente em fases de aumento de volume, mudança de terreno, alteração de calçado ou redução da recuperação (Koc *et al*., 2023).

Figura 104 – Anatomia da fáscia plantar e localização característica da dor na fasciopatia plantar.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A fasciopatia plantar deve ser interpretada de forma funcional, considerando a sobrecarga da fáscia e das estruturas que sustentam o arco do pé. A fáscia plantar atua como componente passivo importante na manutenção do arco longitudinal medial e participa do mecanismo de tensionamento durante a fase final do apoio, quando o pé precisa se transformar de uma estrutura adaptável ao solo em uma alavanca mais rígida para a propulsão. Alterações na mobilidade do tornozelo, função dos músculos intrínsecos do pé, força da panturrilha, rigidez do arco, pronação, estratégia de contato e capacidade de absorção de impacto podem modificar a demanda sobre a região plantar. No entanto, esses achados não devem ser analisados isoladamente como causas lineares, pois a apresentação clínica depende da interação entre carga

de treino, histórico prévio, capacidade tecidual, recuperação e características individuais do corredor (Morrissey *et al*., 2021).

A fasciopatia plantar é uma condição comum em corredores e aparece entre as lesões musculoesqueléticas relacionadas à corrida de maior relevância clínica. Revisão sistemática sobre lesões em corredores identificou a fascite plantar entre as patologias mais frequentes, com proporção relevante nas estimativas de incidência e prevalência. Na prática clínica, pode acometer corredores iniciantes, recreativos e competitivos, especialmente diante de aumento abrupto de volume, maior exposição a treinos longos, mudança de superfície, sobrecarga ocupacional em pé ou retorno à corrida após pausa. A dor pode comprometer não apenas a corrida, mas também marcha, permanência em pé, trabalho e atividades cotidianas simples, tornando a condição mais limitante do que muitos corredores percebem inicialmente (Kakouris *et al*., 2021).

Em corredores, a relevância clínica da fasciopatia plantar está na interferência direta sobre a tolerância ao impacto e a eficiência da fase de apoio. A dor pode levar o corredor a reduzir tempo de contato, modificar a distribuição de carga no pé, evitar apoio completo no retropé ou antepé, diminuir propulsão e compensar com maior rigidez de tornozelo, joelho ou quadril. Estudos prospectivos recentes sugerem que distância de corrida e variáveis biomecânicas do tornozelo podem estar associadas ao desenvolvimento de fasciopatia plantar, embora a causalidade deva ser interpretada com cautela. Isso reforça a necessidade de avaliar a condição dentro de um modelo multifatorial, integrando carga semanal, impacto, mobilidade, força, controle do arco, calçado, terreno e resposta dos sintomas (Plesek *et al*., 2025).

Um sinal clínico característico é a dor nos primeiros passos pela manhã ou após períodos de repouso, como depois de permanecer sentado por tempo prolongado. Esse comportamento ocorre porque a região plantar sensibilizada tende a responder de forma dolorosa à retomada súbita da carga após inatividade, especialmente quando o primeiro apoio exige alongamento e tensão sobre a fáscia plantar. Muitos corredores relatam melhora parcial após alguns minutos de caminhada, mas piora novamente após treinos, longos períodos em pé ou aumento da carga de corrida. Esse padrão ajuda a diferenciar a fasciopatia plantar de outras fontes de dor no pé e no calcanhar, além de indicar irritabilidade e necessidade de monitorar a resposta nas 24 horas após a exposição à carga (Koc *et al*., 2023).

Os fatores associados à fasciopatia plantar devem ser interpretados a partir da relação entre carga mecânica, capacidade de adaptação da fáscia plantar e função do complexo tornozelo-pé. O excesso de carga e o aumento abrupto do volume de corrida são elementos clínicos centrais, especialmente quando o corredor amplia rapidamente a quilometragem semanal, aumenta o treino longo, eleva a frequência de sessões ou retorna à corrida após pausa sem progressão adequada. A fáscia plantar participa da sustentação do arco longitudinal medial e da transmissão de forças durante apoio e propulsão; por isso, quando o número de ciclos de carga aumenta mais rápido do que a capacidade tecidual, a região plantar medial do calcâneo pode tornar-se dolorosa e menos tolerante ao impacto (Plesek *et al*., 2025).

A rigidez de panturrilha e o déficit de mobilidade de tornozelo também podem contribuir para a sobrecarga plantar, pois modificam a progressão da tíbia, a distribuição de carga no pé e a capacidade de absorção durante o apoio. Quando há limitação de dorsiflexão, o corredor pode compensar com maior pronação, elevação precoce do calcanhar, aumento de tensão no arco plantar ou maior demanda sobre a cadeia posterior, conforme sua estratégia individual. A rigidez do tríceps sural não deve ser interpretada como causa isolada, mas como componente que pode aumentar a tensão na fáscia plantar, especialmente quando associada a alto volume de corrida, longos períodos em pé, calçados pouco adequados ou fraqueza dos músculos do pé (Koc *et al*., 2023).

A fraqueza da musculatura intrínseca do pé deve ser considerada porque esses músculos participam do controle do arco longitudinal medial, da estabilidade do antepé e da capacidade do pé de se adaptar ao solo sem perder eficiência mecânica. Em corredores, uma musculatura intrínseca pouco eficiente pode dificultar o controle do arco durante apoios repetidos, aumentando a dependência de estruturas passivas, como a fáscia plantar. Esse raciocínio torna-se mais relevante em situações de fadiga, aumento de volume ou tarefas em que o pé precisa sustentar carga por períodos prolongados. Exercícios específicos para musculatura intrínseca podem melhorar força, equilíbrio, função autorreferida, queda do navicular e postura do pé, reforçando a importância da função ativa do pé na avaliação e prevenção (Jaffri *et al*., 2023).

As alterações do arco plantar e a pronação excessiva devem ser avaliadas como possíveis moduladores de carga, e não como explicações automáticas para a fasciopatia plantar. Pés com arco mais rebaixado, maior mobilidade medial ou pronação aumentada podem modificar a tensão sobre a fáscia plantar e a forma como o pé dissipa impacto; por outro lado, pés mais rígidos também podem apresentar menor capacidade de absorção, transferindo carga de maneira diferente para calcanhar e antepé. Assim, arco e pronação devem ser observados

junto à dor, função, mobilidade de tornozelo, força do pé, calçado, volume de corrida e resposta dos sintomas após o treino (Hamstra-Wright *et al*., 2021).

O calçado inadequado pode atuar como fator associado quando não oferece conforto, adaptação ao padrão de corrida ou proteção suficiente para a demanda atual do corredor. Calçados muito desgastados ou com transição brusca de amortecimento, rigidez, drop ou suporte podem modificar a distribuição de carga entre calcanhar, mediopé, antepé, panturrilha e fáscia plantar. Ainda assim, o calçado não deve ser tratado como causa isolada, pois sua relevância depende da interação com volume de treino, terreno, força do pé, mobilidade, histórico de sintomas e tolerância individual. Orientações sobre calçado devem fazer parte de uma abordagem individualizada, associada à educação, controle de carga e estratégias de suporte quando indicadas (Choudhary; Kunal, 2021).

O sobrepeso, quando presente, também pode aumentar a demanda mecânica sobre a região plantar, especialmente em corredores que acumulam longos períodos em pé, aumento recente de volume ou baixa capacidade muscular do pé e da panturrilha. Esse fator não deve ser abordado de forma simplista ou culpabilizante, mas como uma variável que pode influenciar a carga absoluta aplicada ao calcanhar e à fáscia plantar durante marcha, corrida e atividades ocupacionais. Clinicamente, é mais adequado relacioná-lo à tolerância funcional: tempo em pé, resposta aos treinos longos, rigidez matinal, força de panturrilha e pé, e piora após dias de maior carga total. A fasciopatia plantar resulta da interação entre múltiplos fatores, e não de uma característica isolada do indivíduo (Hamstra-Wright *et al*., 2021).

O principal sintoma clínico da fasciopatia plantar é a dor na região plantar medial do calcanhar, frequentemente próxima ao tubérculo medial do calcâneo, podendo irradiar ao longo do arco plantar. A dor costuma ser descrita como pontada, queimação, peso ou sensação de "pisar em algo", tendendo a ser mais localizada no início do quadro. A sensibilidade à palpação na região plantar, especialmente na inserção proximal da fáscia plantar, é um achado comum e deve ser correlacionada com o comportamento da dor durante marcha, corrida, permanência em pé e testes funcionais. O diagnóstico é predominantemente clínico, baseado na história, localização da dor, palpação e resposta a atividades de carga (Koc *et al*., 2023).

A dor nos primeiros passos ao acordar é um sinal bastante característico e deve ser explorada com detalhes na anamnese. Muitos corredores relatam dor intensa ao colocar o pé no chão pela manhã, com melhora parcial após alguns minutos de caminhada, mas retorno dos sintomas após treino, longos períodos em pé ou repouso prolongado. Esse padrão sugere sensibilidade da fáscia plantar à retomada súbita da carga após período de descarga relativa e

pode funcionar como marcador clínico da irritabilidade do tecido. A dor após permanecer sentado por muito tempo segue lógica semelhante: a primeira exposição à carga tende a ser mais dolorosa, mesmo que o movimento inicial reduza parcialmente a rigidez (Morrissey *et al*., 2021).

A dor após longos períodos em pé é relevante porque a fasciopatia plantar nem sempre se manifesta apenas durante a corrida. Corredores que trabalham em pé, caminham longas distâncias no cotidiano ou permanecem muitas horas com carga sobre o pé podem acumular exposição mecânica suficiente para irritar a região plantar, mesmo quando o volume de corrida não parece excessivo. Nesses casos, deve-se considerar a carga total do dia: treino, deslocamento, trabalho, escadas, calçado usado fora da corrida e tempo de recuperação. Essa análise evita atribuir a dor apenas ao treino ou ao calçado esportivo, quando a irritabilidade pode estar sendo mantida pela soma de múltiplas exposições ao longo do dia (Morrissey *et al*., 2021).

A dor que piora após treinos longos ou aumento de carga indica baixa tolerância da fáscia plantar ao estímulo atual. O corredor pode iniciar o treino com desconforto leve, mas apresentar piora no final da sessão, aumento da dor ao esfriar, maior sensibilidade no dia seguinte ou rigidez matinal mais intensa após treinos longos. Esse comportamento é especialmente relevante em fases de progressão de volume, mudança de superfície, aumento de intensidade ou retorno após pausa. Em estudo prospectivo, corredores com maior distância semanal apresentaram maior chance de desenvolver fasciopatia plantar, sugerindo que a dose de corrida precisa ser interpretada em relação à capacidade individual do pé e à biomecânica do tornozelo durante o apoio (Plesek *et al*., 2025).

A sensibilidade à palpação na região plantar deve ser interpretada junto à história e à resposta à carga, pois a dor local isolada não define gravidade nem explica completamente a limitação funcional. A palpação do tubérculo medial do calcâneo, da porção proximal da fáscia plantar e do arco medial pode ajudar a reproduzir o sintoma familiar, mas também é necessário observar marcha, apoio unipodal, mobilidade de tornozelo, força de panturrilha, função dos músculos intrínsecos do pé e tolerância à corrida. Quando a dor plantar medial está associada a primeiros passos dolorosos, piora após repouso, sensibilidade localizada e aumento dos sintomas após carga prolongada, a hipótese de fasciopatia plantar torna-se mais consistente (Koc *et al*., 2023).

A avaliação da fasciopatia plantar deve começar pela análise detalhada da dor e do comportamento dos sintomas ao longo do dia, pois a condição é predominantemente clínica e depende da correlação entre localização, irritabilidade e resposta à carga. O fisioterapeuta deve investigar se a dor se concentra na região plantar medial do calcâneo, se aparece nos primeiros passos pela manhã, se melhora após alguns minutos de movimento, se retorna após repouso prolongado e se piora após treinos longos, aumento de volume, mudança de terreno ou longos períodos em pé. Em corredores, essa linha do tempo é essencial porque a dor pode não ser intensa durante toda a corrida, mas se manifestar como maior rigidez no dia seguinte ou piora progressiva após semanas de sobrecarga (Koc *et al*., 2023).

A palpação da fáscia plantar deve ser realizada de forma comparativa e funcional, buscando reproduzir o sintoma familiar do corredor, especialmente na inserção proximal no tubérculo medial do calcâneo e ao longo do arco plantar medial. A dor à palpação nessa região, quando associada a dor nos primeiros passos e piora após carga prolongada, fortalece a hipótese de fasciopatia plantar. No entanto, a palpação isolada não define gravidade, pois um corredor pode apresentar sensibilidade local importante e ainda tolerar atividades leves, enquanto outro pode ter dor moderada à palpação e grande limitação em marcha, corrida ou permanência em pé. A avaliação pode ser complementada por testes que tensionam a fáscia, como a extensão passiva do hálux, sempre relacionando o achado à história clínica e à resposta funcional (Koc *et al*., 2023).

A mobilidade de tornozelo deve ser avaliada porque limitações de dorsiflexão podem modificar a progressão da tíbia, a distribuição de carga no pé e a tensão sobre a fáscia plantar durante marcha e corrida. Testes em cadeia cinética fechada, como o avanço do joelho à frente do pé, ajudam a observar a dorsiflexão funcional, enquanto a comparação com joelho estendido e flexionado auxilia na diferenciação entre restrição predominante de gastrocnêmio, sóleo ou articulação talocrural. Em corredores, dorsiflexão limitada pode favorecer maior pronação, elevação precoce do calcanhar, aumento de rigidez no contato ou sobrecarga do arco plantar, principalmente quando associada a alto volume de impacto. Por isso, a mobilidade deve ser interpretada junto com força da panturrilha, controle do pé, calçado, terreno e padrão de sintomas (Koc *et al*., 2023).

A avaliação da força da musculatura do pé e da panturrilha é indispensável porque a sustentação do arco plantar depende da interação entre estruturas passivas, como a fáscia plantar, e estruturas ativas, como músculos intrínsecos do pé, tibial posterior, fibulares, gastrocnêmio e sóleo. Testes de preensão dos dedos, controle do arco, encurtamento do pé,

apoio unipodal, elevação unilateral de calcanhar e resistência da panturrilha ajudam a identificar se o corredor mantém estabilidade do pé e produz força propulsiva sem aumento dos sintomas. Fraqueza ou baixa resistência desses grupos pode aumentar a dependência da fáscia plantar como estrutura de suporte, especialmente durante treinos longos ou em fadiga (Jaffri *et al*., 2023).

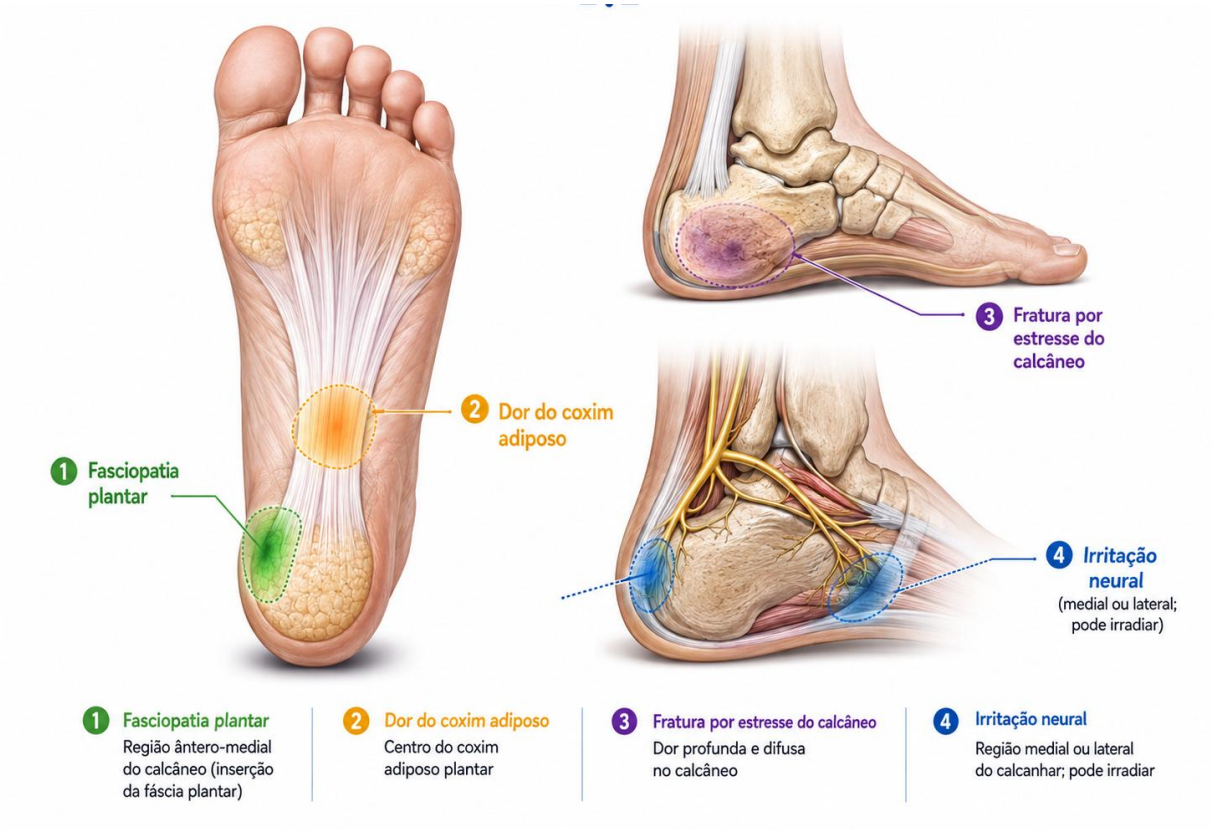
Figura 105 – Avaliação clínica e funcional do corredor com fasciopatia plantar.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A observação da marcha e da corrida permite compreender como o corredor distribui carga no pé durante a tarefa que frequentemente reproduz ou mantém sintomas. Na marcha, devem ser observados tempo de apoio, descarga no calcanhar, rigidez do tornozelo, rotação do pé, controle do arco, propulsão pelo antepé e estratégias de proteção da dor. Na corrida, a análise deve incluir cadência, comprimento da passada, contato inicial, pronação, oscilação vertical, ruído de impacto, rigidez de aterrissagem, progressão sobre o mediopé e qualidade da propulsão. Esses achados não devem ser classificados como certos ou errados; sua relevância depende da relação com dor, histórico de carga e tolerância ao impacto (Morrissey *et al*., 2021).

Figura 106 – Principais diagnósticos diferenciais da dor plantar no calcanhar.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

O diagnóstico diferencial é fundamental porque nem toda dor plantar no calcanhar corresponde à fasciopatia plantar. A fratura por estresse do calcâneo deve ser considerada quando há dor óssea mais difusa ou profunda, piora progressiva com impacto, dor que não melhora com aquecimento, sensibilidade à compressão medial e lateral do calcâneo ou aumento importante após mudança brusca de carga. Compressões nervosas, como irritação do nervo tibial, ramos plantares ou nervo de Baxter, podem produzir queimação, formigamento, dormência, irradiação ou dor que não segue o padrão clássico de primeiros passos. Já a dor no coxim adiposo do calcâneo tende a ser mais central, profunda e semelhante a uma contusão, piorando em superfícies rígidas ou com redução de amortecimento. Essas hipóteses devem ser consideradas quando a apresentação não é típica ou a evolução não segue o curso esperado (Koc *et al*., 2023).

A tomada de decisão fisioterapêutica deve integrar localização da dor, comportamento nos primeiros passos, resposta ao repouso e à carga, palpação da fáscia, mobilidade de

tornozelo, força do pé e da panturrilha, observação da marcha e da corrida, além da exclusão de sinais sugestivos de fratura, compressão neural ou dor do coxim adiposo. Quando a dor é plantar medial, localizada, piora nos primeiros passos e responde de forma típica à carga prolongada, a hipótese de fasciopatia plantar se fortalece. Quando há dor noturna, dor óssea focal, sintomas neurológicos, perda importante de função, trauma, edema relevante ou ausência de resposta ao manejo conservador adequado, a hipótese deve ser revista e o encaminhamento para investigação complementar pode ser necessário (Koc *et al*., 2023).

A prevenção e o direcionamento terapêutico da fasciopatia plantar devem começar pelo controle de carga, pois a dor plantar no calcanhar costuma refletir redução da tolerância da fáscia plantar e das estruturas de suporte do arco à exposição mecânica repetida. Em corredores, controlar carga não significa suspender toda atividade, mas reorganizar temporariamente a dose de impacto para reduzir irritabilidade e preservar condicionamento. Isso pode incluir redução do treino longo, diminuição da quilometragem semanal, ajuste da frequência de corrida, substituição temporária de treinos intensos por sessões leves, controle de superfícies rígidas e consideração da carga ocupacional em pé. A intervenção deve ser baseada em educação, manejo de carga, exercícios, estratégias de suporte e monitoramento funcional (Koc *et al*., 2023).

O fortalecimento da musculatura intrínseca do pé deve ser considerado quando a avaliação mostra baixa capacidade de controle do arco plantar, queda excessiva do navicular, dificuldade de manter apoio unipodal, fadiga do pé ou dependência aumentada de estruturas passivas durante marcha e corrida. Os músculos intrínsecos participam da estabilidade dinâmica do arco longitudinal medial e contribuem para que o pé funcione como estrutura adaptável no contato inicial e mais rígida na propulsão. Exercícios como encurtamento do pé, controle ativo do arco, dissociação dos dedos, preensão controlada, apoio unipodal e progressões em cadeia cinética fechada podem ser utilizados conforme tolerância, evitando transformar o treinamento do pé em uma tarefa dolorosa ou excessivamente fatigante (Jaffri *et al*., 2023).

O fortalecimento de panturrilha também é relevante porque gastrocnêmio e sóleo influenciam a absorção de impacto, o controle da dorsiflexão, a estabilidade do tornozelo e a eficiência propulsiva. Em corredores com fasciopatia plantar, déficits de força ou resistência da panturrilha podem aumentar a sobrecarga relativa sobre o pé, reduzir a eficiência da fase final do apoio e favorecer compensações como rigidez excessiva, elevação precoce do calcanhar ou maior demanda sobre a fáscia plantar. A progressão pode incluir elevações de calcanhar bilaterais e unilaterais, exercícios com joelho estendido e flexionado, controle excêntrico,

resistência progressiva e integração com tarefas funcionais, respeitando a dor plantar durante e após o exercício (Morrissey *et al*., 2021).

A mobilidade de tornozelo deve ser abordada quando há restrição de dorsiflexão, rigidez do tríceps sural ou dificuldade de progressão tibial durante marcha, agachamento, apoio unipodal ou corrida. Uma dorsiflexão limitada pode modificar a distribuição de carga no pé, aumentar compensações em pronação, alterar a função do arco plantar e elevar a tensão sobre a região plantar durante o apoio. O trabalho de mobilidade pode incluir alongamentos direcionados à fáscia plantar e à panturrilha, mobilizações articulares quando indicadas, exercícios ativos de dorsiflexão em cadeia cinética fechada e integração com padrões funcionais, como avanço do joelho à frente do pé, agachamento e marcha. A mobilidade deve ser tratada como parte do sistema tornozelo-pé, e não como intervenção isolada (Koc *et al*., 2023).

Os ajustes de calçado podem ser necessários quando o tênis utilizado aumenta desconforto, reduz suporte percebido, apresenta desgaste importante, altera abruptamente a distribuição de carga ou não é compatível com o volume atual do corredor. Em alguns casos, calçados com melhor conforto, maior proteção no retropé, suporte adequado ao arco ou transição menos agressiva podem reduzir a irritabilidade durante atividades diárias e corrida. Palmilhas, órteses ou taping podem ser considerados como estratégias temporárias de modulação de carga, principalmente quando a dor limita a marcha ou impede a progressão dos exercícios; entretanto, devem ser utilizados como suporte ao processo de reabilitação, e não como substitutos do fortalecimento, da mobilidade e do controle de carga (Morrissey *et al*., 2021).

A orientação sobre progressão gradual do treino é indispensável para prevenir recidivas, especialmente porque muitos corredores melhoram a dor nos primeiros passos e retomam rapidamente a quilometragem, sem que a fáscia plantar tenha recuperado tolerância suficiente ao impacto repetido. A progressão deve considerar sintomas durante a corrida, dor após o treino, rigidez no primeiro apoio da manhã seguinte, sensibilidade à palpação e tolerância a atividades cotidianas em pé. Uma estratégia segura costuma priorizar regularidade sem piora, depois aumento de duração, posteriormente intensidade e, por fim, estímulos mais exigentes, como treinos longos, terrenos rígidos, subidas, descidas ou velocidade. Volume e mecânica devem ser acompanhados em conjunto durante a progressão (Plesek *et al*., 2025).

A prevenção de recorrência depende da integração entre carga, capacidade funcional e comportamento dos sintomas. O corredor deve ser orientado a monitorar sinais precoces, como

retorno da dor nos primeiros passos, aumento da rigidez após repouso, piora após treinos longos, maior sensibilidade plantar ou necessidade de modificar a marcha para evitar dor. A manutenção de exercícios para pé e panturrilha, o controle de mudanças bruscas de calçado ou superfície, a progressão planejada do volume e a atenção à carga total diária são componentes importantes para que a fáscia plantar recupere tolerância sem depender exclusivamente de repouso. Esse raciocínio mantém a intervenção fisioterapêutica alinhada ao objetivo principal do corredor: voltar a correr com segurança, preservando função, confiança e capacidade de sustentar impacto de forma progressiva (Koc *et al*., 2023).

6.6 Síndrome da banda iliotibial

A síndrome da banda iliotibial é uma condição clínica caracterizada por dor na região lateral do joelho, geralmente próxima ao epicôndilo femoral lateral ou discretamente distal a ele, que surge ou piora durante atividades repetitivas de flexão e extensão do joelho, como a corrida. Embora tenha sido historicamente descrita como uma "síndrome do atrito", a compreensão atual sugere que o quadro não deve ser reduzido apenas ao deslizamento da banda iliotibial sobre o epicôndilo femoral lateral. Modelos anatômicos e clínicos mais recentes apontam que a dor pode estar relacionada à compressão, irritação ou sobrecarga de tecidos inervados localizados entre a banda iliotibial e as estruturas laterais do joelho. Essa mudança conceitual é importante para a Fisioterapia, pois desloca o foco de uma explicação puramente local para uma análise mais ampla da carga, do controle do quadril, da mecânica do membro inferior e da tolerância do corredor aos ciclos repetidos de apoio (Bonoan *et al*., 2024).

Do ponto de vista funcional, a banda iliotibial deve ser entendida como parte de um sistema lateral que integra tensor da fáscia lata, glúteo máximo, fáscia lata, quadril, joelho e tíbia, participando da estabilização do membro inferior durante o apoio unipodal. Na corrida, cada passada exige controle simultâneo de pelve, quadril, joelho e pé, e a região lateral do joelho pode tornar-se sintomática quando a carga repetida supera a capacidade local de tolerância. Assim, a síndrome da banda iliotibial não deve ser interpretada apenas como "encurtamento da banda", pois rigidez ou tensão fascial é apenas um dos possíveis elementos do quadro. O raciocínio clínico deve considerar aumento de adução do quadril, queda pélvica, inclinação lateral do tronco, sinal de cruzamento, alterações de cadência, aumento de volume, terreno inclinado e fadiga (Sanchez-Alvarado *et al*., 2024).

A síndrome da banda iliotibial é uma das causas mais reconhecidas de dor lateral no joelho em corredores e apresenta relevância especial em corredores de longa distância, pois a

exposição repetida ao apoio unipodal aumenta o número de ciclos de carga sobre a região lateral do joelho. Revisão recente descreve a condição como uma lesão por sobrecarga comum em indivíduos ativos, especialmente em esportes com ciclos repetitivos de flexão e extensão do joelho, estimando sua ocorrência entre 1,6% e 12% dos corredores. Na prática clínica, o corredor pode inicialmente sentir dor apenas após certa distância ou em treinos específicos, mas o quadro pode evoluir para limitação do volume semanal, redução da velocidade, abandono de descidas e dificuldade para completar treinos longos (Bonoan *et al*., 2024).

A relevância clínica da síndrome aumenta porque seus sintomas costumam estar fortemente relacionados ao contexto de treino. A dor pode ser provocada ou agravada por aumento abrupto de volume, treinos longos, descidas, terrenos inclinados, superfícies inclinadas lateralmente, retorno após pausa, mudança de intensidade e fadiga acumulada. Descidas e terrenos inclinados merecem atenção especial porque podem aumentar a necessidade de controle excêntrico, modificar o tempo de exposição do joelho em amplitudes sintomáticas e exigir maior estabilização do quadril e da pelve. A etiologia da síndrome é multifatorial, envolvendo fatores intrínsecos, como biomecânica articular, função neuromuscular, fraqueza e propriocepção, e fatores extrínsecos, como aumento de quilometragem, erros de treino, calçado e tipo de terreno (Sanchez-Alvarado *et al*., 2024).

Os déficits de controle pélvico e de controle proximal do membro inferior também são clinicamente relevantes, embora não devam ser tratados como causas únicas. Em corredores, queda pélvica contralateral, maior adução do quadril, inclinação lateral do tronco, sinal de cruzamento e dificuldade de manter estabilidade em apoio unipodal podem aumentar a demanda sobre a cadeia lateral, principalmente quando aparecem com fadiga ou em treinos mais longos. No entanto, a literatura recente aponta que os achados biomecânicos em corredores com síndrome da banda iliotibial ainda são heterogêneos. Por isso, a avaliação deve relacionar esses sinais ao comportamento da dor, histórico de treino, tolerância ao impacto, força de abdutores e extensores do quadril, resistência muscular e análise dinâmica da corrida (Sanchez-Alvarado *et al*., 2024).

Em corredores de distância, a síndrome da banda iliotibial também pode envolver fatores individuais e sistêmicos, além de elementos biomecânicos e de treino. Em um grande estudo transversal com inscritos em provas de 21,1 km e 56 km, a história de síndrome da banda iliotibial foi associada a fatores como sexo feminino, idade mais jovem, menor experiência de corrida, velocidade média mais lenta, maior número de doenças crônicas e histórico de alergias. Esses achados não substituem a avaliação biomecânica e funcional, mas ampliam o raciocínio

clínico ao mostrar que a vulnerabilidade à lesão pode depender de características individuais, histórico de saúde, capacidade de adaptação tecidual e contexto de exposição à carga (Marais *et al*., 2024).

Os fatores associados à síndrome da banda iliotibial devem ser compreendidos pela interação entre aumento de carga, controle proximal do membro inferior e tolerância dos tecidos laterais do joelho à repetição. O aumento abrupto de volume é um dos cenários clínicos mais frequentes, especialmente quando o corredor eleva rapidamente a quilometragem semanal, aumenta o treino longo, passa a correr mais dias na semana ou retorna após pausa sem progressão adequada. Essa mudança amplia o número de ciclos de flexão e extensão do joelho e aumenta a exposição da região lateral a cargas repetidas, sobretudo quando há fadiga acumulada e menor recuperação entre sessões. Assim, a lesão não deve ser atribuída apenas ao volume, mas à relação entre carga aplicada, capacidade funcional e biomecânica individual (Bonoan *et al*., 2024).

O excesso de descidas e a corrida em terreno inclinado merecem atenção específica porque modificam a exigência mecânica do joelho, quadril e pelve durante o apoio. Em descidas, o corredor permanece por mais tempo em estratégias de frenagem e controle excêntrico, podendo aumentar a exposição da região lateral do joelho em amplitudes sintomáticas. Em terrenos inclinados lateralmente, há maior assimetria de carga entre os membros e maior necessidade de estabilização pélvica e controle frontal. Esses fatores tornam-se especialmente relevantes quando associados a aumento recente de volume ou treinos longos, pois a repetição da demanda pode ultrapassar a capacidade de adaptação local (Sanchez-Alvarado *et al*., 2024).

A adução excessiva do quadril, a queda pélvica e a inclinação lateral do tronco são achados biomecânicos que podem aumentar a demanda sobre a cadeia lateral do membro inferior, especialmente durante o apoio unipodal da corrida. A adução do quadril pode elevar a tensão relativa no complexo formado por tensor da fáscia lata, glúteo máximo e banda iliotibial; a queda pélvica contralateral pode aumentar a necessidade de controle dos abdutores do quadril; e a inclinação lateral do tronco pode representar tanto estratégia compensatória quanto dificuldade de estabilização proximal. Entretanto, esses achados não devem ser interpretados de forma causal e rígida, pois as associações entre cinemática, força abdutora e síndrome da banda iliotibial variam conforme sexo, estado da lesão e metodologia dos estudos (Foch *et al*., 2023).

A baixa resistência dos abdutores do quadril deve ser diferenciada de um simples déficit de força máxima. Muitos corredores conseguem produzir força adequada em testes breves, mas perdem controle pélvico e femoral após vários minutos de corrida, principalmente em treinos longos, descidas ou ritmos sustentados. Essa perda de resistência pode favorecer aumento progressivo de adução do quadril, queda pélvica, inclinação lateral do tronco, sinal de cruzamento e menor controle do joelho no plano frontal, elevando a demanda sobre a região lateral. Por isso, a avaliação deve incluir resistência, controle motor e comportamento em fadiga, e não apenas dinamometria ou testes manuais isolados (Landauer; Konrad; Paternoster, 2026).

A fadiga durante corridas longas é um fator associado importante porque pode modificar gradualmente a estratégia de movimento do corredor. No início do treino, o corredor pode manter boa estabilidade pélvica, cadência regular e controle adequado do membro inferior; porém, com a progressão da sessão, podem surgir maior oscilação pélvica, perda de controle frontal, aumento do cruzamento da passada, maior inclinação lateral do tronco e menor eficiência na absorção de impacto. Embora esses achados não comprovem causalidade direta, sustentam a importância de avaliar o corredor em condições próximas do sintoma, especialmente quando a dor lateral do joelho aparece apenas após determinada distância ou em treinos com terreno mais exigente (Kovše *et al*., 2026).

A interpretação clínica dos fatores associados deve evitar explicações únicas, como afirmar que a síndrome ocorre apenas por “banda encurtada”, “glúteo fraco” ou “excesso de treino”. O raciocínio mais adequado é integrar aumento abrupto de volume, excesso de descidas, corrida em terreno inclinado, controle de quadril e pelve, resistência dos abdutores, inclinação lateral do tronco e fadiga em corridas longas. Um achado biomecânico isolado pode ser irrelevante em um corredor bem adaptado, mas tornar-se clinicamente importante quando associado a aumento de carga, baixa recuperação e dor progressiva na região lateral do joelho. Essa leitura multifatorial é coerente com a literatura atual e exige avaliação individualizada da carga, da função e da mecânica da corrida (Sanchez-Alvarado *et al*., 2024).

O principal sinal clínico da síndrome da banda iliotibial é a dor lateral no joelho, geralmente localizada na região do epicôndilo femoral lateral ou discretamente distal a ele. Essa dor costuma ser descrita como queimação, pontada, desconforto profundo ou sensação de pressão na face lateral do joelho, podendo irradiar parcialmente ao longo da porção distal da banda iliotibial. Diferentemente de dores intra-articulares, que podem vir acompanhadas de derrame, bloqueio ou falseio, a síndrome da banda iliotibial tende a apresentar comportamento

mais relacionado à repetição do gesto da corrida, especialmente em ciclos sucessivos de flexão e extensão do joelho. A localização precisa da dor e sua reprodução durante tarefas de corrida são elementos importantes para diferenciar essa condição de lesões meniscais laterais, dor femorotibial lateral, tendinopatia do bíceps femoral, irritação do ligamento colateral lateral ou dor referida do quadril (Bonoan *et al*., 2024).

Um comportamento característico é a dor que surge após determinado tempo ou distância de corrida, muitas vezes sem sintomas relevantes no início do treino. O corredor pode iniciar a sessão sem dor e passar a sentir desconforto lateral após alguns minutos, após determinado quilômetro ou quando acumula fadiga. Esse padrão sugere relação entre repetição, tolerância tecidual e perda progressiva de controle mecânico, em vez de uma dor provocada apenas por um movimento isolado. Com a evolução, a dor pode aparecer cada vez mais cedo, persistir durante o restante do treino e permanecer por horas ou dias após a corrida, indicando maior irritabilidade dos tecidos laterais do joelho (Bonoan *et al*., 2024).

A piora em descidas é um achado frequente e deve ser investigada de forma específica na anamnese. Durante a corrida em declive, há maior demanda de controle excêntrico, aumento da necessidade de frenagem e manutenção repetida do joelho em amplitudes nas quais os tecidos laterais podem ser mais sensíveis à compressão e à tensão. Por isso, muitos corredores com síndrome da banda iliotibial toleram treinos leves em terreno plano, mas apresentam dor em percursos com descidas longas, provas com variação altimétrica ou ruas inclinadas. Esse comportamento auxilia o diagnóstico clínico, pois a relação com descidas, volume acumulado e repetição do apoio costuma ser mais marcante do que sintomas mecânicos isolados (Sanchez-Alvarado *et al*., 2024).

O desconforto progressivo durante o treino deve ser interpretado como sinal de perda de tolerância à carga repetida. Em fases iniciais, o corredor pode conseguir completar a sessão com dor leve, mas perceber aumento do sintoma conforme o treino avança, principalmente em corridas longas, terrenos inclinados, descidas ou após aumento recente de volume. Com a progressão do quadro, o desconforto pode passar de uma sensação localizada e controlável para uma dor que modifica a técnica, reduz a confiança, altera a passada ou obriga a interrupção da corrida. Na avaliação fisioterapêutica, é importante investigar se o corredor muda cadência, encurta a passada, evita apoiar o membro sintomático, inclina o tronco ou corre protegendo o joelho (Bonoan *et al*., 2024).

A sensibilidade na região lateral do joelho pode estar presente à palpação, especialmente sobre o epicôndilo femoral lateral, região distal da banda iliotibial ou tecidos adjacentes.

Entretanto, esse achado deve ser interpretado em conjunto com a história clínica e a reprodução dos sintomas durante tarefas funcionais, pois dor à palpação isolada não define o diagnóstico nem a gravidade. A avaliação deve observar se a palpação reproduz o sintoma familiar, se há dor durante flexão e extensão do joelho em amplitudes específicas, se testes provocativos reproduzem a dor lateral e se há sinais de outra fonte de dor, como sensibilidade em interlinha articular, edema, bloqueio, dor ligamentar ou sintomas neurológicos. A síndrome da banda iliotibial permanece um diagnóstico predominantemente clínico, sustentado pela combinação entre dor lateral, relação com corrida, surgimento após tempo ou distância previsível, piora em descidas e sensibilidade local compatível (Bonoan *et al*., 2024).

A avaliação da síndrome da banda iliotibial deve começar por anamnese detalhada da dor e da carga de treino, pois o comportamento temporal do sintoma costuma ser tão importante quanto sua localização. O fisioterapeuta deve investigar se a dor lateral no joelho aparece após determinado tempo ou quilômetro, se piora em descidas, terrenos inclinados, treinos longos ou aumento recente de volume, e se houve mudanças de calçado, superfície, frequência semanal ou intensidade. Também é importante compreender se a dor obriga o corredor a interromper o treino, se desaparece rapidamente ao parar ou se permanece após a corrida, pois essas respostas ajudam a estimar irritabilidade e tolerância dos tecidos laterais do joelho (Bonoan *et al*., 2024).

A avaliação do controle pélvico e do apoio unipodal é essencial porque a corrida exige estabilidade repetida sobre um único membro, e a região lateral do joelho pode ser sobrecarregada quando há dificuldade de controlar pelve, quadril e tronco durante a fase de apoio. Devem ser observados queda pélvica contralateral, adução excessiva do quadril, rotação femoral, inclinação lateral do tronco, sinal de cruzamento, controle do pé e capacidade de manter alinhamento funcional sem rigidez excessiva. Esses achados não devem ser interpretados como causas isoladas, mas como possíveis componentes de um padrão de carga relacionado ao histórico, à dor e à fadiga (Foch *et al*., 2023).

Testes funcionais como step down e single leg squat ajudam a observar, de forma controlada, como o corredor organiza o membro inferior em tarefas que exigem suporte unipodal, controle excêntrico e estabilidade proximal. No step down, devem ser avaliados dor lateral, controle da descida, queda pélvica, adução do quadril, valgo ou varo dinâmico, pronação, velocidade de execução e compensações de tronco. No single leg squat, a análise deve considerar amplitude tolerada, qualidade do alinhamento, estabilidade do pé, controle do quadril e capacidade de sustentar a tarefa sem aumento dos sintomas. Esses testes não confirmam o diagnóstico isoladamente, mas ajudam a identificar fatores associados que podem

contribuir para sobrecarga durante a corrida, especialmente quando a dor surge em treinos longos, descidas ou fadiga (Sanchez-Alvarado *et al*., 2024).

A análise da corrida no plano frontal é particularmente relevante porque muitos achados associados à síndrome da banda iliotibial aparecem durante a fase de apoio, quando o corredor precisa controlar simultaneamente pelve, quadril, joelho e pé. A observação deve incluir queda pélvica, adução do quadril, inclinação lateral do tronco, cruzamento da passada, largura do passo, controle do joelho, assimetrias entre membros, resposta à fadiga e comportamento da dor ao longo da sessão. Sempre que possível, a análise deve ser realizada em velocidade habitual e, quando seguro, em condição próxima à que provoca sintomas, como após aquecimento ou em leve fadiga, pois alguns padrões não aparecem nos primeiros segundos de avaliação (Sanchez-Alvarado *et al*., 2024).

O diagnóstico diferencial é indispensável porque a dor lateral no joelho pode ter origem em diferentes estruturas. A lesão meniscal lateral deve ser considerada quando há dor em interlinha articular, derrame, bloqueio, estalidos dolorosos, falseio ou piora com movimentos rotacionais e compressivos. A tendinopatia do bíceps femoral tende a gerar dor mais posterior e lateral, próxima à cabeça da fíbula, frequentemente relacionada à contração resistida dos isquiotibiais ou à palpação do tendão distal. Alterações femorotibiais laterais podem produzir dor mais articular, profunda ou associada à carga compressiva, especialmente quando há histórico de trauma, edema ou limitação de amplitude. A síndrome da banda iliotibial torna-se mais provável quando a dor é localizada na região lateral do joelho, surge de forma previsível após tempo ou distância de corrida, piora em descidas ou terrenos inclinados e apresenta sensibilidade compatível sobre o epicôndilo femoral lateral ou tecidos adjacentes (Bonoan *et al*., 2024).

A integração dos achados deve transformar a avaliação em uma hipótese funcional: qual carga provocou a dor, quais tecidos parecem sensíveis, quais tarefas reproduzem os sintomas e quais fatores podem estar reduzindo a tolerância do corredor. Quando a anamnese mostra aumento recente de volume, excesso de descidas ou terreno inclinado, e a avaliação revela perda de controle pélvico, baixa resistência dos abdutores, dor em tarefas unipodais e piora durante a corrida, a hipótese de síndrome da banda iliotibial ganha consistência. Por outro lado, presença de derrame, bloqueio, dor articular profunda, trauma, instabilidade, sintomas neurológicos ou evolução incompatível com sobrecarga deve levar à reconsideração diagnóstica e, quando necessário, encaminhamento para avaliação complementar (Friede *et al*., 2022).

A prevenção e o direcionamento terapêutico da síndrome da banda iliotibial devem começar pelo controle de volume e pela modulação das descidas, pois esses fatores aumentam a repetição de ciclos de flexão e extensão do joelho e podem elevar a demanda compressiva sobre os tecidos laterais quando a tolerância local está reduzida. Em corredores sintomáticos, o ajuste inicial pode envolver redução temporária da quilometragem semanal, diminuição do treino longo, retirada provisória de descidas prolongadas, controle de terrenos inclinados lateralmente e maior intervalo entre sessões provocativas. Esse controle não deve ser entendido como repouso absoluto, mas como reorganização da carga para permitir que o corredor mantenha condicionamento sem perpetuar irritabilidade (Sanchez-Alvarado *et al*., 2024).

O fortalecimento e a resistência dos abdutores do quadril são componentes relevantes porque a corrida exige controle repetido da pelve e do fêmur durante o apoio unipodal. A intervenção deve ir além de exercícios isolados de baixa demanda e progredir para tarefas que exijam sustentação pélvica, controle de adução do quadril, estabilidade do tronco e resistência sob repetição. Em muitos corredores, o déficit mais importante não é apenas a força máxima, mas a incapacidade de manter controle após vários minutos de corrida, especialmente em treinos longos, descidas ou terrenos inclinados. Por isso, a avaliação e o tratamento devem considerar força, resistência e controle funcional de forma individualizada (Foch *et al*., 2023).

O treino de controle pélvico deve ser incluído quando a avaliação mostra queda pélvica, adução excessiva do quadril, inclinação lateral do tronco, sinal de cruzamento ou perda de estabilidade em tarefas unipodais. O objetivo não é corrigir rigidamente todos os movimentos, mas melhorar a capacidade do corredor de sustentar uma estratégia mecânica eficiente e menos irritativa durante a fase de apoio. Exercícios como apoio unipodal com controle de pelve, step down, single leg squat, avanços, deslocamentos laterais, aterrissagens controladas e progressões em fadiga podem ser utilizados conforme tolerância e relação com os achados da corrida. O manejo conservador costuma combinar educação, modificação de carga, fortalecimento e controle funcional, embora ainda não exista protocolo ideal para todos os corredores (Friede *et al*., 2022).

Os ajustes técnicos na corrida podem ser indicados quando a análise dinâmica mostra relação plausível entre o padrão de movimento e a dor lateral no joelho. Em alguns corredores, pode ser útil trabalhar redução do cruzamento da passada, aumento discreto da largura do passo, ajustes de cadência, controle da inclinação lateral do tronco, melhor estabilidade pélvica ou modulação do ritmo em descidas. Essas modificações devem ser testadas de forma gradual, com baixo volume inicial, pois qualquer mudança técnica redistribui carga para outras

estruturas e pode gerar novas irritações se introduzida de maneira abrupta. Assim, a escolha dos ajustes deve ser guiada pela apresentação clínica individual (Bonoan *et al*., 2024).

O retorno gradual à corrida deve ser conduzido com monitoramento dos sintomas durante o treino, após a sessão e no dia seguinte. O corredor pode iniciar com treinos em terreno plano, menor duração, intensidade leve e ausência temporária de descidas, evoluindo progressivamente conforme a dor lateral permanece estável ou reduzida. Sinais como dor que aparece cada vez mais cedo, desconforto progressivo durante o treino, alteração da mecânica, dor persistente após a corrida ou piora em descidas indicam que a carga ainda está acima da tolerância atual. O retorno seguro deve respeitar critérios funcionais, como controle pélvico adequado em tarefas unipodais, melhora da resistência dos abdutores, capacidade de correr sem compensações relevantes e resposta sintomática controlada (Sanchez-Alvarado *et al*., 2024).

Figura 107 – Progressão funcional e retorno à corrida na síndrome da banda iliotibial.



6.7 Síndrome do estresse tibial medial

A síndrome do estresse tibial medial, frequentemente descrita na literatura internacional como medial tibial stress syndrome ou MTSS, é uma condição dolorosa relacionada ao exercício, caracterizada por dor difusa ao longo da borda posteromedial da tíbia, geralmente em sua porção distal ou médio-distal. Em corredores, essa dor costuma surgir durante ou após atividades com impacto repetido, especialmente quando o volume ou a intensidade da corrida excedem a capacidade atual de adaptação do osso, do periósteo, da fáscia e das estruturas musculotendíneas adjacentes. Diferentemente de uma dor muscular localizada e transitória, a síndrome representa uma resposta de sobrecarga em tecidos envolvidos na absorção e dissipação de forças durante a fase de apoio, sendo associada à incapacidade temporária do sistema tíbia–panturrilha–pé de tolerar a carga imposta pela corrida (Saad *et al*., 2025).

A compreensão atual da síndrome do estresse tibial medial não deve se limitar à ideia popular de “canelite” como inflamação local. A condição envolve uma interação entre microcargas repetidas sobre o osso tibial, tração de estruturas musculofasciais, demanda dos flexores plantares, controle do pé e capacidade de remodelação óssea. Durante a corrida, a tíbia

recebe cargas cíclicas a cada passada, enquanto músculos como sóleo, tibial posterior, flexores dos dedos e musculatura intrínseca do pé participam da estabilização do arco, controle da pronação, absorção de impacto e propulsão. Quando a carga acumulada supera a capacidade de recuperação, podem surgir dor, sensibilidade local e redução da tolerância ao impacto. Estudos biomecânicos em corredores com histórico de síndrome do estresse tibial medial observaram diferenças na mecânica do tornozelo, incluindo maior momento de eversão, sugerindo que o controle distal e a distribuição de carga no pé e tornozelo podem permanecer relevantes mesmo após a melhora dos sintomas (Ohmi *et al*., 2023).

Figura 108 – Localização característica da dor na síndrome do estresse tibial medial.

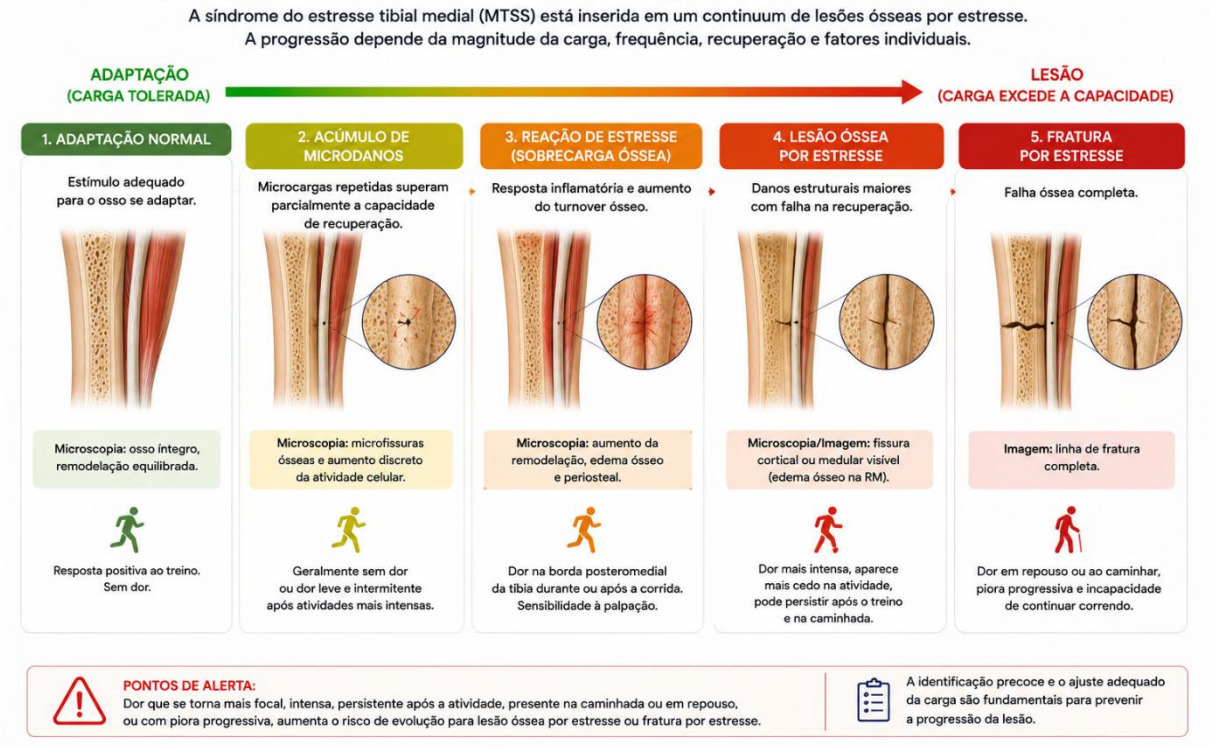


Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A síndrome do estresse tibial medial também deve ser compreendida dentro do continuum das lesões ósseas por estresse. Esse continuum inclui desde respostas adaptativas normais ao carregamento até reações de estresse, lesões ósseas por estresse e fraturas por estresse, dependendo da magnitude da carga, da frequência de exposição, do tempo de recuperação e dos fatores individuais do corredor. Essa leitura é clinicamente importante porque a dor medial na tíbia não deve ser banalizada quando se torna progressiva, mais focal, persistente após a atividade ou associada à incapacidade de correr ou caminhar sem dor. Embora

nem todo quadro evolua para fratura por estresse, a manutenção da corrida sem ajuste adequado da carga pode aumentar a irritabilidade tecidual e o risco clínico (Jasty *et al*., 2021).

Figura 109 – Continuum de sobrecarga e estresse ósseo da tíbia.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A síndrome do estresse tibial medial é uma lesão frequente em corredores e em populações expostas a atividades repetitivas de impacto, como militares, atletas de pista, praticantes de esportes coletivos e corredores recreativos. Em corredores, sua relevância clínica é elevada porque a dor costuma aparecer de forma gradual, inicialmente durante treinos mais longos ou intensos, podendo evoluir para sintomas mais precoces dentro da sessão e, posteriormente, para dor após a corrida ou durante atividades diárias. Estudos recentes descrevem a síndrome como uma das lesões por sobrecarga mais comuns do membro inferior, com prevalência e incidência variáveis conforme população, método diagnóstico e exposição ao treino. Essa variabilidade reforça a necessidade de investigação contextualizada, considerando experiência do corredor, histórico prévio, carga semanal, superfície, calçado, recuperação e resposta dos sintomas ao impacto (Saad *et al*., 2025).

Corredores iniciantes e aqueles em períodos de aumento rápido de volume parecem especialmente vulneráveis, pois a capacidade cardiovascular pode evoluir mais rapidamente do que a adaptação óssea e musculotendínea. Assim, o corredor pode sentir-se apto a aumentar distância ou frequência antes que tíbia, panturrilha, pé e tecidos adjacentes estejam preparados para a nova quantidade de impacto. Esse desequilíbrio entre carga externa e capacidade interna é central para compreender a síndrome: a lesão não surge simplesmente porque o corredor corre, mas porque progressão de carga, recuperação e capacidade tecidual deixam de estar em equilíbrio. O risco depende da relação entre carga de treino, capacidade individual e fatores como sono, nutrição, saúde óssea, estresse, histórico de lesão e recuperação (Hamstra-Wright *et al*., 2021).

A relevância clínica da síndrome do estresse tibial medial também está em seu potencial de recorrência e progressão quando a carga não é ajustada adequadamente. Em corredores de longa distância, a condição pode exigir semanas de redução ou cessação temporária da corrida, e episódios recorrentes são comuns após o retorno, especialmente quando fatores biomecânicos, força, controle distal, histórico de treino e tolerância ao impacto não são reavaliados. Na prática fisioterapêutica, a dor medial tibial deve ser investigada precocemente, antes que o corredor mantenha a planilha forçando pela dor e transforme um quadro inicialmente controlável em uma lesão mais persistente. Deve-se observar se a dor aparece cada vez mais cedo, permanece após o treino, torna-se mais focal, surge ao caminhar ou saltar e se há sensibilidade óssea localizada, pois esses sinais podem indicar maior irritabilidade e necessidade de diagnóstico diferencial (Ohmi *et al*., 2023).

O impacto funcional da síndrome vai além da dor local, pois pode comprometer a capacidade do corredor de sustentar volume, manter regularidade, tolerar treinos de intensidade e progredir com segurança. Quando a carga não é ajustada, a dor pode modificar a mecânica da corrida, reduzir a confiança no apoio, aumentar rigidez de aterrissagem, alterar cadência e gerar compensações em tornozelo, joelho, quadril e tronco. Por isso, a condição deve ser compreendida como uma lesão relacionada à carga e à capacidade tecidual, preparando o raciocínio para intervenções baseadas em controle de volume, fortalecimento, progressão de impacto, análise biomecânica e retorno gradual à corrida (Jasty *et al*., 2021).

Os fatores associados à síndrome do estresse tibial medial devem ser compreendidos pela relação entre aumento de carga, repetição de impacto e capacidade de adaptação da tíbia e dos tecidos adjacentes. O aumento abrupto de carga é um dos elementos clínicos mais importantes, especialmente quando o corredor eleva rapidamente a quilometragem semanal,

aumenta o treino longo, passa a correr mais dias por semana ou retorna após pausa com progressão acelerada. A tíbia responde positivamente ao carregamento mecânico quando há estímulo progressivo e recuperação suficiente, mas a repetição excessiva pode favorecer acúmulo de microdanos quando a remodelação óssea não acompanha a demanda. Por isso, a pergunta central não deve ser apenas quanto o corredor está correndo, mas como essa carga foi aumentada, em quanto tempo, com que recuperação e com qual resposta dos sintomas (Warden *et al*., 2021).

O excesso de impacto e a progressão inadequada do treino ampliam a exposição da tíbia a forças repetidas de compressão, flexão e tração muscular, principalmente quando o corredor aumenta simultaneamente volume, intensidade, velocidade, terreno rígido e frequência semanal. A síndrome não deve ser vista como consequência de um único treino, mas como resultado de uma soma de estímulos que ultrapassa a capacidade momentânea do sistema musculoesquelético. Essa leitura é especialmente importante em corredores iniciantes, que podem ganhar condicionamento cardiorrespiratório mais rapidamente do que adaptação óssea e muscular. A síndrome é descrita como uma lesão por sobrecarga induzida pelo exercício, inserida no continuum das lesões tibiais por estresse, reforçando a necessidade de identificar precocemente picos de carga e sinais de baixa tolerância ao impacto (Saad *et al*., 2025).

A pronação excessiva deve ser interpretada como possível modulador de carga, e não como causa isolada da síndrome. Durante a corrida, o pé precisa adaptar-se ao solo, controlar a eversão, dissipar impacto e contribuir para a propulsão. Quando há maior magnitude ou duração de pronação, pode ocorrer aumento da demanda sobre estruturas como tibial posterior, sóleo, flexores dos dedos, fáscia plantar e região posteromedial da tíbia. Estudos biomecânicos em corredores com histórico de síndrome do estresse tibial medial identificaram diferenças na mecânica do tornozelo, incluindo alterações relacionadas ao momento de eversão, sugerindo que a distribuição distal de carga pode permanecer relevante mesmo após a fase sintomática. Clinicamente, a pronação só ganha peso quando se conecta à dor medial tibial, ao volume de impacto, à fadiga, ao controle do arco e à resposta funcional do corredor (Ohmi *et al*., 2023).

O déficit de força da panturrilha é relevante porque gastrocnêmio e sóleo participam diretamente da absorção de impacto, do controle da dorsiflexão, da estabilidade tibial e da propulsão. O sóleo, em especial, exerce papel importante no controle da progressão da tíbia durante o apoio, e sua baixa força ou resistência pode aumentar a demanda relativa sobre a região tibial medial em treinos longos ou em fadiga. Esse déficit não deve ser analisado apenas por testes manuais, mas por tarefas repetidas, como elevação unilateral de calcanhar, saltitos,

corrida observada e capacidade de sustentar propulsão sem dor progressiva. Em corredores com dor tibial medial, a baixa resistência da panturrilha pode deteriorar o padrão de absorção ao longo da sessão, aumentando rigidez de contato, alteração de cadência, redução da eficiência propulsiva e sobrecarga local (Saad *et al*., 2025).

O déficit de força da musculatura do pé também pode contribuir para a síndrome quando reduz a capacidade ativa de sustentar o arco plantar, controlar a pronação e distribuir carga durante o apoio. Os músculos intrínsecos do pé atuam em conjunto com estruturas passivas, como fáscia plantar e ligamentos, para manter a estabilidade do arco longitudinal medial e adaptar o pé às exigências da corrida. Quando essa musculatura apresenta baixa força, fadiga precoce ou controle insuficiente, o corredor pode depender mais de estruturas passivas e de músculos extrínsecos, como tibial posterior e flexores dos dedos, aumentando a demanda sobre a região medial da perna. Exercícios para músculos intrínsecos do pé podem melhorar força, equilíbrio, função autorreferida, queda do navicular e postura do pé, sustentando sua avaliação em corredores com sobrecarga medial tibial (Jaffri *et al*., 2023).

A recuperação insuficiente reduz a capacidade do tecido ósseo e muscular de reparar microdanos acumulados entre sessões, tornando cargas previamente toleradas potencialmente irritativas. Sono inadequado, alta carga ocupacional, estresse, baixa ingestão energética, treinos intensos em dias consecutivos e ausência de semanas de redução podem diminuir a margem de segurança entre estímulo e adaptação. A baixa disponibilidade energética merece atenção especial, principalmente em corredores com aumento de volume, restrição alimentar, perda rápida de peso, irregularidades menstruais, fadiga persistente ou histórico de lesões ósseas por estresse. O consenso do Comitê Olímpico Internacional sobre REDs descreve a baixa disponibilidade energética como base de consequências negativas para saúde e desempenho, incluindo prejuízos à saúde óssea, tornando esse fator essencial diante de dor tibial medial persistente ou recorrente (Mountjoy *et al*., 2023).

A mudança brusca de terreno ou calçado pode atuar como fator associado quando altera rapidamente a forma como o corredor absorve impacto e distribui carga entre pé, tornozelo, perna e joelho. Superfícies rígidas, terrenos inclinados, trilhas irregulares, esteira, asfalto, descidas ou mudanças no amortecimento, rigidez, drop e suporte do tênis podem modificar cadência, contato inicial, pronação, tempo de apoio e demanda dos músculos da panturrilha e do pé. Essas mudanças não são necessariamente inadequadas, mas precisam de adaptação progressiva, especialmente em corredores com dor medial tibial, baixa força distal ou histórico de lesão por sobrecarga. Estudos biomecânicos mostram que velocidade, gradiente de superfície

e cadência alteram a carga por passo e a carga acumulada em regiões frequentemente lesionadas na corrida, reforçando que terreno e estratégia de movimento devem ser analisados junto ao volume e à resposta sintomática (van Hooren *et al*., 2024).

O sinal clínico mais característico da síndrome do estresse tibial medial é a dor na borda medial da tíbia, geralmente distribuída ao longo da região posteromedial do osso, com padrão mais difuso do que focal. O corredor pode descrever desconforto, queimação, peso ou dor progressiva na "canela", especialmente no terço médio-distal da tíbia, com sensibilidade à palpação em uma área relativamente extensa. Essa característica ajuda a diferenciar a síndrome de lesões ósseas por estresse mais focais, nas quais a dor tende a ser mais localizada, profunda e reprodutível em um ponto específico. Clinicamente, localização e extensão da dor são informações importantes, mas devem sempre ser interpretadas junto ao comportamento dos sintomas durante a corrida, à resposta ao repouso e à evolução ao longo das semanas (Saad *et al*., 2025).

A dor durante ou após a corrida é um achado típico e costuma apresentar comportamento relacionado à carga. Em fases iniciais, o corredor pode sentir desconforto apenas no começo do treino, no final da sessão ou após corridas mais longas, mantendo alguma capacidade de continuar treinando. Com a progressão, a dor pode aparecer cada vez mais cedo, persistir durante toda a corrida e permanecer após o exercício, indicando redução da tolerância dos tecidos tibiais e musculofasciais ao impacto repetido. Esse padrão deve ser investigado com perguntas sobre distância até o início da dor, intensidade, necessidade de reduzir ritmo, alteração da passada, dor ao caminhar após o treino e sintomas no dia seguinte (Saad *et al*., 2025).

A dor mais difusa ao longo da região tibial medial reforça a hipótese de síndrome do estresse tibial medial, principalmente quando associada a aumento recente de volume, intensidade, frequência semanal ou mudança de superfície. No entanto, a evolução da dor precisa ser acompanhada com cautela, porque a síndrome pode fazer parte de um continuum de sobrecarga óssea. Quando a dor se torna mais focal, intensa, persiste em repouso, aparece na caminhada, piora com saltos de baixa amplitude ou não melhora com redução de carga, a suspeita de lesão óssea por estresse mais avançada deve aumentar. Nesse contexto, a avaliação fisioterapêutica precisa diferenciar uma dor difusa relacionada ao exercício de sinais compatíveis com maior irritabilidade óssea (Hamstra-Wright *et al*., 2021).

A piora com aumento de volume ou intensidade é um dos elementos clínicos mais relevantes na anamnese do corredor com dor tibial medial. Treinos longos, aumento rápido da

quilometragem semanal, inclusão de tiros, maior frequência de corrida, terrenos rígidos, subidas, descidas ou retorno acelerado após pausa podem elevar a carga acumulada sobre a tíbia e seus tecidos adjacentes. Em muitos casos, o corredor relata que tolerava determinado volume, mas passou a apresentar dor após uma progressão mais agressiva ou após combinar várias mudanças ao mesmo tempo. Esse comportamento reforça que o sintoma não deve ser interpretado apenas como dor na canela, mas como resposta do tecido à relação entre carga externa, capacidade interna e recuperação (Warden *et al*., 2021).

O alívio parcial com repouso em fases iniciais também é comum e pode levar o corredor a subestimar o quadro. A dor pode reduzir após alguns dias sem correr, mas retornar quando o treino é retomado na mesma intensidade ou volume anterior, mostrando que o tecido ainda não recuperou capacidade suficiente para tolerar o impacto. Esse padrão de melhora temporária seguida de recidiva indica que o repouso isolado pode reduzir sintomas, mas não resolve necessariamente os fatores que levaram à sobrecarga, como progressão inadequada, baixa força de panturrilha e pé, recuperação insuficiente ou baixa disponibilidade energética. Quando a dor deixa de aliviar com repouso breve, passa a ocorrer em atividades diárias ou se torna mais localizada, a hipótese clínica precisa ser revista e o diagnóstico diferencial com lesão óssea por estresse deve ser priorizado (Hamstra-Wright *et al*., 2021).

A avaliação da síndrome do estresse tibial medial deve começar pela localização e extensão da dor, pois esse é um dos elementos mais úteis para diferenciar a condição de outras dores ósseas e musculoesqueléticas da perna. Na síndrome, a dor costuma ser percebida ao longo da borda posteromedial da tíbia, geralmente em área relativamente extensa, e não em um ponto único e extremamente localizado. O fisioterapeuta deve investigar se a dor é difusa, se acomete o terço médio ou distal da tíbia, se aparece de forma bilateral ou unilateral, se surge apenas durante a corrida ou também após o treino, e se há progressão para sintomas em caminhada ou repouso. Mudanças no padrão da dor, especialmente quando ela se torna mais focal, persistente ou intensa, devem aumentar a cautela clínica (Saad *et al*., 2025).

Figura 110 – Progressão clínica dos sintomas na síndrome do estresse tibial medial.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A palpação da borda medial da tíbia deve ser realizada de forma comparativa, cuidadosa e orientada pela história do corredor. Na síndrome do estresse tibial medial, é comum encontrar sensibilidade dolorosa ao longo de uma faixa mais ampla da borda tibial medial, frequentemente maior do que uma área puntiforme. Essa característica ajuda a diferenciar o quadro de uma fratura por estresse, que tende a apresentar dor óssea mais focal e reprodutível em ponto específico. A palpação, entretanto, não deve ser usada isoladamente para fechar diagnóstico, pois a dor local precisa ser relacionada ao comportamento com impacto, à progressão da carga, à resposta ao repouso e à presença de sinais de maior irritabilidade. Quando a dor é muito localizada, intensa, persiste após a atividade ou se associa à dor em saltos de baixa amplitude e marcha, deve-se considerar lesão óssea por estresse mais avançada (Warden *et al*., 2021).

A avaliação da carga de treino é indispensável porque a síndrome do estresse tibial medial está fortemente relacionada à incapacidade temporária dos tecidos tibiais de tolerar a carga imposta. O fisioterapeuta deve reconstruir a linha do tempo do treinamento, identificando aumento recente de quilometragem, frequência semanal, treino longo, intensidade, tiros, subidas, descidas, mudança de superfície, alteração de calçado, retorno após pausa e redução de recuperação. Também é importante verificar se várias mudanças ocorreram

simultaneamente, pois o risco clínico aumenta quando o corredor eleva volume, intensidade e frequência ao mesmo tempo. A prevenção depende de progressão sensata da carga, monitoramento consistente e atenção especial à intensidade, pois a adaptação óssea requer tempo e pode não acompanhar a evolução cardiorrespiratória percebida pelo atleta (Warden *et al*., 2021).

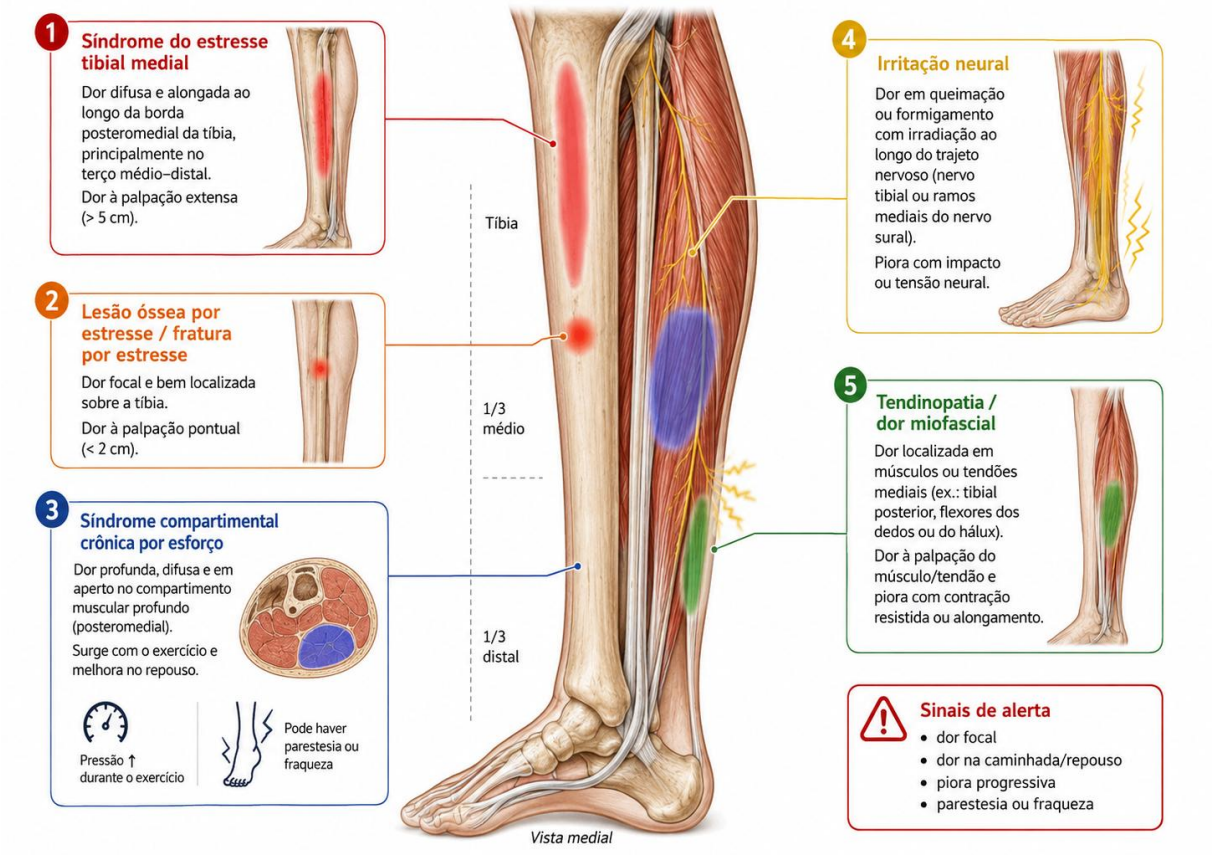
A avaliação da força de panturrilha e da musculatura do pé deve fazer parte do exame porque essas estruturas participam da absorção de impacto, controle da pronação, estabilidade do arco plantar e propulsão. A panturrilha, especialmente o complexo gastrocnêmio-sóleo, contribui para controlar a progressão da tíbia durante o apoio e dissipar cargas repetidas; já a musculatura intrínseca do pé ajuda a sustentar o arco longitudinal medial e modular a distribuição de carga no contato com o solo. Testes como elevação unilateral de calcanhar, resistência da panturrilha, apoio unipodal, controle ativo do arco, força dos dedos e tarefas com repetição podem revelar déficits que não aparecem em testes manuais simples. Esses achados devem ser interpretados junto à dor e à carga de treino, pois baixa resistência distal pode falhar progressivamente após vários quilômetros de corrida (Saad *et al*., 2025).

A observação da corrida complementa a avaliação clínica ao mostrar como o corredor distribui impacto e controla o membro inferior durante a tarefa que provoca os sintomas. Devem ser observados cadência, comprimento da passada, ruído de impacto, oscilação vertical, rigidez de aterrissagem, contato inicial, pronação, eversão do tornozelo, controle do arco plantar, progressão tibial, simetria entre membros e resposta à fadiga. Em corredores com histórico de síndrome do estresse tibial medial, estudo biomecânico identificou diferenças na mecânica do tornozelo durante a corrida, incluindo maior momento de eversão, sugerindo que o controle distal e a distribuição de carga no pé e tornozelo podem ser relevantes para o raciocínio clínico. Ainda assim, a análise da corrida não deve atribuir causalidade a um único achado, mas formular hipóteses sobre como impacto, força, mobilidade, controle distal e volume de treino se combinam naquele corredor (Ohmi *et al*., 2023).

O diagnóstico diferencial deve ser conduzido com atenção porque a dor na perna relacionada ao exercício pode ter causas distintas, com implicações diferentes para segurança e retorno à corrida. A fratura por estresse deve ser considerada quando há dor óssea focal, progressiva, que não alivia adequadamente com repouso, piora com impacto leve, aparece durante a caminhada ou persiste após o treino. A síndrome compartimental crônica por esforço tende a apresentar dor, pressão, queimação, câimbras, parestesias ou fraqueza que surgem de forma relativamente previsível com o exercício e aliviam após sua interrupção, podendo exigir

investigação específica. Outras dores ósseas localizadas, irritações tendíneas, compressões neurais e alterações vasculares também devem ser consideradas quando localização, comportamento ou evolução dos sintomas não são típicos de síndrome do estresse tibial medial (Crooks *et al*., 2024).

Figura 111 – Diagnóstico diferencial da dor medial da perna relacionada à corrida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A tomada de decisão fisioterapêutica deve integrar localização da dor, extensão da sensibilidade, histórico de carga, força distal, função do pé, análise da corrida e sinais sugestivos de condições mais graves. Quando a dor é difusa na borda medial da tíbia, aparece durante ou após a corrida, melhora parcialmente com redução de carga e se relaciona a aumento recente de volume ou intensidade, a hipótese de síndrome do estresse tibial medial torna-se mais consistente. Quando a dor se torna focal, intensa, progressiva, presente em repouso ou caminhada, ou quando há sintomas neurológicos, sensação de pressão importante, perda de

força, parestesias ou evolução incompatível com sobrecarga comum, o fisioterapeuta deve reconsiderar a hipótese inicial e encaminhar para avaliação complementar. Esse raciocínio protege o corredor tanto da banalização de uma dor óssea em progressão quanto da interrupção desnecessária da corrida sem análise funcional adequada (Warden *et al*., 2021).

A prevenção e o direcionamento terapêutico da síndrome do estresse tibial medial devem começar pela redução e reorganização da carga, especialmente quando a dor surgiu após aumento rápido de volume, intensidade, frequência semanal ou mudança de superfície. A redução inicial não deve ser entendida como repouso absoluto e indefinido, mas como ajuste temporário da exposição ao impacto para permitir que a tíbia, a panturrilha e os tecidos adjacentes recuperem tolerância. Em corredores, isso pode envolver diminuição da quilometragem semanal, retirada provisória de tiros e descidas, redução do treino longo, maior intervalo entre sessões e controle da dor nas 24 a 48 horas seguintes. A progressão sensata da carga, especialmente da intensidade, é essencial para minimizar o acúmulo de dano ósseo e favorecer adaptação tecidual (Warden *et al*., 2021).

A progressão gradual do impacto deve respeitar a resposta clínica do corredor e a fase de irritabilidade dos sintomas. Em fases mais sensíveis, a prioridade é reduzir atividades que reproduzem dor tibial medial, mantendo estímulos de menor impacto quando tolerados. À medida que a dor diminui e a função melhora, a corrida pode ser reintroduzida em blocos curtos, com terreno previsível, velocidade baixa e progressão controlada de duração antes da intensidade. Esse raciocínio é importante porque a síndrome é descrita como uma lesão por sobrecarga induzida pelo exercício, situada no continuum das lesões tibiais por estresse; portanto, insistir em impacto progressivamente doloroso pode aumentar o risco de evolução para quadros mais graves (Saad *et al*., 2025).

O fortalecimento de panturrilha e da musculatura do pé deve ser incluído porque essas estruturas participam da absorção de impacto, do controle da pronação, da estabilidade do arco plantar e da propulsão. A panturrilha, especialmente o sóleo, contribui para controlar a progressão tibial durante o apoio, enquanto os músculos intrínsecos do pé auxiliam no suporte ativo do arco longitudinal medial e na distribuição de carga no contato com o solo. Exercícios como elevação de calcanhar bilateral e unilateral, variações com joelho estendido e flexionado, controle ativo do arco, apoio unipodal, fortalecimento dos dedos e progressões funcionais podem ser utilizados conforme tolerância, evitando aumento persistente da dor tibial. O treinamento da musculatura intrínseca do pé apresenta efeitos positivos sobre força, equilíbrio,

função autorreferida, queda do navicular e postura do pé, sustentando sua importância no controle distal (Jaffri *et al*., 2023).

A integração de exercícios específicos para perna e pé parece particularmente relevante quando a avaliação identifica baixa resistência de panturrilha, controle insuficiente do arco, pronação excessiva ou piora dos sintomas em fadiga. Em corredores recreacionais com síndrome do estresse tibial medial, a inclusão de exercícios para a perna em uma abordagem terapêutica multimodal tem sido investigada justamente porque a condição pode comprometer treino, atividades diárias e desempenho esportivo. Para a prática fisioterapêutica, isso reforça que a reabilitação não deve se limitar à redução da corrida ou a medidas passivas; é necessário reconstruir capacidade de carga nos segmentos que participam da dissipação de impacto e do controle do apoio (Naderi *et al*., 2025).

O treino cruzado temporário pode ser necessário quando a corrida ainda provoca dor relevante, mas o corredor precisa manter condicionamento cardiorrespiratório e rotina de treinamento. Bicicleta, elíptico, corrida em água, natação ou outras atividades de menor impacto podem ser utilizadas de forma transitória, desde que não aumentem a dor tibial durante ou após a sessão. Essa estratégia ajuda a reduzir a exposição mecânica da tíbia sem interromper completamente o treinamento, sendo útil para corredores que apresentam dor durante a corrida, mas toleram bem atividades sem impacto. O treino cruzado, entretanto, não substitui a progressão específica da corrida; funciona como ponte enquanto dor, força distal, tolerância ao impacto e capacidade de recuperação são reconstruídas (Warden *et al*., 2021).

O monitoramento da dor durante e após o exercício é indispensável para orientar a progressão. Dor leve, estável, sem alteração da mecânica e sem piora no dia seguinte pode indicar carga tolerável em determinadas fases. Por outro lado, dor crescente durante a sessão, dor que aparece cada vez mais cedo, piora após o treino, sintomas ao caminhar ou dor mais focal na tíbia sugerem que a carga ainda está acima da capacidade atual do tecido. Esse monitoramento deve incluir intensidade da dor, extensão da área dolorosa, resposta nas 24 a 48 horas seguintes, rigidez, sensibilidade à palpação e tolerância a saltos ou caminhada. Quando a dor deixa de ser difusa e passa a ser focal, persistente ou presente em repouso, a hipótese de lesão óssea por estresse deve ser priorizada, com encaminhamento para investigação complementar quando necessário (Saad *et al*., 2025).

O retorno à corrida deve ser planejado de forma progressiva, com critérios funcionais e sintomáticos claros. Inicialmente, é mais seguro priorizar superfícies regulares, sessões curtas, baixa intensidade e alternância entre caminhada e corrida, avançando apenas quando a dor

permanece controlada durante a sessão e não piora no dia seguinte. Depois, a progressão pode incluir aumento gradual da duração, maior frequência semanal, retorno de treinos contínuos e, por último, intensidade, subidas, descidas e terrenos mais exigentes. Essa sequência respeita o princípio de que a recuperação clínica não depende apenas da redução da dor, mas da restauração da capacidade do corredor de tolerar impacto repetido, controlar o membro inferior e adaptar-se ao treino sem recidiva (Warden *et al*., 2021).

Figura 112 – Progressão do retorno à corrida na síndrome do estresse tibial medial.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

6.8 Fraturas por estresse

As fraturas por estresse são lesões ósseas causadas pelo acúmulo de microdanos repetitivos quando a carga mecânica aplicada ao osso excede sua capacidade de remodelação e reparo. Na corrida, esse processo ocorre pela exposição do tecido ósseo a milhares de ciclos de impacto, compressão, tração muscular e forças de flexão, principalmente em ossos de

sustentação, como tíbia, metatarsos, fêmur, pelve e navicular. Diferentemente das fraturas traumáticas, que surgem após um evento único de alta energia, as fraturas por estresse se desenvolvem de forma gradual, geralmente após mudanças na carga de treino, aumento de volume, maior intensidade, redução da recuperação ou associação com fatores biomecânicos, nutricionais e hormonais que reduzem a capacidade óssea de adaptação (Costa *et al*., 2022).

No raciocínio clínico atual, é importante diferenciar "fratura por estresse" do conceito mais amplo de "lesão óssea por estresse". Nem toda sobrecarga óssea apresenta linha de fratura evidente; o corredor pode apresentar inicialmente reação de estresse, edema ósseo ou dor óssea relacionada à carga antes que exista uma fratura completa ou visível em exames convencionais. Essa distinção permite identificar quadros em fases mais precoces, quando intervenções sobre carga, recuperação, disponibilidade energética, força e fatores biomecânicos podem evitar progressão para lesões mais graves. Para o fisioterapeuta, a dor óssea localizada e progressiva em corredores não deve ser banalizada como dor muscular ou "canelite", especialmente quando aparece cada vez mais cedo, persiste após o treino ou ocorre em atividades diárias (Warden *et al*., 2023).

As fraturas por estresse podem representar evolução de sobrecargas não controladas, pois o osso, apesar de altamente adaptável, precisa de tempo suficiente para remodelar-se após o estímulo mecânico. Quando o corredor aumenta rapidamente volume, intensidade, frequência ou exposição a terrenos mais exigentes, a formação de microdanos pode superar a capacidade osteoblástica de reparo. Esse processo não depende apenas da carga externa; fatores internos como baixa disponibilidade energética, baixa densidade mineral óssea, alterações menstruais, sono inadequado, histórico de lesão óssea, força insuficiente e recuperação incompleta também reduzem a margem de segurança. Portanto, a fratura por estresse deve ser interpretada como uma condição de carga e capacidade biológica, e não apenas como consequência de "correr demais" (Crunkhorn *et al*., 2025).

As fraturas por estresse são clinicamente relevantes em corredores porque a corrida combina alta repetição de impacto com progressões frequentes de volume, intensidade e especificidade de treino. Essas lesões representam parcela importante das lesões esportivas e são comuns em modalidades de endurance, atletismo, dança e contextos militares, nos quais há grande exposição cumulativa ao carregamento ósseo. Em corredores, a tíbia aparece entre os locais mais frequentes, seguida por ossos do pé e tornozelo, metatarsos, fêmur e pelve, embora a distribuição varie conforme sexo, nível esportivo, tipo de treino, terreno e fatores individuais.

A relevância clínica está no fato de que a dor pode iniciar de forma sutil, permitindo que o corredor continue treinando e atrasando o diagnóstico (Costa *et al*., 2022).

Corredores submetidos a alto volume de impacto ou progressões inadequadas de treino apresentam maior risco, pois a adaptação óssea ocorre mais lentamente do que a melhora cardiorrespiratória percebida. Assim, um corredor pode sentir-se condicionado para aumentar distância, intensidade ou frequência antes que o sistema ósseo esteja preparado para sustentar a nova demanda. Esse cenário é comum em iniciantes, retornos após pausa, preparação acelerada para provas e situações em que várias mudanças ocorrem simultaneamente, como aumento de quilometragem, introdução de tiros, mudança de calçado e maior exposição a terrenos rígidos ou inclinados. A prevenção depende do equilíbrio entre carga aplicada, recuperação, histórico de lesão, saúde óssea e resposta dos sintomas, e não apenas de regras fixas de progressão (Warden *et al*., 2021).

A localização anatômica da fratura por estresse modifica o risco clínico e a urgência do encaminhamento. Lesões em regiões consideradas de menor risco, como cortical posteromedial da tíbia, fíbula e diáfise dos metatarsos centrais, tendem a apresentar evolução mais previsível quando a carga é adequadamente ajustada. Por outro lado, lesões em locais de maior risco, como colo femoral, cortical anterior da tíbia, navicular, tálus, maléolo medial, sesamoides e base do quinto metatarso, apresentam maior probabilidade de atraso de consolidação, não união, progressão para fratura completa ou necessidade de manejo médico mais rigoroso. Na prática fisioterapêutica, dor óssea focal em regiões de alto risco, dor ao caminhar, dor noturna, incapacidade de sustentar peso ou piora progressiva apesar da redução de carga devem ser considerados sinais de encaminhamento médico e investigação por imagem (Coslick *et al*., 2024).

A distinção entre localizações de baixo e alto risco também influencia o tempo esperado de retorno ao esporte. Revisão sistemática e meta-análise sobre retorno ao esporte após lesões ósseas por estresse mostrou que a maioria dos atletas retorna à prática, mas o tempo de retorno e a taxa de complicações variam conforme o local da lesão. Lesões do navicular e do colo femoral apresentam tempos mais longos de retorno, enquanto maiores taxas de complicações são observadas em lesões do colo femoral, cortical anterior da tíbia, navicular e quinto metatarso. Esses achados reforçam que, no corredor, a dor óssea não deve ser manejada apenas pela intensidade subjetiva, mas pelo local anatômico suspeito, comportamento do sintoma, capacidade de sustentar peso e risco de complicação (Hoenig *et al*., 2023).

A relevância clínica das fraturas por estresse também está na necessidade de atuação integrada e multiprofissional. Quando há suspeita de lesão óssea por estresse, o fisioterapeuta deve reconhecer os limites da avaliação funcional isolada e considerar encaminhamento para médico do esporte ou ortopedista, especialmente diante de localizações de alto risco ou fatores sistêmicos, como baixa disponibilidade energética, distúrbios menstruais, baixa densidade mineral óssea, histórico de múltiplas lesões ósseas, fadiga persistente ou perda de peso não planejada. O consenso internacional Delphi sobre lesões ósseas por estresse em atletas reforça a necessidade de abordagem multifatorial, incluindo terminologia adequada, diagnóstico, classificação, fatores de risco, promoção de saúde óssea e critérios seguros de retorno ao esporte (Hoenig *et al*., 2025).

Os fatores associados às fraturas por estresse devem ser compreendidos pela interação entre carga mecânica repetida e capacidade biológica de reparação óssea. O aumento abrupto de volume é um dos contextos clínicos mais relevantes em corredores, especialmente quando há elevação rápida da quilometragem semanal, do treino longo, da frequência de sessões ou do número total de impactos sem tempo suficiente para adaptação. O osso responde positivamente à carga quando o estímulo é progressivo, mas a repetição excessiva pode gerar acúmulo de microdanos quando a remodelação não acompanha a demanda. Por isso, a análise fisioterapêutica deve reconstruir a linha do tempo do treino e identificar se a dor surgiu após uma mudança brusca, mesmo que o corredor se sinta cardiorrespiratoriamente preparado para correr mais (Warden *et al*., 2021).

A intensidade excessiva também merece atenção porque modifica a magnitude e a taxa de aplicação das forças sobre o osso. Treinos intervalados, tiros, ritmos fortes, descidas, subidas, provas, superfícies rígidas e sessões em fadiga podem aumentar a exigência mecânica por passada, mesmo quando a quilometragem semanal não parece elevada. Em corredores, o risco clínico aumenta quando volume e intensidade sobem ao mesmo tempo, sem semanas de adaptação ou redução planejada. A literatura sobre carga óssea em corredores reforça que a prevenção das lesões ósseas por estresse depende de progressão sensata da carga, com atenção especial à intensidade, pois o osso precisa de estímulos suficientes para adaptar-se, mas também de recuperação adequada para reparar microdanos (Warden *et al*., 2021).

A recuperação inadequada reduz a capacidade do tecido ósseo de responder ao treinamento, mesmo quando a carga externa parece semelhante à previamente tolerada. Sono insuficiente, alta carga ocupacional, estresse psicossocial, treinos intensos em dias consecutivos, ausência de dias leves e falta de periodização podem diminuir a margem entre

estímulo adaptativo e estímulo lesivo. Nesse cenário, a fratura por estresse não deve ser interpretada apenas como consequência de treino excessivo, mas como resultado de uma relação desfavorável entre carga, recuperação e capacidade tecidual. Revisões recentes destacam que a apresentação clínica pode ser vaga e que o manejo deve considerar gravidade, localização anatômica, fatores de risco e retorno seguro ao esporte (Coslick *et al*., 2024).

A baixa disponibilidade energética é um fator associado de grande importância, pois compromete processos fisiológicos essenciais para saúde óssea, recuperação e adaptação ao treinamento. Ela ocorre quando a energia disponível após o exercício é insuficiente para sustentar adequadamente as funções corporais, podendo ocorrer com ou sem transtorno alimentar formal e tanto em mulheres quanto em homens. Em corredores, esse risco pode aparecer em fases de aumento de volume, restrição alimentar, perda rápida de peso, baixa ingestão de carboidratos, fadiga persistente, queda de desempenho ou dificuldade de recuperação entre sessões. O consenso do Comitê Olímpico Internacional sobre REDs descreve a baixa disponibilidade energética como base de consequências negativas para saúde e desempenho, incluindo prejuízos à saúde óssea, tornando esse fator indispensável na avaliação de corredores com suspeita de fratura por estresse (Mountjoy *et al*., 2023).

As alterações menstruais, quando aplicável, devem ser investigadas com cuidado, linguagem acolhedora e sem culpabilização, pois podem sinalizar baixa disponibilidade energética, alterações hormonais e maior vulnerabilidade óssea. Oligomenorreia, amenorreia, ciclos irregulares, menarca tardia ou mudanças menstruais durante períodos de treino intenso não devem ser consideradas “normais da atleta” sem investigação. Em corredoras, esses sinais podem coexistir com baixa ingestão energética, perda de peso, baixa densidade mineral óssea e histórico de lesões ósseas. Estudos recentes mostram que lesões ósseas por estresse de maior risco podem estar associadas a fatores de pior saúde óssea, incluindo menor densidade mineral óssea e marcadores relacionados à baixa disponibilidade energética, reforçando a necessidade de encaminhamento multiprofissional quando esses achados estão presentes (Tenforde *et al*., 2024).

A baixa densidade mineral óssea reduz a capacidade do esqueleto de suportar cargas repetidas e deve ser considerada especialmente em corredores com histórico de múltiplas lesões ósseas, dor em locais de alto risco, baixa disponibilidade energética, alterações menstruais, baixa ingestão de cálcio ou vitamina D, uso de medicamentos que afetam o metabolismo ósseo ou histórico familiar relevante. A densidade mineral óssea não explica sozinha todas as fraturas por estresse, pois biomecânica, carga e recuperação também importam, mas ela altera a margem

de segurança do tecido frente ao impacto. Fatores como baixa densidade mineral óssea, nutrição inadequada, alterações hormonais, histórico de lesão e carga esportiva elevada devem ser avaliados de forma integrada (Beck; Drysdale, 2021).

O histórico de fratura por estresse é um dos fatores clínicos mais importantes, pois indica que o corredor já apresentou incompatibilidade entre carga, capacidade óssea e recuperação. Esse histórico deve ser investigado em detalhes, incluindo localização da lesão anterior, tempo de afastamento, exames realizados, presença de fatores sistêmicos, retorno à corrida, recidivas e recuperação de força, mobilidade, tolerância ao impacto e capacidade de treino. Em corredoras, o histórico de lesão óssea por estresse é um dos principais marcadores de risco futuro, e lesões em locais de maior risco, como pelve, sacro e colo femoral, podem estar mais associadas a fatores de pior saúde óssea. Assim, uma nova dor óssea não deve ser tratada como episódio isolado quando há história prévia de fratura por estresse (Tenforde *et al*., 2024).

O treino excessivo sem adaptação progressiva representa a combinação de múltiplos fatores de risco: carga elevada, intensidade alta, recuperação insuficiente, pouca variação de estímulo e baixa escuta dos sinais clínicos. Em corredores, isso pode ocorrer quando a planilha avança independentemente de dor, fadiga, rigidez, queda de desempenho ou piora da tolerância ao impacto. A fratura por estresse é multifatorial; portanto, um mesmo volume pode ser seguro para um corredor bem adaptado e excessivo para outro com baixa disponibilidade energética, sono inadequado, histórico de lesão ou baixa densidade mineral óssea. A tomada de decisão deve integrar carga, sintomas, saúde óssea e contexto individual (Hoenig *et al*., 2025).

O sinal clínico mais sugestivo de fratura por estresse é a dor localizada, geralmente descrita pelo corredor como um ponto específico de desconforto ósseo, diferente da dor muscular difusa ou de outras síndromes por sobrecarga. Essa dor costuma ser profunda, bem delimitada e reprodutível à palpação óssea específica, podendo ocorrer em regiões como tíbia, metatarsos, navicular, colo femoral, pelve ou fíbula. Na avaliação fisioterapêutica, a localização precisa da dor deve ser valorizada porque lesões ósseas por estresse em determinadas regiões apresentam maior risco de complicação, atraso de consolidação ou progressão para fratura completa. Assim, uma dor pontual, persistente e relacionada ao impacto deve ser interpretada com maior cautela do que uma dor muscular inespecífica que melhora rapidamente com modificação de carga (Hoenig *et al*., 2023).

A dor progressiva é outro elemento central, pois as fraturas por estresse geralmente não começam com incapacidade absoluta, mas com desconforto que aumenta gradualmente à

medida que a carga continua sendo aplicada. Em fases iniciais, o corredor pode relatar dor apenas ao final do treino ou após sessões mais longas; com a evolução, o sintoma passa a aparecer mais cedo, torna-se mais intenso, limita o ritmo e pode permanecer após a corrida. Essa progressão indica que o tecido ósseo está perdendo capacidade de tolerar o estímulo mecânico e que o processo de reparo não acompanha a repetição de microdanos. A história clínica deve investigar há quanto tempo a dor está presente, se houve aumento recente de volume ou intensidade e se, mesmo com redução parcial do treino, o sintoma continuou avançando (Crunkhorn *et al*., 2025).

A piora com impacto é uma característica clínica relevante, especialmente quando a dor aumenta durante corrida, saltos, descidas, treinos de velocidade ou caminhada prolongada. Em muitos casos, o corredor tolera atividades sem impacto, mas apresenta dor ao correr, saltitar ou aterrissar, sugerindo maior sensibilidade óssea à carga cíclica. Testes simples, como caminhada rápida, elevação na ponta dos pés, saltitos ou corrida leve, podem reproduzir sintomas, mas devem ser utilizados com prudência quando há suspeita de lesão óssea por estresse, principalmente em locais de alto risco. A presença de dor que piora claramente com impacto e se torna mais focal deve aumentar a suspeita clínica e reduzir a margem para manutenção da corrida sem investigação adequada (George *et al*., 2024).

À medida que a lesão progride, a dor pode persistir em repouso, aparecer durante atividades diárias ou incomodar mesmo após a interrupção da corrida. Esse comportamento representa sinal de maior irritabilidade e deve ser diferenciado de quadros leves de sobrecarga, nos quais a dor tende a reduzir rapidamente com repouso e ajuste de treino. Dor óssea que permanece após o exercício, surge ao caminhar, acorda o corredor à noite ou não melhora de forma proporcional à redução da carga exige maior cautela clínica. Nesses casos, o fisioterapeuta deve considerar encaminhamento médico, sobretudo quando a dor se localiza em regiões de maior risco, como colo femoral, navicular, cortical anterior da tíbia, base do quinto metatarso ou pelve (Hoenig *et al*., 2023).

A dor à palpação óssea específica é um achado importante porque ajuda a diferenciar fraturas por estresse de dores musculares, tendíneas ou periostais mais difusas. A palpação deve ser cuidadosa, comparativa e direcionada ao ponto de maior sintoma relatado pelo corredor, observando se a pressão reproduz a dor familiar de maneira precisa. Na tíbia, por exemplo, uma dor muito focal e intensa em uma área pequena pode ser mais preocupante do que sensibilidade ampla ao longo da borda medial; no pé, dor localizada em metatarsos, navicular ou calcâneo deve ser interpretada com atenção à história de impacto e progressão. A confirmação

diagnóstica e a classificação de gravidade frequentemente exigem imagem, especialmente quando há suspeita de lesão óssea por estresse de maior risco (Nussbaum *et al*., 2022).

A piora apesar da redução parcial do treino é um sinal clínico que deve aumentar a suspeita de fratura por estresse ou de lesão óssea por estresse em progressão. Muitos corredores tentam apenas diminuir ritmo ou quilometragem, mas mantêm impacto suficiente para perpetuar microdanos ósseos, especialmente quando continuam realizando treinos longos, descidas, tiros ou corridas em dias consecutivos. Se a dor continua aumentando, aparece mais cedo ou passa a ocorrer em atividades cotidianas mesmo após redução parcial da planilha, a estratégia conservadora simples deve ser reavaliada. Esse padrão sugere que a carga residual ainda está acima da capacidade de reparo do tecido ósseo, sendo necessário considerar suspensão temporária do impacto, investigação complementar e avaliação de fatores como disponibilidade energética, sono, saúde hormonal, densidade mineral óssea e histórico de lesões (Hoenig *et al*., 2025).

A possível incapacidade de manter a corrida representa fase de maior limitação funcional e pode indicar que a lesão ultrapassou um estágio inicial de sobrecarga. O corredor pode relatar necessidade de interromper o treino, mancar, alterar a passada, evitar apoiar plenamente o membro ou substituir a corrida por caminhada devido à dor. Esse quadro exige atenção, pois a manutenção da corrida com dor óssea progressiva pode aumentar o risco de agravamento, principalmente em localizações de alto risco. Para o fisioterapeuta, incapacidade de correr sem dor localizada, associada à dor à palpação óssea e piora com impacto, deve ser tratada como indicação de maior investigação, e não apenas como sinal de baixa tolerância muscular (Hoenig *et al*., 2025).

A avaliação das fraturas por estresse deve começar pela identificação de sinais de alerta, pois esse grupo de lesões pode evoluir com complicações quando a carga de impacto é mantida inadequadamente. Dor óssea localizada, progressiva, que piora com corrida, saltos ou caminhada, dor que persiste após o exercício, dor em repouso, incapacidade de sustentar peso, claudicação, piora apesar da redução parcial do treino e dor em regiões de maior risco devem aumentar imediatamente a suspeita clínica. Na prática fisioterapêutica, esses sinais não significam fechar diagnóstico de fratura por estresse no consultório, mas indicam que a continuidade da corrida pode não ser segura até que haja investigação adequada (Hoenig *et al*., 2025).

Figura 113 – Sinais de alerta diante da suspeita de lesão óssea por estresse.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A avaliação da localização da dor é decisiva porque a gravidade clínica da lesão óssea por estresse depende não apenas da intensidade do sintoma, mas também do local anatômico acometido. Dor focal em metatarsos centrais pode ter implicações diferentes de dor no navicular, colo femoral ou cortical anterior da tíbia, que são regiões com maior risco de atraso de consolidação, progressão e necessidade de manejo médico mais cauteloso. O fisioterapeuta deve investigar se a dor é pontual ou difusa, se o corredor consegue apontar o local com um dedo, se há dor à palpação óssea específica, se o sintoma aparece com impacto leve e se há dor durante atividades diárias. O manejo deve ser guiado pela localização anatômica, gravidade e risco de complicações (Coslick *et al*., 2024).

Os testes clínicos devem ser utilizados com cautela quando há suspeita de fratura por estresse. Testes de impacto, como saltitos, corrida no local, apoio unipodal ou progressões rápidas de carga, podem reproduzir dor e oferecer informações funcionais, mas também podem agravar sintomas quando aplicados sem critério, especialmente em lesões de alto risco ou em corredores com dor intensa. Palpação óssea específica, observação da marcha, avaliação da capacidade de sustentar peso e análise da dor durante tarefas de baixa demanda podem ser mais apropriadas em fases iniciais de suspeita. Quando a dor é focal, progressiva, associada ao

impacto e incompatível com lesão muscular ou tendínea simples, o exame clínico deve priorizar segurança e encaminhamento, em vez de insistir em testes provocativos para confirmar a hipótese (George *et al*., 2024).

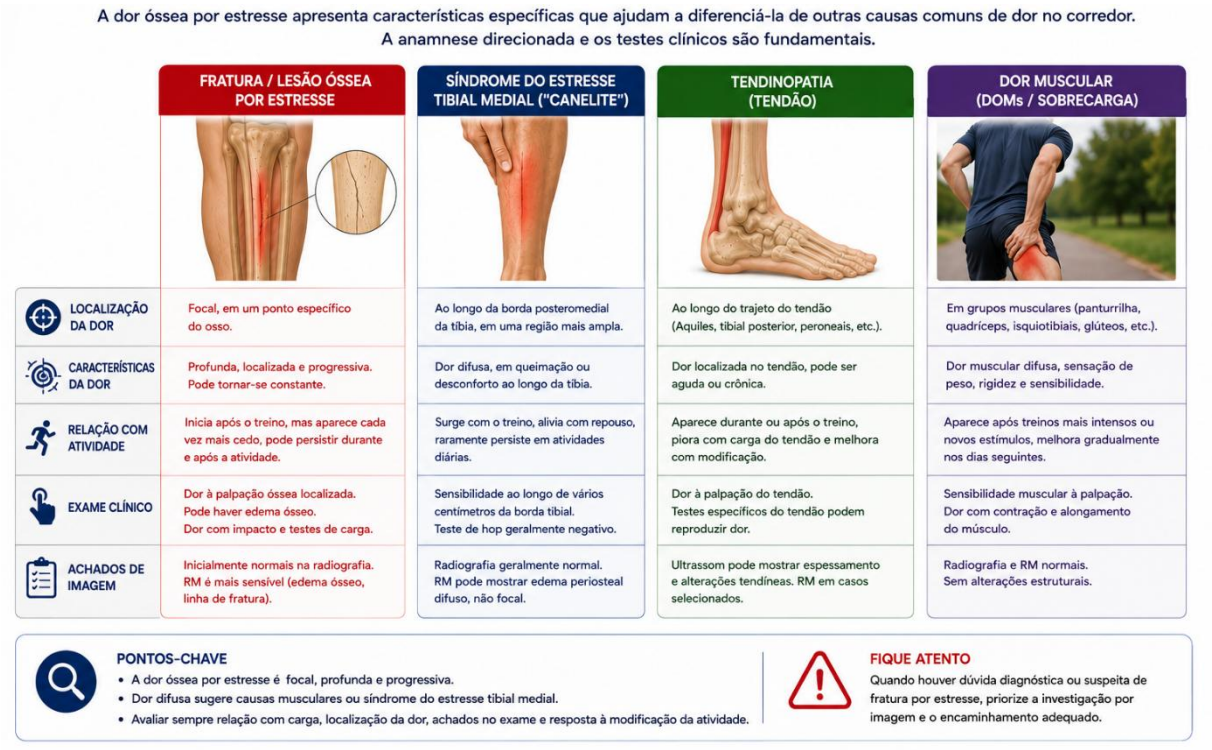
O encaminhamento para avaliação médica e exames de imagem deve ser considerado sempre que a história e o exame sugerirem lesão óssea por estresse, principalmente quando houver dor em local de alto risco, incapacidade de correr, dor ao caminhar, dor em repouso, piora progressiva ou falha de melhora após redução adequada da carga. Radiografias podem ser utilizadas em alguns contextos, mas lesões iniciais podem não aparecer nos exames convencionais; por isso, a ressonância magnética costuma ter papel importante quando há suspeita clínica e necessidade de confirmar extensão, gravidade e localização da lesão. O papel do fisioterapeuta é reconhecer que a avaliação funcional isolada tem limites e que a segurança do corredor depende de decisão compartilhada com médico do esporte, ortopedista ou equipe multiprofissional (Coslick *et al*., 2024).

A diferenciação com a síndrome do estresse tibial medial é uma das situações mais frequentes em corredores, especialmente quando a dor ocorre na perna. A síndrome do estresse tibial medial costuma apresentar dor mais difusa ao longo da borda posteromedial da tíbia, frequentemente relacionada ao exercício e com sensibilidade em área mais extensa; já a fratura por estresse tende a produzir dor mais focal, profunda, progressiva e reprodutível em um ponto ósseo específico. Essa distinção nem sempre é simples, pois ambas pertencem ao espectro das lesões por sobrecarga e podem coexistir com aumento abrupto de carga, recuperação insuficiente e baixa tolerância ao impacto. A decisão clínica deve considerar extensão da dor, resposta ao repouso, dor em caminhada, dor em saltos leves, progressão do sintoma e localização anatômica (Saad *et al*., 2025).

A diferenciação com tendinopatias também é necessária porque tendões e ossos podem responder de forma dolorosa à carga, mas apresentam comportamentos clínicos distintos. Tendinopatias, como as do tendão de Aquiles, tendão patelar ou tendões do pé e tornozelo, costumam produzir dor localizada no trajeto tendíneo, sensibilidade à palpação do tendão e piora em tarefas que exigem armazenamento e liberação de energia, como saltos, acelerações, subidas ou exercícios resistidos específicos. Nas fraturas por estresse, a dor tende a ser óssea, mais profunda, focal, progressiva e claramente provocada por impacto, podendo persistir após a atividade ou em repouso quando a irritabilidade aumenta. A avaliação deve relacionar o local da dor à estrutura anatômica provável e verificar se a palpação óssea específica é mais provocativa do que a palpação muscular ou tendínea (Malliaras, 2022).

As dores musculares tendem a apresentar comportamento mais relacionado à contração, alongamento, fadiga local ou dor tardia pós-exercício, geralmente com distribuição menos focal sobre o osso. Uma dor muscular pode piorar com contração resistida, palpação do ventre muscular ou alongamento específico, enquanto a dor óssea por estresse costuma ser mais pontual, profunda e sensível ao impacto repetido. Ainda assim, a diferenciação exige cuidado, pois corredores podem apresentar dor muscular protetora ao redor de uma lesão óssea ou compensações secundárias após modificar a passada. Quando a dor não segue o padrão esperado de uma lesão muscular simples, não melhora proporcionalmente com redução de treino, torna-se mais localizada ou impede a corrida, a hipótese de fratura por estresse deve ser priorizada (Crooks *et al*., 2024).

Figura 114 – Diagnóstico diferencial da dor óssea e musculoesquelética relacionada à corrida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A avaliação deve culminar em uma decisão clínica segura. Quando os achados sugerem dor óssea localizada, progressiva, sensível ao impacto e incompatível com dor muscular ou tendínea comum, a prioridade é interromper temporariamente a exposição de risco, orientar o corredor e encaminhar para investigação médica. Quando os sinais apontam para dor mais

difusa, baixa irritabilidade, ausência de dor em atividades diárias e melhora clara com ajuste de carga, o manejo fisioterapêutico pode avançar com monitoramento rigoroso e reavaliação frequente. Essa distinção não deve ser vista como barreira à atuação fisioterapêutica, mas como parte essencial do cuidado: reconhecer limites, identificar risco, integrar informações clínicas e proteger o corredor de uma progressão inadequada (Hoenig *et al*., 2025).

A prevenção e o direcionamento terapêutico nas fraturas por estresse começam pelo reconhecimento de que a suspeita clínica já é suficiente para modificar a conduta. Quando o corredor apresenta dor óssea localizada, progressiva, piora com impacto, dor à palpação específica, incapacidade de manter a corrida ou sintomas em regiões de maior risco, a prioridade deixa de ser testar tolerância e passa a ser proteger o tecido ósseo até investigação adequada. Nesses casos, o encaminhamento médico é necessário para confirmação diagnóstica, classificação da gravidade, definição do risco anatômico e solicitação de exames de imagem, especialmente ressonância magnética quando há suspeita de lesão óssea por estresse em fase inicial ou em localização de maior risco. Essa decisão qualifica a atuação fisioterapêutica ao reconhecer os limites da avaliação funcional diante de uma condição que pode evoluir para fratura completa, atraso de consolidação ou necessidade de manejo mais restritivo (Coslick *et al*., 2024).

O repouso relativo ou a suspensão temporária do impacto deve ser definido conforme localização, gravidade, sintomas, capacidade de sustentar peso e orientação médica. Em lesões de menor risco e baixa irritabilidade, pode haver espaço para manutenção de atividades sem impacto e controle rigoroso dos sintomas; em lesões de alto risco, dor ao caminhar, dor em repouso ou incapacidade de sustentar peso, a retirada do impacto tende a ser mais urgente e restritiva. Para o corredor, essa orientação precisa ser explicada com clareza: interromper temporariamente a corrida não significa perda definitiva de condicionamento, mas uma estratégia de proteção para permitir reparo ósseo e evitar progressão da lesão. O erro clínico mais comum é manter “apenas um pouco” de corrida quando esse pouco ainda reproduz dor óssea (Hoenig *et al*., 2025).

A manutenção do condicionamento com treino cruzado pode ser útil quando permitida pela equipe responsável e quando não reproduz dor no local da lesão. Bicicleta, natação, corrida em água, elíptico ou exercícios de força adaptados podem preservar capacidade cardiorrespiratória, rotina de treinamento e bem-estar psicológico enquanto o impacto é reduzido. No entanto, o treino cruzado não deve ser escolhido apenas por não ser corrida; ele precisa respeitar a localização da lesão e a resposta dos sintomas, pois algumas atividades ainda

podem gerar carga relevante sobre pelve, fêmur, tíbia, pé ou tornozelo. A função do fisioterapeuta é selecionar estímulos que mantenham condicionamento sem atrasar a consolidação, monitorando dor durante a atividade, resposta no dia seguinte, marcha, fadiga e sinais de irritabilidade óssea (George *et al*., 2024).

A correção dos fatores de carga deve incluir análise detalhada do que levou o tecido ósseo a ultrapassar sua capacidade de adaptação. Isso envolve revisar aumento de volume, intensidade, frequência semanal, treinos longos, descidas, tiros, mudança de terreno, troca de calçado, retorno após pausa e ausência de semanas de recuperação. A prevenção de recidiva depende de reorganizar a planilha para que a carga volte a ser progressiva, específica e tolerável, evitando a repetição do mesmo padrão que desencadeou a lesão. Em vez de aplicar regras rígidas de progressão, o fisioterapeuta deve acompanhar a resposta clínica do corredor, considerando dor, fadiga, sono, recuperação entre sessões, tolerância a atividades diárias e capacidade funcional (Warden *et al*., 2021).

A correção dos fatores de recuperação e disponibilidade energética é indispensável, especialmente quando há sinais de baixa ingestão calórica, perda de peso não planejada, fadiga persistente, queda de desempenho, alterações menstruais, histórico de múltiplas lesões ósseas ou baixa densidade mineral óssea. Nessas situações, o cuidado deve ser multiprofissional, envolvendo médico do esporte, nutricionista e, quando necessário, psicólogo ou outros profissionais. A baixa disponibilidade energética compromete processos hormonais, imunológicos, metabólicos e ósseos, reduzindo a capacidade de reparação e aumentando a vulnerabilidade a novas lesões. Portanto, orientar apenas redução de corrida e fortalecimento é insuficiente quando o problema envolve saúde óssea e recuperação sistêmica (Mountjoy *et al*., 2023).

O retorno gradual à corrida deve ser baseado em critérios clínicos, e não apenas no tempo decorrido desde o diagnóstico. Antes de reintroduzir impacto, o corredor deve apresentar ausência de dor em repouso e nas atividades diárias, marcha sem dor, melhora da sensibilidade óssea, capacidade funcional compatível com a fase de recuperação e liberação médica quando a lesão for de maior risco. A progressão costuma iniciar com caminhada e intervalos curtos de trote em terreno plano, avançando primeiro em duração e frequência, depois em volume contínuo, e apenas posteriormente em velocidade, subidas, descidas e treinos específicos. Dor localizada durante o retorno, piora no dia seguinte, retorno da dor à palpação ou alteração da mecânica da corrida indicam que a carga deve ser reduzida e reavaliada (George *et al*., 2024).

A prevenção de recorrência exige que o corredor retorne não apenas à corrida, mas a uma condição mais robusta do que aquela que antecedeu a lesão. Isso inclui progressão planejada da carga, fortalecimento de membros inferiores, melhora da tolerância ao impacto, ajuste de fatores biomecânicos relevantes, recuperação adequada, disponibilidade energética suficiente e acompanhamento de sintomas precoces. O fisioterapeuta deve ajudar o corredor a reconhecer sinais de alerta, como dor óssea localizada, dor que aparece cada vez mais cedo, piora após treinos e perda de tolerância a impactos leves. Esse modelo de cuidado desloca o foco de "voltar quando parar de doer" para "voltar quando o osso, o sistema muscular e o contexto de treino estiverem preparados para tolerar novamente a corrida" (Hoenig *et al*., 2025).

6.9 Lesões musculares em corredores

As lesões musculares em corredores são condições que acometem fibras musculares e estruturas associadas, como tecido conjuntivo intramuscular, junção musculotendínea, aponeuroses e, em casos mais graves, componentes tendíneos intramusculares. Podem variar desde desconfortos leves, sem perda importante de função, até rupturas parciais com dor aguda, limitação de força, redução de amplitude, edema, equimose e incapacidade temporária de correr. Na corrida, predominam mecanismos indiretos, relacionados a estiramento, contrações excêntricas em alta velocidade, aceleração, desaceleração, fadiga e aumento súbito da exigência muscular. Por isso, o quadro não deve ser descrito apenas como "contratura" ou "distensão" de forma genérica, pois localização, extensão, tecido envolvido e perda funcional influenciam prognóstico, risco de recorrência e tomada de decisão (SantAnna *et al*., 2022).

Na prática clínica com corredores, as lesões musculares acometem com maior frequência grupos diretamente envolvidos na propulsão, absorção de impacto e controle da passada, especialmente isquiotibiais, panturrilha e quadríceps. Os isquiotibiais são altamente exigidos em corridas de velocidade, principalmente na fase final do balanço e na transição para o apoio. A panturrilha, incluindo gastrocnêmio e sóleo, sustenta o controle da dorsiflexão, a rigidez elástica e a propulsão, sendo especialmente exigida em subidas, velocidades maiores e fadiga. O quadríceps participa do controle excêntrico do joelho, da absorção de carga e da estabilidade em descidas, acelerações e desacelerações. Assim, a lesão muscular no corredor deve ser compreendida como falha temporária da capacidade do músculo de tolerar a carga específica da tarefa, e não apenas como evento local isolado (Iatropoulos; Wheeler, 2024).

A gravidade de uma lesão muscular não depende apenas da intensidade da dor inicial, mas também da extensão da lesão, da perda de força, da localização anatômica e do

envolvimento de estruturas tendíneas ou aponeuróticas. Sistemas de classificação por imagem, como a British Athletics Muscle Injury Classification, ajudam a descrever localização e gravidade, principalmente porque lesões com envolvimento intratendíneo ou maior extensão podem apresentar retorno mais prolongado e maior risco de recorrência. Para a Fisioterapia, nem toda dor muscular exige imagem, mas quadros com dor súbita intensa, perda importante de função, defeito palpável, equimose extensa, incapacidade de caminhar ou suspeita de ruptura relevante devem ser avaliados com cautela e, quando necessário, encaminhados para investigação complementar (Hollabaugh *et al*., 2024).

As lesões musculares são comuns em esportes que envolvem corrida, aceleração, desaceleração, mudança de ritmo e produção rápida de força. Em corredores, tendem a aparecer com maior frequência em treinos de velocidade, tiros, subidas fortes, descidas, acelerações, desacelerações, provas curtas ou situações em que a fadiga reduz a capacidade de controle e resposta muscular. Nos isquiotibiais, a literatura em atletismo destaca maior relevância em disciplinas de sprint e salto, pela necessidade de produzir força em alta velocidade e controlar o membro inferior em amplitudes próximas ao limite funcional. Embora corredores de endurance estejam menos expostos a acelerações máximas, também podem desenvolver lesões musculares quando introduzem estímulos intensos sem preparação adequada, especialmente após pausa, aumento súbito de intensidade ou baixa recuperação (Iatropoulos; Wheeler, 2024).

A panturrilha merece atenção especial no corredor porque o complexo gastrocnêmio-sóleo é exigido em praticamente todas as passadas, com demandas que variam conforme velocidade, inclinação, fadiga e padrão de corrida. Lesões do gastrocnêmio tendem a estar mais associadas a movimentos rápidos, explosivos e com maior componente balístico, enquanto lesões do sóleo podem surgir de forma mais gradual, especialmente em subidas, treinos contínuos e situações de maior demanda repetitiva com o joelho flexionado. Revisões recentes destacam que lesões da panturrilha apresentam recorrência relevante e que a avaliação clínica continua sendo central para decisões de retorno. Portanto, dor na panturrilha não deve ser tratada apenas como “câimbra” ou “contratura” quando há dor localizada, perda de força, alteração da passada ou recorrência dos sintomas (Pagan-Rosado *et al*., 2025).

A relevância clínica das lesões musculares em corredores está no impacto direto sobre velocidade, economia de corrida, confiança, absorção de impacto e continuidade do treinamento. Lesões leves podem permitir caminhada e trote, mas limitar acelerações, subidas, descidas ou aumento de ritmo; já lesões moderadas ou graves podem interromper totalmente a corrida e exigir progressão criteriosa de força, mobilidade, controle motor e exposição gradual

à velocidade. Em corredores de trilha, fatores como fadiga, terreno variável, controle neuromotor insuficiente, déficits de equilíbrio e mudanças cinemáticas podem contribuir para lesões agudas e por sobrecarga. Dessa forma, a avaliação deve integrar local da dor, mecanismo, demanda do treino, fadiga e capacidade de manter qualidade mecânica ao longo da sessão (Vincent *et al*., 2022).

Figura 115 – Situações de maior demanda muscular associadas às lesões durante a corrida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

O risco de recorrência é um dos pontos mais importantes nas lesões musculares, especialmente quando o retorno ocorre de forma precoce, baseado apenas na redução da dor em repouso ou na capacidade de trotar sem sintomas. Estudos sobre retorno ao esporte após lesões musculares de membros inferiores utilizam critérios como ausência de dor em ações específicas, recuperação de força, amplitude de movimento, prontidão subjetiva e tolerância ao

treino completo, embora a qualidade da evidência varie conforme o grupo muscular. Para o corredor, voltar a correr leve não significa estar pronto para tiros, subidas, descidas, progressivos ou provas. A decisão de retorno deve considerar força, resistência muscular, tolerância à velocidade, controle em fadiga, simetria funcional e resposta nas 24 a 48 horas seguintes (Pecci *et al*., 2026).

Os fatores associados às lesões musculares em corredores devem ser compreendidos pela relação entre capacidade contrátil, demanda mecânica e especificidade do treino. O déficit de força reduz a margem de segurança do músculo diante de tarefas que exigem produção rápida de tensão, como tiros, subidas, acelerações e mudanças de ritmo. Nos isquiotibiais, destaca-se a importância da força excêntrica e da capacidade de tolerar alongamento em alta velocidade; na panturrilha, a força de gastrocnêmio e sóleo é decisiva para absorção, rigidez elástica e propulsão; e, no quadríceps, a força excêntrica é essencial para desaceleração e controle do joelho, especialmente em descidas. Assim, a fraqueza deve ser interpretada como menor capacidade de sustentar forças específicas da corrida em diferentes velocidades, inclinações e estados de fadiga (Hagos *et al*., 2025).

A baixa resistência muscular também é relevante, pois muitas lesões em corredores não ocorrem no primeiro estímulo, mas quando o músculo perde capacidade de manter controle, rigidez e coordenação ao longo da sessão. Um corredor pode apresentar força adequada em avaliação breve, mas demonstrar queda de desempenho, aumento de assimetrias ou pior controle de pelve, joelho e tornozelo após repetições, tiros sucessivos ou longos treinos em fadiga. Estudos com esforços repetidos de velocidade máxima mostram que sessões de alto volume de sprint podem alterar força da cadeia posterior, amplitude de movimento e controle lombopélvico. Para a prática clínica, isso reforça que resistência e tolerância à repetição devem ser avaliadas junto à força máxima (Carmona *et al*., 2025).

O desequilíbrio entre grupos musculares deve ser analisado com cautela, pois a lesão raramente decorre de uma única relação numérica entre agonistas e antagonistas. Ainda assim, diferenças relevantes entre quadríceps e isquiotibiais, gastrocnêmio e sóleo, ou musculatura proximal e distal podem modificar a distribuição de carga durante acelerações, desacelerações, subidas, descidas e fases de fadiga. Na corrida em velocidade, os isquiotibiais precisam desacelerar a extensão do joelho e controlar o quadril; na propulsão, a panturrilha sustenta alta repetição de força; e, nas descidas, o quadríceps controla a flexão do joelho de forma excêntrica. Programas de força, especialmente com componente excêntrico, podem reduzir lesões, mas o

raciocínio deve integrar força, arquitetura muscular, histórico prévio, controle e exposição à velocidade (Rudisill *et al*., 2023).

A fadiga atua como fator transversal porque altera a capacidade de produzir força, coordenar segmentos e manter técnica sob demanda. Em corredores, pode aumentar tempo de contato, reduzir propulsão, modificar cadência, piorar controle pélvico, aumentar rigidez ou gerar compensações que deslocam carga para isquiotibiais, panturrilha ou quadríceps. Esse ponto é especialmente relevante em treinos longos com final em ritmo forte, provas com variação de terreno, séries intervaladas e subidas repetidas, nas quais o músculo precisa sustentar força em condições de menor recuperação neuromuscular. Nesse contexto, a lesão não surge apenas porque o músculo é fraco, mas porque a demanda momentânea excede a capacidade disponível naquele estado de fadiga (Iatropoulos; Wheeler, 2024).

A baixa tolerância a estímulos de velocidade é particularmente importante porque correr rápido não é apenas correr com mais intensidade, mas uma tarefa biomecanicamente diferente, com maior taxa de produção de força, menor tempo de contato, maior exigência elástica e maior demanda de coordenação intermuscular. Corredores de endurance que passam longos períodos realizando apenas rodagens leves podem ter boa tolerância ao volume, mas baixa preparação para tiros, acelerações, progressivos ou finais fortes. Quando esses estímulos são introduzidos sem progressão específica, isquiotibiais e panturrilha podem ser expostos subitamente a demandas para as quais não estavam preparados. Estudos recentes sobre sprint sustentam a importância de avaliar técnica e exposição progressiva à velocidade em atletas que realizam treinos rápidos (Bramah *et al*., 2026).

O retorno precoce ao treino intenso é um dos principais fatores associados à recorrência, pois a redução da dor em repouso ou durante trote leve não garante que o músculo esteja pronto para velocidade, subidas, descidas, acelerações ou treinos intervalados. Muitas recidivas ocorrem quando o corredor retorna ao estímulo que gerou a lesão antes de recuperar força, resistência, amplitude, confiança, tolerância à potência e controle em fadiga. Estudos em atletismo mostram que o retorno deve considerar diagnóstico, classificação, progressão de carga e exposição específica ao gesto esportivo, e não apenas tempo de afastamento. Para corredores, voltar a correr leve é apenas uma etapa; a alta demanda só deve retornar quando o tecido demonstrar capacidade de sustentar intensidade sem dor, compensação ou piora posterior (Pollock *et al*., 2022).

A técnica inadequada sob fadiga e a falta de progressão específica para velocidade e potência conectam capacidade física, controle motor e planejamento do treino. Quando o

corredor acelera sem preparação, realiza tiros em fadiga, mantém subidas intensas sem força suficiente ou sustenta ritmo com perda de postura, a mecânica pode se tornar menos eficiente e aumentar a exigência sobre grupos musculares específicos. Na panturrilha, isso pode aparecer como perda de propulsão, rigidez excessiva ou dor ao acelerar; nos isquiotibiais, como desconforto em tiros ou final de prova; e, no quadríceps, como dor ou falha em descidas e desacelerações. Lesões musculares exigem integração entre avaliação clínica, graduação, progressão de carga e critérios funcionais para retorno (Pagan-Rosado *et al*., 2025).

Os sinais e sintomas clínicos das lesões musculares em corredores variam conforme grau de acometimento das fibras, localização anatômica, mecanismo da lesão e demanda funcional do músculo envolvido. Em quadros leves, o corredor pode relatar dor muscular localizada, sensação de tensão, desconforto ao acelerar ou leve perda de confiança na passada, mantendo capacidade de caminhar e até trotar com pouca limitação. Em lesões moderadas ou mais importantes, a dor tende a ser mais delimitada, associada a perda de força, dificuldade de alongar o músculo, limitação para contrair contra resistência e incapacidade de sustentar velocidade, subida ou aceleração. Essa apresentação reforça que a lesão muscular deve ser avaliada como espectro clínico, e não apenas como “contratura” ou “distensão” (SantAnna *et al*., 2022).

A sensação de fisgada ou estiramento durante a corrida é especialmente relevante quando ocorre de forma súbita em aceleração, tiro, subida, descida, final de prova ou mudança rápida de ritmo. O corredor pode descrever um “puxão”, “fisgada”, “estalo” ou sensação de que o músculo não sustentou a passada, geralmente interrompendo ou reduzindo imediatamente a velocidade. Nos isquiotibiais, esse padrão é comum em alta velocidade; na panturrilha, pode surgir em arrancadas, subidas ou transições rápidas de ritmo; e, no quadríceps, pode ocorrer em descidas, desacelerações ou esforços com grande controle excêntrico. Dor súbita com perda funcional imediata deve aumentar a cautela clínica, principalmente quando há dificuldade para caminhar, perda de força ou suspeita de lesão estrutural significativa (Iatropoulos; Wheeler, 2024).

A perda de força é um achado clínico importante porque indica que o músculo lesionado não consegue produzir tensão de forma eficiente ou segura. Essa perda pode ser percebida como dificuldade para acelerar, subir ladeiras, sustentar ritmo, empurrar o solo, controlar descidas ou manter a técnica sem compensações. Na avaliação, deve-se observar se a contração resistida reproduz dor, se há diferença entre os membros, se a força diminui em posições de maior alongamento e se o corredor evita aplicar carga por medo ou incapacidade real. Em lesões de

panturrilha, por exemplo, dificuldade de realizar elevação unilateral de calcanhar, saltitos ou propulsão eficiente pode indicar comprometimento funcional relevante, mesmo quando a dor em repouso já diminuiu (Pagan-Rosado *et al*., 2025).

A dor ao contrair ou alongar o músculo ajuda a diferenciar lesões musculares de outras fontes de dor, como tendinopatias, dor articular, irritações neurais ou lesões ósseas por estresse. A contração resistida tende a reproduzir sintomas quando há comprometimento das fibras musculares ou da junção musculotendínea, enquanto o alongamento pode aumentar a dor ao tensionar a região lesionada, especialmente em amplitudes próximas do limite funcional. Em lesões de isquiotibiais, a dor pode aparecer ao resistir à flexão do joelho ou ao alongar a cadeia posterior; na panturrilha, durante flexão plantar resistida, elevação de calcanhar ou dorsiflexão passiva; e, no quadríceps, durante extensão resistida do joelho ou flexão passiva do joelho. Esses achados devem ser interpretados junto ao mecanismo, palpação, marcha e capacidade de correr (SantAnna *et al*., 2022).

A limitação para correr em velocidade é um marcador funcional relevante, pois muitas lesões musculares permitem atividades de baixa intensidade antes de o tecido estar preparado para demandas rápidas. O corredor pode caminhar sem dor, trotar leve com desconforto mínimo e, ainda assim, apresentar dor, insegurança ou perda de desempenho ao acelerar, fazer tiros, subir forte ou finalizar um treino em ritmo mais alto. Isso ocorre porque a corrida em velocidade exige maior taxa de produção de força, coordenação intermuscular, rigidez elástica e capacidade de tolerar contrações rápidas e excêntricas. Por esse motivo, a ausência de dor no trote não deve ser usada como único critério para retorno a treinos intensos; a avaliação deve incluir progressões específicas de velocidade, potência, resistência e controle sob fadiga (Iatropoulos; Wheeler, 2024).

A presença de edema ou hematoma sugere maior dano tecidual e deve ser interpretada como sinal de lesão mais importante, especialmente quando associada a dor intensa, perda de força, limitação de amplitude, defeito palpável ou incapacidade de caminhar sem compensação. O hematoma pode aparecer horas ou dias após a lesão, dependendo da profundidade e da extensão do dano, e não deve ser ignorado quando ocorre em regiões como isquiotibiais, panturrilha ou quadríceps. Nesses casos, a avaliação fisioterapêutica deve considerar encaminhamento para exame de imagem, principalmente quando há suspeita de ruptura parcial relevante, envolvimento tendíneo, lesão extensa ou evolução incompatível com quadro leve (SantAnna *et al*., 2022).

A avaliação das lesões musculares em corredores deve começar pela anamnese detalhada do mecanismo da lesão, pois a forma como a dor surgiu fornece informações sobre provável estrutura acometida, gravidade inicial e risco de recorrência. O fisioterapeuta deve investigar se houve início súbito durante aceleração, tiro, subida, descida, mudança de ritmo ou final de treino em fadiga, ou se a dor surgiu de forma progressiva após aumento de carga. Lesões musculares indiretas, comuns na corrida, geralmente ocorrem quando o músculo é exposto a contrações rápidas, excêntricas ou em amplitudes próximas ao limite funcional; já quadros graduais podem estar mais relacionados à sobrecarga, fadiga ou baixa tolerância ao estímulo específico. Também é importante identificar se o corredor conseguiu continuar correndo, se precisou interromper imediatamente, se houve alteração da marcha, fisgada, perda de força ou surgimento posterior de edema e hematoma (SantAnna *et al*., 2022).

A palpação muscular deve ser comparativa e orientada pela história clínica, buscando identificar dor localizada, aumento de tensão, espasmo protetor, defeito palpável, edema, equimose ou sensibilidade na junção musculotendínea. Em corredores, a palpação dos isquiotibiais, panturrilha e quadríceps deve respeitar a anatomia funcional de cada grupo: nos isquiotibiais, diferenciando dor proximal, no ventre muscular ou distal; na panturrilha, distinguindo gastrocnêmio medial, gastrocnêmio lateral e sóleo; e, no quadríceps, avaliando reto femoral, vastos e região miotendínea. Dor focal à palpação pode orientar a hipótese clínica, mas não define gravidade isoladamente. Quando há defeito palpável, hematoma importante, perda acentuada de força ou incapacidade funcional desproporcional, deve-se considerar encaminhamento para imagem ou avaliação médica (SantAnna *et al*., 2022).

A avaliação de força é indispensável porque a lesão muscular compromete a capacidade do tecido de produzir tensão e sustentar carga específica da corrida. A força deve ser testada em diferentes posições e amplitudes, respeitando a irritabilidade, pois algumas lesões aparecem com maior clareza quando o músculo é solicitado em posição alongada ou em contrações próximas da função esportiva. Nos isquiotibiais, é útil comparar força de flexão do joelho e extensão do quadril; na panturrilha, observar elevação de calcanhar, força com joelho estendido e flexionado, resistência e capacidade de propulsão; no quadríceps, avaliar extensão de joelho, controle excêntrico em descidas e tolerância a agachamentos e avanços. A perda de força, especialmente associada à dor localizada e alteração da marcha, sugere maior comprometimento funcional (Pagan-Rosado *et al*., 2025).

A avaliação da dor ao alongamento e à contração ajuda a diferenciar lesões musculares de tendinopatias, dores articulares e dores neurais. Na lesão muscular, a contração resistida

tende a reproduzir dor quando as fibras lesionadas ou a junção musculotendínea são solicitadas, enquanto o alongamento pode aumentar o sintoma ao tensionar a região acometida. Essa resposta deve ser analisada de forma graduada: dor leve apenas no fim da amplitude pode indicar menor irritabilidade, enquanto dor precoce, perda de amplitude, proteção importante ou dor com contrações de baixa intensidade sugere maior sensibilidade tecidual. Esse padrão deve ser integrado ao mecanismo de lesão e à capacidade funcional, evitando reduzir a avaliação a um único teste positivo (SantAnna *et al*., 2022).

Figura 116 – Avaliação clínica e funcional das lesões musculares no corredor



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Os testes funcionais progressivos devem respeitar a fase da lesão e a tolerância do corredor, iniciando com tarefas de baixa demanda e avançando para movimentos mais específicos. Caminhada, agachamento, ponte, elevação de calcanhar, apoio unipodal, avanço, saltitos, corrida leve, aceleração progressiva e mudanças controladas de ritmo podem ser utilizados em sequência, desde que dor, qualidade do movimento e resposta posterior sejam

monitoradas. O objetivo não é apenas verificar se o corredor consegue realizar a tarefa, mas observar dor, hesitação, perda de potência, assimetria, rigidez protetora, compensação de tronco, alteração de cadência ou incapacidade de sustentar velocidade. Em lesões de isquiotibiais, o retorno deve considerar exposição progressiva à corrida de alta velocidade, pois o trote leve não reproduz a exigência dos tiros, acelerações e finais de prova (Iatropoulos; Wheeler, 2024).

A diferenciação com tendinopatias é necessária porque tendões e músculos podem produzir dor relacionada à carga, mas apresentam comportamentos clínicos distintos. Nas tendinopatias, a dor costuma localizar-se no trajeto tendíneo ou na inserção, piora com tarefas que exigem armazenamento e liberação de energia e pode apresentar rigidez inicial com melhora parcial no aquecimento. Nas lesões musculares, especialmente quando há mecanismo agudo, a dor tende a estar relacionada à contração, ao alongamento, à palpação do ventre muscular ou à região miotendínea, podendo haver perda de força mais evidente e limitação para acelerar. Essa distinção é importante na panturrilha, onde dor muscular de gastrocnêmio ou sóleo pode ser confundida com tendinopatia do Aquiles, e nos isquiotibiais proximais, onde dor muscular pode se sobrepor a tendinopatias, dor neural ou dor referida lombopélvica (Pagan-Rosado *et al*., 2025).

A diferenciação com dor neural e lesões articulares deve ser considerada quando a dor não segue o comportamento esperado de uma lesão muscular simples. Sintomas como formigamento, dormência, queimação, irradiação, alteração de sensibilidade, dor lombar associada ou piora com testes neurodinâmicos podem sugerir envolvimento neural ou dor referida, especialmente em queixas posteriores de coxa ou perna. Lesões articulares podem apresentar derrame, bloqueio, falseio, limitação articular, dor profunda, sintomas mecânicos ou piora com compressão e rotação, o que não é típico de lesão muscular isolada. Quando história, localização, testes de contração e alongamento, palpação e testes funcionais não convergem para uma hipótese muscular coerente, o diagnóstico deve ser revisto e o encaminhamento considerado (Crooks *et al*., 2024).

Figura 117 – Diagnóstico diferencial das principais fontes de dor musculoesquelética no corredor.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A prevenção e o direcionamento terapêutico das lesões musculares em corredores devem começar pelo fortalecimento progressivo, pois o músculo lesionado precisa recuperar capacidade de produzir força, absorver carga e sustentar tensão em condições cada vez mais próximas da corrida. Essa progressão deve respeitar dor, fase de cicatrização, localização da lesão, perda de força, amplitude disponível e exigência específica do grupo muscular acometido. Em lesões de isquiotibiais, panturrilha ou quadríceps, o fortalecimento não deve permanecer apenas em exercícios analíticos de baixa intensidade; precisa evoluir para tarefas em cadeia cinética fechada, contrações em amplitudes funcionais, resistência muscular, controle excêntrico, potência e, posteriormente, estímulos específicos de corrida (SantAnna *et al*., 2022).

O treino excêntrico tem papel importante porque muitas lesões musculares ocorrem quando o músculo precisa produzir força enquanto se alonga ou controla rapidamente um segmento corporal. Nos isquiotibiais, isso é evidente durante a corrida em velocidade, especialmente na fase final do balanço; na panturrilha, durante o controle da dorsiflexão e da

propulsão; e no quadríceps, durante descidas, desacelerações e controle da flexão do joelho. Exercícios excêntricos devem ser introduzidos conforme tolerância, começando com cargas e amplitudes controladas e avançando para maiores exigências de comprimento muscular, velocidade e especificidade. Revisões sobre programas excêntricos para isquiotibiais sustentam sua inclusão em programas preventivos e de reabilitação, desde que respeitada a progressão individual (Hu *et al*., 2023).

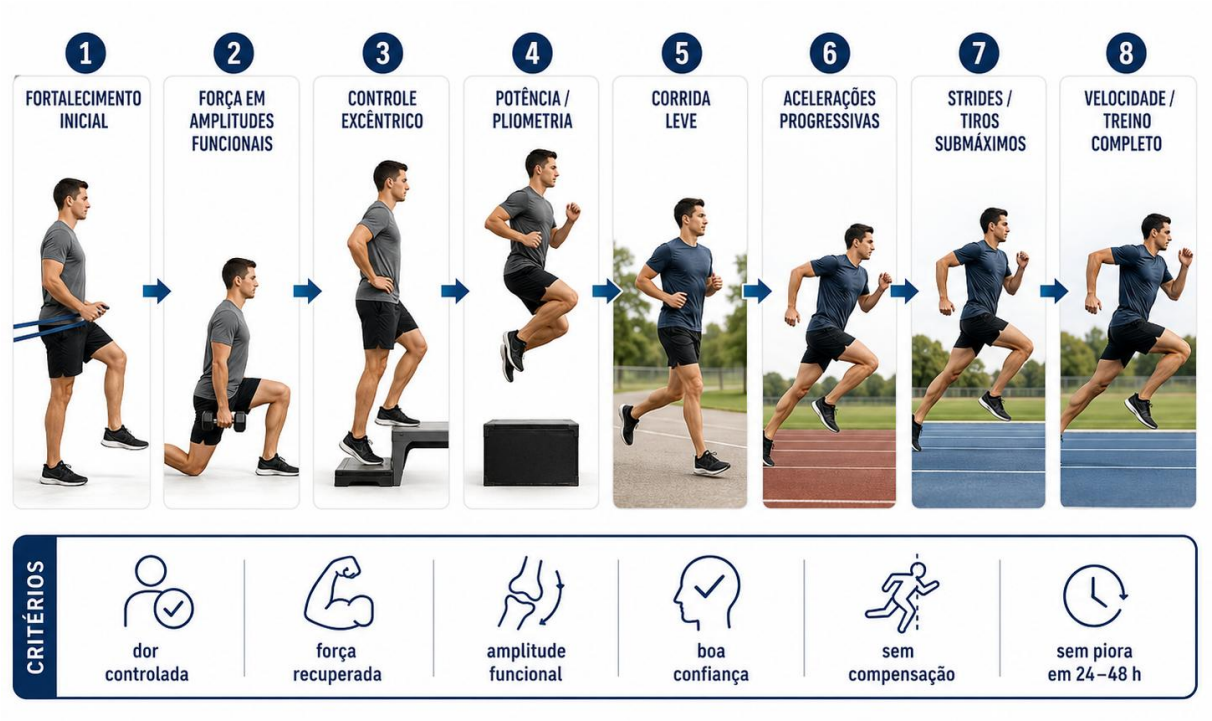
A progressão para velocidade e potência é indispensável porque o corredor pode tolerar caminhada, trote leve e exercícios de força antes de estar preparado para as demandas reais que geralmente provocam lesões musculares. Correr rápido exige maior taxa de produção de força, menor tempo de contato, maior rigidez elástica, coordenação intermuscular refinada e capacidade de controlar amplitudes em alta velocidade. Por isso, a reabilitação deve incluir uma ponte entre força e corrida intensa, com acelerações progressivas, strides, tiros curtos submáximos, subidas controladas, exercícios balísticos e tarefas pliométricas graduais quando houver tolerância. A exposição progressiva ao gesto esportivo, especialmente à corrida em alta velocidade, é parte essencial do retorno seguro (Pollock *et al*., 2022).

O controle da fadiga deve acompanhar todo o processo, porque a lesão muscular frequentemente ocorre quando a capacidade de produzir força, manter técnica e controlar o movimento se deteriora ao longo da sessão. Em corredores, a fadiga pode aparecer em treinos longos, tiros repetidos, subidas sucessivas, descidas prolongadas ou semanas com recuperação insuficiente. Clinicamente, a progressão não deve avaliar apenas se o corredor consegue realizar uma repetição ou um tiro isolado, mas se consegue sustentar qualidade mecânica, força e coordenação ao longo de séries ou blocos próximos da realidade do treino. O retorno ao esporte deve considerar capacidade funcional, exposição progressiva, sintomas e risco de recorrência, especialmente em músculos submetidos a altas demandas repetitivas (Pagan-Rosado *et al*., 2025).

O retorno gradual a tiros, subidas e treinos intensos deve ocorrer apenas depois que o corredor recupera força, amplitude, controle, confiança e tolerância a estímulos progressivos. A sequência clínica tende a ser mais segura quando começa por corrida leve, avança para aumento de duração, depois introduz acelerações curtas, estímulos submáximos, subidas controladas e, por fim, tiros mais intensos e treinos intervalados completos. Em lesões de panturrilha, o retorno precoce a subidas e velocidade pode sobrecarregar gastrocnêmio e sóleo; em lesões de isquiotibiais, acelerações máximas sem preparação específica elevam o risco de recidiva; e, no quadríceps, descidas e desacelerações devem ser reinseridas com cautela. O

critério não deve ser apenas ausência de dor, mas execução com mecânica adequada, sem perda de força, proteção ou piora nas 24 a 48 horas seguintes (Iatropoulos; Wheeler, 2024).

Figura 118 – Progressão funcional e retorno à corrida após lesão muscular.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

As estratégias para reduzir recorrência devem integrar fortalecimento contínuo, exposição regular à velocidade, controle da carga semanal, recuperação adequada e progressão específica para as demandas do corredor. A recorrência costuma ocorrer quando o atleta retorna ao mesmo estímulo que provocou a lesão sem reconstruir capacidade suficiente ou quando abandona os exercícios assim que a dor melhora. Por isso, a prevenção deve incluir manutenção de força excêntrica, resistência muscular, exercícios de potência, educação sobre fadiga, planejamento de semanas intensas e monitoramento de sinais precoces, como rigidez, insegurança para acelerar, dor ao alongar, perda de propulsão ou assimetria na passada. O cuidado deve combinar critérios clínicos, progressão de carga, fortalecimento e retorno específico à corrida em alta velocidade, evitando decisões baseadas apenas no tempo decorrido desde a lesão (Geraci *et al*., 2025).

6.10 Dor lombar e alterações lombo-pélvicas em corredores

A dor lombar em corredores pode ser definida como dor ou desconforto localizado na região lombar, com ou sem irradiação, associado ou não a alterações no controle do tronco, da pelve e do quadril durante a corrida. No contexto esportivo, essa dor não deve ser interpretada automaticamente como uma lesão estrutural grave, mas como uma condição que pode refletir intolerância mecânica, fadiga, alterações de coordenação, limitação de mobilidade, déficit de força ou dificuldade de sustentar o controle lombo-pélvico sob carga repetida. Durante a corrida, a região lombar participa da transferência de forças entre membros inferiores e tronco, modulando rotação, inclinação, absorção de impacto e eficiência mecânica. Por isso, alterações no padrão de movimento podem modificar tanto a demanda local quanto a distribuição de carga para quadril, joelho, tornozelo e pé (Zemková *et al*., 2024).

Na corrida, a dor lombar pode estar relacionada à fadiga, à sobrecarga e à perda progressiva de eficiência no controle entre tronco, pelve e quadril. Um corredor pode iniciar o treino com boa organização postural e, após vários quilômetros, apresentar aumento da inclinação anterior do tronco, maior oscilação pélvica, rotação excessiva, rigidez lombar, redução da extensão de quadril ou compensações distais. Esses achados não devem ser vistos como erros isolados, mas como sinais de que a estratégia de movimento pode estar exigindo mais da região lombo-pélvica do que ela consegue sustentar naquele momento. Estudos recentes mostram que velocidade, inclinação e fadiga podem modificar a cinemática pélvica durante a corrida, sugerindo menor estabilidade de core e quadril sob demanda (Kovše *et al*., 2026).

A relação entre dor lombar e alterações lombo-pélvicas também deve considerar o quadril como parte do mesmo sistema funcional. Restrições de mobilidade, redução de força de extensores, abdutores ou rotadores, menor controle da pelve em apoio unipodal e alterações na coordenação entre tronco e membros inferiores podem aumentar a demanda compensatória sobre a coluna lombar. Isso é especialmente relevante em corredores com limitação de extensão de quadril, excesso de anteversão pélvica, queda pélvica, inclinação lateral do tronco ou dificuldade de manter estabilidade em tarefas repetidas. Assim, a avaliação da dor lombar no corredor deve integrar coluna, pelve e quadril dentro de um mesmo raciocínio funcional (Pizol *et al*., 2024).

A dor lombar pode ocorrer em corredores recreativos e competitivos, embora ainda seja menos estudada do que lesões clássicas de joelho, perna, tornozelo e pé. Em corredores de endurance com dor lombar relacionada à corrida, estudos identificaram diferenças

biomecânicas em comparação com corredores sem dor, incluindo maiores taxas de carregamento vertical e alterações em cadência e variabilidade do centro de massa. Esses achados não permitem afirmar causalidade direta, mas sustentam a importância de analisar a dor lombar a partir da relação entre sintomas, carga, impacto, controle do tronco, pelve e quadril, evitando tratá-la apenas como uma queixa postural genérica (Drozda *et al*., 2024).

Figura 119 – Integração entre tronco, pelve e quadril durante a corrida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A relevância clínica aumenta em treinos longos, provas, subidas, descidas ou sessões realizadas em fadiga, porque a capacidade de manter controle postural pode diminuir à medida que a carga se acumula. Corredores podem relatar dor lombar que surge apenas após determinada distância, sensação de rigidez ao final do treino, desconforto ao aumentar velocidade ou dificuldade de manter a postura em subidas e descidas. Em maratonistas, a dor lombar foi associada a fatores como aquecimento insuficiente, fadiga, postura de corrida

inadequada e temperatura ambiental desconfortável, reforçando a necessidade de interpretar a queixa dentro do contexto real de treino e prova (Wu *et al*., 2021).

A dor lombar também pode interferir na mecânica da corrida e na tolerância ao volume, pois modifica a forma como o corredor controla o tronco, estabiliza a pelve e transfere força entre membros inferiores e parte superior do corpo. Quando o corredor passa a correr com rigidez lombar, inclinação anterior excessiva, inclinação lateral do tronco, aumento da rotação pélvica ou menor extensão de quadril, a demanda pode ser redistribuída para quadril, joelho, panturrilha ou pé, favorecendo compensações e reduzindo eficiência. Por isso, a dor lombar deve ser compreendida como uma condição multifatorial, influenciada por fatores neuromusculares, biomecânicos e de carga (Zemková *et al*., 2024).

Na prática fisioterapêutica, a dor lombar no corredor deve ser avaliada de forma integrada, considerando histórico de treino, comportamento dos sintomas, volume semanal, intensidade, terreno, fadiga, mobilidade de quadril e tornozelo, força de tronco e quadril, controle pélvico e análise dinâmica da corrida. A presença de dor lombar não significa, necessariamente, interrupção total da corrida, mas exige compreender quais demandas excedem a capacidade atual do corredor, como treinos longos, subidas, velocidade, descidas, aumento abrupto de volume, baixa recuperação ou perda de controle postural sob fadiga. Essa abordagem evita explicações únicas, como “core fraco” ou “postura errada”, e favorece um raciocínio clínico individualizado (Zemková *et al*., 2024).

A inclinação anterior excessiva do tronco deve ser interpretada como possível modulador de carga lombo-pélvica, e não como causa isolada de dor lombar. Durante a corrida, uma leve inclinação anterior pode fazer parte de uma estratégia eficiente, especialmente em maiores velocidades; porém, quando esse padrão é excessivo, rígido ou surge como compensação em fadiga, pode aumentar a demanda sobre extensores lombares, quadril e cadeia posterior. Em corredores com dor lombar, é importante observar se a inclinação aparece desde o início ou se se intensifica após determinado tempo, pois isso pode indicar perda de capacidade de sustentar o tronco em posição funcional (Drozda *et al*., 2024).

A inclinação lateral do tronco também pode estar associada à dor lombar quando representa uma estratégia persistente de compensação, assimetria ou perda de controle no plano frontal. Em corredores, esse padrão pode surgir por déficit de controle pélvico, menor resistência dos abdutores do quadril, dor em membro inferior, fadiga ou tentativa de reduzir carga sobre uma região dolorosa. Quando a inclinação lateral aumenta durante a fase de apoio, a demanda sobre musculatura lombar, quadrado lombar, glúteo médio e cadeia lateral pode se

tornar maior, principalmente em corridas longas ou terrenos inclinados. Por isso, o tronco deve ser avaliado dentro de uma cadeia cinética completa, e não como segmento isolado (Zemková *et al*., 2024).

A anteversão pélvica excessiva deve ser analisada em conjunto com mobilidade de quadril, controle abdominal, força de glúteos, extensibilidade dos flexores do quadril e estratégia global de corrida. A pelve funciona como região de transição entre membros inferiores e coluna lombar; portanto, alterações persistentes em sua posição podem modificar a distribuição de carga entre quadril e coluna. Um corredor com anteversão pélvica acentuada pode apresentar maior demanda sobre extensores lombares, menor eficiência na extensão terminal do quadril e compensações durante a propulsão. No entanto, esse achado só ganha relevância clínica quando se relaciona ao sintoma, à fadiga, ao volume de treino e à perda funcional observada (Kovše *et al*., 2026).

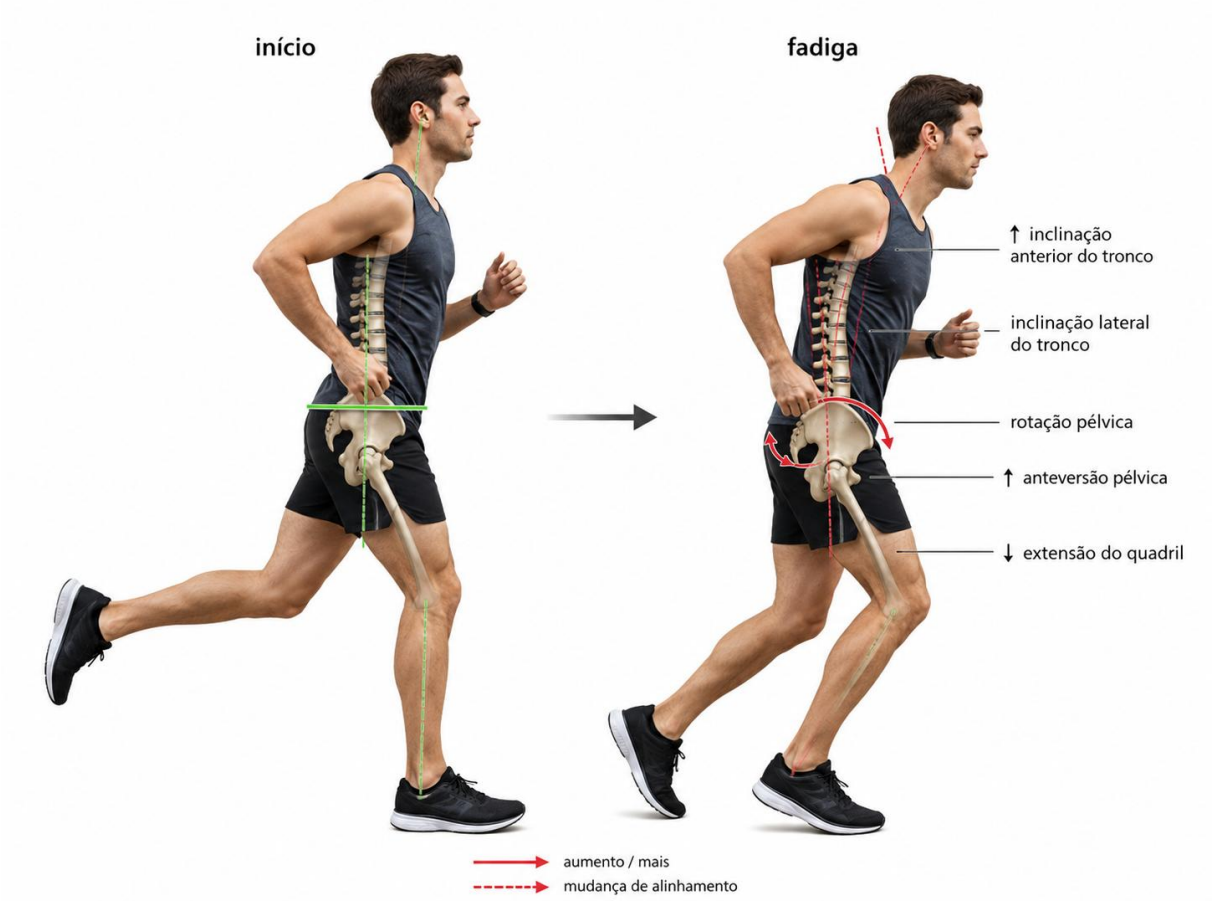
O déficit de mobilidade do quadril pode contribuir para alterações lombo-pélvicas porque limita a capacidade do corredor de gerar extensão, rotação e dissociação adequadas entre pelve e fêmur durante a corrida. Quando o quadril não oferece mobilidade suficiente, especialmente em extensão ou rotação, a coluna lombar pode assumir parte do movimento que deveria ocorrer no quadril, aumentando compensações em anteversão pélvica, rotação lombar ou inclinação do tronco. Esse raciocínio é relevante em corredores com passada curta, inclinação anterior excessiva, rigidez lombar após treinos longos ou dor ao aumentar velocidade. Alterações de amplitude, força, cinemática e ativação muscular do quadril podem estar presentes em pessoas com dor lombar, devendo ser interpretadas de forma individualizada (Pizol *et al*., 2024).

A fraqueza de glúteos e core deve ser compreendida como redução da capacidade de estabilizar e transferir força entre tronco, pelve e membros inferiores, e não apenas como falta de força abdominal. Os glúteos participam do controle da pelve, extensão do quadril, estabilidade no apoio unipodal e controle dos movimentos no plano frontal e transversal; já o core contribui para controlar o tronco, modular rotações e manter eficiência durante a repetição da corrida. Quando há déficit nesses sistemas, o corredor pode apresentar queda pélvica, inclinação lateral do tronco, anteversão pélvica excessiva, rotação compensatória ou aumento da rigidez lombar. Exercícios de quadril e tronco podem ser relevantes quando esses déficits são identificados na avaliação (Santamaría *et al*., 2023).

A baixa resistência lombo-pélvica é especialmente importante em corredores porque a corrida exige controle repetido, e não apenas força máxima em uma contração isolada. Um

corredor pode demonstrar bom desempenho em testes breves, mas perder alinhamento, estabilidade pélvica, controle do tronco e eficiência mecânica após muitos minutos de corrida. Essa perda de resistência pode se manifestar como aumento progressivo da inclinação anterior ou lateral do tronco, rotação pélvica, rigidez lombar ou dificuldade de manter cadência e postura. Por isso, a avaliação deve considerar resistência e controle sob repetição, e não apenas força estática (Zemková *et al*., 2024).

Figura 120 – Possíveis alterações lombo-pélvicas associadas à fadiga durante a corrida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A fadiga durante corridas longas pode alterar a coordenação entre tronco, pelve e quadril, reduzindo a eficiência mecânica e aumentando a demanda sobre a região lombar. Em treinos prolongados, o corredor pode perder capacidade de manter a pelve estável, aumentar rotação ou obliquidade pélvica, modificar a inclinação do tronco e apresentar maior assimetria, principalmente em subidas, variações de terreno ou intensidades sustentadas. Muitas vezes, a dor lombar não aparece no início da corrida, mas após determinado tempo, quando resistência

muscular e controle motor começam a falhar. Estudos recentes reforçam que velocidade, inclinação e fadiga modulam a cinemática pélvica durante a corrida (Kovše *et al*., 2026).

As compensações por dor em membros inferiores também podem contribuir para dor lombar e alterações lombo-pélvicas, pois o corredor tende a modificar apoio, propulsão e controle postural para reduzir carga sobre uma região dolorosa. Dor patelofemoral, tendinopatia do Aquiles, fasciopatia plantar, síndrome da banda iliotibial ou dor tibial medial podem levar a encurtamento da passada, assimetria de apoio, inclinação lateral do tronco, menor extensão de quadril, aumento de rigidez ou redução da propulsão. Essas adaptações podem ser úteis no curto prazo, mas, quando mantidas por muitos treinos, redistribuem carga para lombar, pelve e quadril. Assim, a dor lombar deve ser avaliada junto ao histórico de lesões de membros inferiores e à análise dinâmica da corrida (Drozda *et al*., 2024).

Os sinais e sintomas clínicos da dor lombar em corredores costumam aparecer como dor, peso, tensão ou desconforto na região lombar durante a corrida, podendo ocorrer de forma unilateral, bilateral ou centralizada. Em muitos casos, a dor não está presente no início da sessão, mas surge conforme a repetição do gesto aumenta a demanda sobre tronco, pelve e quadril. Esse comportamento sugere que a queixa deve ser interpretada em relação à tolerância funcional do sistema lombo-pélvico, e não apenas como alteração postural estática. Estudos recentes indicam que a dor lombar na corrida pode se relacionar à forma como o corredor absorve e organiza a carga durante o gesto esportivo (Drozda *et al*., 2024).

A dor após treinos longos é frequente quando a resistência lombo-pélvica não acompanha a demanda acumulada da corrida. O corredor pode terminar o treino com sensação de rigidez, peso ou desconforto na lombar, mesmo conseguindo manter o ritmo até o final da sessão. Em alguns casos, a dor aparece apenas após o resfriamento, ao permanecer sentado depois do treino ou ao levantar-se após repouso. Esse padrão sugere que carga total, recuperação e fadiga precisam ser analisadas em conjunto, pois a região lombar pode tolerar sessões curtas, mas tornar-se sintomática quando o volume ultrapassa sua capacidade de sustentação postural e controle motor (Zemková *et al*., 2024).

A sensação de rigidez lombar pode aparecer durante a corrida, após treinos longos ou em períodos de repouso após esforço, geralmente refletindo resposta de proteção, fadiga ou baixa tolerância do sistema lombo-pélvico à carga acumulada. Essa rigidez pode vir

acompanhada de dificuldade para manter extensão de quadril, maior inclinação anterior do tronco, aumento de anteversão pélvica, redução da dissociação entre pelve e tronco ou sensação de travamento ao tentar acelerar. Clinicamente, é importante diferenciar rigidez transitória, que melhora com aquecimento e ajuste de carga, de sintomas persistentes, progressivos ou associados a irradiação, perda de força, alteração sensitiva ou sinais neurológicos (Zemková *et al*., 2024).

A piora associada à fadiga é especialmente relevante porque muitos corredores mantêm bom controle postural no início da corrida, mas passam a apresentar alterações progressivas após determinado tempo ou intensidade. Com a fadiga, podem surgir maior inclinação anterior ou lateral do tronco, aumento da rotação pélvica, perda de estabilidade no apoio unipodal, menor extensão de quadril e compensações em joelho, tornozelo ou pé. Esses achados não devem ser interpretados como postura errada isolada, mas como sinais de que a estratégia de movimento pode estar se deteriorando conforme o sistema perde capacidade de sustentar força, controle e coordenação (Kovše *et al*., 2026).

O desconforto ao manter ritmo ou postura por tempo prolongado indica que a dor lombar pode estar relacionada à resistência funcional do tronco, pelve e quadril, mais do que a uma incapacidade absoluta de correr. O corredor pode tolerar trotes leves e curtos, mas apresentar dor ao sustentar ritmo constante, correr em subida, manter cadência por longos períodos ou finalizar o treino em fadiga. Esse comportamento sugere que a avaliação deve investigar não apenas força máxima de core e glúteos, mas também a capacidade de manter controle lombo-pélvico sob repetição, impacto e demanda cardiorrespiratória. Quando a dor lombar interfere na postura, altera a passada ou reduz a tolerância ao volume, ela passa a ter relevância direta para a mecânica da corrida (Drozda *et al*., 2024).

A avaliação da dor lombar em corredores deve começar pela caracterização do comportamento dos sintomas, relacionando localização, início, duração, intensidade, fatores de melhora e piora, resposta ao treino e presença de sintomas associados. O fisioterapeuta deve investigar se a dor surge durante a corrida ou apenas após treinos longos, se piora em subidas, descidas, velocidade, fadiga ou permanência prolongada em determinada postura, e se há relação temporal com aumento de volume, mudança de terreno, dor em membros inferiores ou redução da recuperação. Essa análise é fundamental porque a dor lombar relacionada à corrida pode refletir intolerância funcional do sistema lombo-pélvico à repetição da carga, e não necessariamente alteração estrutural isolada (Drozda *et al*., 2024).

A avaliação da mobilidade de quadril e coluna deve buscar limitações que possam modificar a transferência de movimento entre membros inferiores, pelve e tronco durante a corrida. A mobilidade lombar deve ser observada em flexão, extensão, inclinações e rotações, considerando se o movimento reproduz sintomas, rigidez ou proteção. No quadril, é importante avaliar extensão, rotação interna, rotação externa e flexibilidade de flexores, pois restrições nessas regiões podem aumentar a demanda compensatória sobre pelve e coluna lombar. A inclusão do quadril na avaliação é especialmente importante em corredores com anteversão pélvica, limitação de extensão de quadril ou dor que piora ao sustentar ritmo por tempo prolongado (Pizol *et al*., 2024).

Os testes de força e resistência de core e glúteos devem responder a uma pergunta funcional: o corredor consegue sustentar controle lombo-pélvico durante tarefas repetidas, unipodais e próximas da corrida? A avaliação pode incluir pranchas e variações, testes de resistência dos extensores lombares, ponte, ponte unilateral, abdução e extensão de quadril, apoio unipodal, single leg squat, step down e tarefas que desafiem estabilidade em fadiga. O objetivo não é classificar o corredor apenas como tendo “core fraco”, mas verificar se há perda de estabilidade, queda pélvica, inclinação lateral do tronco, rotação compensatória ou incapacidade de manter alinhamento sob repetição. Essa análise permite direcionar melhor a intervenção para déficits reais de controle e resistência (George *et al*., 2021).

A observação da postura durante a corrida deve considerar tronco, pelve e quadril de forma dinâmica, preferencialmente em velocidade habitual e, quando seguro, em condições próximas àquelas que provocam sintomas. Devem ser observados inclinação anterior do tronco, inclinação lateral, rotação excessiva, anteversão pélvica, queda pélvica, limitação de extensão do quadril, oscilação vertical, cadência, comprimento da passada, assimetria e compensações por dor em membros inferiores. Esses achados não devem ser tratados como erros posturais automáticos, pois pequenas variações fazem parte da individualidade da corrida. Eles se tornam relevantes quando se associam à dor, fadiga, aumento de volume ou perda de eficiência mecânica (Zemková *et al*., 2024).

A identificação de sinais neurológicos ou irradiação é indispensável porque nem toda dor lombar em corredores é mecânica ou relacionada apenas ao controle lombo-pélvico. Dor irradiada para glúteo, coxa, perna ou pé, parestesias, dormência, perda de força, alteração de reflexos, sensação de choque, piora com tosse ou espirro, alteração de marcha ou déficit neuromuscular devem ampliar o diagnóstico diferencial. A avaliação pode incluir mapeamento da dor, testes neurodinâmicos, força segmentar, reflexos, sensibilidade e observação da marcha,

sempre interpretando a coerência entre sinais e sintomas. Diretrizes sobre dor radicular lombossacra reforçam a importância do exame clínico e não recomendam imagem de rotina sem indicação específica (Khorami *et al*., 2021).

A diferenciação com radiculopatias deve considerar que a dor radicular tende a seguir padrão de distribuição neural, podendo vir acompanhada de alterações sensitivas, motoras ou reflexas, enquanto a dor lombar mecânica relacionada à corrida varia mais com carga, postura, fadiga e controle do movimento. Uma dor lombar que aparece apenas após determinado volume de corrida, sem sintomas neurológicos e com relação clara com fadiga lombo-pélvica, sugere hipótese diferente daquela de uma dor que irradia abaixo do joelho, apresenta dormência, fraqueza progressiva ou alteração reflexa. Quando há déficit neurológico progressivo, marcha alterada, suspeita de síndrome da cauda equina ou sintomas incompatíveis com dor musculoesquelética simples, o encaminhamento médico deve ser priorizado (Khorami *et al*., 2021).

A diferenciação com alterações sacroilíacas deve ser feita quando a dor se localiza próxima à região glútea posterior, crista ilíaca, articulação sacroilíaca ou transição lombo-pélvica, especialmente se houver assimetria de carga, dor em apoio unipodal, desconforto em subidas, sensação de instabilidade pélvica ou reprodução dos sintomas em testes provocativos específicos. No corredor, a articulação sacroilíaca não deve ser usada como explicação automática para qualquer dor lombar baixa, pois sintomas dessa região podem ter origem lombar, no quadril, na musculatura glútea, em estruturas neurais ou em sobrecarga de membros inferiores. A avaliação deve integrar localização, testes provocativos, mobilidade de quadril, controle pélvico, força de glúteos e análise da corrida (Zemková *et al*., 2024).

A diferenciação com condições não musculoesqueléticas e sinais de alerta deve permanecer presente durante toda a avaliação. Dor lombar associada a febre, perda de peso inexplicada, história de câncer, trauma significativo, uso prolongado de corticosteroides, dor noturna não mecânica, sintomas urinários ou intestinais, anestesia em sela, déficit neurológico progressivo, sinais infecciosos ou dor desproporcional ao esforço exige encaminhamento médico. Em corredores, também é importante considerar que a dor lombar pode coexistir com fraturas por estresse pélvicas ou sacrais, condições viscerais, inflamatórias ou neurológicas, especialmente quando o comportamento dos sintomas não se relaciona de forma coerente com carga, postura ou fadiga (Storari *et al*., 2025).

A prevenção e o direcionamento terapêutico da dor lombar e das alterações lombo-pélvicas em corredores devem começar pelo fortalecimento de core e glúteos, sem reduzir o

problema à ideia simplista de “core fraco”. O objetivo clínico é melhorar a capacidade do corredor de transferir força entre tronco, pelve e membros inferiores, sustentar estabilidade durante o apoio unipodal e manter controle postural ao longo da repetição da corrida. Exercícios para musculatura abdominal profunda, extensores lombares, glúteo médio, glúteo máximo e rotadores do quadril devem ser selecionados conforme os achados da avaliação, progredindo de tarefas controladas para padrões funcionais, como ponte unilateral, apoio unipodal, step down, avanços, agachamentos unipodais assistidos e exercícios em cadeia cinética fechada (George *et al*., 2021).

A melhora da mobilidade de quadril deve ser considerada quando há limitação de extensão, rotação interna, rotação externa ou rigidez de flexores do quadril que possa aumentar a demanda compensatória sobre coluna lombar e pelve durante a corrida. Um corredor com pouca extensão de quadril pode compensar com anteversão pélvica, aumento de extensão lombar, encurtamento da passada ou maior inclinação anterior do tronco, especialmente em subidas, velocidade ou fadiga. O trabalho de mobilidade pode incluir exercícios ativos, alongamentos específicos, mobilizações quando indicadas e integração com padrões funcionais, evitando que a mobilidade seja treinada de forma isolada e sem transferência para a corrida (Pizol *et al*., 2024).

O treino de controle lombo-pélvico deve buscar melhorar a capacidade do corredor de manter relação eficiente entre tronco, pelve e quadril durante movimentos repetidos, e não impor uma postura rígida ou artificial. A intervenção pode incluir dissociação entre pelve e coluna, controle de anteversão e retroversão, estabilidade em apoio unipodal, controle de queda pélvica, resistência em posições funcionais e progressões próximas da corrida. Quando a avaliação mostra inclinação lateral do tronco, anteversão pélvica excessiva, rotação pélvica aumentada ou perda de estabilidade em fadiga, o treino deve evoluir para situações dinâmicas, com maior velocidade, menor base de apoio e maior demanda de coordenação (Zemková *et al*., 2024).

O ajuste da carga de corrida é necessário quando a dor lombar aparece de forma previsível após determinado tempo, distância, intensidade ou terreno. Nesses casos, a intervenção pode incluir redução temporária do treino longo, controle de subidas e descidas, diminuição de sessões intensas, aumento do intervalo entre treinos provocativos e reorganização da progressão semanal. A carga deve ser ajustada não apenas pela dor durante a corrida, mas também pela resposta nas 24 a 48 horas seguintes, pela rigidez lombar após o

treino, pela necessidade de compensações e pela capacidade do corredor de manter técnica sem piora progressiva. Assim, o ajuste de volume deve ser combinado à análise dinâmica da corrida (Drozda *et al*., 2024).

As estratégias para manutenção da técnica sob fadiga devem ser incorporadas quando a dor lombar surge no final de treinos longos, em ritmo sustentado ou em terrenos mais exigentes. O corredor pode manter boa postura no início da sessão e, com a fadiga, apresentar maior inclinação anterior do tronco, inclinação lateral, aumento de rotação pélvica, perda de extensão de quadril ou rigidez lombar. Nesses casos, a progressão deve incluir exercícios de resistência lombo-pélvica, tarefas unipodais com repetição, fortalecimento em fadiga controlada, corridas fracionadas, blocos técnicos curtos e exposição gradual ao ritmo que costuma provocar sintomas. O objetivo não é exigir técnica perfeita, mas aumentar a capacidade de sustentar uma estratégia eficiente sob demanda crescente (Kovše *et al*., 2026).

O encaminhamento deve ser considerado quando houver sinais neurológicos, irradiação persistente, perda de força, alteração de sensibilidade, sintomas abaixo do joelho com padrão radicular, alteração de reflexos, piora progressiva apesar de manejo adequado ou sinais de alerta não musculoesqueléticos. Dor lombar associada a febre, perda de peso inexplicada, história de câncer, trauma significativo, dor noturna não mecânica, alterações urinárias ou intestinais, anestesia em sela ou déficit neurológico progressivo exige avaliação médica. Nas suspeitas de dor radicular lombossacra, recomenda-se examinar distribuição da dor, marcha, testes neurodinâmicos e coerência entre sinais e sintomas, evitando negligenciar sinais importantes ou solicitar imagem sem indicação clínica (Khorami *et al*., 2021).

A prevenção de recorrência deve integrar fortalecimento contínuo, mobilidade de quadril, controle lombo-pélvico, planejamento de carga e educação do corredor sobre sinais precoces de perda de tolerância. O corredor deve ser orientado a monitorar rigidez lombar após treinos longos, dor que aparece cada vez mais cedo, dificuldade de manter postura, compensações por dor em membros inferiores e piora associada à fadiga. A progressão segura da corrida deve respeitar a resposta clínica e avançar gradualmente em duração, intensidade, terreno e especificidade, evitando que o retorno ao volume habitual ocorra antes de o sistema lombo-pélvico demonstrar capacidade de sustentar controle sob repetição. Essa abordagem preserva o objetivo principal do corredor: manter regularidade e desempenho sem reduzir a dor lombar a uma única causa estrutural ou postural (Storari *et al*., 2025).

6.11 Sinais de alerta e necessidade de encaminhamento

Os sinais de alerta nas lesões relacionadas à corrida devem ser compreendidos como achados clínicos que aumentam a probabilidade de uma condição mais séria, de maior risco ou fora do escopo de manejo fisioterapêutico isolado. Eles não representam diagnóstico definitivo, mas indicam que a continuidade do treino, a progressão de carga ou o tratamento conservador sem investigação adicional pode não ser seguro. No contexto da corrida, essa identificação é essencial, pois muitas lesões iniciam com dor leve ou limitação parcial, mas podem evoluir quando o corredor mantém impacto, ignora a piora progressiva ou interpreta sintomas persistentes como parte normal do treinamento. Assim, reconhecer precocemente esses sinais protege o corredor, orienta o encaminhamento e fortalece uma prática fisioterapêutica segura e baseada em risco (Storari *et al*., 2025).

A dor óssea localizada e progressiva é um dos sinais de alerta mais importantes, especialmente quando piora com impacto, aparece cada vez mais cedo durante a corrida, persiste após o treino ou passa a ocorrer em atividades diárias. Diferentemente de dores musculares difusas ou desconfortos tendíneos relacionados a tarefas específicas, a dor óssea tende a ser mais profunda, pontual e reprodutível à palpação em um ponto anatômico específico. Quando esse padrão aparece em regiões como tíbia, metatarsos, navicular, colo femoral, pelve ou cortical anterior da tíbia, a suspeita de lesão óssea por estresse deve ser considerada com maior cautela. A manutenção da corrida nesse cenário pode aumentar o risco de progressão para fratura completa, atraso de consolidação ou afastamento prolongado (Hoenig *et al*., 2025).

A dor noturna e a dor em repouso também exigem atenção, pois reduzem a probabilidade de a queixa ser explicada apenas por sobrecarga mecânica leve. Em muitas lesões relacionadas à corrida, a dor aparece inicialmente durante o exercício e melhora com repouso; quando passa a ocorrer sem carga, desperta o corredor à noite, persiste em repouso ou não apresenta relação proporcional com o esforço, o raciocínio clínico deve ser ampliado. Esses sintomas podem estar presentes em lesões ósseas por estresse mais irritáveis, condições inflamatórias, infecciosas, tumorais ou outras causas não musculoesqueléticas. O encaminhamento torna-se ainda mais importante quando há associação com febre, perda de peso inexplicada, histórico de câncer, mal-estar sistêmico, uso prolongado de corticosteroides ou piora clínica sem explicação compatível com a carga de treino (Storari *et al*., 2025).

A perda importante de força, principalmente quando súbita, progressiva ou acompanhada de alteração da marcha, deve ser investigada com cautela. Em corredores, pequenas reduções de força por dor ou fadiga podem ocorrer em lesões musculares e tendíneas;

porém, perda marcada de força, incapacidade de realizar apoio unipodal, dificuldade de elevar o pé, queda do pé, perda de propulsão, falha para sustentar o peso corporal ou assimetria neuromuscular evidente não devem ser banalizadas. Esses achados podem indicar lesão muscular relevante, ruptura tendínea, comprometimento neurológico, lesão radicular ou condição estrutural que exige avaliação complementar. A decisão de encaminhar deve considerar mecanismo de lesão, velocidade de instalação, dor associada, déficit neurológico, edema, hematoma, incapacidade funcional e ausência de melhora no curso esperado (Khorami *et al*., 2021).

As alterações neurológicas representam sinais de alerta quando envolvem dormência, formigamento, perda de sensibilidade, irradiação persistente, sensação de choque, déficit motor, alteração de reflexos, piora com manobras neurodinâmicas ou sintomas compatíveis com raiz nervosa ou nervo periférico. Em corredores, esses sintomas podem ser confundidos com dor muscular posterior de coxa, panturrilha ou glúteo, mas a presença de déficit neurológico verdadeiro modifica a prioridade clínica. A avaliação deve incluir distribuição dos sintomas, força segmentar, sensibilidade, reflexos, marcha, testes neurodinâmicos e coerência entre os achados. Déficit neurológico progressivo, alteração esfincteriana, anestesia em sela ou suspeita de síndrome da cauda equina exigem encaminhamento imediato (Khorami *et al*., 2021).

O edema importante, sobretudo quando associado a trauma, dor intensa, calor local, perda de função, incapacidade de apoiar o membro ou aumento progressivo do volume, deve ser interpretado como sinal de maior gravidade. Em corredores, edema leve pode ocorrer após irritações articulares ou sobrecargas locais, mas edema significativo não deve ser tratado como resposta comum ao treino. Ele pode indicar lesão ligamentar, lesão muscular relevante, fratura, irritação articular importante, processo inflamatório, vascular ou infeccioso. A incapacidade de apoiar o membro, claudicação importante ou necessidade de interromper imediatamente a corrida por dor também exige cautela, pois sugere que a carga corporal básica já excede a tolerância da estrutura acometida (Storari *et al*., 2025).

A suspeita de fratura por estresse merece destaque próprio pela frequência e relevância clínica em corredores. Dor óssea focal, progressiva, sensível à palpação específica, piora com impacto, dor ao saltitar, dor ao caminhar, dor em repouso ou dor em regiões anatômicas de alto risco deve levar à suspensão temporária do impacto e ao encaminhamento para avaliação médica. A localização modifica a urgência: lesões em colo femoral, navicular, cortical anterior da tíbia, tálus, maléolo medial, sesamoides e base do quinto metatarso apresentam maior risco de complicação e exigem investigação mais rápida. A ressonância magnética costuma ser o

exame de maior utilidade quando há suspeita clínica inicial, pois radiografias podem ser normais nas fases precoces (Coslick *et al*., 2024).

Os sintomas sistêmicos devem sempre ampliar o raciocínio para além da lesão musculoesquelética comum. Febre, calafrios, perda de peso inexplicada, fadiga desproporcional, sudorese noturna, mal-estar persistente, histórico de câncer, sinais infecciosos, dor noturna não mecânica, alterações urinárias ou intestinais e dor desproporcional ao exame físico exigem avaliação médica. Em corredores, a tendência de atribuir toda dor ao treino pode atrasar a identificação de condições que não têm relação primária com carga mecânica. A atuação fisioterapêutica segura exige reconhecer que sintomas sistêmicos mudam a prioridade: antes de corrigir biomecânica, prescrever exercícios ou reorganizar planilha, é necessário excluir condições que exigem diagnóstico e manejo médico (Storari *et al*., 2025).

A falha na evolução com tratamento conservador adequado também deve ser considerada sinal de atenção clínica, principalmente quando houve controle real de carga, adesão ao plano terapêutico, progressão adequada de exercícios e tempo suficiente para resposta biológica esperada. Se a dor permanece igual, piora, torna-se mais focal, passa a ocorrer em repouso, limita atividades diárias ou impede progressão funcional apesar de manejo coerente, a hipótese diagnóstica deve ser revista. Isso pode indicar diagnóstico inicial incompleto, lesão de maior gravidade, fator sistêmico não identificado, baixa disponibilidade energética, alteração de saúde óssea, condição neurológica, dor referida ou necessidade de investigação complementar. A boa prática clínica não consiste em insistir indefinidamente no mesmo plano, mas em reavaliar a hipótese quando a evolução não acompanha o curso esperado (Hoenig *et al*., 2025).

A piora progressiva apesar da redução de carga é especialmente preocupante em corredores, pois sugere que a carga residual ainda está acima da capacidade da estrutura ou que a origem da dor pode não ser apenas uma sobrecarga simples. Em lesões comuns e de baixa irritabilidade, espera-se alguma melhora quando volume, intensidade, impacto ou tarefas provocativas são adequadamente reduzidos. Quando isso não ocorre, ou quando a dor continua avançando mesmo com redução parcial do treino, o fisioterapeuta deve investigar se o corredor manteve estímulos de risco, se há dor óssea, sintomas neurológicos, sinais sistêmicos, baixa recuperação, baixa disponibilidade energética ou fatores não considerados inicialmente. Esse raciocínio é particularmente importante nas lesões ósseas por estresse, nas quais pequenas doses de impacto podem manter irritação se o tecido ainda não tem capacidade suficiente de reparo (Coslick *et al*., 2024).

Figura 121 – Principais sinais de alerta e critérios para encaminhamento em corredores.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

No contexto da Fisioterapia esportiva, encaminhar não significa abandonar o caso, mas integrar o cuidado. O fisioterapeuta permanece fundamental na educação, controle de carga, manutenção funcional, preparação para retorno e reabilitação progressiva, mas algumas apresentações exigem avaliação médica, exames de imagem, investigação laboratorial ou cuidado multiprofissional antes da continuidade da corrida. Essa postura é especialmente relevante em corredores com suspeita de fratura por estresse, sintomas neurológicos progressivos, sinais sistêmicos, dor noturna, dor em repouso, incapacidade de apoiar o membro ou falha de evolução conservadora. O critério de segurança deve prevalecer sobre o desejo de manter a planilha, pois o objetivo final não é apenas permitir que o corredor continue treinando, mas garantir retorno com menor risco, maior clareza diagnóstica e melhor capacidade de sustentar carga ao longo do tempo (Storari *et al*., 2025).

6.12 Integração entre lesões, avaliação e tomada de decisão

A integração entre lesões, avaliação e tomada de decisão começa pela compreensão de que uma lesão relacionada à corrida não deve ser definida apenas pela presença de dor em determinada estrutura, mas pelo impacto dessa dor sobre a capacidade do corredor de manter treino, desempenho, participação e função. Os achados do capítulo de avaliação permitem transformar uma queixa aparentemente localizada em um quadro clínico mais amplo, no qual sintomas, histórico, carga de treino, função muscular, mobilidade, controle motor e análise dinâmica da corrida são interpretados em conjunto. Assim, dor no joelho, na tíbia, no tendão de Aquiles, na fáscia plantar ou na lombar não deve ser vista apenas como diagnóstico anatômico, mas como manifestação de perda de tolerância à carga em um sistema específico do corredor. A heterogeneidade das definições de lesão relacionada à corrida na literatura reforça a necessidade de avaliação clínica contextualizada, considerando dor, limitação funcional, modificação do treino e necessidade de cuidado profissional (Lacey *et al*., 2024).

A relação entre dor, carga, capacidade tecidual e biomecânica é o eixo central para interpretar as lesões discutidas neste capítulo. A dor geralmente aparece quando a demanda imposta pela corrida ultrapassa, de forma aguda ou acumulada, a capacidade atual de adaptação do tecido envolvido, seja ele osso, tendão, músculo, articulação, fáscia ou região lombo-pélvica. Essa capacidade não é fixa: modifica-se conforme histórico de lesão, sono, recuperação, força, mobilidade, disponibilidade energética, fadiga, estresse e exposição prévia ao impacto. Por isso, uma mesma carga pode ser segura para um corredor bem adaptado e excessiva para outro em retorno de lesão ou em fase de baixa recuperação. Esse raciocínio é especialmente importante nas lesões ósseas por estresse, mas também se aplica às tendinopatias, à dor patelofemoral, à fasciopatia plantar e às lesões musculares, pois todas dependem da interação entre estímulo mecânico e capacidade biológica de resposta (Hamstra-Wright *et al*., 2021).

A biomecânica da corrida deve ser interpretada como parte desse sistema, e não como explicação única para a lesão. Achados como sinal de cruzamento, joelho em valgo dinâmico, adução e rotação interna do quadril, queda pélvica, pronação excessiva, excesso de flexão do joelho, limitação de extensão do quadril, inclinação anterior do tronco ou inclinação lateral podem modificar a distribuição de carga, mas não devem ser automaticamente classificados como causa da dor. Eles se tornam clinicamente relevantes quando se conectam ao tecido sintomático, ao momento de aparecimento da dor, à fadiga, ao histórico de treino e à resposta após a corrida. Revisões sistemáticas recentes mostram que fatores biomecânicos podem contribuir para perfis específicos de sobrecarga, mas também ressaltam que a evidência ainda

é limitada para muitos fatores isolados, exigindo interpretação individualizada e dependente do diagnóstico (Willwacher *et al*., 2022).

A importância de não associar uma lesão a um único fator isolado precisa ser reforçada em todo o raciocínio fisioterapêutico. Atribuir uma dor patelofemoral apenas ao valgo, uma fasciopatia plantar apenas à pronação, uma tendinopatia do Aquiles apenas ao calçado ou uma dor lombar apenas ao "core fraco" reduz a complexidade do corredor e pode direcionar intervenções incompletas. A literatura prospectiva em corredores não elite indica que medidas biomecânicas e musculoesqueléticas isoladas, em geral, não sustentam predição robusta de lesão, e que mesmo achados estatisticamente significativos apresentam efeitos pequenos e devem ser interpretados com cautela. Na prática clínica, isso não significa ignorar força, mobilidade ou biomecânica, mas integrá-las ao conjunto de informações que explica por que aquele corredor, naquele momento, deixou de tolerar determinada carga (Peterson *et al*., 2022).

A tomada de decisão deve considerar o conjunto formado por sintomas, histórico, carga de treino, força, mobilidade, controle motor, equilíbrio e análise dinâmica da corrida. Os sintomas indicam localização, irritabilidade e comportamento com carga; o histórico revela lesões prévias, recidivas, pausas e adaptações incompletas; a carga de treino mostra volume, intensidade, frequência, terreno, calçado e recuperação; a força e a resistência indicam capacidade de sustentar impacto; a mobilidade revela possíveis limitações de tornozelo, quadril ou coluna; o controle motor e o equilíbrio demonstram como o corredor organiza tarefas unipodais; e a análise da corrida evidencia como tudo isso aparece no gesto esportivo. Estudos prospectivos sobre fatores etiológicos de lesões relacionadas à corrida reforçam essa perspectiva multifatorial, apontando que histórico prévio, características de treino, calçado e variáveis cinemáticas podem interagir na ocorrência de lesões (Burke *et al*., 2023).

A análise da carga de treino deve ser feita com cuidado, pois números isolados nem sempre representam a carga clinicamente relevante. Quilometragem semanal, distância do treino longo, intensidade, percepção subjetiva de esforço, frequência de sessões e razão carga aguda:carga crônica podem auxiliar o raciocínio, mas diferentes métodos de cálculo podem classificar a mudança de carga de formas distintas. Por isso, a planilha precisa ser confrontada com a resposta do corpo: dor durante a corrida, rigidez no dia seguinte, piora nas 24 a 48 horas após o treino, perda de desempenho, alteração da técnica e necessidade de compensações. A carga que importa clinicamente é aquela que o corredor consegue absorver, recuperar e repetir sem aumentar irritabilidade, e não apenas aquela registrada no relógio, aplicativo ou prescrição semanal (Cloosterman *et al*., 2024).

A compreensão da lesão direciona a intervenção fisioterapêutica porque define quais variáveis precisam ser protegidas, desenvolvidas ou reintroduzidas. Quando o problema dominante é alta irritabilidade óssea, a prioridade é segurança, redução de impacto e possível encaminhamento; quando há tendinopatia, o foco passa a ser controle de carga e reconstrução progressiva da tolerância tendínea; quando há dor patelofemoral, a decisão pode envolver educação, fortalecimento, controle de carga e ajustes de movimento conforme avaliação; quando há lesão muscular, a progressão precisa reconstruir força, resistência, velocidade e potência; quando há dor lombar, o raciocínio deve integrar controle lombo-pélvico, mobilidade, fadiga e carga de corrida. Diretrizes e guias de melhor prática reforçam que a intervenção deve ser individualizada, baseada em avaliação completa e alinhada à apresentação clínica, em vez de seguir protocolos genéricos ou focados em uma única correção biomecânica (Neal *et al*., 2024).

Essa integração também ajuda a definir quando o fisioterapeuta pode conduzir o caso com segurança e quando deve encaminhar. Dor óssea localizada e progressiva, dor noturna, dor em repouso, incapacidade de apoiar o membro, sinais neurológicos, sintomas sistêmicos, suspeita de fratura por estresse ou piora apesar da redução de carga não devem ser tratados como simples “falha de fortalecimento” ou “adaptação ao treino”. Nesses casos, a avaliação deve priorizar risco, localização anatômica, gravidade e necessidade de investigação complementar. O consenso internacional sobre lesões ósseas por estresse em atletas reforça uma abordagem multifatorial para diagnóstico, classificação, fatores de risco, promoção de saúde óssea e retorno ao esporte, mostrando que a decisão clínica segura depende da integração entre achados locais, contexto sistêmico e risco anatômico (Hoenig *et al*., 2025).

Depois de reconhecer a lesão, compreender seus fatores associados, diferenciar sinais de alerta e interpretar os achados da avaliação, o próximo passo é transformar o raciocínio clínico em intervenção. Essa passagem exige que o fisioterapeuta avance de uma lógica puramente diagnóstica para decisões progressivas sobre educação, modificação de carga, fortalecimento, mobilidade, controle motor, reeducação da corrida, treino cruzado, retorno gradual ao impacto e prevenção de recidivas. O retorno à corrida não deve ser definido apenas por tempo, ausência momentânea de dor ou desejo do corredor, mas por critérios clínicos que integrem sintomas, função, tolerância ao impacto, capacidade tecidual e resposta à progressão (Hoenig *et al*., 2025).

CAPÍTULO 7

RACIOCÍNIO CLÍNICO, INTERVENÇÃO FISIOTERAPÊUTICA E RETORNO À CORRIDA



CAPÍTULO 7 – Raciocínio Clínico, Intervenção Fisioterapêutica e Retorno à Corrida

7.1 Do achado clínico à tomada de decisão

Transformar a avaliação em conduta exige que o fisioterapeuta deixe de enxergar os achados como dados isolados e passe a organizá-los em uma hipótese clínica funcional. Na corrida, um mesmo sinal observado, como queda pélvica, valgo dinâmico, pronação excessiva, inclinação anterior do tronco, rigidez de tornozelo ou baixa resistência da panturrilha, pode ter significados diferentes conforme a queixa principal, o tecido sintomático, a carga de treino e a resposta do corredor ao impacto. Por isso, a conduta não deve nascer automaticamente de um teste positivo, mas da relação entre achado, dor, função e tarefa provocativa. A análise clínica da corrida, especialmente por vídeo bidimensional, pode auxiliar esse processo quando usada para responder perguntas específicas sobre a mecânica do corredor, e não para buscar um padrão "perfeito" de movimento (Tripodi *et al*., 2024).

A identificação da queixa principal é o primeiro passo para organizar o raciocínio, pois nem sempre o problema mais evidente visualmente é o fator mais relevante para aquele corredor. Um corredor pode apresentar sinal de cruzamento, queda pélvica ou pronação aumentada, mas sua queixa principal pode ser dor óssea focal, dor tendínea com rigidez matinal, dor patelofemoral em descidas ou dor lombar após longas distâncias. A queixa deve ser definida a partir da localização dos sintomas, comportamento durante e após a corrida, impacto sobre o treino, limitação funcional e objetivo esportivo. Essa etapa é essencial porque a literatura mostra grande variabilidade nas definições de lesão relacionada à corrida, reforçando a importância de considerar dor, função, modificação do treino e necessidade de cuidado profissional como partes do mesmo quadro clínico (Lacey *et al*., 2024).

A hipótese fisioterapêutica deve integrar diagnóstico provável, tecido irritável, mecanismo de sobrecarga e fatores modificáveis. Em vez de concluir que o corredor apresenta "dor no joelho por valgo" ou "dor no pé por pronação", o fisioterapeuta deve formular uma hipótese mais completa: qual estrutura parece sensível, qual carga excedeu a capacidade atual, quais déficits funcionais reduzem a tolerância e quais fatores do treino mantêm a irritabilidade. Essa hipótese é dinâmica e deve ser revisada conforme a resposta ao tratamento. Estudos prospectivos reforçam que as lesões relacionadas à corrida se associam a múltiplos fatores, incluindo histórico prévio, características de treino, calçado e variáveis cinemáticas, sustentando uma tomada de decisão baseada na interação entre fatores, e não em causalidade única (Burke *et al*., 2023).

A priorização dos achados mais relevantes é uma competência central do raciocínio clínico, pois a avaliação de um corredor geralmente produz muitas informações, mas nem todas devem orientar a conduta inicial. Um déficit de dorsiflexão pode ser relevante em um corredor com fasciopatia plantar e dor nos primeiros passos, mas ter menor importância em outro com lesão muscular de isquiotibiais desencadeada por tiros. Uma queda pélvica pode orientar intervenção em dor lateral no joelho ou dor patelofemoral quando se relaciona à tarefa dolorosa, mas pode não ser prioridade em suspeita de fratura por estresse. Revisões sistemáticas indicam que medidas biomecânicas e musculoesqueléticas isoladas têm capacidade limitada para predizer lesões em corredores não elite, reforçando que a prioridade clínica deve nascer da relação entre achado, sintoma, carga e função (Peterson *et al*., 2022).

A diferença entre um achado isolado e um déficit funcional importante está na capacidade de explicar limitação, irritabilidade ou perda de tolerância à carga. Um corredor pode apresentar pronação acentuada sem dor, valgo discreto sem limitação, assimetria leve de força sem impacto funcional ou inclinação anterior do tronco como estratégia eficiente de corrida. Esses achados só ganham peso terapêutico quando se associam à dor, perda de desempenho, piora com fadiga, incapacidade de sustentar impacto ou falha em tarefas específicas, como step down, agachamento unipodal, elevação de calcanhar, saltos, corrida em descida ou tiros. A evidência ainda é insuficiente para conclusões definitivas sobre muitos fatores biomecânicos, tornando indispensável interpretar cada achado no contexto clínico do corredor (Correia *et al*., 2024).

A relação entre dor, carga, capacidade tecidual e função deve guiar a transição da avaliação para a intervenção. A dor indica que algum tecido ou sistema apresenta tolerância reduzida; a carga mostra quais estímulos provocam ou mantêm o sintoma; a capacidade tecidual revela o quanto o corredor consegue absorver, recuperar e repetir; e a função demonstra como essa relação aparece em tarefas reais. Em lesões ósseas, a prioridade pode ser reduzir impacto e investigar risco; em tendinopatias, reconstruir tolerância progressiva; em dor patelofemoral, ajustar carga, força e controle; em lesões musculares, recuperar força, resistência, velocidade e potência. A literatura sobre capacidade de carga e lesões ósseas por estresse reforça que a lesão emerge quando a demanda acumulada excede a capacidade adaptativa, sendo influenciada por carga de treino, recuperação, saúde óssea, sono, nutrição e histórico de lesão (Hamstra-Wright *et al*., 2021).

A definição dos objetivos terapêuticos deve ser específica para o problema clínico encontrado, e não genérica para todos os corredores. Um objetivo adequado pode ser reduzir a

irritabilidade da dor patelofemoral em descidas, aumentar a tolerância do tendão de Aquiles a subidas, recuperar resistência de panturrilha após síndrome do estresse tibial medial, restaurar força excêntrica após lesão muscular, melhorar controle lombo-pélvico em fadiga ou reintroduzir impacto após lesão óssea. Esses objetivos precisam ser mensuráveis e conectados ao retorno à corrida, incluindo critérios como dor aceitável e estável, ausência de piora nas 24 a 48 horas, melhora da força, maior tolerância a tarefas funcionais e capacidade de progredir volume antes de intensidade quando indicado (Neal *et al*., 2024).

A escolha das estratégias de intervenção deve seguir a hipótese fisioterapêutica e a irritabilidade do quadro. Se a dor é altamente sensível à carga, a primeira estratégia pode ser controle de exposição, educação e manutenção de condicionamento com alternativas de menor impacto; se o problema dominante é baixa capacidade muscular, o foco inicial deve ser fortalecimento progressivo; se há perda de controle em apoio unipodal, o treino motor e funcional ganha prioridade; se a análise da corrida mostra padrão claramente associado ao sintoma, ajustes técnicos podem ser testados de forma gradual. Em tendinopatias, diretrizes recentes destacam o papel do carregamento progressivo, monitoramento de dor, avaliação funcional e individualização da intervenção, mostrando que a escolha das condutas deve respeitar tanto o tecido envolvido quanto a resposta clínica do corredor (Chimenti *et al*., 2024).

A carga de treino precisa ser interpretada com cautela durante a tomada de decisão, pois a quilometragem semanal sozinha raramente explica toda a lesão. Distância do treino longo, intensidade, frequência, terreno, subidas, descidas, calçado, sono, fadiga e recuperação modulam a resposta do corredor ao estímulo. Métodos de monitoramento, como carga semanal e razão carga aguda:carga crônica, podem auxiliar a organização dos dados, mas diferentes formas de cálculo podem classificar a mudança de carga de maneiras distintas. Por isso, o fisioterapeuta deve confrontar os números da planilha com a resposta clínica: dor durante a corrida, dor no dia seguinte, rigidez matinal, queda de desempenho, alteração da técnica e necessidade de compensações (Cloosterman *et al*., 2024).

A reavaliação deve ser entendida como parte do raciocínio clínico, e não como etapa final do tratamento. A hipótese inicial precisa ser testada pela resposta do corredor: a dor reduziu, a função melhorou, o treino foi tolerado, a força evoluiu, a técnica mudou sem gerar novos sintomas, a recuperação pós-sessão está adequada e a progressão de impacto está segura? Quando a resposta é positiva, a intervenção pode avançar; quando a dor piora, aparece mais cedo, persiste após o treino ou surgem sinais incompatíveis com a hipótese inicial, a conduta deve ser revista. Revisões sobre retorno à corrida após lesão óssea tibial destacam que

programas graduais devem ser individualizados, frequentemente iniciando com intervalos caminhada-corrida, progredindo distância antes de velocidade e usando a provocação de sintomas como critério decisório (George *et al*., 2024).

O ajuste da conduta conforme a evolução clínica exige flexibilidade e segurança. Se o corredor melhora com redução de carga e fortalecimento, a progressão pode seguir para tarefas mais específicas; se melhora nas atividades diárias, mas piora ao correr, é necessário revisar impacto, terreno, volume ou técnica; se tolera trote, mas falha em tiros, o problema pode estar na exposição insuficiente à velocidade ou potência; se a dor persiste apesar de manejo adequado, o diagnóstico deve ser reconsiderado. Essa lógica evita tanto a rigidez de protocolos fechados quanto decisões baseadas apenas em tempo. Em lesões ósseas por estresse, consensos recentes reforçam que retorno ao esporte, classificação de risco, saúde óssea, fatores sistêmicos e critérios clínicos precisam ser integrados, mostrando que a tomada de decisão deve permanecer dinâmica durante todo o acompanhamento (Hoenig *et al*., 2025).

A prevenção e o direcionamento terapêutico nas fraturas por estresse começam pelo reconhecimento de que a suspeita clínica já é suficiente para modificar a conduta. Quando o corredor apresenta dor óssea localizada, progressiva, piora com impacto, dor à palpação específica, incapacidade de manter a corrida ou sintomas em regiões anatômicas de maior risco, a prioridade deixa de ser testar tolerância e passa a ser proteger o tecido ósseo até investigação adequada. Nesses casos, o encaminhamento médico é necessário para confirmação diagnóstica, classificação da gravidade, definição do risco anatômico e solicitação de exames de imagem, especialmente ressonância magnética quando há suspeita de lesão óssea por estresse em fase inicial ou em localização de maior risco. Essa decisão não reduz o papel da Fisioterapia; ao contrário, qualifica a atuação clínica ao reconhecer os limites da avaliação funcional diante de uma condição que pode evoluir para fratura completa, atraso de consolidação ou necessidade de manejo mais restritivo (Coslick *et al*., 2024).

O repouso relativo ou a suspensão temporária do impacto deve ser definido conforme localização, gravidade, sintomas, capacidade de sustentar peso e orientação médica. Em lesões de menor risco e baixa irritabilidade, pode haver espaço para manutenção de atividades sem impacto e controle rigoroso dos sintomas; já em lesões de alto risco, dor ao caminhar, dor em repouso ou incapacidade de sustentar peso, a retirada do impacto tende a ser mais urgente e restritiva. Para o corredor, essa orientação precisa ser explicada com clareza: interromper temporariamente a corrida não significa perda definitiva de condicionamento, mas uma estratégia de proteção para permitir reparo ósseo e evitar progressão da lesão. O erro clínico

mais comum é manter “apenas um pouco” de corrida quando esse pouco ainda reproduz dor óssea, pois a carga residual pode continuar excedendo a capacidade de reparação do tecido (Hoenig *et al*., 2025).

A manutenção do condicionamento com treino cruzado pode ser útil quando permitida pela equipe responsável e quando não reproduz dor no local da lesão. Bicicleta, natação, corrida em água, elíptico ou exercícios de força adaptados podem preservar capacidade cardiorrespiratória, rotina de treinamento e bem-estar psicológico enquanto o impacto é reduzido. No entanto, o treino cruzado não deve ser escolhido apenas por não envolver corrida; ele precisa respeitar a localização da lesão e a resposta dos sintomas, pois algumas atividades ainda podem gerar carga relevante sobre pelve, fêmur, tíbia, pé ou tornozelo. A função do fisioterapeuta é selecionar estímulos que mantenham condicionamento sem atrasar a consolidação, monitorando dor durante a atividade, resposta no dia seguinte, marcha, fadiga e sinais de irritabilidade óssea (George *et al*., 2024).

A correção dos fatores de carga deve incluir análise detalhada do que levou o tecido ósseo a ultrapassar sua capacidade de adaptação. Isso envolve revisar aumento de volume, intensidade, frequência semanal, treinos longos, descidas, tiros, mudança de terreno, troca de calçado, retorno após pausa e ausência de semanas de recuperação. A prevenção de recidiva depende de reorganizar a planilha para que a carga volte a ser progressiva, específica e tolerável, evitando a repetição do mesmo padrão que desencadeou a lesão. Em vez de aplicar regras rígidas de progressão, o fisioterapeuta deve acompanhar a resposta clínica do corredor, considerando dor, fadiga, qualidade do sono, recuperação entre sessões, tolerância às atividades diárias e capacidade funcional (Warden *et al*., 2021).

A correção dos fatores de recuperação e disponibilidade energética é indispensável, especialmente quando há sinais de baixa ingestão calórica, perda de peso não planejada, fadiga persistente, queda de desempenho, alterações menstruais, histórico de múltiplas lesões ósseas ou baixa densidade mineral óssea. A baixa disponibilidade energética compromete processos hormonais, imunológicos, metabólicos e ósseos, reduzindo a capacidade de reparação e aumentando a vulnerabilidade a novas lesões. Portanto, orientar apenas redução de corrida e fortalecimento é insuficiente quando o problema envolve saúde óssea e recuperação sistêmica; o retorno seguro depende também de restaurar condições biológicas adequadas para adaptação ao treino (Mountjoy *et al*., 2023).

Figura 122- Abordagem multiprofissional na gestão da disponibilidade energética e recuperação sistêmica do corredor.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

O retorno gradual à corrida deve ser baseado em critérios clínicos, e não apenas no tempo decorrido desde o diagnóstico. Antes de reintroduzir impacto, o corredor deve apresentar ausência de dor em repouso e nas atividades diárias, marcha sem dor, melhora da sensibilidade óssea, capacidade funcional compatível com a fase de recuperação e liberação médica quando a lesão for de maior risco. A progressão costuma iniciar com caminhada e intervalos curtos de trote em terreno plano, avançando primeiro em duração e frequência, depois em volume contínuo e, apenas posteriormente, em velocidade, subidas, descidas e treinos específicos. Dor localizada durante o retorno, piora no dia seguinte, retorno da dor à palpação ou alteração da mecânica da corrida indicam que a carga deve ser reduzida e reavaliada (George *et al*., 2024).

A prevenção de recorrência exige que o corredor retorne não apenas à corrida, mas a uma condição mais robusta do que aquela que antecedeu a lesão. Isso inclui progressão planejada da carga, fortalecimento de membros inferiores, melhora da tolerância ao impacto, ajuste de fatores biomecânicos relevantes, recuperação adequada, disponibilidade energética suficiente e acompanhamento de sintomas precoces. O fisioterapeuta deve ajudar o corredor a reconhecer sinais de alerta, como dor óssea localizada, dor que aparece cada vez mais cedo, piora após treinos e perda de tolerância a impactos leves. Esse modelo de cuidado desloca o

foco de “voltar quando parar de doer” para “voltar quando o osso, o sistema muscular e o contexto de treino estiverem preparados para tolerar novamente a corrida” (Hoenig *et al*., 2025).

7.2 Princípios gerais da intervenção fisioterapêutica

A intervenção fisioterapêutica em corredores deve ser guiada por um princípio central: a conduta precisa ser individualizada. A mesma lesão pode apresentar causas, níveis de irritabilidade, fatores associados e necessidades terapêuticas diferentes conforme histórico, nível esportivo, carga de treino, capacidade tecidual e objetivos do paciente. Um corredor com dor patelofemoral e queda pélvica, por exemplo, pode precisar de fortalecimento e controle motor; outro, com a mesma queixa, pode se beneficiar inicialmente de ajuste de volume, redução de descidas e educação sobre dor; enquanto um terceiro pode apresentar sinais de alerta que exigem encaminhamento antes de qualquer progressão. Assim, a conduta deve nascer da hipótese fisioterapêutica construída na avaliação, e não de protocolos fixos por diagnóstico. Estratégias efetivas de prevenção e reabilitação precisam ser individualizadas, multifatoriais e sustentadas por orientação adequada, considerando que corredores diferem em experiência, motivação, percepção de risco, autocuidado e adesão às recomendações (Linton *et al*., 2025).

Figura 123- Individualização do raciocínio clínico e da conduta fisioterapêutica na avaliação do corredor.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Individualizar a conduta não significa criar um plano sem critério para cada pessoa, mas adaptar princípios bem estabelecidos à apresentação clínica do corredor. Controle de carga, exercício terapêutico, educação, mobilidade, fortalecimento, treino de controle motor, reeducação da corrida e retorno gradual ao impacto são ferramentas comuns; o que muda é a prioridade, a dose, o momento de introdução e o critério de progressão. Em quadros altamente irritáveis, como suspeitas de lesão óssea por estresse, a prioridade é segurança, redução do impacto e encaminhamento quando necessário. Em tendinopatias com boa tolerância parcial à carga, pode-se iniciar exposição mecânica progressiva. Em lesões musculares, a progressão precisa avançar até velocidade e potência. Esse raciocínio é coerente com guias de melhor prática, que recomendam exercício e educação como base, mas com estratégias de suporte ajustadas à apresentação individual após avaliação completa (Neal *et al*., 2024).

O tratamento deve ser baseado em critérios, e não apenas em tempo. Embora o tempo desde o início da dor ou desde a lesão seja uma informação relevante, ele não substitui critérios clínicos como dor durante e após o exercício, rigidez no dia seguinte, tolerância ao impacto, força, resistência muscular, controle motor, simetria funcional, capacidade de sustentar técnica e ausência de sinais de alerta. Um corredor pode estar há semanas sem dor em repouso e ainda não tolerar descidas, tiros ou treinos longos; outro pode evoluir mais rapidamente quando apresenta baixa irritabilidade, boa força e carga adequadamente reorganizada. Revisões sobre retorno à corrida após lesão óssea tibial reforçam que a progressão deve considerar critérios clínicos e funcionais, frequentemente com evolução gradual de caminhada-corrida, aumento de distância antes da velocidade e monitoramento da provocação de sintomas (George *et al*., 2024).

Na prática, tratar por critérios significa que cada etapa da reabilitação precisa responder a perguntas clínicas objetivas: o corredor tolera a carga atual sem piorar nas 24 a 48 horas seguintes? Consegue executar a tarefa sem compensações relevantes? A dor permanece estável ou reduzida? A força e a resistência melhoraram o suficiente para sustentar a próxima demanda? A corrida leve está controlada antes da introdução de velocidade? Esses critérios tornam a progressão mais transparente para o corredor e reduzem decisões precipitadas baseadas apenas no calendário, na prova marcada ou no desejo de retomar rapidamente a planilha. Consensos sobre retorno ao esporte destacam que a decisão deve integrar estado clínico, risco da lesão, exigência esportiva, função, prontidão e tomada de decisão compartilhada, reforçando que o tempo isolado é insuficiente para liberar retorno pleno (Herring *et al*., 2024).

A prevenção deve ser compreendida em três níveis complementares. A prevenção primária busca reduzir a chance de uma primeira lesão por meio de progressão adequada de

carga, fortalecimento, educação, sono, recuperação, escolha coerente de calçado, controle de intensidade e preparação específica para a demanda da corrida. A prevenção secundária procura identificar sinais precoces, reduzir piora do quadro e evitar recorrências, como quando um corredor começa a sentir rigidez no Aquiles, dor tibial medial inicial ou desconforto patelofemoral em descidas e ajusta a carga antes de interromper completamente a prática. A prevenção terciária atua quando a lesão já gerou limitação mais importante, buscando restaurar função, reduzir sequelas, evitar recidivas e permitir retorno seguro ao treino. Esses níveis frequentemente se sobrepõem na prática clínica, exigindo clareza na aplicação dos conceitos (Holm-Jensen *et al*., 2025).

No corredor, prevenção e reabilitação raramente aparecem de forma isolada. Um corredor com dor patelofemoral leve pode precisar de prevenção secundária para evitar agravamento, enquanto outro, após fratura por estresse, necessita de prevenção terciária para recuperar tolerância ao impacto e reduzir risco de nova lesão. Em atletas competitivos, programas preventivos podem incluir triagem, histórico de lesões, monitoramento de carga, força, mobilidade, recuperação e comunicação com treinador. Em corredores recreativos, podem ser mais úteis estratégias simples, aplicáveis e sustentáveis no cotidiano. Programas de prevenção devem considerar histórico de lesão, modalidade, idade, nível competitivo, recursos disponíveis e possibilidade de implementação junto ao treino ou em sessões individuais (Mendonça *et al*., 2022).

A conduta também deve ser ajustada ao perfil do corredor. No iniciante, a prioridade é educação, progressão gradual de impacto, desenvolvimento de força básica, tolerância tecidual e construção de rotina. Iniciantes frequentemente melhoram o condicionamento cardiorrespiratório antes que ossos, tendões, músculos e fáscias estejam preparados para aumentos rápidos de volume, favorecendo dor tibial medial, fasciopatia plantar, dor patelofemoral e tendinopatias. Nesse grupo, a intervenção deve ser simples, clara e preventiva, podendo incluir alternância caminhada-corrida, aumento gradual de frequência, controle de treinos consecutivos, fortalecimento de panturrilha, quadril e pé, educação sobre dor aceitável e atenção à recuperação. A adaptação óssea e musculotendínea exige carga adequada, mas também tempo, recuperação e progressão sensata (Warden *et al*., 2021).

No corredor recreativo, a conduta precisa equilibrar saúde, prazer, adesão, rotina profissional e objetivos pessoais, como participar de provas de 5 km, 10 km, meia maratona ou maratona. Esse corredor pode não ter suporte técnico contínuo, pode treinar em horários irregulares, dormir pouco, acumular carga ocupacional e alternar períodos de sedentarismo com

semanas de grande motivação. Portanto, o fisioterapeuta deve ajustar a intervenção à realidade: exercícios possíveis de serem realizados, metas de treino sustentáveis, orientação sobre sinais de alerta, retorno gradual e estratégias para evitar ciclos de pausa e retomada agressiva. A educação e a adesão tornam-se partes centrais da conduta, especialmente porque nem sempre o que especialistas recomendam coincide com o que corredores realmente fazem para reduzir risco de lesão (Linton *et al*., 2025).

No corredor competitivo e no atleta de alto rendimento, a intervenção precisa respeitar maior especificidade, maior exposição à carga e maior impacto de pequenas decisões sobre desempenho e disponibilidade para treinar. Nesses casos, a conduta deve considerar calendário competitivo, fase da temporada, metas de prova, distribuição de intensidade, força máxima, potência, economia de corrida, recuperação, sono, nutrição, saúde mental e comunicação constante com a equipe. A intervenção não pode se limitar a "tirar a dor"; precisa preservar ou reconstruir a capacidade de treinar, competir e tolerar estímulos específicos, como velocidade, descidas, subidas, alto volume e treinos intervalados. Programas em esporte de rendimento devem ser planejados com base no histórico, perfil de risco, nível competitivo, recursos disponíveis e integração com treinadores e equipe de preparação física (Mendonça *et al*., 2022).

A educação do corredor deve ser compreendida como intervenção terapêutica, e não como orientação complementar. Explicar a relação entre dor, carga, capacidade tecidual, recuperação e progressão ajuda o corredor a tomar decisões mais seguras fora da sessão de fisioterapia. Isso inclui ensinar que dor não significa necessariamente dano grave, mas que dor progressiva, óssea, noturna, em repouso ou acompanhada de perda funcional precisa ser respeitada; explicar que repouso absoluto nem sempre é necessário, mas que insistir em uma carga irritativa pode atrasar a recuperação; e mostrar que o retorno à corrida deve seguir critérios, não apenas vontade ou calendário. Em condições como dor patelofemoral, educação e exercício são componentes centrais do tratamento, com intervenções adicionais ajustadas à apresentação individual (Neal *et al*., 2024).

A educação também deve tornar o corredor capaz de monitorar sua própria resposta ao treino. Em vez de receber apenas uma lista de proibições, ele precisa compreender sinais de tolerância e sinais de excesso. Dor estável ou reduzida, ausência de piora no dia seguinte, manutenção da técnica, boa recuperação e progressão funcional indicam melhor resposta. Por outro lado, dor que aparece cada vez mais cedo, piora nas 24 a 48 horas, rigidez matinal crescente, alteração da passada ou necessidade de compensar indicam que a carga deve ser revista. Esse processo aumenta autonomia, melhora adesão e reduz medo, especialmente

quando o corredor entende que a intervenção não busca afastá-lo da corrida, mas reorganizar a exposição para que ele retorne com maior segurança (Linton *et al*., 2025).

A equipe multidisciplinar torna-se essencial quando a lesão ultrapassa a esfera musculoesquelética simples ou quando o retorno à corrida depende de decisões compartilhadas sobre saúde, desempenho e risco. O médico pode ser necessário para diagnóstico, imagem, manejo de fraturas por estresse, condições sistêmicas ou sinais de alerta. O nutricionista é fundamental quando há baixa disponibilidade energética, perda de peso, recuperação inadequada ou risco à saúde óssea. O psicólogo pode contribuir diante de medo de retorno, ansiedade, pressão por desempenho, baixa adesão ou sofrimento emocional. O treinador ou educador físico deve participar quando carga de treino, intensidade, provas e periodização influenciam diretamente o quadro. Em contextos esportivos, a reabilitação frequentemente envolve suporte de treinadores, preparadores físicos, colegas e profissionais de saúde mental, reforçando que o cuidado não se limita ao atendimento clínico isolado (Leatherman; Zizzi, 2026).

A comunicação com treinador, educador físico, médico, nutricionista e psicólogo deve ser objetiva, ética e centrada no corredor. O fisioterapeuta pode informar quais cargas estão temporariamente irritativas, quais capacidades precisam ser reconstruídas, quais critérios devem ser atingidos para progressão e quais sinais exigem pausa ou reavaliação. O treinador pode adaptar volume, intensidade, terreno e calendário; o educador físico pode alinhar o fortalecimento às demandas da corrida; o médico pode orientar investigação e restrições em lesões de maior risco; o nutricionista pode corrigir fatores de energia e recuperação; e o psicólogo pode apoiar adesão, confiança e manejo emocional do retorno. Esse cuidado integrado é especialmente importante quando há baixa disponibilidade energética, alterações hormonais, risco à saúde óssea ou sinais clínicos sistêmicos (Mountjoy *et al*., 2023).

A comunicação multidisciplinar também reduz mensagens contraditórias, frequentes no cuidado do corredor lesionado. Quando o fisioterapeuta orienta reduzir descidas, mas a planilha mantém treinos em terreno inclinado; quando há liberação de impacto sem critérios funcionais; ou quando o corredor recebe metas de perda de peso em contexto de baixa disponibilidade energética, o risco de piora e recidiva aumenta. Por isso, o plano deve deixar claro o que está permitido, o que está temporariamente limitado, quais exercícios fazem parte da preparação, quais sintomas devem ser monitorados e quando a progressão será reavaliada. Consensos sobre retorno ao esporte destacam a necessidade de tomada de decisão compartilhada, avaliação do

risco, comunicação entre profissionais e consideração do contexto esportivo, princípios diretamente aplicáveis ao retorno à corrida (Herring *et al*., 2024).

Imagem 124- Comunicação multidisciplinar alinhada e tomada de decisão compartilhada na reabilitação do corredor.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Em síntese, os princípios gerais da intervenção fisioterapêutica em corredores envolvem individualizar a conduta, tratar por critérios, atuar nos diferentes níveis de prevenção, adaptar a abordagem ao perfil do corredor, educar para autonomia e integrar a equipe quando necessário. Esses princípios evitam que o tratamento se reduza a exercícios genéricos ou correções biomecânicas isoladas, permitindo que cada decisão seja conectada à dor, à carga, à capacidade tecidual, à função e ao objetivo esportivo. A partir dessa base, as próximas seções podem avançar para estratégias específicas de controle de carga, fortalecimento, mobilidade, controle motor, reeducação da corrida e retorno gradual ao impacto, mantendo a lógica central: a intervenção deve preparar o corredor para tolerar a corrida real, e não apenas melhorar testes de consultório (Hoenig *et al*., 2025).

7.3 Controle de carga e modificação do treino

O controle de carga na corrida deve começar pela diferenciação entre volume, intensidade, frequência e densidade do treino, pois cada uma dessas variáveis modifica a exposição mecânica de maneira diferente. O volume representa a quantidade total de corrida,

geralmente expressa em quilômetros ou tempo; a intensidade envolve velocidade, tiros, subidas, descidas, ritmo de prova e percepção de esforço; a frequência indica quantas vezes o corredor expõe seus tecidos ao impacto ao longo da semana; e a densidade descreve a relação entre estímulo e recuperação, considerando quantos treinos intensos ou longos são realizados em sequência e quanto tempo o corpo tem para se recuperar entre eles. Na prática fisioterapêutica, dois corredores com o mesmo volume semanal podem apresentar respostas completamente diferentes se um distribui a carga em sessões leves e espaçadas, enquanto o outro concentra o treino em poucos dias, com alta intensidade e baixa recuperação. A relação entre treino e lesão é complexa e atleta-específica, dependendo não apenas da distância, mas também de maturidade física, estilo de vida, recuperação, histórico de lesão e capacidade individual de tolerar carga (Naderi *et al*., 2024).

O volume semanal é uma medida útil, mas insuficiente quando analisada isoladamente. Um aumento de 30 km para 40 km por semana pode ser seguro para um corredor bem adaptado, com boa recuperação e histórico consistente de treino, mas excessivo para um iniciante, para alguém retornando de lesão ou para um corredor com rigidez matinal, dor óssea, tendinopatia ou baixa tolerância ao impacto. Além disso, a distribuição do volume importa: um treino longo muito maior do que as sessões habituais pode representar um pico de carga, mesmo quando a quilometragem semanal parece moderada. Em uma coorte com mais de 5.200 corredores, sessões em que a distância aumentou pelo menos 10% em relação ao maior treino realizado nos 30 dias anteriores foram associadas a maior risco de lesão de membros inferiores, enquanto métricas semanais tradicionais e razão carga aguda:carga crônica não apresentaram a mesma consistência preditiva (Schuster Brandt Frandsen *et al*., 2025).

A intensidade merece atenção especial porque modifica a magnitude e a taxa de aplicação da carga por passada. Treinos de velocidade, tiros, subidas, descidas e ritmos próximos ao limiar fisiológico não representam apenas maior esforço cardiovascular; eles alteram a demanda sobre tendões, músculos, ossos, articulações e controle neuromuscular. Um corredor pode tolerar determinado volume em baixa intensidade e desenvolver sintomas ao introduzir tiros ou descidas sem preparação específica. Clinicamente, isso ajuda a explicar por que tendinopatia patelar, tendinopatia do Aquiles, lesões musculares, dor patelofemoral e lesões ósseas por estresse podem surgir após mudanças na intensidade, mesmo sem grande aumento da quilometragem total. A prevenção depende do equilíbrio entre estímulo suficiente para adaptação e controle da intensidade para evitar acúmulo excessivo de dano tecidual (Warden *et al*., 2021).

A frequência e a densidade do treino ajudam a compreender por que a recuperação é parte da carga, e não apenas um intervalo passivo entre sessões. Correr cinco vezes por semana com sessões leves e bem distribuídas pode gerar uma resposta diferente de correr três vezes por semana com treinos longos, intensos e próximos entre si. Da mesma forma, dois treinos intensos em dias consecutivos podem ser mais irritativos do que o mesmo conteúdo distribuído com recuperação adequada. A densidade torna-se especialmente relevante em fases de dor, porque tecidos sintomáticos podem tolerar uma sessão isolada, mas não tolerar repetição frequente antes de recuperar. Por isso, o fisioterapeuta deve investigar a sequência dos treinos, a presença de dias leves, o intervalo entre sessões provocativas, o sono, a carga ocupacional e a resposta sintomática nas 24 a 48 horas seguintes (Correia *et al*., 2024).

A recuperação deve ser avaliada como determinante da capacidade tecidual, pois sono, alimentação, estresse, disponibilidade energética, intervalo entre sessões e fadiga acumulada modulam a resposta do corredor à mesma carga externa. Um treino normalmente tolerável pode se tornar irritativo após noites mal dormidas, semanas de estresse, baixa ingestão energética ou retorno precoce após uma lesão. Na prática, sinais como rigidez matinal crescente, dor que aparece cada vez mais cedo, pernas pesadas, queda de desempenho, pior controle motor e piora nas 24 a 48 horas após a corrida sugerem que a recuperação não está acompanhando a carga imposta. O modelo de capacidade de carga reforça que a lesão ocorre quando a demanda acumulada ultrapassa a capacidade individual de adaptação, sendo essa capacidade influenciada por fatores físicos, biológicos e contextuais (Hamstra-Wright *et al*., 2021).

O monitoramento da dor é uma ferramenta clínica essencial para decidir se a corrida deve ser mantida, reduzida, substituída ou progredida. A dor precisa ser analisada em três momentos: durante a corrida, logo após o treino e no dia seguinte. Dor leve, estável, que não altera a mecânica e não piora nas 24 a 48 horas seguintes pode ser aceitável em algumas condições de baixa irritabilidade, especialmente em tendinopatias e dores articulares controladas. Por outro lado, dor crescente durante a sessão, dor que aparece cada vez mais cedo, piora após o treino, rigidez matinal progressiva, dor óssea focal ou alteração da passada indicam que a carga está acima da capacidade atual. A progressão deve ser guiada por critérios clínicos definidos, incluindo resolução ou controle dos sintomas, capacidade funcional e individualização da carga (George *et al*., 2024).

A percepção subjetiva de esforço, ou PSE, complementa dados de quilometragem e ritmo porque expressa a carga interna percebida pelo corredor. Uma sessão de 8 km em ritmo leve pode ter PSE baixa em uma semana de boa recuperação e PSE alta em uma semana de

sono ruim, dor persistente ou fadiga acumulada. Por isso, a PSE ajuda a identificar quando a carga externa está produzindo uma resposta interna desproporcional. No acompanhamento fisioterapêutico, registrar PSE junto com dor, rigidez, qualidade do sono e resposta no dia seguinte permite diferenciar um treino bem tolerado de um treino apenas concluído às custas de compensação. Essa combinação é mais útil do que depender exclusivamente de pace, quilometragem ou métricas automáticas do relógio, especialmente em fases de reabilitação e retorno progressivo (Cloosterman *et al*., 2024).

A relação entre carga aguda e carga crônica pode auxiliar o raciocínio clínico, desde que interpretada com cautela. A carga aguda representa o que o corredor fez recentemente, enquanto a carga crônica tenta estimar a carga que ele vinha tolerando nas semanas anteriores. Em teoria, aumentos abruptos da carga aguda em relação à crônica poderiam indicar maior risco; porém, na corrida, diferentes métodos de cálculo podem classificar a mesma mudança de formas distintas, e a evidência ainda não sustenta o uso dessas métricas como regra rígida de decisão. Assim, essa relação pode organizar a conversa sobre progressão, mas não deve substituir exame clínico, histórico, dor, função e resposta ao treino (Cloosterman *et al*., 2024).

A aplicação clínica mais segura é usar a relação entre carga recente e carga habitual como uma lente, e não como uma fórmula. Se o corredor vinha realizando treinos de 5 km e subitamente faz 12 km, a diferença entre exposição habitual e sessão atual é clinicamente relevante, mesmo que a quilometragem semanal total não pareça alta. Da mesma forma, se retorna após três semanas sem correr e tenta retomar a planilha anterior, sua carga crônica real está reduzida, ainda que o histórico esportivo seja bom. Estudos com corredores reforçam a importância de observar picos de sessão em relação ao que foi tolerado recentemente, mostrando que mudanças específicas em uma sessão podem ser mais informativas do que regras semanais genéricas (Schuster Brandt Frandsen *et al*., 2025).

A corrida deve ser reduzida quando a dor mostra sinais de irritabilidade crescente, quando há piora após a sessão, quando o sintoma aparece cada vez mais cedo, quando a técnica se altera por proteção ou quando o tecido envolvido apresenta baixa tolerância ao impacto. Essa redução pode envolver diminuir volume, intensidade, frequência, densidade, descidas, subidas, terreno rígido ou treinos longos, dependendo da lesão. Reduzir não significa necessariamente interromper completamente; em muitos casos, a melhor estratégia é retirar temporariamente os componentes mais irritativos e preservar uma dose mínima tolerável de corrida. Essa decisão evita tanto a manutenção de uma carga agressiva quanto o afastamento desnecessário, que pode reduzir condicionamento, confiança e capacidade tecidual (Linton *et al*., 2025).

A substituição temporária por treino cruzado deve ser considerada quando a corrida provoca dor relevante, piora no dia seguinte, alteração mecânica ou risco de progressão, mas o corredor ainda pode manter condicionamento por atividades de menor impacto. Bicicleta, elíptico, natação, corrida em água e exercícios de força podem preservar capacidade cardiorrespiratória e rotina de treinamento enquanto a exposição ao impacto é reduzida. Essa estratégia é particularmente útil em lesões ósseas por estresse, síndrome do estresse tibial medial mais irritável, fases agudas de fasciopatia plantar, tendinopatias reativas e lesões musculares que ainda não toleram corrida. No entanto, o treino cruzado deve ser permitido apenas quando não reproduz dor e não atrasa a recuperação, pois ausência de corrida não significa ausência de carga para todos os tecidos (George *et al*., 2024).

Manter parte do treino pode ser adequado quando a dor é leve, previsível, estável, não altera a mecânica, não piora após a sessão e não envolve sinais de alerta. Em dores patelofemorais de baixa irritabilidade, algumas tendinopatias controladas e quadros musculoesqueléticos leves, manter uma dose reduzida de corrida pode preservar condicionamento, confiança e adaptação tecidual, desde que a carga seja cuidadosamente monitorada. Essa manutenção costuma exigir retirada temporária dos elementos mais provocativos, como descidas, tiros, subidas ou treino longo, mantendo rodagens curtas, planas e leves. A decisão deve ser reavaliada continuamente, porque uma carga inicialmente tolerável pode se tornar excessiva se o corredor acumular fadiga, reduzir recuperação ou aumentar intensidade antes do tempo (Florkiewicz *et al*., 2025).

A progressão deve ocorrer quando o corredor demonstra tolerância consistente à carga atual. Os critérios incluem dor ausente ou leve e estável durante a corrida, ausência de piora relevante nas 24 a 48 horas seguintes, manutenção da técnica, melhora da força e resistência, tolerância a tarefas funcionais e capacidade de cumprir a carga prescrita sem compensações. Em geral, é mais seguro progredir uma variável por vez: primeiro duração ou frequência, depois volume contínuo, posteriormente intensidade, subidas, descidas e estímulos específicos. Essa lógica evita que o corredor aumente simultaneamente distância, velocidade e terreno, dificultando a identificação da variável provocativa. No retorno após lesão óssea tibial, recomenda-se progressão individualizada, com aumento gradual da corrida e atenção à provocação de sintomas, evitando regras universais de progressão (George *et al*., 2024).

Evitar afastamento desnecessário da corrida exige diferenciar dor tolerável de dor de risco. Nem toda dor exige suspensão completa, mas toda dor progressiva, óssea focal, neurológica, noturna, em repouso ou associada à incapacidade funcional precisa ser investigada

com maior cautela. Em quadros sem sinais de alerta, estratégias como reduzir intensidade, fracionar treinos, alternar caminhada-corrida, evitar descidas, escolher terreno plano, diminuir o treino longo e aumentar recuperação podem permitir que o corredor continue ativo sem manter a carga provocativa. Esse equilíbrio é importante porque afastamentos completos e prolongados podem reduzir condicionamento, força, tolerância ao impacto e confiança, especialmente quando não são necessários para a segurança do tecido (Linton *et al*., 2025).

A modificação do treino deve ser específica para a lesão. Na dor patelofemoral, pode ser útil reduzir descidas, agachamentos provocativos e treinos de alta intensidade enquanto se desenvolve força e controle. Na tendinopatia do Aquiles, controlar subidas e velocidade costuma ser mais relevante. Na fasciopatia plantar, a carga total em pé e os primeiros passos do dia precisam ser monitorados. Nas lesões musculares, a velocidade deve ser retirada inicialmente e reintroduzida por etapas. Nas suspeitas ósseas, a margem para manutenção da corrida é menor e depende do risco anatômico. Guias de melhor prática em dor patelofemoral reforçam que educação, exercício e estratégias individualizadas devem ser alinhadas à apresentação clínica, sustentando que a modificação da corrida precisa ser guiada pelo diagnóstico funcional e pela resposta do corredor (Neal *et al*., 2024).

Na fase de dor, o objetivo principal é reduzir irritabilidade e identificar a carga tolerável. Isso envolve retirar temporariamente estímulos que provocam piora, controlar volume e intensidade, aumentar recuperação, orientar sinais de alerta e manter atividades que não exacerbam sintomas. O fisioterapeuta deve buscar a menor modificação capaz de estabilizar o quadro, pois reduções excessivas podem ser desnecessárias, enquanto reduções insuficientes perpetuam a irritação. Em lesões com maior risco, como suspeita de fratura por estresse, a fase de dor exige maior proteção e encaminhamento; em lesões de menor risco, pode ser possível manter parte da corrida com critérios rígidos de monitoramento (Hoenig *et al*., 2025).

Na fase de reabilitação, a carga de corrida deve ser articulada com fortalecimento, mobilidade, controle motor e treino funcional. O erro comum é tratar exercício terapêutico e corrida como intervenções separadas, quando ambos competem e cooperam dentro da carga total do corredor. Um dia de fortalecimento pesado de panturrilha, quadríceps ou glúteos pode influenciar a tolerância ao treino do dia seguinte; da mesma forma, uma corrida longa pode reduzir a qualidade do exercício terapêutico por fadiga. Portanto, a densidade semanal deve considerar não apenas corridas, mas também sessões de força, pliometria, treino cruzado e demandas ocupacionais. O objetivo é construir capacidade sem ultrapassar a tolerância atual, progredindo o estímulo terapêutico e a corrida de forma coordenada (Burke *et al*., 2023).

Na fase de retorno ao esporte, o treino deve aproximar-se gradualmente da demanda real do corredor, incluindo duração, frequência, intensidade, terreno, subidas, descidas, velocidade e especificidade da prova. O retorno não deve ser definido apenas por ausência de dor em repouso ou capacidade de trotar, pois muitos tecidos toleram baixa intensidade antes de estarem preparados para cargas rápidas, longas ou repetidas. A progressão deve respeitar critérios clínicos, funcionalidade, confiança e resposta pós-treino. Quando o corredor tolera sessões leves sem piora, pode-se avançar para maior duração; depois, para maior frequência; posteriormente, para intensidade; e, por fim, para estímulos específicos como tiros, descidas, trilhas ou ritmo de prova. Esse modelo reduz recidivas porque reconstrói gradualmente a ponte entre reabilitação e corrida real (George *et al*., 2024).

A reorganização do treino deve permanecer dinâmica mesmo após o retorno, porque a ausência de dor em uma semana não garante tolerância para todas as demandas futuras. O corredor precisa aprender a ajustar carga conforme sono, estresse, fadiga, provas, mudanças de terreno, clima, calçado e resposta corporal. Esse acompanhamento é particularmente importante em corredores com histórico de lesão, pois lesão prévia aparece de forma consistente como fator associado a novos episódios. A tomada de decisão deve continuar usando os mesmos pilares: sintomas, carga, capacidade tecidual, força, mobilidade, controle motor, recuperação e análise dinâmica da corrida. Esse raciocínio evita que o tratamento termine no momento em que a dor reduz e transforma a reabilitação em preparação real para sustentar a corrida com segurança (Burke *et al*., 2023).

7.4 Educação em dor, recuperação e autocuidado

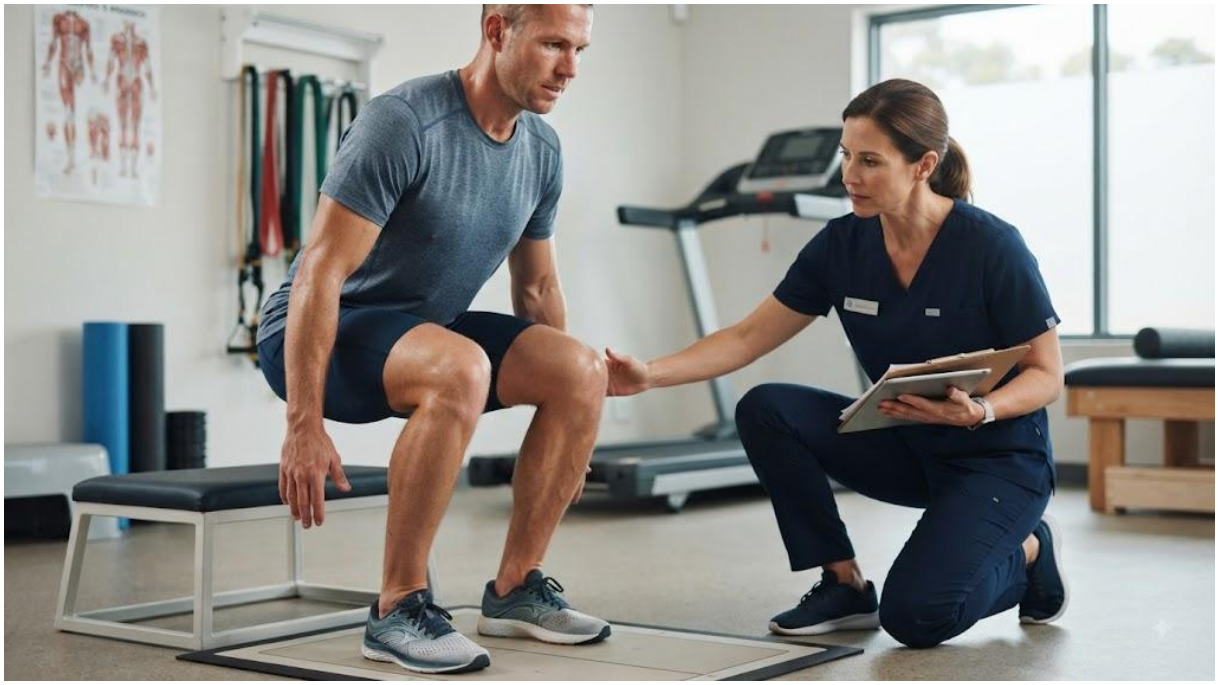
A educação em dor deve ajudar o corredor a diferenciar desconfortos aceitáveis de sinais que exigem redução de carga, reavaliação ou encaminhamento. Em fases de reabilitação, alguma dor leve, estável e previsível pode ser tolerada em certos quadros, desde que não altere a mecânica da corrida, não aumente progressivamente durante a sessão e não piore nas 24 a 48 horas seguintes. Por outro lado, dor óssea localizada, dor progressiva, dor noturna, dor em repouso, dor acompanhada de perda importante de força, edema relevante, alteração neurológica ou incapacidade de apoiar o membro não deve ser tratada como adaptação normal ao treino. Essa distinção evita dois extremos comuns: interromper toda corrida diante de qualquer sintoma leve ou insistir em correr apesar de sinais de risco. A progressão deve ser baseada em critérios clínicos e funcionais, incluindo controle dos sintomas, tolerância à carga e individualização do retorno (George *et al*., 2024).

A dor durante a corrida precisa ser monitorada pela intensidade, pelo comportamento e pelo impacto sobre a técnica. Uma dor leve, que permanece estável e permite correr sem compensação, pode ser aceitável em alguns casos de baixa irritabilidade, especialmente quando o objetivo é manter exposição gradual ao movimento. Já uma dor que aumenta a cada quilômetro, faz o corredor mancar, reduz a cadência, muda a passada, aumenta a rigidez de contato ou obriga a interromper o treino indica que a carga está acima da capacidade atual. Portanto, não basta perguntar se houve dor; é necessário observar se ela permanece sob controle, se mantém comportamento estável e se o corpo consegue sustentar uma mecânica segura. Em condições como dor patelofemoral, educação e exercício são intervenções centrais, com condutas ajustadas à apresentação individual (Neal *et al*., 2024).

A dor após a corrida e no dia seguinte costuma ser ainda mais informativa do que a dor sentida durante a sessão. Muitos corredores conseguem completar um treino com desconforto leve, mas apresentam piora ao esfriar, rigidez aumentada, dor ao subir escadas, dor nos primeiros passos da manhã ou maior sensibilidade à palpação no dia seguinte. Essa resposta tardia indica que o tecido pode ter tolerado momentaneamente a sessão, mas não necessariamente recuperou bem da carga aplicada. Em tendinopatias, fasciopatia plantar, dor patelofemoral e síndrome do estresse tibial medial, a avaliação das 24 a 48 horas seguintes ajuda a decidir se a carga deve ser repetida, reduzida ou progredida. A adaptação depende do equilíbrio entre estímulo, recuperação e capacidade tecidual, e não apenas da dor durante o exercício (Hamstra-Wright *et al*., 2021).

O repouso relativo deve ser explicado como uma estratégia ativa de modulação da carga, e não como sinônimo de inatividade completa. Em muitos quadros, o corredor não precisa interromper todas as atividades, mas precisa reduzir ou retirar temporariamente os estímulos que mantêm a irritabilidade, como descidas, tiros, subidas, treinos longos, superfícies rígidas ou corridas em dias consecutivos. O repouso relativo pode incluir redução de volume, alternância caminhada-corrida, treino cruzado sem dor, fortalecimento adaptado e manutenção de atividades cotidianas toleradas. Essa abordagem preserva condicionamento, autonomia e confiança, ao mesmo tempo em que reduz a exposição mecânica excessiva. Estratégias graduais de corrida, fortalecimento, reeducação da marcha, ajuste de calçado e educação devem ser aplicadas de forma multifatorial e individualizada (Linton *et al*., 2025).

Figura 125- O corredor lesionado não necessariamente fica parado. A imagem mostra o corredor realizando bicicleta de baixa intensidade enquanto a corrida está temporariamente reduzida.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

O sono deve ser abordado como parte do tratamento, pois recuperação musculoesquelética, adaptação ao treino, regulação imunológica, percepção de dor, humor e tomada de decisão dependem de recuperação sistêmica adequada. Corredores com sono insuficiente podem perceber maior esforço para a mesma sessão, pior recuperação pós-treino, maior sensibilidade dolorosa e menor capacidade de sustentar técnica sob fadiga. Na prática clínica, orientar sono não significa apenas recomendar dormir mais, mas investigar rotina, horário dos treinos, uso de telas à noite, ansiedade com provas, trabalho em turnos, despertares frequentes e sonolência diurna. O sono atua diretamente no reparo, regeneração, imunidade, desempenho físico e cognitivo, bem-estar mental e risco de lesões (Mason *et al*., 2023).

A hidratação deve ser orientada de forma individualizada, considerando duração do treino, temperatura, umidade, taxa de suor, tolerância gastrointestinal, acesso a líquidos e características do corredor. A desidratação pode comprometer desempenho, percepção de esforço e termorregulação, enquanto a hiper-hidratação também pode ser perigosa em provas longas, especialmente quando há ingestão excessiva de água sem reposição adequada de eletrólitos. Para o corredor lesionado, a hidratação adequada não substitui controle de carga ou fortalecimento, mas integra o autocuidado que sustenta recuperação e qualidade de treino. Em

corridas longas ou em calor, a estratégia deve ser praticada nos treinos, evitando improvisos em prova (Armstrong, 2021).

A alimentação deve ser discutida como suporte à adaptação tecidual, à recuperação e à saúde geral, e não como ferramenta estética desconectada da performance e da prevenção de lesões. Em corredores, baixa ingestão energética, restrição alimentar, perda rápida de peso, baixo consumo de carboidratos, ingestão proteica insuficiente ou longos períodos sem alimentação adequada podem reduzir a capacidade de recuperação e aumentar a vulnerabilidade a lesões, especialmente ósseas. A baixa disponibilidade energética merece atenção porque pode ocorrer mesmo em corredores aparentemente saudáveis e motivados, inclusive sem transtorno alimentar formal. O consenso do Comitê Olímpico Internacional sobre REDs descreve a baixa disponibilidade energética como fator central de alterações fisiológicas e psicológicas que comprometem saúde e desempenho, incluindo saúde óssea, função hormonal, imunidade e recuperação (Mountjoy *et al*., 2023).

A recuperação ativa pode ser útil quando aplicada com critério, especialmente para manter movimento, reduzir sensação de rigidez e preservar rotina sem acrescentar carga irritativa. Caminhadas leves, bicicleta em baixa intensidade, mobilidade, natação, corrida em água ou exercícios de baixa carga podem ser estratégias adequadas em determinadas fases, desde que não provoquem piora durante ou após a sessão. O erro é tratar a recuperação ativa como obrigação ou como forma de compensar treinos perdidos, pois ela também representa carga e precisa ser considerada na densidade semanal. Em fases de dor, a recuperação ativa deve servir ao controle de sintomas e à manutenção de função, não à manutenção disfarçada do excesso de treino que gerou o problema (George *et al*., 2024).

Os sinais de excesso de carga devem ser ensinados de forma simples e objetiva, pois o corredor toma muitas decisões longe do consultório. Dor que aparece cada vez mais cedo, piora progressiva durante o treino, rigidez matinal crescente, queda de desempenho, aumento da percepção subjetiva de esforço para ritmos habituais, sensação de pernas pesadas, dificuldade de recuperar entre sessões, alteração da passada, dor persistente no dia seguinte e necessidade constante de “negociar” com a dor indicam que a carga precisa ser revista. Esses sinais devem ser interpretados junto com volume, intensidade, frequência, sono, alimentação e estresse. Métricas de carga podem auxiliar o acompanhamento, mas precisam ser cruzadas com sintomas e função, pois diferentes métodos podem classificar mudanças de treino de formas distintas (Cloosterman *et al*., 2024).

Figura 126- Corredor em um momento de recuperação, com elementos naturais de sono, hidratação e alimentação.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A autonomia do corredor no controle dos sintomas depende de educação, linguagem clara e critérios compartilhados. O corredor precisa saber quando pode manter um treino leve, quando deve reduzir intensidade, quando deve trocar por treino cruzado e quando deve interromper e procurar reavaliação. Essa autonomia não significa autogerenciamento sem acompanhamento, mas participação ativa no processo terapêutico. Ferramentas simples, como registro de dor durante a corrida, dor após o treino, dor no dia seguinte, percepção subjetiva de esforço, sono e observações sobre terreno ou calçado, ajudam o corredor a reconhecer padrões e tomar decisões mais seguras. A forma como a informação é entregue influencia diretamente a adoção de estratégias preventivas e a adesão ao cuidado (Linton *et al*., 2025).

A adesão ao tratamento é determinante porque a melhora clínica depende da repetição consistente de decisões adequadas, e não apenas da qualidade de uma sessão de fisioterapia. O corredor pode compreender a importância do fortalecimento, mas abandonar os exercícios quando a dor reduz; pode aceitar diminuir volume por uma semana, mas retornar abruptamente ao treino longo; ou pode manter a planilha original por medo de perder condicionamento. Por isso, a intervenção precisa ser viável, específica e negociada, com poucos exercícios bem escolhidos, metas claras, critérios de progressão, explicação do porquê de cada ajuste e comunicação com treinador quando necessário. A combinação entre exercício, educação, escuta

do paciente e raciocínio clínico especializado reforça que adesão e tomada de decisão compartilhada fazem parte do tratamento (Neal *et al*., 2024).

Os ciclos de melhora e piora geralmente ocorrem quando a dor reduz em repouso ou em atividades diárias, mas o corredor retorna cedo demais à carga que provocou o quadro. Isso é comum em tendinopatias, fasciopatia plantar, dor patelofemoral, lesões musculares e síndrome do estresse tibial medial: o corredor melhora ao reduzir impacto, volta ao treino longo, às descidas ou aos tiros, e os sintomas retornam. A educação deve deixar claro que melhora da dor não é o mesmo que recuperação completa da capacidade tecidual. Antes de retomar a carga plena, o corredor precisa demonstrar tolerância progressiva, força adequada, controle funcional, resposta estável no dia seguinte e capacidade de sustentar a técnica. A progressão deve ser individualizada, baseada em critérios e organizada de forma gradual, com distância progredindo antes de velocidade quando indicado (George *et al*., 2024).

Para evitar retorno precoce, a progressão deve ser planejada em etapas e com uma variável principal por vez. Em vez de aumentar simultaneamente volume, velocidade, frequência e terreno, é mais seguro estabilizar primeiro uma carga leve e previsível, depois aumentar duração, posteriormente frequência e, apenas em fases mais avançadas, intensidade, descidas, subidas, tiros ou ritmo de prova. Essa lógica permite identificar melhor qual estímulo provocou sintomas e reduz a chance de recidiva por excesso de variáveis. Também é importante que o corredor compreenda que dias bons não autorizam saltos grandes de carga, especialmente após lesões ósseas, tendíneas ou musculares. Aumentos relevantes na distância de uma sessão em relação ao maior treino recente podem estar associados a maior taxa de lesões por sobrecarga, reforçando a necessidade de progressões graduais e contextualizadas (Schuster Brandt Frandsen *et al*., 2025).

A educação em autocuidado deve finalizar esse processo mostrando ao corredor que recuperar-se não é apenas fazer exercícios, mas aprender a regular treino, sono, alimentação, hidratação, recuperação ativa e sinais de alerta. O objetivo não é torná-lo dependente do fisioterapeuta para cada decisão, mas capaz de reconhecer quando a carga está adequada, quando precisa ser ajustada e quando é necessário pedir ajuda. Essa autonomia é especialmente importante após o retorno à corrida, porque a prevenção de recidivas depende da capacidade de responder cedo aos sinais de excesso, antes que a dor se torne limitante. Quando educação, adesão e critérios de progressão são bem estabelecidos, o corredor deixa de alternar períodos de melhora e recaída e passa a construir uma relação mais sustentável com o treino. O retorno

ao esporte, a promoção de saúde, o manejo de risco e a tomada de decisão devem permanecer integrados em todo o cuidado ao corredor lesionado (Hoenig *et al*., 2025).

7.5 Fortalecimento muscular para corredores

O fortalecimento muscular para corredores deve ser compreendido como uma estratégia para aumentar a capacidade do sistema musculoesquelético de absorver, controlar, produzir e repetir força durante a corrida. A corrida é uma tarefa cíclica, elástica e predominantemente unipodal, na qual quadril, joelho, tornozelo, pé e tronco precisam atuar de forma coordenada para sustentar impacto, propulsão, estabilidade e eficiência mecânica. Por isso, fortalecer o corredor não significa apenas aumentar massa muscular ou corrigir fraquezas isoladas, mas desenvolver capacidade funcional específica para tolerar volume, intensidade, subidas, descidas, fadiga, velocidade e retorno ao impacto. Revisões recentes indicam que o treinamento de força com cargas altas, o treinamento pliométrico e métodos combinados podem melhorar a economia de corrida, especialmente quando bem integrados ao treinamento de endurance (Llanos-Lagos *et al*., 2024a).

A progressão de carga no fortalecimento deve seguir o mesmo raciocínio utilizado no retorno à corrida: o estímulo precisa ser suficiente para gerar adaptação, mas não tão agressivo a ponto de aumentar dor, irritabilidade ou fadiga acumulada. Essa progressão pode ocorrer pelo aumento da carga externa, amplitude de movimento, número de séries, repetições, tempo sob tensão, complexidade, velocidade de execução, unilateralidade ou proximidade com a tarefa esportiva. Um corredor em fase dolorosa pode iniciar com exercícios de menor amplitude e velocidade; posteriormente, pode avançar para cargas mais altas, exercícios unilaterais, controle excêntrico, resistência muscular e potência. Esse cuidado é especialmente importante em tendões, pois diferentes exercícios impõem cargas distintas ao tecido, permitindo organizar a reabilitação em etapas mais seguras e específicas (Scattone Silva *et al*., 2024).

Os exercícios bilaterais são importantes porque permitem desenvolver força de base com maior estabilidade, melhor controle técnico e possibilidade de utilizar cargas mais altas. Agachamentos, levantamentos terra, leg press, elevações de calcanhar bilaterais, pontes e puxadas de quadril podem ser úteis para melhorar a capacidade de quadríceps, glúteos, isquiotibiais e panturrilha, especialmente em corredores com baixa experiência em treinamento de força ou em fases iniciais de reabilitação. Esses exercícios ajudam a construir confiança e tolerância tecidual antes da progressão para tarefas mais específicas. No entanto, como a corrida

ocorre em apoios unipodais sucessivos, o fortalecimento bilateral deve ser visto como base, e não como ponto final da preparação (Llanos-Lagos *et al*., 2024a).

Os exercícios unilaterais aproximam o fortalecimento da demanda real da corrida, pois desafiam equilíbrio, controle pélvico, alinhamento do membro inferior, estabilidade do pé e capacidade de produzir força sobre um único apoio. Agachamento unilateral assistido, split squat, avanço, step up, step down, ponte unilateral, levantamento terra unilateral e elevação unilateral de calcanhar permitem observar assimetrias, queda pélvica, valgo ou varo dinâmico, pronação excessiva, instabilidade do tronco e perda de controle sob fadiga. Esses exercícios são particularmente úteis quando a avaliação identifica déficits em apoio unipodal, como em dor patelofemoral, síndrome da banda iliotibial, tendinopatia do Aquiles, fasciopatia plantar, dor lombar associada à corrida e retorno após lesões musculares (Neal *et al*., 2024).

Os exercícios isométricos podem ser úteis em fases de maior irritabilidade, quando o objetivo é expor o tecido à carga com menor variação articular e maior controle dos sintomas. Podem ser aplicados em extensão de joelho, ponte, parede, elevação de calcanhar sustentada, prancha, apoio unipodal ou posições específicas de quadril e tronco. Em tendinopatias e dores articulares, a isometria pode funcionar como ponte para exercícios dinâmicos, permitindo avaliar tolerância à contração, controle postural e resposta da dor. Contudo, ela não deve ser a única estratégia, pois a corrida exige movimento, ciclos de alongamento-encurtamento, controle excêntrico, produção concêntrica de força e repetição. Na tendinopatia patelar, abordagens progressivas de carregamento tendíneo têm mostrado melhores resultados do que exercícios excêntricos isolados, reforçando a importância de uma progressão em etapas (Breda *et al*., 2021).

Os exercícios concêntricos e excêntricos devem ser combinados conforme o objetivo funcional. A fase concêntrica é importante para produção de força, propulsão e aceleração, como ocorre na extensão do quadril, extensão do joelho e flexão plantar durante a corrida. A fase excêntrica é essencial para absorção de impacto, desaceleração e controle do movimento, especialmente em descidas, aterrissagens, final do balanço dos isquiotibiais, controle da dorsiflexão pela panturrilha e controle da flexão do joelho pelo quadríceps. Em lesões musculares, o componente excêntrico é particularmente relevante porque muitos mecanismos de lesão envolvem produção de força em alongamento ou desaceleração rápida. Programas excêntricos para isquiotibiais têm demonstrado redução de lesões de isquiotibiais e de membros inferiores quando bem dosados (Hu *et al*., 2023).

A resistência muscular localizada também deve ser treinada, pois muitos corredores não falham por incapacidade de produzir força uma única vez, mas por perder controle após centenas ou milhares de passadas. Isso ocorre quando a queda pélvica aparece apenas no final do treino, quando a panturrilha perde propulsão após subidas, quando a quadríceps falha em descidas longas ou quando a lombar fica rígida após determinado volume. Portanto, o fortalecimento deve incluir não apenas cargas altas e poucas repetições, mas também blocos de resistência, tarefas repetidas, controle sob fadiga e progressões que simulem a exigência sustentada da corrida. Essa abordagem é coerente com diretrizes atuais para tendinopatia do Aquiles, que recomendam carregamento progressivo com monitoramento de dor, função, resistência e potência muscular (Chimenti *et al*., 2024).

O fortalecimento de quadríceps é essencial para corredores com dor patelofemoral, tendinopatia patelar, dificuldade em descidas, baixa tolerância ao agachamento, perda de controle no step down ou redução da capacidade de absorver impacto. O quadríceps participa do controle excêntrico do joelho na fase de apoio, da estabilização patelofemoral e da absorção de carga durante agachamentos, escadas, descidas e aterrissagens. A progressão deve respeitar a irritabilidade do quadro: em fases iniciais, podem ser utilizados exercícios em amplitudes toleradas; depois, agachamentos, leg press, extensão de joelho, avanços, step down e tarefas unilaterais podem ser introduzidos progressivamente. Na dor patelofemoral, exercício e educação são componentes centrais, com estratégias direcionadas ao joelho e ao quadril conforme os achados individuais (Neal *et al*., 2024).

O fortalecimento de isquiotibiais deve considerar sua função na corrida, especialmente em velocidade, aceleração e controle da fase final do balanço. Esses músculos desaceleram a extensão do joelho, contribuem para extensão do quadril, controlam a posição do membro antes do contato com o solo e ajudam a distribuir carga entre quadril e joelho. Em corredores que realizam tiros, provas curtas, subidas fortes ou finalizações em ritmo alto, a preparação dos isquiotibiais deve incluir força concêntrica, força excêntrica, controle em amplitudes alongadas e exposição progressiva à velocidade. A literatura sobre lesões de isquiotibiais no atletismo destaca que trotar sem dor não significa estar preparado para acelerações máximas, sendo necessário reconstruir força e especificidade antes do retorno pleno (Iatropoulos; Wheeler, 2024).

O fortalecimento de glúteo máximo e glúteo médio deve ser direcionado à extensão do quadril, controle da pelve, estabilidade no apoio unipodal e modulação dos movimentos de adução e rotação interna do quadril. O glúteo máximo contribui para propulsão, extensão de

quadril e controle do tronco, enquanto o glúteo médio atua na estabilidade pélvica e no controle do fêmur durante o apoio. Exercícios como ponte, elevação pélvica, agachamento, levantamento terra, avanço, step up, abdução de quadril, caminhada lateral com resistência e tarefas unipodais podem ser utilizados conforme o objetivo clínico. Em pessoas com dor lombar, exercícios de fortalecimento do quadril podem reduzir dor e incapacidade, reforçando a relevância dos glúteos no controle lombo-pélvico e na transferência de força durante tarefas funcionais, incluindo a corrida (Santamaría *et al*., 2023).

O fortalecimento de panturrilha é indispensável porque gastrocnêmio e sóleo sustentam grande parte da absorção, rigidez elástica e propulsão da corrida. O gastrocnêmio participa de tarefas mais rápidas e explosivas, enquanto o sóleo tem papel central na sustentação da carga repetida, especialmente em corridas longas e subidas. A progressão deve incluir elevações de calcanhar com joelho estendido e flexionado, variações bilaterais e unilaterais, aumento de carga externa, controle excêntrico, resistência muscular, saltitos e, em fases avançadas, pliometria, corrida em subida e estímulos de velocidade. Em tendinopatia do Aquiles, recomenda-se carregamento progressivo, monitoramento de dor e avaliação da força, resistência e potência dos flexores plantares, princípio diretamente aplicável ao planejamento da panturrilha em corredores (Chimenti *et al*., 2024).

O fortalecimento de tibial anterior e tibial posterior deve ser considerado quando há déficits no controle do tornozelo, pronação excessiva, dor tibial medial, instabilidade do arco, dificuldade de absorção de impacto ou queixas relacionadas ao pé e à perna. O tibial anterior contribui para o controle do contato inicial, desaceleração da flexão plantar e estabilidade do tornozelo; já o tibial posterior atua no suporte dinâmico do arco medial, controle da pronação e transferência de carga entre retropé e antepé. Exercícios de dorsiflexão resistida, controle excêntrico do contato, inversão resistida, elevação de arco, apoio unipodal e progressões em cadeia cinética fechada podem ser utilizados conforme o comportamento da dor e a análise da corrida. Em corredores com histórico de síndrome do estresse tibial medial, alterações na mecânica do tornozelo reforçam a importância de analisar controle distal e distribuição de carga no pé e tornozelo (Ohmi *et al*., 2023).

O fortalecimento da musculatura intrínseca do pé deve ser integrado quando a avaliação mostra baixa capacidade de controlar o arco, queda excessiva do navicular, fadiga do pé, instabilidade em apoio unipodal, fasciopatia plantar ou dificuldade de distribuir carga durante a corrida. Os músculos intrínsecos ajudam o pé a funcionar como uma estrutura adaptável no contato e mais rígida na propulsão, reduzindo a dependência exclusiva de estruturas passivas,

como fáscia plantar e ligamentos. Exercícios como short foot, dissociação dos dedos, preensão controlada, controle ativo do arco, apoio unipodal e progressões funcionais podem ser utilizados conforme tolerância. O treinamento da musculatura intrínseca do pé pode melhorar força, equilíbrio, função autorreferida, queda do navicular e postura do pé, sustentando sua inclusão quando há déficit funcional (Jaffri *et al*., 2023).

O fortalecimento de core deve ser direcionado à capacidade de controlar tronco, pelve e quadril durante a corrida, especialmente em fases de fadiga. O objetivo não é criar rigidez abdominal excessiva, mas melhorar estabilidade dinâmica, transferência de força e controle de inclinação anterior, inclinação lateral, rotação pélvica e compensações do tronco. Exercícios como prancha, prancha lateral, dead bug, ponte, carregamentos, anti-rotação, apoio unipodal, tarefas com perturbação e integração com movimentos de quadril podem ser úteis quando conectados aos achados da avaliação. Diretrizes clínicas para dor lombar recomendam exercícios de ativação específica da musculatura do tronco e controle de movimento em subgrupos com comprometimento de controle, reforçando que o core deve ser treinado como função, e não apenas como resistência estática (George *et al*., 2021).

A integração funcional do fortalecimento deve ocorrer quando o corredor já tolera exercícios isolados ou básicos, mas ainda precisa transferir essa capacidade para tarefas mais próximas da corrida. Nessa fase, os exercícios devem desafiar simultaneamente força, controle motor, equilíbrio, velocidade, resistência e coordenação. Exemplos incluem step down com controle pélvico, avanços multidirecionais, saltitos progressivos, saltos horizontais, corrida técnica, acelerações graduais, subidas controladas e circuitos que combinem força e fadiga. Essa etapa é essencial porque um corredor pode melhorar força em testes de consultório e ainda falhar ao sustentar técnica em treinos longos ou intensos. A prevenção deve considerar histórico de lesão, nível competitivo, modalidade, recursos disponíveis e integração do programa ao treino real (Mendonça *et al*., 2022).

A adaptação do fortalecimento conforme a dor deve considerar irritabilidade, localização, comportamento nas 24 a 48 horas seguintes e risco clínico. Em dor leve e estável, pode ser possível manter exercícios com carga moderada, desde que não haja piora posterior; em dor mais irritável, é preferível reduzir amplitude, velocidade, carga ou volume; em dor óssea localizada, progressiva ou de alerta, o fortalecimento deve respeitar investigação médica e possível restrição de impacto. Em tendinopatias, alguma dor controlada pode ser aceitável durante o carregamento progressivo; em lesões musculares agudas, a progressão deve ser mais cautelosa, especialmente nos primeiros dias; em dor patelofemoral, o ajuste de amplitude e a

seleção de exercícios podem permitir fortalecimento sem exacerbar sintomas (Neal *et al*., 2024).

Nas fases iniciais da reabilitação, o fortalecimento deve priorizar controle de dor, manutenção de função e exposição segura à carga. Isso pode envolver isometrias, exercícios bilaterais, amplitudes reduzidas, baixa velocidade, menor volume e foco em qualidade de movimento. Na fase intermediária, a progressão deve buscar força, resistência, amplitude completa tolerada, tarefas unilaterais e controle funcional. Na fase avançada, o foco passa a ser potência, velocidade, pliometria, tolerância ao impacto, especificidade da corrida e resistência sob fadiga. Em lesões musculares, essa progressão deve reconstruir a ponte entre força e corrida intensa, pois retorno baseado apenas em trote sem dor não prepara o tecido para tiros, subidas ou acelerações (Pollock *et al*., 2022).

O objetivo do corredor também modifica a prescrição. Um iniciante precisa desenvolver base de força, coordenação e tolerância ao impacto antes de aumentar volume; um corredor recreativo precisa de um programa eficiente, sustentável e compatível com sua rotina; um corredor competitivo precisa de maior especificidade, incluindo força pesada, potência, resistência, pliometria e integração com a planilha; e um atleta de alto rendimento exige controle refinado de carga, calendário competitivo, recuperação e comunicação com a equipe. A prescrição deve considerar não apenas a lesão, mas também prova-alvo, terreno, velocidade, histórico de treino, tempo disponível e capacidade de adesão. Métodos de força pesada, pliometria e combinações podem melhorar a economia de corrida, mas a escolha deve ser contextualizada pelo nível, fase e objetivo esportivo do corredor (Llanos-Lagos *et al*., 2024a).

Por fim, o fortalecimento deve ser planejado dentro da carga total do corredor, e não como algo separado da corrida. Uma sessão pesada de quadríceps pode interferir na tolerância a descidas no dia seguinte; um treino intenso de panturrilha pode aumentar rigidez do Aquiles ou da fáscia plantar; exercícios excêntricos de isquiotibiais podem exigir recuperação antes de tiros; e uma sessão avançada de core e glúteos pode alterar a percepção de fadiga em treinos longos. Assim, o fisioterapeuta precisa coordenar força, corrida, descanso, dor e resposta funcional, ajustando a densidade semanal conforme a evolução clínica. Esse raciocínio evita que o fortalecimento seja prescrito como uma lista fixa de exercícios e o transforma em ferramenta de reconstrução progressiva da capacidade do corredor (Cloosterman *et al*., 2024).

7.6 Controle motor, estabilidade e coordenação

O controle motor na corrida deve ser compreendido como a capacidade do corredor de organizar tronco, pelve, quadril, joelho, tornozelo e pé para sustentar uma tarefa repetitiva, elástica e predominantemente unipodal. Diferentemente do fortalecimento isolado, o treino de controle motor busca melhorar a coordenação entre segmentos, a qualidade da transferência de carga e a capacidade de manter estabilidade suficiente sem rigidez (Kovše *et al*., 2026).

Figura 127- Corredor durante o apoio unipodal, permitindo visualizar tronco, pelve, quadril, joelho, tornozelo e pé.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Na prática, isso significa observar se o corredor consegue sustentar a pelve durante o apoio, controlar a posição do fêmur, manter o joelho alinhado de forma funcional, preservar estabilidade do arco plantar e coordenar tronco e membros inferiores sem compensações progressivas. Esses achados devem ser relacionados à dor, à fadiga, à carga de treino e à análise dinâmica da corrida, pois um movimento só se torna clinicamente relevante quando interfere na função, aumenta sintomas ou reduz tolerância ao impacto (Kovše *et al*., 2026).

O controle pélvico é especialmente importante porque a corrida exige suporte repetido sobre um único membro, e a pelve funciona como região de transição entre tronco e membros inferiores. Queda pélvica contralateral, rotação pélvica excessiva, anteversão pélvica aumentada e instabilidade em apoio unipodal podem modificar a demanda sobre quadril, joelho, banda iliotibial, articulação patelofemoral e região lombar. No entanto, esses achados não devem ser tratados como erros automáticos; precisam ser interpretados conforme sintoma e tarefa. Um corredor pode apresentar discreta oscilação pélvica sem dor ou limitação, enquanto outro pode desenvolver dor lateral no joelho ou dor patelofemoral quando perde controle pélvico em descidas, treinos longos ou fadiga. A avaliação do controle pélvico deve, portanto, ser individualizada e relacionada à função (Foch *et al*., 2023).

A estabilidade lombo-pélvica deve ser treinada como uma habilidade dinâmica, e não como tentativa de travar a coluna durante a corrida. O corredor precisa de mobilidade suficiente para correr com fluidez, mas também de controle para evitar que fadiga, dor ou sobrecarga produzam inclinação anterior excessiva do tronco, inclinação lateral, rotação pélvica aumentada ou perda de dissociação entre tronco e quadril. Exercícios de ponte, ponte unilateral, prancha lateral, anti-rotação, apoio unipodal, avanço, step down e tarefas com perturbação podem ser utilizados para desenvolver essa capacidade, desde que avancem progressivamente para tarefas mais próximas da corrida. A estabilidade deve ser compreendida como controle sob demanda, repetição e fadiga (Zemková *et al*., 2024).

O controle do joelho no plano frontal é relevante em corredores com dor patelofemoral, dor medial ou lateral no joelho, instabilidade funcional ou dificuldade em tarefas unipodais. O valgo dinâmico não representa apenas a posição do joelho para dentro; ele envolve interação tridimensional entre adução e rotação interna do quadril, controle femoral, posição tibial, mobilidade do tornozelo, função do pé e estabilidade pélvica. Por isso, a intervenção não deve se limitar a pedir que o corredor coloque o joelho para fora, pois essa orientação isolada pode gerar rigidez, compensações ou controle pouco transferível para a corrida. A correção deve buscar melhorar a capacidade de alinhar funcionalmente o membro inferior durante tarefas específicas, como single leg squat, step down, avanço, aterrissagens, mudanças de ritmo e corrida observada (Yalfani *et al*., 2024).

As estratégias para correção do valgo dinâmico devem começar por tarefas controladas, nas quais o corredor consiga perceber e ajustar a relação entre quadril, joelho e pé sem dor excessiva. Agachamento bilateral, agachamento com apoio, step down baixo, avanço curto, ponte unilateral, abdução de quadril em cadeia cinética fechada e exercícios com feedback

visual podem ser usados inicialmente. À medida que o controle melhora, a progressão deve incluir maior amplitude, maior carga, menor base de apoio, velocidade, fadiga e tarefas reativas, como saltitos e aterrissagens. O feedback externo deve ser simples, com comandos como “mantenha o joelho acompanhando a linha do segundo dedo” ou “controle a pelve enquanto desce”, evitando excesso de instruções que tirem a naturalidade do movimento (de Souza Júnior *et al*., 2024).

As estratégias para queda pélvica devem combinar força, resistência e controle motor dos abdutores do quadril, especialmente glúteo médio, sem reduzir o problema apenas à fraqueza muscular. Muitos corredores conseguem gerar força em um teste breve, mas perdem controle após alguns minutos de corrida ou em descidas, quando a fadiga aumenta a demanda sobre pelve e quadril. Exercícios como apoio unipodal com controle de pelve, caminhada lateral com resistência, step down, single leg squat, avanço lateral, ponte unilateral e step up podem desenvolver estabilidade no plano frontal. A progressão deve observar se o corredor controla a pelve sem compensar com inclinação lateral excessiva do tronco ou rigidez do pé. O controle da pelve depende da interação entre quadril, tronco e função, devendo ser avaliado dentro da tarefa esportiva (Pizol *et al*., 2024).

A inclinação lateral do tronco deve ser avaliada como possível estratégia compensatória, e não apenas como alteração postural. Em alguns corredores, inclinar o tronco pode ser uma tentativa de reduzir dor, compensar fraqueza de quadril, lidar com fadiga ou ajustar a posição do centro de massa sobre o membro de apoio. O problema clínico surge quando esse padrão se torna excessivo, assimétrico, doloroso ou associado à perda de eficiência mecânica. As estratégias de intervenção podem incluir controle de tronco em apoio unipodal, prancha lateral, exercícios anti-inclinação, transporte unilateral de carga, step down com feedback visual e corrida curta com foco em manter o tronco alto e estável, sem exigir rigidez (Drozda *et al*., 2024).

A dissociação entre tronco, pelve e membros inferiores deve ser treinada quando o corredor apresenta rigidez global, rotação excessiva, dificuldade de controlar o apoio unipodal ou perda de coordenação sob fadiga. A corrida exige que tronco e pelve se movimentem de forma coordenada, permitindo rotação e transferência de energia sem sobrecarregar uma única região. Quando essa dissociação é limitada, o corredor pode compensar com maior movimento lombar, rotação femoral, cruzamento da passada ou aumento da rigidez distal. Exercícios de mobilidade torácica, controle de pelve, avanços com rotação controlada, corrida técnica, skipping, marcha com dissociação de braços e pernas e tarefas em apoio unipodal com rotação

podem ajudar na transição entre controle consciente e movimento automático (Kovše *et al*., 2026).

O controle de aterrissagem é um componente essencial na progressão entre exercícios de força e retorno à corrida, pois a corrida envolve repetidos ciclos de contato, absorção e propulsão. Saltitos, aterrissagens bipodais, aterrissagens unipodais, saltos horizontais, descidas controladas e tarefas pliométricas graduais permitem observar ruído de impacto, rigidez excessiva, controle do joelho, estabilidade do pé, alinhamento de tronco e confiança do corredor. Em fases iniciais, o objetivo é aterrissar com controle, sem dor e sem colapso do membro inferior; em fases avançadas, é necessário tolerar repetição, velocidade, fadiga e especificidade. Essa progressão é especialmente importante após lesões musculares, tendinopatias, dor patelofemoral, síndrome do estresse tibial medial e retorno ao impacto após lesão óssea (Doyle *et al*., 2022).

As estratégias para pronação excessiva devem considerar que a pronação é um movimento funcional e necessário para adaptação ao solo, absorção de carga e progressão do apoio. O problema clínico não é simplesmente ser pronador, mas apresentar pronação excessiva, prolongada, assimétrica ou associada à dor, fadiga, queda do arco, dificuldade de controle do pé ou sobrecarga em fáscia plantar, tibial posterior, tíbia medial ou joelho. A intervenção pode incluir fortalecimento da musculatura intrínseca do pé, treino do short foot, controle ativo do arco em apoio, fortalecimento de tibial posterior, exercícios de equilíbrio, progressão para apoio unipodal e integração com agachamentos, avanços e corrida. O treinamento da musculatura intrínseca do pé pode melhorar força, equilíbrio, função autorreferida, queda do navicular e postura do pé quando há déficit funcional (Jaffri *et al*., 2023).

O controle da pronação também deve ser integrado à mobilidade de tornozelo, à força de panturrilha e à estratégia de contato do pé. Um corredor pode pronar mais por limitação de dorsiflexão, baixa capacidade dos músculos do pé, fraqueza de panturrilha, fadiga, calçado inadequado ou tentativa de reduzir carga em outra região. Por isso, corrigir a pronação apenas com comando visual pode ser insuficiente quando o déficit principal está na força, na mobilidade ou na tolerância ao impacto. Tarefas como avanço do joelho à frente do pé, elevação unilateral de calcanhar, apoio unipodal com controle do arco, agachamento com manutenção do tripé do pé e corrida curta com feedback podem ser utilizadas conforme a hipótese clínica (Ohmi *et al*., 2023).

Figura 128- Integrando pronação, mobilidade de tornozelo, força da panturrilha e controle do pé.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A progressão do exercício controlado para tarefas funcionais deve seguir uma sequência lógica: primeiro o corredor aprende a executar o movimento com baixa carga e boa percepção; depois aumenta amplitude, carga, unilateralidade, velocidade, repetição e complexidade; por fim, transfere o controle para tarefas mais próximas da corrida. Essa transição pode começar com agachamento, ponte, prancha e apoio unipodal, avançar para step down, single leg squat, avanços, elevações de calcanhar e aterrissagens, e depois evoluir para saltitos, corrida técnica, acelerações curtas, subidas leves, descidas controladas e retorno ao treino específico. O erro comum é permanecer tempo demais em exercícios lentos e controlados sem transferir para a corrida, ou avançar cedo demais para impacto sem controle suficiente. A progressão deve ser baseada em critérios, sintomas e função (Neal *et al*., 2024).

A progressão para tarefas específicas da corrida deve incluir fadiga de forma planejada, porque muitos déficits de controle motor aparecem apenas após repetição. Um corredor pode controlar bem o joelho no primeiro step down, mas perder alinhamento após várias repetições; pode manter a pelve estável em apoio unipodal, mas apresentar queda pélvica após alguns minutos de corrida; ou pode aterrissar bem em saltos isolados, mas perder controle em séries. Por isso, a reabilitação deve evoluir de controle consciente para controle automático sob demanda, adicionando repetição, tempo, velocidade e intensidade conforme a tolerância. A

avaliação e a intervenção devem considerar a mecânica em condições próximas às que provocam sintomas (Kovše *et al*., 2026).

A especificidade final deve respeitar o objetivo do corredor. Um corredor iniciante precisa aprender controle básico em apoio unipodal, tolerância ao impacto e progressão de volume; um corredor recreativo precisa transferir controle para treinos contínuos, descidas leves e variações de terreno; um corredor competitivo precisa sustentar coordenação em velocidade, fadiga, ritmo de prova e sessões intervaladas; e um atleta de alto rendimento precisa integrar controle motor, potência, economia, recuperação e especificidade da modalidade. A intervenção deve evitar a ideia de que existe uma única técnica ideal de corrida, buscando ampliar recursos motores, reduzir cargas irritativas específicas e aumentar tolerância funcional. Modificações como controle de impacto e cadência podem melhorar dor e função quando aplicadas com indicação clínica, progressão e monitoramento de sintomas (Florkiewicz *et al*., 2025).

7.7 Mobilidade, flexibilidade e recursos manuais

A mobilidade deve ser entendida como a capacidade de uma articulação ou região corporal mover-se de forma suficiente, controlada e útil para a corrida. No corredor, não basta identificar se uma articulação é rígida ou flexível; é necessário compreender se a mobilidade disponível permite absorver impacto, avançar sobre o apoio, produzir propulsão, controlar pelve e tronco, sustentar técnica sob fadiga e evitar compensações dolorosas. Uma limitação de dorsiflexão do tornozelo pode modificar a progressão da tíbia e aumentar a demanda sobre pé, panturrilha, joelho ou fáscia plantar; uma restrição de extensão do quadril pode favorecer anteversão pélvica e maior exigência lombar; e uma rigidez torácica pode reduzir a dissociação entre tronco, pelve e membros inferiores. Assim, a mobilidade só deve ser priorizada quando se conecta à queixa, ao achado funcional e à tarefa que provoca sintomas, evitando intervenções genéricas desconectadas da corrida (Koc *et al*., 2023).

A mobilidade de tornozelo, especialmente a dorsiflexão em cadeia cinética fechada, é relevante porque influencia a progressão da tíbia sobre o pé, a absorção de impacto, a distribuição de carga no arco plantar e a mecânica de tarefas como agachamento, avanço, step down, aterrissagens e corrida. Quando limitada, o corredor pode compensar com pronação aumentada, elevação precoce do calcanhar, rotação externa do pé, maior flexão do tronco ou sobrecarga em panturrilha, fáscia plantar e região tibial medial. Na prática, estratégias como mobilizações em dorsiflexão, avanço do joelho à frente do pé, alongamento de gastrocnêmio e sóleo, fortalecimento em amplitude final e integração com tarefas funcionais podem ser

utilizadas conforme a tolerância. Em tendinopatia insercional do Aquiles, fasciopatia plantar irritável ou dor posterior no calcâneo, a amplitude final de dorsiflexão deve ser introduzida com cautela, pois pode aumentar compressão ou irritabilidade local (Chimenti *et al*., 2024).

A mobilidade de quadril influencia extensão, rotação, dissociação pélvica e transferência de força entre tronco e membros inferiores. Restrições de extensão podem favorecer anteversão pélvica, aumento de extensão lombar, encurtamento da passada ou maior inclinação anterior do tronco; limitações de rotação podem modificar o controle femoral, a posição do joelho e a organização do apoio unipodal. Em corredores com dor lombar, dor anterior no quadril, dor patelofemoral, queda pélvica ou dificuldade de sustentar postura em treinos longos, a avaliação do quadril ajuda a diferenciar se a compensação vem de restrição articular, rigidez muscular, déficit de força, controle motor ou fadiga. A intervenção deve combinar mobilidade e controle funcional, associando alongamentos, mobilizações, exercícios ativos, fortalecimento de glúteos e tarefas unipodais conforme o déficit dominante (Pizol *et al*., 2024).

A mobilidade torácica deve ser considerada quando há rigidez global do tronco, dificuldade de dissociar tronco e pelve, aumento de rotação lombar, inclinação lateral compensatória ou dor lombar associada à corrida. A coluna torácica participa da rotação do tronco e da coordenação entre membros superiores e inferiores; quando essa região se move pouco, a pelve e a coluna lombar podem assumir mais movimento do que o necessário, principalmente em treinos longos ou sob fadiga. Exercícios de rotação torácica, extensão torácica, mobilidade em quatro apoios, avanços com rotação controlada e integração com corrida técnica podem ser úteis quando a avaliação demonstra restrição funcional (Zemková *et al*., 2024).

A flexibilidade da cadeia posterior, quadríceps, reto femoral e panturrilha deve ser interpretada com cautela, pois nem toda redução de flexibilidade é clinicamente relevante para a corrida. A decisão de alongar deve considerar se a restrição é real, se reproduz sintomas, se modifica a tarefa funcional e se a melhora de amplitude contribui para o objetivo terapêutico. A flexibilidade de quadríceps e reto femoral pode ser relevante em casos de limitação de flexão de joelho, desconforto anterior no quadril, anteversão pélvica excessiva, dor patelofemoral ou dificuldade em descidas. Já a flexibilidade de panturrilha deve ser analisada junto à dorsiflexão de tornozelo, força dos flexores plantares, tolerância tendínea e mecânica do pé. Alongar pode ser útil quando há restrição funcional, mas não deve substituir fortalecimento, controle de carga e progressão ativa (Ingram *et al*., 2025; Neal *et al*., 2024).

A liberação miofascial, incluindo foam roller, bolas, bastões ou técnicas similares, deve ser apresentada como recurso complementar para modulação da rigidez, percepção de recuperação e ganho temporário de amplitude, e não como ferramenta principal para "desfazer aderências" ou corrigir a causa de uma lesão. Esse recurso pode ser útil antes do treino, após sessões intensas ou em fases de reabilitação para facilitar movimento, desde que não substitua fortalecimento, mobilidade ativa, controle de carga e progressão funcional. A aplicação deve ser breve, tolerável, orientada por objetivo e seguida de movimento ativo, evitando que o corredor desenvolva medo ou dependência de recursos passivos (Konrad *et al*., 2022; Martínez-Aranda *et al*., 2024).

A terapia manual pode ser indicada quando há dor, rigidez, limitação articular ou restrição de tecidos moles que interfere em uma tarefa funcional relevante. No corredor, isso pode incluir mobilizações de tornozelo para melhorar dorsiflexão, técnicas para tecidos plantares em fasciopatia plantar, mobilizações de quadril em restrições específicas ou terapia manual lombopélvica em dor lombar selecionada. O objetivo não é "reposicionar" estruturas, mas reduzir sintomas, melhorar tolerância ao movimento e permitir que o corredor participe de tarefas ativas com mais qualidade. Se a terapia manual melhora movimento e permite progredir exercício, pode ser mantida; se produz apenas alívio breve sem mudança funcional, sua prioridade deve ser reduzida (Koc *et al*., 2023; George *et al*., 2021).

Diferenciar restrição de mobilidade de compensação por déficit de força é decisivo para evitar condutas inadequadas. Um corredor pode parecer rígido no agachamento ou na corrida por verdadeira limitação articular, mas também por dor, medo, fraqueza, baixa resistência, fadiga ou falta de controle motor. A avaliação deve comparar mobilidade passiva, mobilidade ativa, tarefas funcionais e resposta à carga para decidir se a prioridade é mobilizar, fortalecer, controlar dor ou reeducar movimento. A mobilidade tende a ser prioridade quando a limitação é mensurável, assimétrica, reproduz sintomas ou impede execução adequada de tarefas funcionais. Por outro lado, quando a amplitude disponível é suficiente, mas o corredor não consegue controlar, sustentar ou produzir força, o fortalecimento e o controle motor devem ocupar posição central (Pizol *et al*., 2024).

O fortalecimento deve ser priorizado sobre o alongamento quando o problema principal é baixa capacidade de absorção, controle ou propulsão. Isso ocorre em corredores com dor patelofemoral associada à baixa força de quadríceps e glúteos, tendinopatia do Aquiles com déficit de panturrilha, síndrome do estresse tibial medial com baixa resistência de panturrilha e pé, lesões musculares com perda de força ou dor lombar com baixa resistência lombo-pélvica.

Nesses casos, alongar pode melhorar a sensação de rigidez, mas não resolve a incapacidade do tecido de tolerar carga repetida. A mobilidade, a flexibilidade e os recursos manuais devem funcionar como ferramentas para melhorar movimento, reduzir sintomas e permitir progressão ativa, não como centro permanente da reabilitação (Chimenti *et al*., 2024).

7.8 Pliometria e retorno ao impacto

A pliometria é uma etapa importante na reabilitação do corredor porque aproxima o exercício terapêutico da lógica mecânica da corrida: absorver impacto, armazenar energia elástica e produzir propulsão em ciclos repetidos. Esse processo depende do ciclo alongamento-encurtamento, no qual músculos e tendões são rapidamente alongados durante o contato e, em seguida, encurtam para gerar impulso. Na corrida, esse ciclo aparece principalmente em panturrilha, tendão de Aquiles, quadríceps, tendão patelar, glúteos, musculatura do pé e sistema lombo-pélvico. Por isso, um corredor pode estar forte em exercícios lentos, mas ainda não estar preparado para correr, saltar, acelerar ou descer ladeiras se não recuperou a capacidade de lidar com força rápida e impacto repetido (Llanos-Lagos *et al*., 2024a).

A capacidade de absorção deve ser desenvolvida antes de exigir grande propulsão. Na prática clínica, isso significa observar se o corredor consegue aterrissar com ruído controlado, boa organização do pé, flexão adequada de tornozelo, joelho e quadril, estabilidade pélvica, tronco coordenado e ausência de dor crescente. Saltos e aterrissagens não devem ser introduzidos apenas porque a dor diminuiu; devem ser escolhidos conforme a fase da reabilitação e o tecido envolvido. Já a propulsão deve ser treinada quando o corredor demonstra controle adequado na absorção e tolera impactos de baixa a moderada demanda sem piora posterior. Nesse contexto, a pliometria funciona como ponte entre fortalecimento tradicional e corrida real, desenvolvendo produção rápida de força, rigidez elástica e repetição em condições mais próximas da prática esportiva (Scattone Silva *et al*., 2024; Chimenti *et al*., 2024).

Saltos bilaterais costumam ser a porta de entrada para a pliometria, pois distribuem a carga entre os dois membros e permitem maior controle inicial. Podem incluir saltitos no lugar, pequenos saltos verticais, saltos com corda em baixa intensidade, aterrissagens bipodais e saltos de baixa amplitude. O objetivo inicial não é altura máxima, mas qualidade: aterrissagem silenciosa, alinhamento funcional do joelho, controle do arco plantar, estabilidade pélvica e boa resposta nas 24 a 48 horas seguintes. Os saltos unilaterais representam etapa mais específica para corredores, pois exigem maior controle de pelve, quadril, joelho, tornozelo e pé em apoio único. Devem ser introduzidos apenas quando o corredor tolera bem tarefas bilaterais e

apresenta força suficiente para sustentar apoio unipodal sem compensações relevantes (George *et al*., 2024).

A progressão da pliometria deve seguir uma lógica de baixa para alta demanda, considerando amplitude, velocidade, número de contatos, unilateralidade, direção, superfície, fadiga e proximidade com a corrida. Uma sequência segura pode iniciar com aterrissagens controladas, avançar para saltitos bilaterais, saltos bilaterais repetidos, saltitos unilaterais, saltos unilaterais, saltos horizontais, saltos reativos e, por fim, tarefas específicas como acelerações, subidas, descidas e mudanças de ritmo. O número de contatos deve ser inicialmente baixo e aumentar conforme tolerância. A progressão não deve ser guiada apenas pela ausência de dor durante o exercício, mas também pela resposta no dia seguinte, pela qualidade da aterrissagem e pela capacidade de manter controle com repetição (Chimenti *et al*., 2024).

Nas tendinopatias, a pliometria deve ser introduzida apenas quando o tendão já tolera cargas lentas, exercícios isotônicos, progressões de força e tarefas funcionais sem piora relevante. Na dor óssea e nas fraturas por estresse, a cautela deve ser ainda maior, pois o impacto repetido pode perpetuar microdanos quando o osso ainda não recuperou capacidade de reparação. Dor óssea focal, dor ao caminhar, dor em repouso, dor noturna, dor à palpação específica ou piora com saltitos contraindicam a introdução de pliometria sem investigação e liberação adequada. Em síntese, a pliometria deve ser vista como uma ponte entre força, controle motor e corrida, respeitando dor, fase da reabilitação, tecido envolvido, aterrissagem, força disponível, estabilidade em apoio unipodal e carga total da semana (George *et al*., 2024).

Imagem 129- Demonstrando a progressão da pliometria.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

7.9 Reeducação da corrida

A reeducação da corrida deve ser considerada quando a avaliação mostra relação plausível entre o padrão de movimento, a queixa principal e a carga que provoca sintomas. Modificar a técnica pode ser útil quando o corredor apresenta dor em uma tarefa específica, como descidas, tiros, subidas ou treinos longos, e a análise dinâmica revela um padrão modificável, como overstride, baixa cadência, excesso de impacto, sinal de cruzamento, queda pélvica, inclinação lateral do tronco, largura de passada reduzida ou controle inadequado do joelho. A mudança técnica não deve substituir fortalecimento, controle de carga ou educação, mas pode funcionar como estratégia complementar para redistribuir forças, reduzir irritabilidade e facilitar o retorno gradual à corrida. Ao mesmo tempo, a técnica não deve ser modificada apenas porque o padrão visual parece diferente de um modelo ideal, pois alterações desnecessárias podem gerar novas demandas em tecidos já adaptados (Doyle *et al*., 2022; Correia *et al*., 2024).

A cadência é uma das variáveis mais utilizadas na reeducação da corrida porque pode modificar o comprimento da passada, o posicionamento do pé em relação ao centro de massa e

algumas variáveis de impacto. Aumentos discretos, frequentemente entre 5% e 10%, podem reduzir overstride, diminuir tempo de contato, suavizar impacto e modificar cargas em joelho, tíbia e tendão de Aquiles, dependendo do corredor e da condição clínica. No entanto, aumentar cadência não deve ser prescrição universal, pois pode elevar percepção de esforço, alterar demanda da panturrilha ou não modificar a dor. A aplicação mais segura é testar pequenas mudanças em ambiente controlado, observar dor, conforto, mecânica e resposta nas 24 a 48 horas seguintes (van Hooren *et al*., 2024g).

O contato inicial do pé deve ser interpretado com cautela, pois não existe um padrão universalmente superior para todos os corredores. Contato de retropé, médio-pé ou antepé modifica a distribuição de carga entre joelho, tornozelo, panturrilha, tendão de Aquiles, fáscia plantar e metatarsos, mas a relevância clínica depende da dor, do histórico e da capacidade tecidual. Em um corredor com dor patelofemoral, reduzir overstride e suavizar impacto pode ser útil; em outro com tendinopatia do Aquiles ou dor metatarsal, uma transição rápida para antepé pode aumentar demanda justamente sobre as estruturas sintomáticas. Por isso, mudanças no contato do pé devem ser testadas apenas quando houver indicação clara, com baixo volume inicial e monitoramento rigoroso (Zhang *et al*., 2021).

A inclinação do tronco, a oscilação vertical e a largura da passada devem ser analisadas dentro do contexto clínico. Uma leve inclinação anterior pode fazer parte de uma corrida eficiente, mas inclinação excessiva, rígida ou associada à fadiga pode aumentar demanda lombar, modificar extensão de quadril e alterar contato com o solo. A oscilação vertical excessiva pode aumentar impacto e custo energético, mas reduzi-la demais pode gerar rigidez. Já a largura da passada é relevante quando há sinal de cruzamento, queda pélvica, dor lateral no joelho, dor patelofemoral ou sobrecarga medial do membro inferior. Pistas como “passos mais curtos e leves”, “corra sobre dois trilhos” ou “mantenha o tronco alto” podem ser úteis quando testadas em baixa dose e vinculadas à melhora dos sintomas (Drozda *et al*., 2024; Sanchez-Alvarado *et al*., 2024).

O feedback visual, verbal e a filmagem podem auxiliar a aprendizagem motora quando usados com objetivo específico. Espelhos, vídeos em câmera lenta, marcações no solo, metrônomo, aplicativos e relógios podem ajudar o corredor a perceber padrões como cruzamento da passada, queda pélvica, ruído de impacto ou excesso de oscilação vertical. O feedback deve ser simples, curto e progressivamente reduzido para favorecer retenção e transferência para a corrida fora do consultório. Comandos como “corra mais leve”, “aumente um pouco a frequência dos passos” ou “pouse o pé mais próximo do corpo” tendem a ser mais

úteis do que múltiplas correções simultâneas. A filmagem deve apoiar a comparação antes e depois, a educação do corredor e pequenos ajustes, sem transformar a avaliação em busca por ângulos ideais (Dorst *et al*., 2023).

Mudanças técnicas devem ser graduais porque redistribuem carga entre tecidos. Aumentar cadência, reduzir overstride, ampliar largura da passada, mudar contato inicial ou ajustar inclinação do tronco pode reduzir demanda em uma estrutura e aumentar em outra. Por isso, a adaptação deve começar com blocos curtos, baixa intensidade, terreno previsível e monitoramento da dor durante, após e no dia seguinte. A reeducação da corrida deve ser tratada como processo de aprendizagem motora e adaptação tecidual: o corredor pratica o novo padrão em doses pequenas, recebe feedback suficiente para aprender, reduz dependência desse feedback e transfere a mudança para rua, esteira, descidas, subidas, ritmos variados e fadiga (Florkiewicz *et al*., 2025).

7.10 Condutas direcionadas por déficits predominantes

A intervenção fisioterapêutica se torna mais precisa quando o fisioterapeuta identifica qual déficit predomina na apresentação clínica do corredor, em vez de aplicar a mesma sequência de exercícios para todos os diagnósticos. Um corredor com dor patelofemoral pode ter como principal limitação baixa força de quadríceps; outro pode apresentar controle inadequado do quadril em apoio unipodal; um terceiro pode ter dor mais relacionada ao excesso de descidas ou ao aumento abrupto de intensidade. Por isso, a conduta deve partir de uma hipótese funcional: qual tecido está irritável, qual carga provoca sintomas, qual capacidade está insuficiente e qual fator é mais modificável naquele momento (Neal *et al*., 2024).

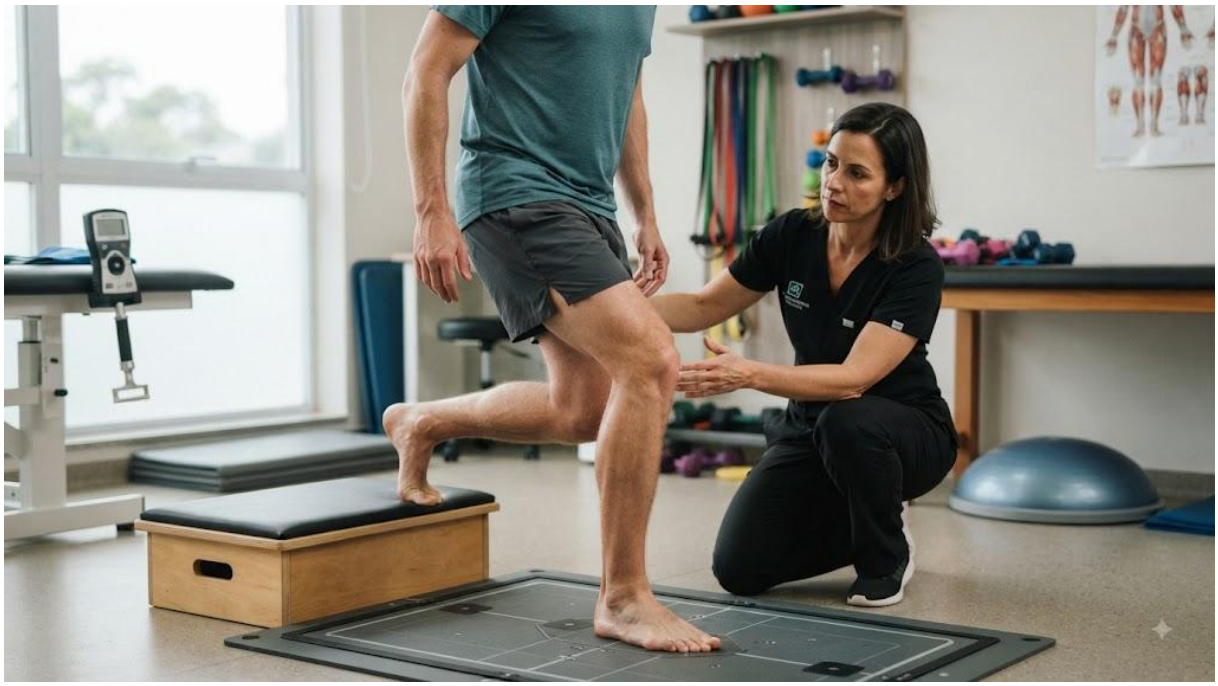
Quando o déficit predominante é força, a primeira decisão clínica é identificar quais grupos musculares estão mais envolvidos na queixa e na tarefa provocativa. Quadríceps, isquiotibiais, glúteos, panturrilha, tibial anterior, tibial posterior, musculatura intrínseca do pé e core podem ter papéis diferentes conforme o sintoma. A progressão deve combinar exercícios bilaterais, que constroem força de base com maior estabilidade, e exercícios unilaterais, que aproximam a reabilitação da demanda real da corrida. O objetivo não é fortalecer tudo indiscriminadamente, mas selecionar os grupos que limitam função e tolerância à corrida naquele corredor (Chimenti *et al*., 2024; Scattone Silva *et al*., 2024).

Figura 130- Avaliação fisioterapêutica individualizada, mostrando o profissional avaliando diferentes componentes do corredor.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Figura 131- Treino de força



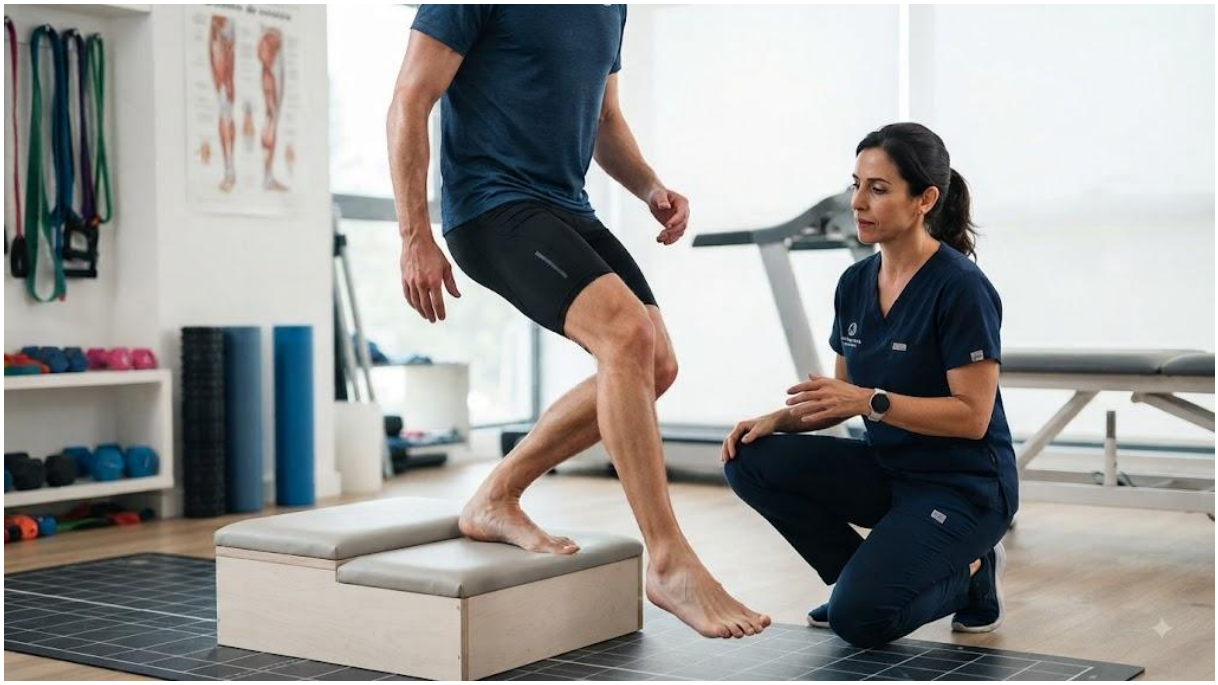
Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Quando o déficit predominante é mobilidade, a avaliação deve verificar se a restrição interfere de fato na mecânica da corrida ou se é apenas um achado sem relevância funcional.

Tornozelo, quadril e cadeia posterior costumam ser prioritários quando limitam progressão da tíbia, extensão de quadril, controle da pelve, absorção de impacto ou execução de tarefas como agachamento, avanço, step down e corrida em subida ou descida. A conduta mais eficiente combina mobilidade com controle ativo: ganhar amplitude e imediatamente ensinar o corredor a usá-la em tarefas funcionais. Quando a amplitude já é suficiente, mas o corredor não consegue controlar, sustentar ou produzir força, fortalecimento e controle motor passam a ser mais importantes do que alongar (Koc *et al*., 2023; Pizol *et al*., 2024).

Quando o déficit predominante é controle motor, a intervenção deve treinar alinhamento funcional de joelho, quadril, pelve e tronco, especialmente em apoio unipodal. Esse déficit aparece em valgo dinâmico, queda pélvica, inclinação lateral do tronco, rotação femoral, sinal de cruzamento, pronação excessiva ou perda de estabilidade em tarefas como single leg squat, step down, aterrissagens, saltitos ou corrida em fadiga. A conduta deve iniciar em tarefas controladas, com feedback visual ou verbal, e progredir para movimentos mais dinâmicos, com maior velocidade, menor base de apoio, maior carga e maior repetição. O objetivo não é criar postura rígida, mas aumentar a capacidade de sustentar mecânica eficiente quando a demanda aumenta (Doyle *et al*., 2022; de Souza Júnior *et al*., 2024).

Figura 132- Step down



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Quando o déficit predominante é tolerância ao impacto, a conduta deve começar com tarefas de baixa demanda e progredir para estímulos mais próximos da corrida. Esse perfil é comum após períodos de dor, redução de treino, lesões ósseas, síndrome do estresse tibial medial, fasciopatia plantar, tendinopatias e lesões musculares. Inicialmente, podem ser utilizados exercícios de força controlada, caminhada, apoio unipodal, elevação de calcanhar, agachamento, step up e tarefas de absorção de baixa amplitude. Depois, a progressão pode incluir saltos bilaterais, aterrissagens controladas, saltitos, saltos unilaterais e corrida intervalada. A tolerância ao impacto não é definida apenas pela capacidade de completar uma tarefa, mas pela resposta do tecido nas horas seguintes (George *et al*., 2024).

Quando a alteração biomecânica parece predominante, o primeiro passo é interpretá-la dentro do contexto clínico. Overstride, baixa cadência, contato inicial muito anterior ao centro de massa, queda pélvica, sinal de cruzamento, inclinação lateral do tronco, pronação excessiva ou oscilação vertical elevada só devem direcionar intervenção quando se relacionam à dor, à perda de função ou à incapacidade de tolerar carga. Mudanças técnicas devem ser graduais, com uma variável por vez, baixo volume inicial e monitoramento de sintomas, pois toda modificação redistribui carga (Correia *et al*., 2024; Dorst *et al*., 2023).

Quando a dor é claramente relacionada à carga, a intervenção deve identificar qual variável do treino está mais associada ao sintoma: volume, intensidade, frequência, densidade, terreno, subidas, descidas, calçado, retorno após pausa ou baixa recuperação. A conduta pode incluir redução temporária de volume, retirada de tiros, controle de descidas, aumento de intervalo entre sessões, alternância caminhada-corrida, treino cruzado ou manutenção de dose mínima de corrida quando possível. Quando fadiga e perda de técnica são predominantes, a avaliação deve observar como o corredor muda ao longo do treino, e não apenas nos primeiros segundos de filmagem. A intervenção precisa aproximar a reabilitação da situação em que o sintoma aparece: terreno, intensidade, duração e fadiga (Cloosterman *et al*., 2024; Kovše *et al*., 2026).

7.11 Estratégias complementares na reabilitação

As estratégias complementares na reabilitação do corredor devem ser compreendidas como recursos de apoio, e não como o centro do tratamento. O eixo principal da intervenção continua sendo educação, controle de carga, fortalecimento progressivo, mobilidade quando necessária, controle motor, reeducação da corrida quando indicada e retorno gradual ao impacto. Recursos como treino cruzado, bandagens, palmilhas, ajustes de calçado, crioterapia,

eletroterapia e ondas de choque podem reduzir sintomas, facilitar adesão, permitir manutenção de condicionamento ou modular carga em fases específicas, mas não substituem a reconstrução da capacidade tecidual e funcional (Neal *et al*., 2024).

O treino cruzado é útil quando o corredor precisa reduzir temporariamente a carga de impacto sem perder completamente condicionamento cardiorrespiratório, rotina de treino e confiança. Bicicleta, elíptico, natação e corrida em água podem ser utilizados em fases de dor, reabilitação ou retorno progressivo, desde que não reproduzam sintomas e sejam compatíveis com a estrutura lesionada. A bicicleta pode preservar capacidade aeróbia com menor impacto, mas ainda exige trabalho de quadríceps e quadril; a elíptica mantém padrão cíclico com menor impacto, mas pode irritar alguns quadros de joelho ou Aquiles; e a natação reduz carga axial, mas não substitui a especificidade mecânica da corrida. Assim, o treino cruzado deve ser usado como ponte temporária, e não como substituição completa do retorno ao impacto (Vincent *et al*., 2022; Menges *et al*., 2026).

Bandagens funcionais podem auxiliar na modulação de dor, percepção de suporte e facilitação temporária do movimento, especialmente em dor patelofemoral e dor plantar no calcanhar. No joelho, bandagens patelares podem reduzir dor em agachamento, escadas, step down ou corrida curta, permitindo exercício com menor irritabilidade. No pé, bandagens rígidas ou elásticas podem ajudar em fasciopatia plantar, principalmente no curto prazo, quando associadas a educação, controle de carga, fortalecimento e manejo do tornozelo-pé. A bandagem deve ser testada e reavaliada: se melhora função, pode ser mantida temporariamente; se gera dependência, irritação cutânea ou não modifica sintomas, sua prioridade deve ser reduzida (Koc *et al*., 2023; Neal *et al*., 2024).

Palmilhas podem ser indicadas quando a avaliação sugere que modificar temporariamente a distribuição de carga no pé pode reduzir sintomas ou permitir progressão funcional. Podem ser consideradas em dor plantar, síndrome do estresse tibial medial, dor patelofemoral associada a alta demanda distal, sintomas relacionados à pronação excessiva ou baixa tolerância do arco plantar. No entanto, não devem ser apresentadas como correção definitiva da biomecânica nem substituir fortalecimento do pé, panturrilha, quadril e controle motor. Devem ser testadas em tarefas reais, com monitoramento de conforto, dor durante a corrida e resposta no dia seguinte (Del Duchetto *et al*., 2024; Neves *et al*., 2022).

Figura 133- Utilização de bandagem funcional, associada ao uso de TENS.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

Os ajustes de calçado devem ser feitos quando há relação plausível entre tênis, conforto, carga e sintomas, como em mudanças bruscas de drop, amortecimento, rigidez, suporte, desgaste ou transição para modelos muito diferentes do habitual. O calçado pode modificar a distribuição de carga entre joelho, tornozelo, tendão de Aquiles, fáscia plantar e metatarsos, mas não deve ser tratado como causa única ou solução universal. Conforto, adaptação gradual, experiência prévia e resposta clínica devem orientar a escolha. O fisioterapeuta deve evitar mudanças simultâneas de calçado, técnica, volume e intensidade, pois isso dificulta identificar qual variável influenciou o sintoma (Relph *et al*., 2022).

A crioterapia pode ser utilizada como recurso de analgesia, controle de sintomas e recuperação perceptiva em fases específicas, especialmente quando há dor aguda, irritabilidade pós-treino ou necessidade de reduzir desconforto para manter função leve. Gelo, imersão em água fria ou outras estratégias de resfriamento podem reduzir dor e sensação de fadiga em curto prazo, mas não devem ser interpretados como reparo tecidual ou solução para excesso de carga. Também é importante considerar que o resfriamento frequente e indiscriminado após sessões de fortalecimento pode não ser desejável quando o objetivo é maximizar adaptações musculares; portanto, sua aplicação deve ser intencional e contextualizada (Kwiecien; McHugh, 2021).

A eletroterapia, especialmente a TENS, pode ser usada como recurso analgésico complementar quando a dor limita movimento, sono, atividades diárias ou adesão inicial aos exercícios. Seu papel deve ser explicado com clareza: pode reduzir a percepção dolorosa durante ou logo após a aplicação, mas não aumenta, por si só, força, capacidade tendínea, tolerância óssea, controle motor ou prontidão para correr. Seus efeitos devem ser integrados a exercícios, educação e manejo de carga (Johnson *et al*., 2022).

As ondas de choque podem ser consideradas em condições específicas, principalmente em tendinopatias e fasciopatia plantar crônica que não respondem de forma satisfatória ao manejo conservador bem conduzido. Elas não devem substituir fortalecimento, progressão de carga ou educação, mas atuar como recurso complementar quando o quadro permanece doloroso e limitante apesar da intervenção ativa. Nas tendinopatias, a melhora sintomática precisa ser acompanhada de aumento real da tolerância ao impacto, à propulsão, às subidas, à velocidade e ao volume de corrida (Lippi *et al*., 2024; Chimenti *et al*., 2024).

Imagem 134- Aplicação de TENS (Eletroestimulação Transcutânea) como recurso analgésico complementar.



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

A decisão de usar qualquer recurso complementar deve responder a uma pergunta clínica objetiva: esse recurso reduz dor, melhora função, facilita exercício, permite manter condicionamento, favorece adesão ou ajuda a progredir carga com segurança? Quando a

resposta é sim, ele pode ser incorporado temporariamente e reavaliado; quando a resposta é não, sua permanência no plano tende a aumentar complexidade sem benefício proporcional. Para o corredor, a mensagem central deve ser clara: recursos complementares podem ajudar o processo, mas o retorno sustentável depende de reconstrução progressiva de capacidade, modificação inteligente da carga, recuperação adequada e exposição criteriosa ao impacto (Linton *et al*., 2025).

7.12 Retorno gradual à corrida

O retorno gradual à corrida deve começar apenas quando o corredor apresenta critérios clínicos mínimos que indiquem segurança para reintroduzir impacto. Esses critérios incluem dor ausente ou controlada nas atividades diárias, marcha sem compensações relevantes, ausência de sinais de alerta, melhora da irritabilidade, capacidade de realizar tarefas funcionais básicas sem piora dos sintomas e compreensão sobre como monitorar a resposta à carga. Em lesões ósseas, especialmente após lesão por estresse tibial, o retorno deve ser individualizado, baseado em sintomas, gravidade, fatores de risco e capacidade funcional, e não apenas no tempo decorrido desde o diagnóstico (George *et al*., 2024).

O controle da dor é um dos principais critérios para decidir se o corredor pode iniciar ou avançar no retorno. A dor não precisa estar obrigatoriamente zerada em todos os quadros, mas deve ser leve, estável, previsível, não progressiva e incapaz de alterar a mecânica da corrida. Dor que aumenta ao longo da sessão, faz o corredor mancar, aparece cada vez mais cedo ou piora nas 24 a 48 horas seguintes indica que a carga ainda está acima da capacidade atual. A força adequada também deve ser avaliada, pois a corrida exige absorção, controle e propulsão repetidos. O corredor precisa demonstrar capacidade suficiente de quadríceps, glúteos, panturrilha, musculatura do pé e core para sustentar apoio unipodal, controlar aterrissagem e manter alinhamento funcional (Neal *et al*., 2024; Chimenti *et al*., 2024).

A progressão caminhada-corrida é uma estratégia segura para reintroduzir impacto em doses pequenas, especialmente após dor persistente, lesões ósseas, tendinopatias, síndrome do estresse tibial medial ou períodos prolongados de redução da corrida. O corredor pode iniciar com blocos curtos de trote intercalados com caminhada, em terreno plano, ritmo confortável e volume total controlado. O objetivo inicial não é condicionamento máximo, mas testar tolerância ao impacto, resposta da dor e qualidade mecânica. À medida que os blocos são tolerados sem piora durante, após e no dia seguinte, o tempo de corrida pode aumentar e o tempo de caminhada pode reduzir progressivamente (George *et al*., 2024).

A progressão de volume deve preceder a progressão de intensidade na maioria dos retornos, porque velocidade, tiros, subidas, descidas e ritmo de prova aumentam a taxa de carregamento, a demanda muscular, a exigência tendínea e o controle neuromuscular. Primeiro, o corredor precisa tolerar corrida leve e curta sem piora; depois, aumentar gradualmente duração ou frequência semanal; apenas em fases posteriores deve reintroduzir intensidade, terrenos inclinados e estímulos específicos. O monitoramento deve considerar dor, percepção subjetiva de esforço, padrão de movimento, confiança e resposta no dia seguinte. A sessão deve ser reduzida ou interrompida se a dor aumenta progressivamente, se há proteção do membro, perda clara de técnica, dor óssea focal ou mudança na qualidade do sintoma (Chimenti *et al*., 2024; Herring *et al*., 2024).

Os critérios para avançar incluem dor ausente ou leve e estável, ausência de piora no dia seguinte, marcha e técnica preservadas, boa tolerância às atividades diárias, melhora da força e confiança para a próxima etapa. Os critérios para manter a carga aparecem quando o corredor tolera parcialmente a sessão, mas ainda apresenta adaptação incompleta, como dor leve, pequena rigidez no dia seguinte, fadiga acima do esperado ou técnica aceitável, porém instável sob repetição. Já os critérios para regredir incluem dor crescente, piora clara no dia seguinte, retorno de dor matinal, alteração da passada, perda de controle motor, dor óssea localizada, dor em repouso, edema, instabilidade ou incapacidade de cumprir atividades diárias sem sintomas. O retorno gradual deve ser entendido como processo adaptativo, no qual avançar, manter ou regredir são decisões clínicas normais guiadas pela resposta do corredor (George *et al*., 2024).

7.13 Retorno à performance

O retorno à corrida e o retorno à performance são etapas diferentes. Retornar à corrida significa recuperar capacidade mínima para correr com dor controlada, mecânica aceitável e boa resposta nas 24 a 48 horas seguintes; retornar à performance significa sustentar novamente o volume habitual, tolerar intensidade, recuperar velocidade, lidar com fadiga, executar treinos específicos e competir com segurança. Essa diferença é essencial porque muitos corredores recebem alta quando conseguem trotar sem dor, mas ainda não estão preparados para tiros, subidas, descidas, provas, intervalados ou metas competitivas. O retorno à performance exige tomada de decisão baseada em critérios, risco, função, prontidão física e contexto esportivo, não apenas em tempo ou ausência de dor em repouso (Herring *et al*., 2024).

A recuperação da tolerância ao volume habitual deve ocorrer de forma progressiva, considerando volume semanal, distância do treino longo, densidade entre sessões e resposta

clínica. Um treino isolado sem dor não significa que o corredor está preparado para sustentar a sequência de estímulos da rotina habitual. A progressão não deve se basear apenas em percentuais fixos, pois a capacidade de adaptação varia conforme histórico, lesão, recuperação, sono, força, disponibilidade energética e experiência do corredor. Sessões muito maiores do que aquilo que foi tolerado recentemente podem representar picos de carga mesmo quando a quilometragem semanal parece aceitável (Schuster Brandt Frandsen *et al*., 2025).

A reintrodução de intensidade deve ocorrer apenas quando o corredor já tolera volume leve ou moderado de forma consistente. Intensidade não significa apenas correr mais rápido; ela aumenta taxa de produção de força, demanda elástica, controle neuromuscular, rigidez tendínea, força excêntrica e fadiga. Tiros, ritmos fortes, subidas e descidas devem ser tratados como estímulos mais agressivos do que rodagens leves, mesmo quando a duração total é menor. Uma progressão segura pode iniciar com acelerações curtas e submáximas, evoluir para strides, blocos breves em ritmo moderado, treinos intervalados leves e, mais tarde, estímulos próximos ao ritmo de prova (George *et al*., 2024).

A reintrodução de provas e metas competitivas deve ser planejada como etapa avançada, e não como teste para descobrir se o corredor está recuperado. A prova combina ansiedade, ritmo mais alto, terreno imprevisível, maior densidade de carga, menor controle de pausas e tendência a ignorar sinais de dor. Antes de competir, o corredor deve ter tolerado treinos semelhantes à exigência da prova, ainda que em escala reduzida: volume compatível, trechos em ritmo-alvo, subidas ou descidas quando fizerem parte do percurso, recuperação adequada e ausência de piora posterior. A decisão deve considerar risco da lesão, fase da temporada, objetivo esportivo, prontidão psicológica, histórico de recidivas e possibilidade real de ajustar a meta caso os sintomas retornem (Hoenig *et al*., 2025).

O monitoramento de fadiga é indispensável na fase de performance, porque muitos corredores toleram bem treinos isolados, mas voltam a apresentar sintomas quando acumulam volume, intensidade e pouca recuperação. A fadiga pode aparecer como aumento da percepção subjetiva de esforço para ritmos habituais, queda de desempenho, rigidez matinal, perda de propulsão, pior controle pélvico, alteração da passada, dor que surge mais cedo ou piora no dia seguinte. O corredor deve cruzar dados objetivos, como volume e intensidade, com dados subjetivos, como dor, sono, recuperação e qualidade da técnica. Métricas ajudam, mas não substituem interpretação clínica (Cloosterman *et al*., 2024).

A manutenção do fortalecimento durante a fase de performance é essencial para evitar que a melhora da dor leve ao abandono das capacidades construídas na reabilitação. O programa

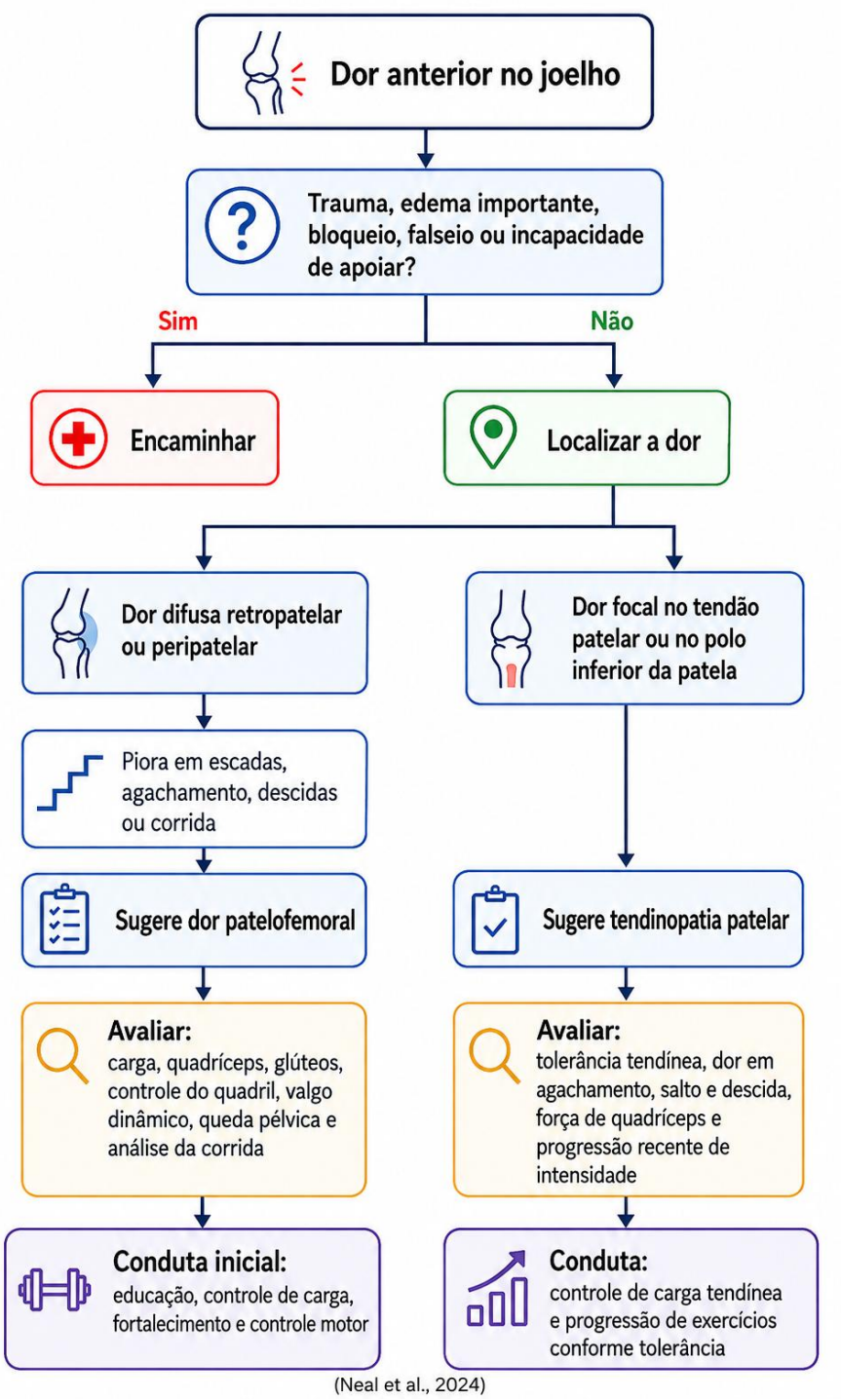
pode ser ajustado conforme a semana de treino, reduzindo volume em períodos de prova ou carga alta e aumentando estímulos de força, potência ou resistência em semanas mais leves. O objetivo é preservar quadríceps, glúteos, panturrilha, isquiotibiais, musculatura do pé, core, controle motor e tolerância ao impacto. A prevenção de recidivas depende de manter essas capacidades ativas e integradas à planilha, e não apenas de voltar ao volume anterior (Llanos-Lagos *et al*., 2024a; Linton *et al*., 2025).

7.14 Fluxogramas de tomada de decisão clínica

Os fluxogramas clínicos ajudam a transformar avaliação em decisão prática, mas não substituem o raciocínio individualizado. Devem ser usados como mapas para organizar sintomas, sinais de alerta, hipóteses fisioterapêuticas, necessidade de encaminhamento, controle de carga e progressão terapêutica. A decisão final deve sempre considerar história do corredor, irritabilidade, localização da dor, carga de treino, força, mobilidade, controle motor, tolerância ao impacto, análise dinâmica da corrida e resposta nas 24 a 48 horas seguintes (George *et al*., 2024).

7.14.1 Dor anterior no joelho

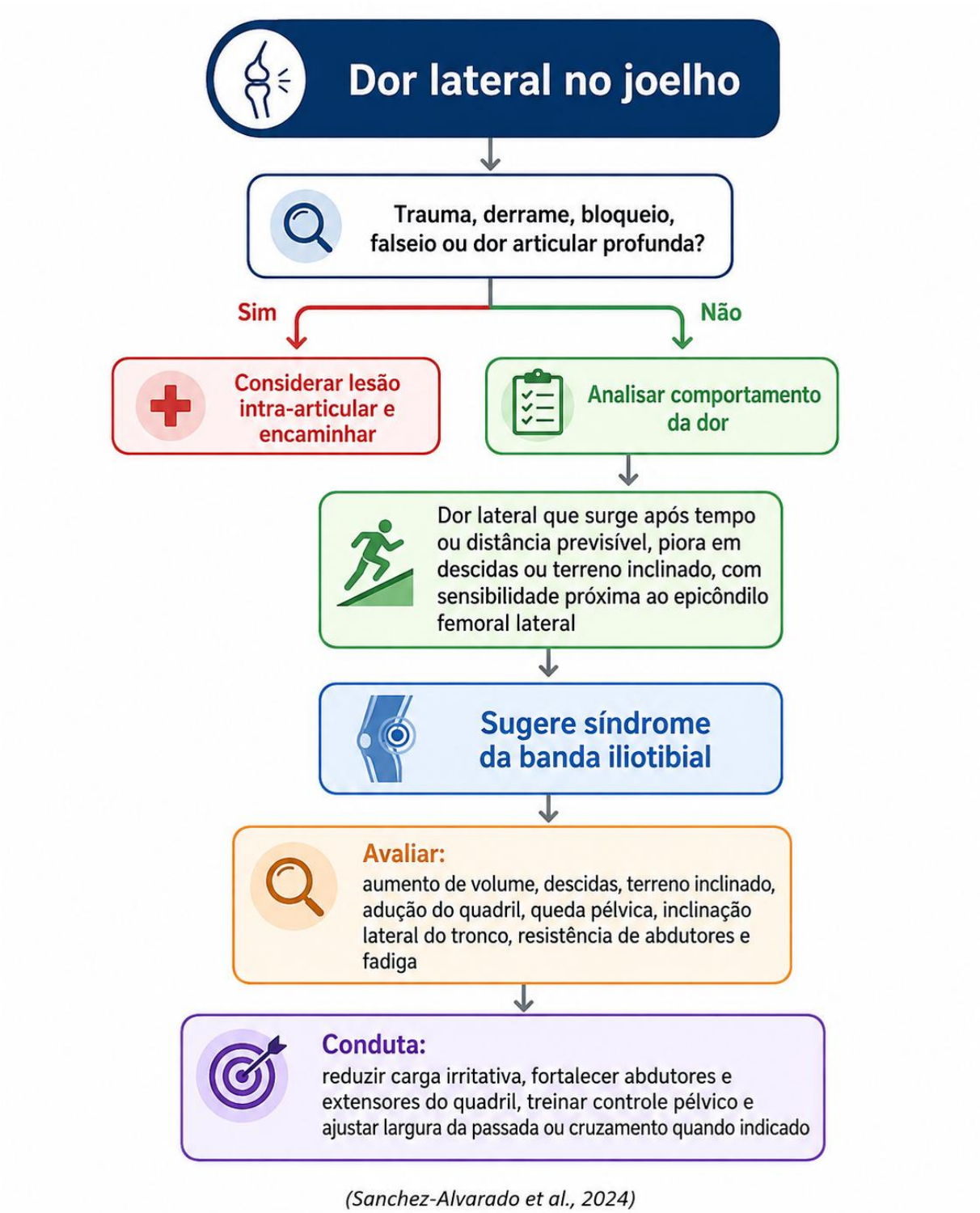
Figura 135- Fluxograma de Decisão clínica Dor anterior no joelho



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

7.14.2 Dor lateral no joelho

Figura 136- Fluxograma de Decisão clínica Dor lateral no joelho



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

7.14.3 Dor no tendão de Aquiles

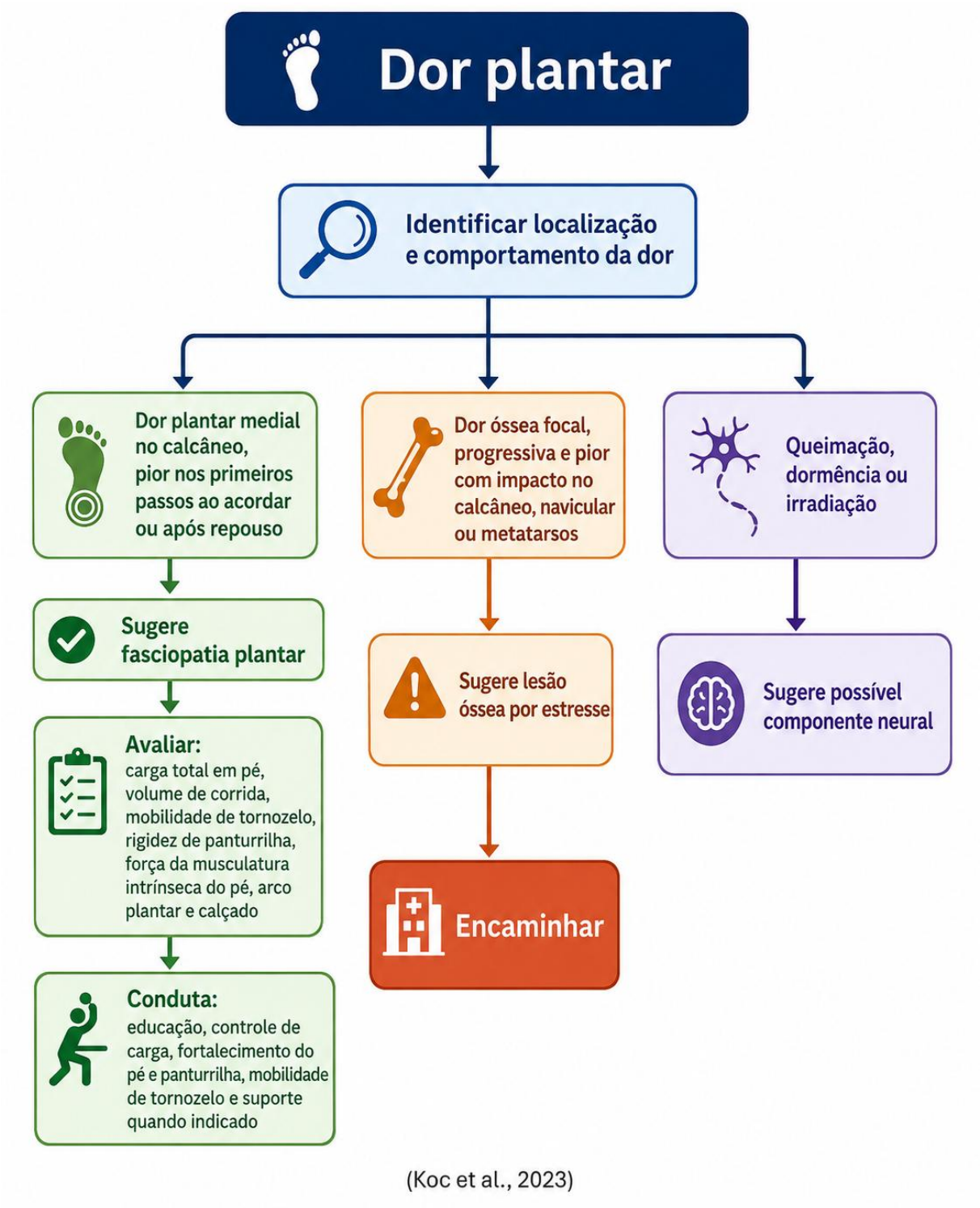
Figura 137- Fluxograma de Decisão clínica



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

7.14.4 Dor plantar

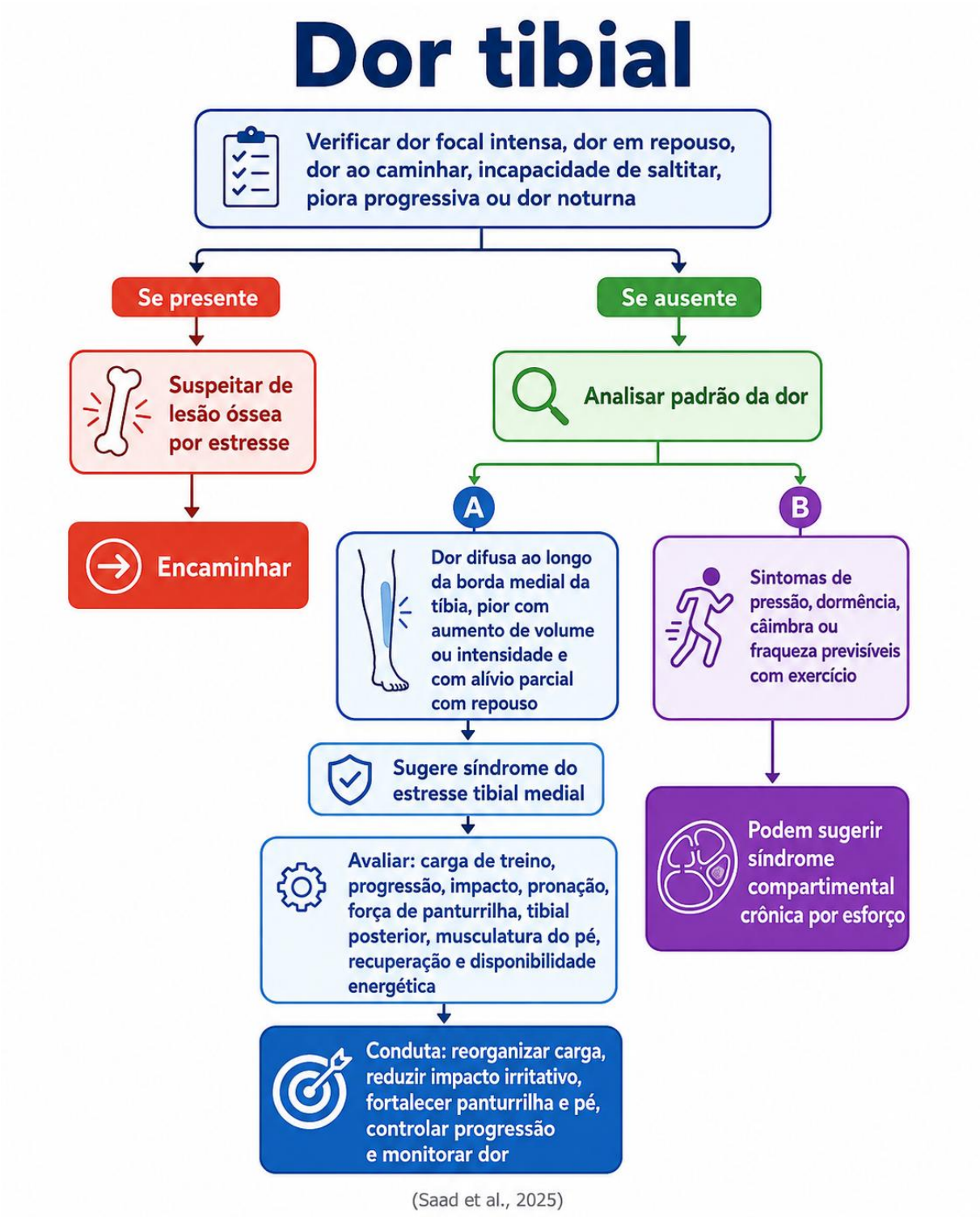
Figura 138- Fluxograma de Decisão clínica Dor Plantar



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

7.14.5 Dor tibial

Figura 139- Fluxograma de Decisão clínica Dor tibial



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

7.14.6 Suspeita de fratura por estresse

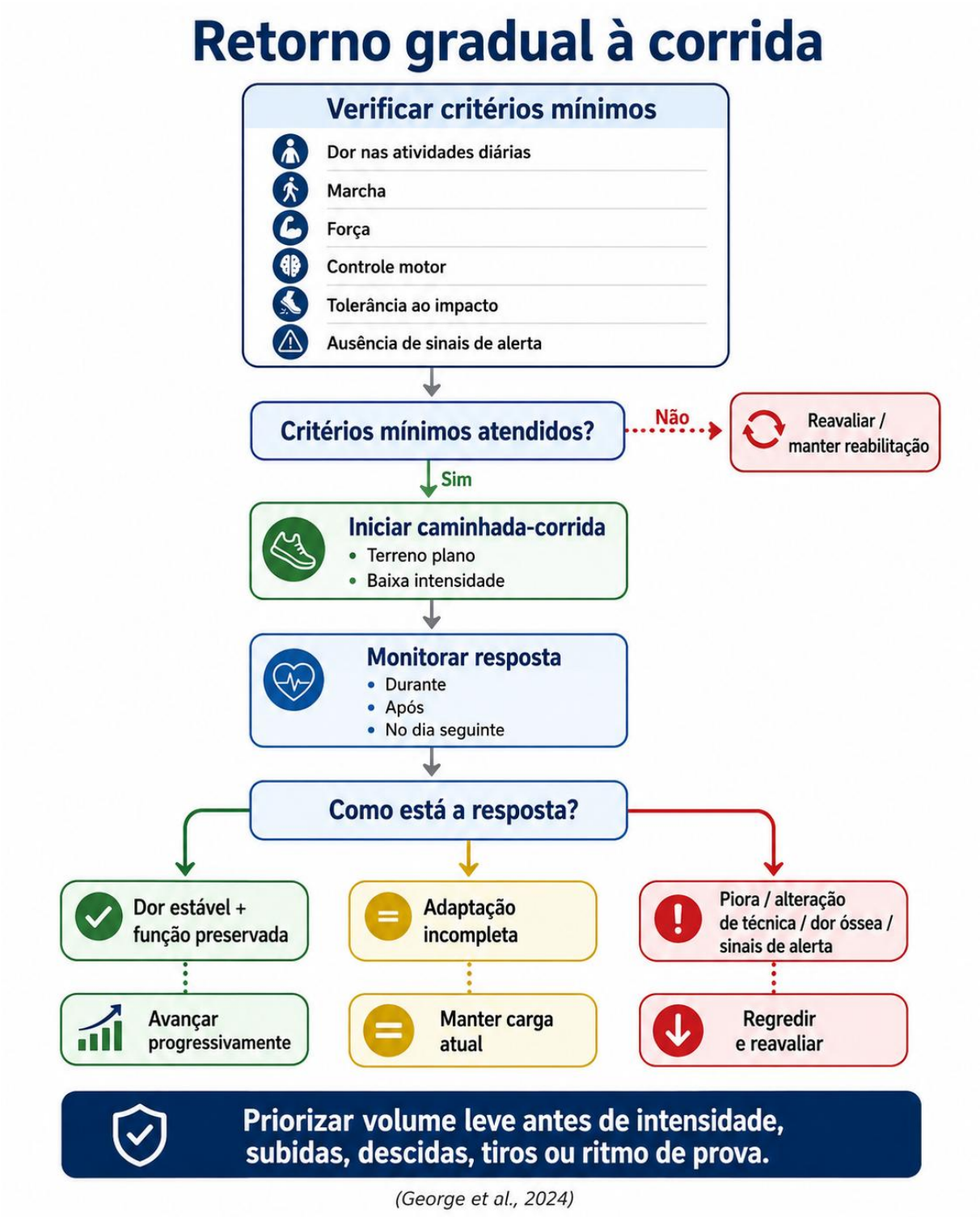
Figura 140- Fluxograma de Decisão clínica fratura por estresse



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

7.14.7 Retorno gradual à corrida

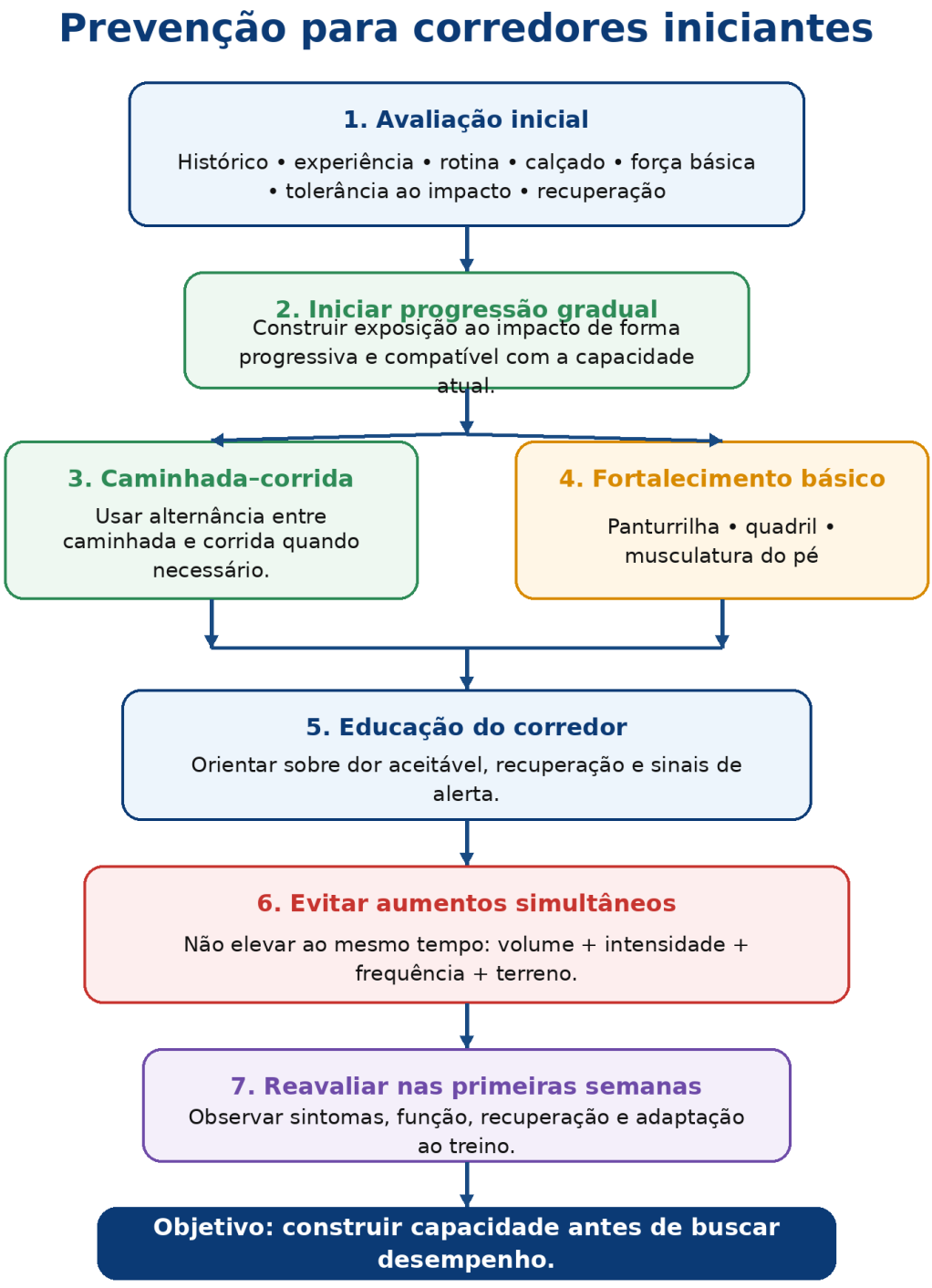
Figura 141- Fluxograma de Decisão clínica retorno gradual à corrida



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

7.14.8 Prevenção para corredores iniciantes

Figura 142- Fluxograma de Decisão clínica prevenção para corredores iniciantes

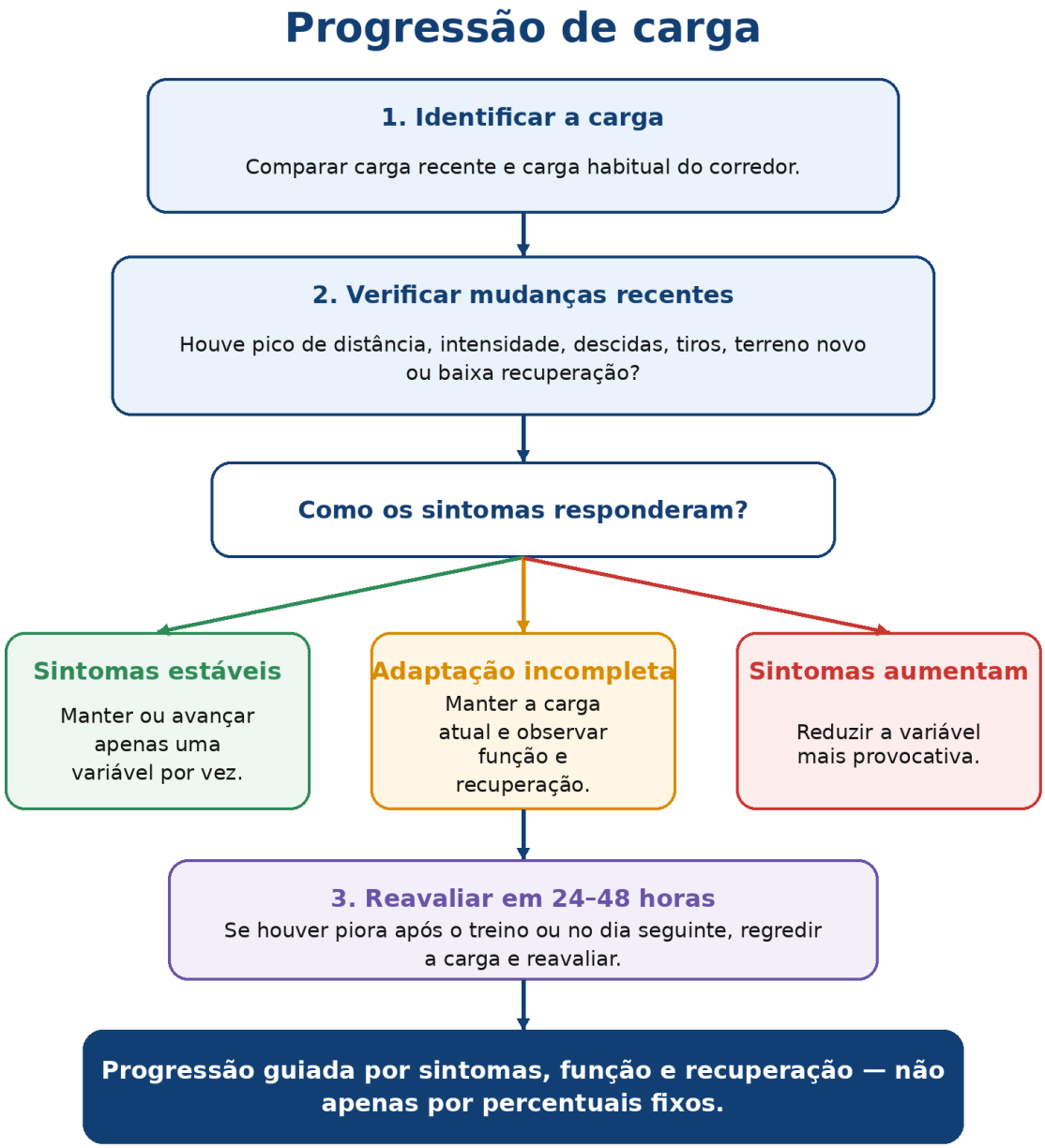


(Linton et al., 2025)

Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

7.14.9 Progressão de carga

Figura 143- Fluxograma de Decisão clínica para progressão de carga



(Cloosterman et al., 2024)

Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

7.15 Alta fisioterapêutica e acompanhamento

A alta fisioterapêutica do corredor não deve ser definida apenas pela ausência de dor em repouso ou pela capacidade de realizar trote leve. Ela deve representar o momento em que o corredor demonstra segurança clínica, função suficiente e autonomia para continuar a progressão com menor supervisão. Entre os critérios principais estão dor ausente ou controlada durante a corrida, ausência de piora nas 24 a 48 horas seguintes, testes funcionais sem exacerbação dos sintomas, força compatível com a demanda esportiva, mobilidade suficiente, controle motor funcional, tolerância ao impacto e capacidade de reconhecer sinais de excesso de carga. A decisão de alta deve integrar função, risco, contexto, prontidão e tomada de decisão compartilhada (Herring *et al*., 2024).

O retorno funcional deve ser avaliado em tarefas que representem as exigências reais da corrida e da rotina do corredor. Para alguns pacientes, isso significa caminhar, subir escadas, correr leve e manter atividades de vida diária sem sintomas; para outros, envolve tolerar treino longo, descidas, subidas, tiros, terrenos irregulares, provas e ritmo competitivo. A alta torna-se mais consistente quando o corredor demonstra bom desempenho em step down, agachamento unipodal, elevação unilateral de calcanhar, saltitos, aterrissagens, corrida leve e progressões específicas sem dor crescente ou perda relevante de técnica. Em retornos após lesões ósseas, os critérios devem ser ainda mais rigorosos (George *et al*., 2024).

O retorno ao volume habitual é um critério importante, mas deve ser interpretado com cuidado. O corredor pode receber alta quando já recuperou parte relevante de sua rotina e sabe progredir com segurança, mesmo que ainda esteja distante de metas competitivas máximas. Em corredores recreativos, a alta pode ocorrer quando há tolerância ao volume semanal necessário para saúde, lazer e provas planejadas em curto prazo; em corredores competitivos, pode ser necessário observar também a resposta a treinos específicos, maior densidade semanal e estímulos de intensidade. A independência no controle de carga é um dos marcadores mais importantes de alta, pois o corredor precisa saber quando avançar, manter, reduzir ou substituir temporariamente a corrida por treino cruzado (Schuster Brandt Frandsen *et al*., 2025; Cloosterman *et al*., 2024).

A manutenção do fortalecimento deve fazer parte da alta, porque a redução da dor frequentemente leva o corredor a abandonar exercícios antes que a capacidade tecidual esteja consolidada. O programa de manutenção deve ser mais simples do que a fase intensiva, mas precisa preservar força de quadríceps, glúteos, panturrilha, isquiotibiais, musculatura do pé e core, além de exercícios unilaterais, controle motor e, quando indicado, estímulos de potência

ou pliometria. A manutenção deve ser adaptada ao calendário do corredor: em semanas com maior volume, prova ou treino intervalado, o fortalecimento pode ter menor volume; em semanas mais leves, pode haver maior ênfase em força, resistência ou potência (Chimenti *et al*., 2024; Neal *et al*., 2024).

A prevenção de recidivas deve ser apresentada como continuidade do processo, não como etapa separada após a alta. O corredor deve manter atenção a sinais precoces, como dor que aparece cada vez mais cedo, rigidez matinal crescente, piora no dia seguinte, queda de desempenho, perda de técnica, dificuldade de recuperar entre sessões ou sensação de que precisa proteger uma região durante a corrida (Linton *et al*., 2025; Mendonça *et al*., 2022).

Também deve evitar mudanças simultâneas de volume, intensidade, frequência, terreno, calçado e técnica, pois isso dificulta a adaptação e a identificação do fator responsável por eventual piora. As orientações de longo prazo devem incluir progressão gradual do treino, manutenção do fortalecimento, recuperação adequada, sono, alimentação suficiente, hidratação, cuidado com sinais de baixa disponibilidade energética e reavaliação diante de sintomas persistentes (Linton *et al*., 2025; Mendonça *et al*., 2022).

A reavaliação deve ser indicada sempre que houver retorno de dor, piora progressiva, dificuldade de avançar carga, alteração da passada, queda de desempenho, insegurança, sintomas em nova região ou necessidade de preparar uma prova com maior exigência do que a rotina atual. Também é prudente reavaliar após mudanças importantes, como troca de calçado, transição para trilhas, aumento de volume, início de treinos intervalados, retorno após pausa, mudança de superfície ou reintrodução de subidas e descidas (Hoenig *et al*., 2025).

Corredores com histórico de lesão se beneficiam de acompanhamento periódico, que pode ser mensal, bimestral, trimestral ou organizado conforme fase da temporada, gravidade da lesão anterior e objetivo esportivo. A alta fisioterapêutica, portanto, deve ser entendida como transição para autogestão orientada, conectando avaliação, intervenção, retorno à corrida e prevenção de recidivas em uma lógica contínua de cuidado esportivo (Hoenig *et al*., 2025).

CAPÍTULO 8

CASOS CLÍNICOS



CAPÍTULO 8 - Casos Clínicos

8.1 Caso Clínico 1 – Síndrome da Dor Femoropatelar Associada à Sobrecarga de Treinamento e Déficit de Controle Proximal

A Sra. Ana Carolina Martins (nome fictício), sexo feminino, 34 anos de idade, fisioterapeuta, casada e praticante regular de corrida há aproximadamente quatro anos, procurou atendimento fisioterapêutico especializado devido à presença de dor progressiva na região anterior do joelho direito. A paciente relatou que sempre participou de corridas recreacionais de 5 km e 10 km, mantendo frequência regular de treinamento e sem histórico prévio de lesões significativas relacionadas à corrida.

Nos quatro meses anteriores ao início dos sintomas, decidiu participar de sua primeira meia maratona. Para alcançar esse objetivo, passou a seguir uma planilha de treinamento obtida por meio de um aplicativo esportivo. Como consequência, houve aumento substancial do volume semanal de corrida, associado à introdução de treinos intervalados de alta intensidade, sessões de subida e exercícios pliométricos realizados sem supervisão profissional.

Inicialmente, a paciente percebeu discreto desconforto na região anterior do joelho após corridas superiores a oito quilômetros. Entretanto, ao longo das semanas seguintes, a sintomatologia tornou-se progressivamente mais intensa e frequente, passando a ocorrer durante atividades cotidianas como subir e descer escadas, permanecer sentada por períodos prolongados e realizar movimentos de agachamento.

Nas últimas quatro semanas antes da avaliação, a dor passou a limitar significativamente sua participação esportiva. A paciente referia preocupação crescente com a possibilidade de não conseguir concluir sua preparação para a meia maratona programada para ocorrer em aproximadamente quatro meses, situação que gerava ansiedade e receio de perda do condicionamento físico conquistado durante os meses de treinamento.

8.1.1 História Clínica e Esportiva

A paciente negava histórico de doenças cardiovasculares, respiratórias, metabólicas ou reumatológicas. Não apresentava antecedentes cirúrgicos ortopédicos nem histórico de lesões traumáticas em joelhos. Relatava apenas episódio de entorse leve de tornozelo esquerdo ocorrido há aproximadamente três anos, tratado conservadoramente e sem sequelas funcionais aparentes.

Seu índice de massa corporal era de 21,6 kg/m², calculado a partir de peso corporal de 61 kg e estatura de 1,68 m. Fazia uso regular apenas de contraceptivo oral, negando utilização frequente de anti-inflamatórios, analgésicos ou suplementos ergogênicos.

Antes do início da preparação para a meia maratona, mantinha frequência de treinamento de três sessões semanais, totalizando aproximadamente 18 km por semana. O treinamento apresentava predominância aeróbica, com intensidade leve a moderada e sem objetivos competitivos específicos.

Durante a preparação para a prova, observou-se aumento progressivo da frequência semanal para cinco sessões de corrida, totalizando aproximadamente 42 km por semana. Além do aumento do volume, houve inclusão de sessões intervaladas de alta intensidade, treinos em aclive e exercícios pliométricos voltados para ganho de desempenho.

A análise retrospectiva da carga de treinamento demonstrou aumento superior a 130% do volume semanal em menos de oito semanas. Evidências recentes demonstram que aumentos abruptos de carga representam um dos principais fatores associados ao surgimento de lesões relacionadas à corrida, especialmente em corredores recreacionais que iniciam preparação para provas de longa distância sem adequada progressão da carga de treinamento (Frandsen *et al*., 2025; Besomi *et al*., 2025).

8.1.2 Avaliação da Dor

A avaliação da dor foi realizada por meio da Escala Visual Analógica (EVA). Em repouso, a paciente não apresentava sintomas. Durante a caminhada, referia intensidade de 2 pontos. Entretanto, durante a corrida, a dor atingia intensidade de 7 pontos, chegando a 8 pontos durante movimentos de agachamento profundo.

A paciente descrevia a dor como localizada na região retropatelar e peripatelar, sem irradiação, edema ou sinais inflamatórios evidentes. Referia piora principalmente durante descidas, corridas prolongadas, exercícios pliométricos e permanência prolongada na posição sentada.

A aplicação da Kujala Anterior Knee Pain Scale (AKPS) resultou em escore de 68 pontos em um total de 100, valor compatível com comprometimento funcional moderado decorrente da síndrome da dor femoropatelar.

8.1.3 Avaliação Funcional

A avaliação funcional revelou importante comprometimento das atividades relacionadas à corrida, embora a paciente permanecesse independente para as atividades básicas e instrumentais da vida diária.

Durante o Single Leg Squat Test observou-se reprodução imediata da dor anterior no joelho direito. Simultaneamente, verificou-se aumento do valgo dinâmico, queda pélvica contralateral e deslocamento medial do joelho durante a fase excêntrica do movimento. Esses achados sugerem déficit de controle neuromuscular proximal e redução da estabilidade dinâmica do membro inferior.

No Step Down Test, a paciente apresentou aumento da adução do quadril, rotação interna excessiva do fêmur e perda do alinhamento funcional do membro inferior. A dor foi reproduzida durante as primeiras repetições do teste, reforçando a associação entre os sintomas e a sobrecarga mecânica da articulação femoropatelar.

A literatura contemporânea demonstra que alterações no controle proximal do quadril e do tronco podem contribuir significativamente para o aumento das forças compressivas femoropatelares, especialmente em corredoras recreacionais do sexo feminino (Willy *et al*., 2024).

8.1.4 Avaliação da Mobilidade

A avaliação da mobilidade articular foi realizada por meio do Weight Bearing Lunge Test. Os resultados demonstraram redução bilateral da dorsiflexão do tornozelo, com valores de 7 cm no membro direito e 8 cm no membro esquerdo. Tais valores encontram-se abaixo dos parâmetros frequentemente observados em corredores assintomáticos.

A análise da flexibilidade muscular revelou encurtamento leve dos músculos isquiotibiais e redução moderada da flexibilidade dos músculos quadríceps e tríceps sural.

A redução da mobilidade distal tem sido associada ao aumento das compensações biomecânicas durante a corrida, favorecendo alterações cinemáticas que podem aumentar o estresse mecânico sobre o joelho e contribuir para o desenvolvimento de sintomas femoropatelares (Esculier *et al*., 2023).

8.1.5 Avaliação da Força Muscular

A força muscular foi avaliada por meio de dinamometria manual portátil. Os resultados evidenciaram déficits importantes dos músculos abdutores e rotadores externos do quadril direito quando comparados ao membro contralateral.

Os abdutores do quadril produziram força máxima de 18 kgf no lado acometido e 25 kgf no lado oposto, representando déficit aproximado de 28%. Os rotadores externos apresentaram força de 13 kgf à direita e 18 kgf à esquerda, correspondendo a déficit próximo de 27%.

A avaliação da resistência muscular do tríceps sural foi realizada por meio do Heel Raise Test. A paciente executou apenas 18 repetições no membro acometido, enquanto realizou 29 repetições no membro contralateral.

Esses resultados indicam comprometimento significativo dos principais grupos musculares responsáveis pela estabilização dinâmica do membro inferior durante a corrida.

8.1.6 Avaliação do Equilíbrio e Controle Neuromuscular

O Y Balance Test revelou redução significativa do alcance funcional nos componentes anterior e posterolateral do membro inferior direito. A diferença observada entre os membros ultrapassou 4 cm, valor frequentemente associado a déficits de estabilidade dinâmica.

Durante as tarefas unipodais foi observada oscilação corporal aumentada, redução da estabilidade pélvica e dificuldade de manutenção do alinhamento adequado do joelho.

Tais achados reforçam a presença de alterações do controle neuromuscular frequentemente descritas em corredores com síndrome da dor femoropatelar.

8.1.7 Avaliação Biomecânica da Corrida

A análise biomecânica foi realizada por meio de filmagem em alta velocidade durante corrida em esteira.

Na vista frontal observou-se aumento do valgo dinâmico do joelho, queda pélvica contralateral e oscilação lateral excessiva do tronco durante a fase de apoio.

Na vista lateral identificou-se padrão de overstride discreto, caracterizado por contato inicial realizado à frente do centro de massa corporal. Além disso, verificou-se aumento do tempo de contato com o solo e redução da eficiência mecânica durante a fase de propulsão.

A cadência foi de 152 passos por minuto, valor inferior ao frequentemente observado em corredores recreacionais com velocidade semelhante. O comprimento da passada apresentava-se aumentado, contribuindo para maior carga mecânica transmitida à articulação femoropatelar.

8.1.8 Avaliação Psicossocial

A avaliação psicossocial foi realizada por meio da Tampa Scale of Kinesiophobia, que resultou em escore de 38 pontos, indicando presença de medo moderado relacionado ao movimento e à continuidade da prática esportiva.

A Pain Catastrophizing Scale apresentou 22 pontos, não caracterizando níveis clinicamente relevantes de catastrofização da dor.

Apesar disso, a paciente demonstrava preocupação significativa quanto à possibilidade de interrupção definitiva dos treinamentos, situação que poderia influenciar negativamente sua adesão ao processo de reabilitação.

8.1.9 Integração dos Achados Clínicos

A integração dos resultados obtidos permitiu identificar um quadro multifatorial caracterizado por progressão inadequada da carga de treinamento, déficits expressivos de força dos músculos estabilizadores do quadril, redução da mobilidade distal, alterações do controle neuromuscular e modificações biomecânicas capazes de aumentar o estresse articular femoropatelar.

O aumento superior a 130% do volume semanal em menos de dois meses representa um importante fator de risco para desenvolvimento de lesões por sobrecarga. Associadamente, a fraqueza dos abdutores e rotadores externos do quadril favorecia aumento do valgo dinâmico e maior compressão femoropatelar durante a corrida.

As alterações observadas na cadência e no comprimento da passada provavelmente contribuíam para o aumento das forças reacionais do solo e da demanda mecânica sobre o joelho acometido.

8.1.10 Diagnóstico Fisioterapêutico

Com base na integração dos achados clínicos, funcionais, biomecânicos e relacionados à carga de treinamento, foi estabelecido o diagnóstico fisioterapêutico de corredora recreacional apresentando Síndrome da Dor Femoropatelar do joelho direito associada à sobrecarga progressiva de treinamento, déficit de força dos músculos estabilizadores do quadril, redução do controle neuromuscular e alterações biomecânicas capazes de aumentar o estresse femoropatelar.

8.1.11 Estratificação de Risco

De acordo com o sistema de estratificação funcional utilizado para corredores, a paciente foi classificada na categoria de Risco Moderado-Alto, representada pela cor laranja. Essa classificação foi fundamentada na presença de dor durante a corrida, déficits funcionais significativos, alterações biomecânicas relevantes, progressão inadequada da carga de treinamento e objetivo competitivo próximo.

8.1.12 Objetivos Terapêuticos

A definição dos objetivos terapêuticos foi realizada com base nos achados clínicos, funcionais e biomecânicos observados durante a avaliação inicial, considerando simultaneamente as necessidades da paciente e o objetivo esportivo de participação na meia maratona programada para os meses subsequentes.

No curto prazo, os objetivos concentraram-se na redução da dor, melhora da tolerância às atividades funcionais e diminuição da sobrecarga articular femoropatelar. Buscou-se reduzir a intensidade dolorosa para valores inferiores a 3 pontos na Escala Visual Analógica, restaurar a confiança durante as atividades cotidianas e promover educação relacionada à carga de treinamento, visando minimizar fatores perpetuadores do quadro clínico.

No médio prazo, os objetivos incluíram recuperação da força dos músculos abdutores e rotadores externos do quadril, melhora do controle neuromuscular do membro inferior, aumento da estabilidade dinâmica e correção dos principais fatores biomecânicos modificáveis identificados durante a análise da corrida. Nessa fase, também foi planejado o retorno gradual aos treinos específicos de corrida.

Em longo prazo, as metas terapêuticas contemplaram o retorno completo à preparação da meia maratona, melhora da eficiência biomecânica da corrida, aumento da capacidade de tolerância à carga e redução do risco de recorrência dos sintomas. Adicionalmente, buscou-se promover autonomia para autogerenciamento da carga de treinamento e monitoramento dos sinais precoces de sobrecarga musculoesquelética.

8.1.13 Plano Fisioterapêutico

Fase 1 – Controle dos Sintomas e Redução da Sobrecarga

A primeira fase do tratamento teve como foco principal a modulação dos sintomas e a redução das cargas mecânicas excessivas sobre a articulação femoropatelar. A paciente recebeu orientações detalhadas acerca da natureza multifatorial da síndrome da dor femoropatelar, compreendendo que a dor não estava necessariamente relacionada à presença de dano estrutural

irreversível, mas sim a um desequilíbrio temporário entre demanda mecânica e capacidade adaptativa dos tecidos.

Foi realizada análise detalhada da planilha de treinamento, sendo recomendado reduzir temporariamente o volume semanal em aproximadamente 50%, suspendendo os treinos intervalados de alta intensidade, os exercícios pliométricos e os treinos em aclive. A paciente foi orientada a manter apenas corridas leves em intensidade confortável, desde que a dor permanecesse abaixo de 3 pontos durante e após o exercício.

O programa inicial de exercícios concentrou-se no fortalecimento isométrico e isotônico leve dos músculos do quadril e do joelho. Foram prescritos exercícios como ponte unilateral assistida, clamshell, abdução de quadril em decúbito lateral e contrações isométricas de quadríceps. Paralelamente, iniciou-se trabalho de mobilidade para tornozelo, quadril e cadeia posterior.

Estudos recentes demonstram que intervenções combinando educação, controle da carga e exercícios terapêuticos constituem a abordagem de primeira linha para pacientes com dor femoropatelar, apresentando resultados superiores às intervenções passivas isoladas (Neal *et al*., 2024).

Fase 2 – Recuperação Funcional e Recondicionamento Neuromuscular

Após redução significativa dos sintomas, iniciou-se a segunda fase do tratamento, direcionada à recuperação funcional e ao aumento da capacidade física do membro inferior.

O treinamento de força passou a incluir exercícios multiarticulares progressivos, como agachamentos bipodais e unipodais, step-up, step-down, deadlift unilateral, hip thrust e avanços. A progressão das cargas foi realizada de forma gradual, respeitando os princípios de adaptação tecidual e monitoramento da resposta clínica.

O treinamento neuromuscular foi desenvolvido por meio de exercícios de equilíbrio unipodal, tarefas com perturbações externas, exercícios em superfícies instáveis e atividades envolvendo controle dinâmico do membro inferior durante movimentos funcionais. O objetivo principal era melhorar a estabilidade pélvica, reduzir o valgo dinâmico e otimizar a capacidade de absorção de carga durante a corrida.

A mobilidade articular também recebeu atenção especial. Foram incorporados exercícios específicos para aumento da dorsiflexão do tornozelo, melhora da mobilidade de quadril e flexibilização da musculatura posterior da coxa e da panturrilha.

Durante essa fase, a literatura recomenda que o fortalecimento do quadril seja considerado um dos componentes centrais da reabilitação de corredores com síndrome da dor

femoropatelar, especialmente em mulheres que apresentam déficits de estabilidade proximal (Willy *et al*., 2024).

Fase 3 – Retorno Progressivo à Corrida

Com a melhora dos sintomas e recuperação dos principais déficits funcionais, iniciou-se a fase de retorno progressivo à corrida.

Inicialmente foi adotado um protocolo de alternância entre caminhada e trote leve. A progressão ocorreu conforme tolerância clínica, respeitando ausência de aumento significativo da dor durante o exercício e nas 24 horas subsequentes.

A velocidade, duração e frequência das sessões foram aumentadas gradualmente. Após adaptação satisfatória às corridas contínuas em baixa intensidade, foram reintroduzidos treinos moderados, seguidos posteriormente por exercícios intervalados e corridas de maior distância.

Paralelamente, realizou-se intervenção biomecânica baseada em evidências. A cadência foi progressivamente aumentada em aproximadamente 7%, buscando reduzir o comprimento excessivo da passada e diminuir as forças compressivas femoropatelares. Estudos demonstram que pequenas modificações na cadência podem reduzir significativamente a carga articular e melhorar os sintomas em corredores com dor femoropatelar (Esculier *et al*., 2023).

Durante toda a progressão, a paciente foi orientada a monitorar dor, fadiga, qualidade do sono, percepção subjetiva de esforço e recuperação pós-treino, permitindo ajustes individualizados da carga.

8.1.14 Reavaliação após 12 Semanas

Após doze semanas de acompanhamento fisioterapêutico, observou-se melhora substancial dos indicadores clínicos e funcionais.

A intensidade da dor durante a corrida reduziu de 7 para 1 ponto na Escala Visual Analógica. O escore da Kujala Anterior Knee Pain Scale aumentou de 68 para 93 pontos, indicando recuperação funcional importante.

Os déficits de força dos abdutores e rotadores externos do quadril reduziram-se para menos de 10% em comparação ao membro contralateral. Houve melhora significativa do Y Balance Test, da estabilidade dinâmica e dos padrões biomecânicos observados durante a corrida.

A cadência aumentou para 164 passos por minuto, acompanhada de redução do comprimento excessivo da passada e melhora do alinhamento do membro inferior durante a fase de apoio.

A paciente retornou integralmente aos treinamentos planejados para a meia maratona sem recorrência dos sintomas.

8.1.15 Prognóstico

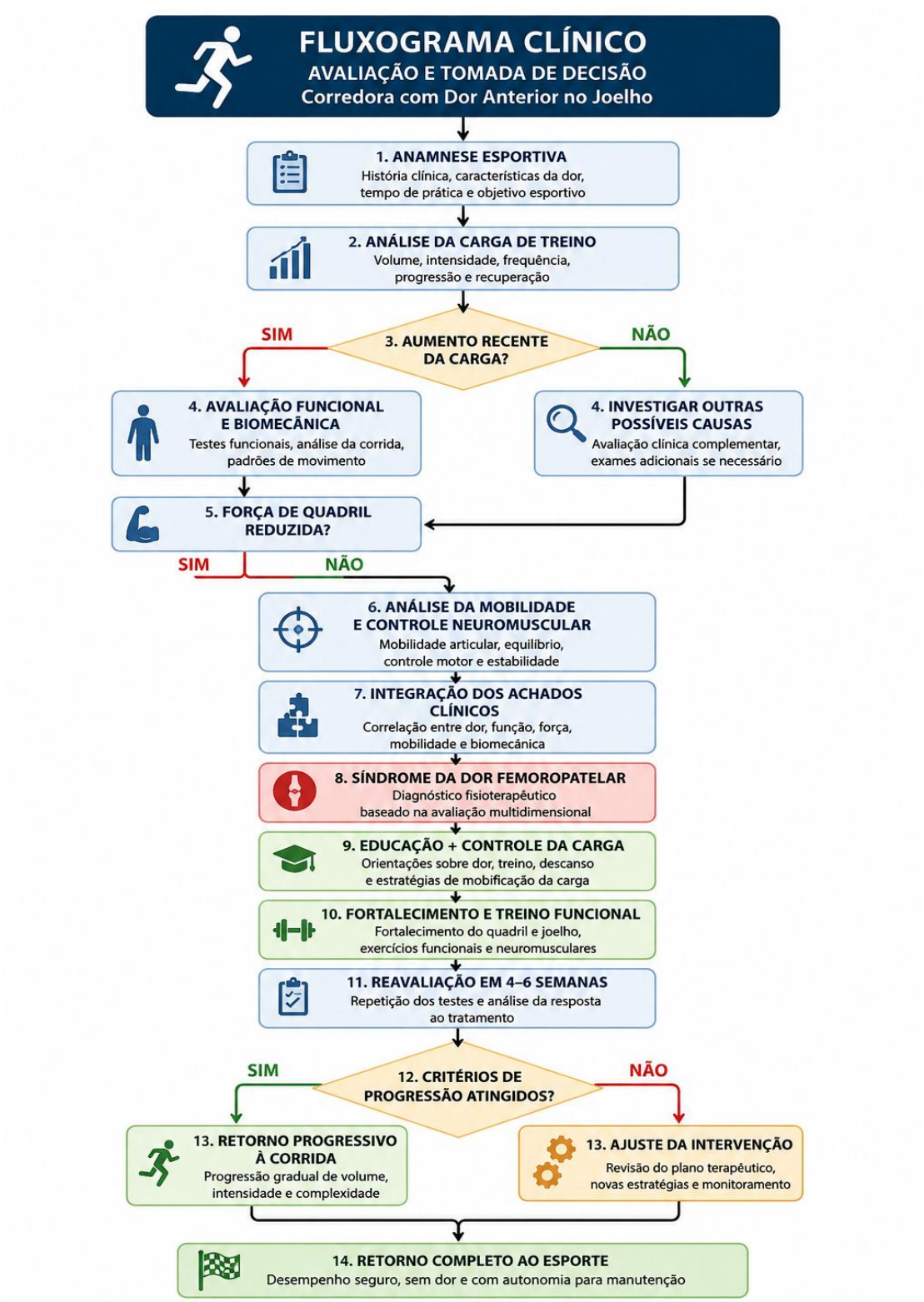
O prognóstico foi considerado favorável desde o início do acompanhamento, principalmente devido à identificação precoce dos fatores modificáveis associados ao quadro clínico. A ausência de lesões estruturais graves, o elevado nível de adesão ao tratamento e a boa capacidade de recuperação física contribuíram significativamente para os resultados obtidos.

A literatura atual demonstra que pacientes com síndrome da dor femoropatelar apresentam elevada probabilidade de recuperação funcional quando submetidos a programas individualizados que integrem educação, controle da carga, fortalecimento muscular, treinamento neuromuscular e intervenções biomecânicas direcionadas (Neal *et al*., 2024; Willy *et al*., 2024).

Entretanto, a manutenção dos resultados depende da continuidade do treinamento de força, do monitoramento adequado da carga de treinamento e da adoção de estratégias que permitam progressão segura dos estímulos ao longo da carreira esportiva.

8.1.16 Fluxograma Clínico de Avaliação e Tomada de Decisão

Figura 144- Fluxograma de Decisão clínica



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

8.2 Caso Clínico 2 – Síndrome da Banda Iliotibial Associada à Instabilidade Proximal e Sobrecarga de Treinamento

A Sra. Juliana Ferreira Costa (nome fictício), sexo feminino, 29 anos de idade, advogada, solteira e praticante regular de corrida de rua há aproximadamente cinco anos, procurou atendimento fisioterapêutico especializado devido à presença de dor progressiva na região lateral do joelho direito. A paciente relatou que sempre participou de provas recreacionais de 5 km e 10 km, mantendo frequência regular de treinamento e sem histórico significativo de lesões relacionadas à corrida.

Nos quatro meses anteriores ao surgimento dos sintomas, decidiu iniciar preparação para sua primeira meia maratona. Para alcançar esse objetivo, aumentou progressivamente a frequência dos treinamentos, passou a realizar longões semanais e incorporou sessões de velocidade em pista. Paralelamente, começou a participar de grupos de corrida, o que resultou em aumento da intensidade dos treinos em comparação ao padrão habitual.

Inicialmente percebeu desconforto leve na região lateral do joelho apenas após corridas superiores a oito quilômetros. Entretanto, ao longo das semanas seguintes, a dor passou a surgir cada vez mais precocemente durante os treinamentos, especialmente em percursos com descidas e durante corridas de maior duração.

Nas últimas cinco semanas antes da avaliação, os sintomas passaram a limitar significativamente sua participação esportiva. A paciente referia necessidade frequente de interromper os treinos devido à dor, além de receio crescente de não conseguir completar a prova para a qual vinha se preparando.

8.2.1 História Clínica e Esportiva

A paciente negava histórico de doenças cardiovasculares, metabólicas, respiratórias ou reumatológicas. Não apresentava antecedentes cirúrgicos ortopédicos e não fazia uso contínuo de medicamentos.

Apresentava índice de massa corporal de 22,1 kg/m², calculado a partir de peso corporal de 58 kg e estatura de 1,62 m.

Antes da preparação para a meia maratona, realizava aproximadamente três sessões semanais de corrida, totalizando cerca de 20 quilômetros por semana. Durante o período preparatório, aumentou gradativamente para cinco sessões semanais, alcançando aproximadamente 45 quilômetros por semana.

A análise retrospectiva da carga de treinamento demonstrou aumento superior a 120% do volume semanal em menos de dois meses. Além disso, observou-se aumento importante da intensidade dos treinos, sem períodos adequados de recuperação.

A literatura demonstra que aumentos abruptos da carga, associados a déficits biomecânicos e neuromusculares, representam importantes fatores predisponentes para o desenvolvimento da Síndrome da Banda Iliotibial em corredores de longa distância.

8.2.2 Avaliação da Dor

A avaliação da dor foi realizada por meio da Escala Visual Analógica (EVA). Em repouso, a paciente não apresentava sintomas. Durante a caminhada referia intensidade de 1 ponto. Entretanto, durante a corrida a dor atingia intensidade de 8 pontos, especialmente após os primeiros seis quilômetros de treinamento.

A paciente descrevia a dor como localizada na região lateral do joelho direito, próxima ao epicôndilo lateral do fêmur, sem irradiação distal ou proximal. Relatava piora importante durante descidas, corridas prolongadas e sessões intervaladas.

A aplicação da Lower Extremity Functional Scale (LEFS) resultou em escore de 61 pontos em um total de 80, indicando comprometimento funcional moderado relacionado à prática esportiva.

8.2.3 Avaliação Funcional

A avaliação funcional revelou importante limitação para atividades relacionadas à corrida, embora a paciente permanecesse independente para as atividades básicas e instrumentais da vida diária.

Durante o Single Leg Squat Test observou-se aumento significativo do valgo dinâmico do joelho direito, acompanhado por queda pélvica contralateral e deslocamento medial excessivo do membro inferior durante a fase excêntrica do movimento. Simultaneamente ocorreu reprodução da dor na região lateral do joelho.

No Step Down Test verificou-se aumento da adução do quadril e redução do controle postural durante a descida, reforçando a presença de instabilidade dinâmica do membro inferior.

A aplicação do Ober Test resultou positiva para encurtamento da banda iliotibial, reproduzindo parcialmente os sintomas relatados pela paciente.

8.2.4 Avaliação da Mobilidade

A avaliação da mobilidade articular foi realizada por meio do Weight Bearing Lunge Test, demonstrando dorsiflexão preservada bilateralmente.

Entretanto, observou-se redução da mobilidade do quadril, principalmente em movimentos de extensão e rotação externa. A avaliação da flexibilidade muscular revelou encurtamento moderado dos músculos tensor da fáscia lata, glúteo máximo e cadeia posterior.

Esses achados podem contribuir para alterações cinemáticas durante a corrida, aumentando a tensão exercida sobre a banda iliotibial durante a fase de apoio.

8.2.5 Avaliação da Força Muscular

A força muscular foi avaliada por meio de dinamometria manual portátil.

Os músculos abdutores do quadril produziram força máxima de 18 kgf no lado acometido e 26 kgf no lado contralateral, representando déficit aproximado de 31%.

Os rotadores externos apresentaram força de 14 kgf à direita e 19 kgf à esquerda, correspondendo a déficit próximo de 26%.

A avaliação funcional demonstrou ainda redução da resistência muscular dos glúteos durante tarefas sustentadas de apoio unipodal.

Esses resultados evidenciaram comprometimento significativo da musculatura responsável pela estabilização proximal do membro inferior durante a corrida.

8.2.6 Avaliação do Equilíbrio e Controle Neuromuscular

O Y Balance Test revelou redução importante do alcance funcional nas direções anterior e posterolateral do membro inferior direito.

A diferença observada entre os membros ultrapassou cinco centímetros, valor frequentemente associado à redução da estabilidade dinâmica e maior risco de lesões musculoesqueléticas.

Durante tarefas unipodais observou-se aumento da oscilação corporal, perda do alinhamento pélvico e dificuldade de manutenção do controle frontal do joelho.

Tais achados reforçaram a presença de déficits neuromusculares frequentemente descritos em corredoras com Síndrome da Banda Iliotibial.

8.2.7 Avaliação Biomecânica da Corrida

A análise biomecânica foi realizada por meio de filmagem em alta velocidade durante corrida em esteira.

Na vista frontal observou-se aumento da adução do quadril, queda pélvica contralateral e valgo dinâmico do joelho durante a fase de apoio.

Na vista lateral identificou-se discreto aumento do comprimento da passada e redução da frequência de passadas.

A cadência observada foi de 156 passos por minuto, valor inferior ao frequentemente recomendado para corredores com sintomas relacionados à sobrecarga do joelho.

A combinação desses fatores favorecia aumento da tensão sobre a banda iliotibial durante movimentos repetitivos de flexão e extensão do joelho.

8.2.8 Avaliação Psicossocial

A avaliação psicossocial foi realizada por meio da Tampa Scale of Kinesiophobia, que resultou em escore de 34 pontos, indicando presença de medo leve a moderado relacionado ao movimento.

A paciente demonstrava preocupação significativa quanto à possibilidade de não conseguir concluir a meia maratona planejada, embora apresentasse elevada motivação para aderir ao tratamento.

A Pain Catastrophizing Scale apresentou 16 pontos, não caracterizando níveis clinicamente relevantes de catastrofização da dor.

8.2.9 Integração dos Achados Clínicos

A integração dos resultados permitiu identificar um quadro multifatorial caracterizado por aumento excessivo da carga de treinamento, déficits importantes de força dos abdutores e rotadores externos do quadril, alterações do controle neuromuscular e modificações biomecânicas capazes de aumentar a tensão sobre a banda iliotibial.

O aumento superior a 120% do volume semanal em período inferior a oito semanas representou importante fator predisponente para o desenvolvimento da lesão. Associadamente, a fraqueza da musculatura estabilizadora proximal favorecia aumento da adução do quadril, queda pélvica e maior tensão sobre a face lateral do joelho durante a corrida.

As alterações observadas na cadência e no controle dinâmico do membro inferior provavelmente contribuíam para a perpetuação dos sintomas e para o aumento da carga mecânica sobre os tecidos acometidos.

8.2.10 Diagnóstico Fisioterapêutico

Com base na integração dos achados clínicos, funcionais, biomecânicos e relacionados à carga de treinamento, foi estabelecido o diagnóstico fisioterapêutico de corredora recreacional apresentando Síndrome da Banda Iliotibial do joelho direito associada à sobrecarga progressiva de treinamento, déficit de força dos músculos estabilizadores do quadril, alterações do controle neuromuscular e modificações biomecânicas capazes de aumentar a tensão na face lateral do joelho.

8.2.11 Estratificação de Risco

De acordo com o sistema de estratificação funcional utilizado para corredores, a paciente foi classificada na categoria de Risco Moderado-Alto (cor laranja).

Essa classificação foi fundamentada na presença de dor durante a corrida, limitações funcionais relevantes, déficits biomecânicos significativos, progressão inadequada da carga de treinamento e objetivo competitivo próximo.

8.2.12 Objetivos Terapêuticos

A definição dos objetivos terapêuticos foi realizada com base nos achados clínicos, funcionais e biomecânicos observados durante a avaliação inicial, considerando simultaneamente as necessidades da paciente e o objetivo esportivo de participação na meia maratona programada para os meses subsequentes.

No curto prazo, os objetivos concentraram-se na redução da dor, melhora da tolerância às atividades funcionais e diminuição da tensão mecânica sobre a banda iliotibial. Buscou-se reduzir a intensidade dolorosa para valores inferiores a 3 pontos na Escala Visual Analógica, restaurar a confiança durante as atividades cotidianas e promover educação relacionada à carga de treinamento, minimizando fatores perpetuadores do quadro clínico.

No médio prazo, os objetivos incluíram recuperação da força dos músculos abdutores e rotadores externos do quadril, melhora do controle neuromuscular do membro inferior, aumento da estabilidade dinâmica da pelve e correção dos principais fatores biomecânicos modificáveis identificados durante a análise da corrida. Nessa fase, também foi planejado o retorno gradual aos treinos específicos.

Em longo prazo, as metas terapêuticas contemplaram o retorno completo à preparação da meia maratona, melhora da eficiência biomecânica da corrida, aumento da tolerância à carga e redução do risco de recorrência dos sintomas. Buscou-se ainda promover autonomia para

monitoramento da carga de treinamento e identificação precoce de sinais de sobrecarga musculoesquelética.

8.2.13 Plano Fisioterapêutico

Fase 1 – Controle dos Sintomas e Redução da Sobrecarga

A primeira fase do tratamento teve como foco principal a modulação dos sintomas e a redução das cargas mecânicas excessivas sobre a banda iliotibial. A paciente recebeu orientações detalhadas sobre a natureza multifatorial da síndrome, compreendendo que a dor estava relacionada principalmente à sobrecarga mecânica repetitiva e aos déficits funcionais identificados durante a avaliação.

Foi realizada análise detalhada da carga de treinamento, sendo recomendado reduzir temporariamente o volume semanal de corrida em aproximadamente 40 a 50%. Os treinos intervalados de alta intensidade, percursos com descidas acentuadas e sessões mais longas foram suspensos temporariamente.

O programa inicial de exercícios concentrou-se no fortalecimento isométrico e isotônico leve dos músculos estabilizadores do quadril. Foram prescritos exercícios como ponte unilateral, clamshell, abdução de quadril em decúbito lateral, elevação pélvica e exercícios básicos de estabilidade do core.

Paralelamente, foram iniciadas intervenções voltadas para melhora da mobilidade do quadril e flexibilização da musculatura do tensor da fáscia lata, glúteos e cadeia posterior.

Estudos recentes demonstram que programas que combinam educação, gerenciamento adequado da carga e fortalecimento dos músculos do quadril representam a abordagem inicial mais eficaz para corredores com Síndrome da Banda Iliotibial.

Fase 2 – Recuperação Funcional e Recondicionamento Neuromuscular

Após redução significativa dos sintomas, iniciou-se a segunda fase do tratamento, direcionada à recuperação funcional e ao aumento da capacidade física do membro inferior.

O treinamento de força passou a incluir exercícios multiarticulares progressivos, como agachamentos bipodais e unipodais, step-up, step-down, deadlift unilateral, avanços e hip thrust. A progressão das cargas foi realizada de forma gradual, respeitando a resposta clínica da paciente e os princípios de adaptação tecidual.

O treinamento neuromuscular foi desenvolvido por meio de exercícios de equilíbrio unipodal, tarefas com perturbações externas, exercícios de controle pélvico e atividades voltadas ao alinhamento dinâmico do membro inferior durante movimentos funcionais.

O objetivo principal dessa fase foi reduzir a adução excessiva do quadril, minimizar o valgo dinâmico do joelho e melhorar a capacidade de absorção de carga durante a corrida.

A mobilidade articular continuou sendo trabalhada por meio de exercícios específicos para quadril, pelve e cadeia posterior, visando reduzir compensações biomecânicas associadas à lesão.

A literatura contemporânea destaca que o fortalecimento dos abdutores do quadril constitui um dos componentes centrais da reabilitação de corredores com Síndrome da Banda Iliotibial, especialmente em mulheres que apresentam instabilidade proximal.

Fase 3 – Retorno Progressivo à Corrida

Com a melhora dos sintomas e recuperação dos principais déficits funcionais, iniciou-se a fase de retorno progressivo à corrida.

Inicialmente foi adotado um protocolo de alternância entre caminhada e corrida leve. A progressão ocorreu conforme tolerância clínica, respeitando ausência de aumento significativo da dor durante o exercício e nas 24 horas subsequentes.

A duração, frequência e intensidade das sessões foram aumentadas gradualmente. Após adaptação satisfatória às corridas contínuas em baixa intensidade, foram reintroduzidos treinos moderados e, posteriormente, sessões específicas para preparação da meia maratona.

Paralelamente, foi realizada intervenção biomecânica baseada em evidências. A cadência foi progressivamente aumentada em aproximadamente 5 a 7%, buscando reduzir o comprimento excessivo da passada, diminuir o tempo de contato com o solo e reduzir a tensão exercida sobre a banda iliotibial.

Durante toda a progressão, a paciente foi orientada a monitorar dor, fadiga, percepção subjetiva de esforço e recuperação pós-treino, permitindo ajustes individualizados da carga.

8.2.14 Reavaliação após 12 Semanas

Após doze semanas de acompanhamento fisioterapêutico observou-se melhora substancial dos indicadores clínicos, funcionais e biomecânicos.

A intensidade da dor durante a corrida reduziu de 8 para 1 ponto na Escala Visual Analógica. O escore da Lower Extremity Functional Scale aumentou de 61 para 78 pontos, indicando recuperação funcional importante.

Os déficits de força dos abdutores e rotadores externos do quadril reduziram-se para menos de 10% em comparação ao membro contralateral. Houve melhora significativa dos resultados do Y Balance Test, da estabilidade pélvica e do alinhamento dinâmico do joelho durante tarefas funcionais.

A análise biomecânica demonstrou redução da adução excessiva do quadril, melhora do controle frontal do joelho e aumento da cadência para 166 passos por minuto.

A paciente retornou integralmente aos treinamentos programados para a meia maratona sem recorrência dos sintomas.

8.2.15 Prognóstico

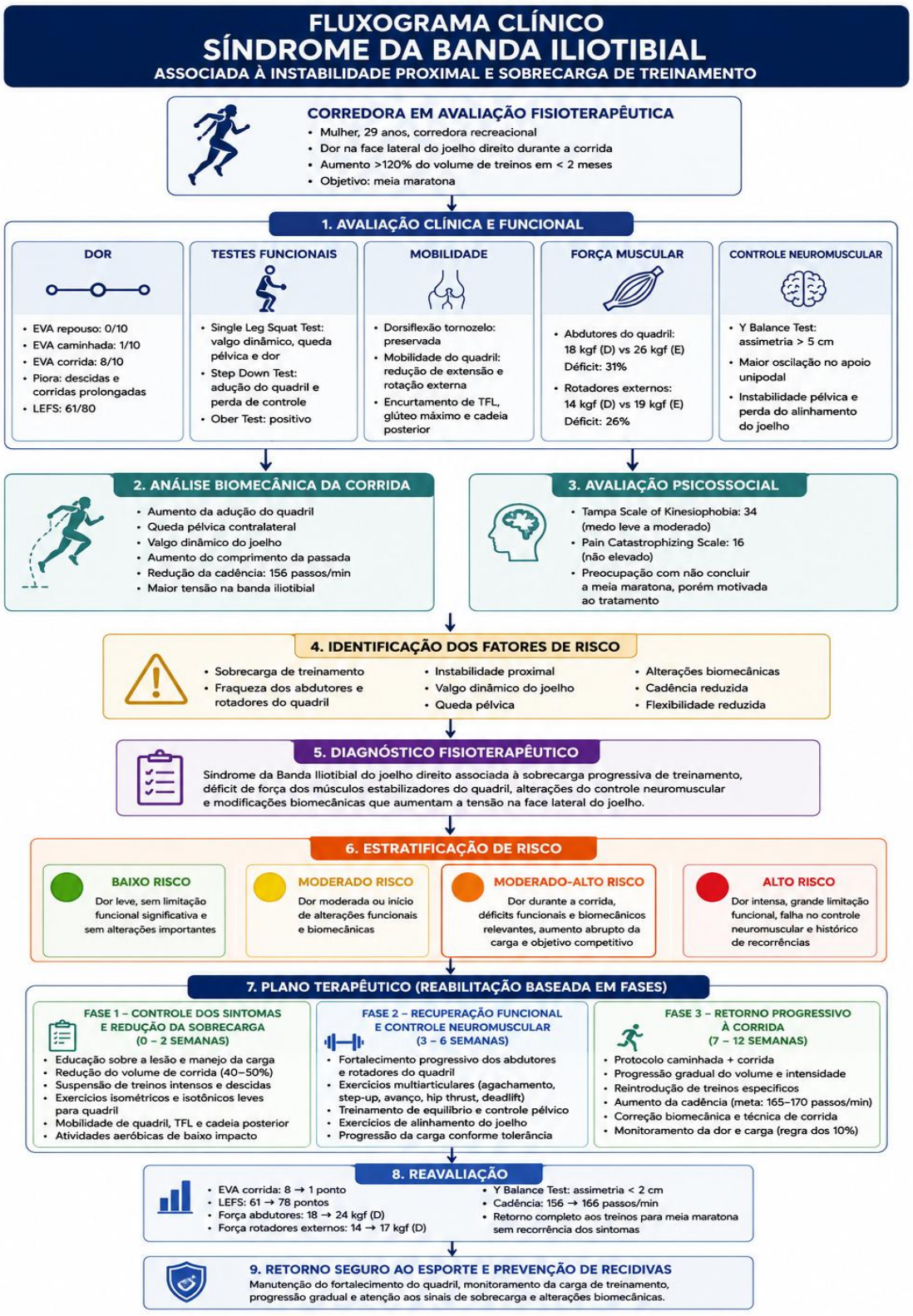
O prognóstico foi considerado favorável desde o início do acompanhamento, principalmente devido à identificação precoce dos fatores modificáveis associados ao quadro clínico. A ausência de lesões estruturais graves, o elevado nível de adesão ao tratamento e a boa capacidade de recuperação física contribuíram significativamente para os resultados obtidos.

A literatura atual demonstra que corredores com Síndrome da Banda Iliotibial apresentam elevada probabilidade de recuperação funcional quando submetidos a programas individualizados que integrem educação, controle da carga, fortalecimento muscular, treinamento neuromuscular e intervenções biomecânicas direcionadas

Entretanto, a manutenção dos resultados depende da continuidade do treinamento de força dos estabilizadores do quadril, do monitoramento adequado da carga de treinamento e da adoção de estratégias que permitam progressão segura dos estímulos ao longo da prática esportiva.

8.2.16 Fluxograma Clínico de Avaliação e Tomada de Decisão

Figura 145- Fluxograma de Decisão clínica



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

8.3 Caso Clínico 3 – Fratura por Estresse Tibial Associada à Baixa Disponibilidade Energética e Sobrecarga de Treinamento

A Sra. Mariana Lopes Andrade (nome fictício), sexo feminino, 31 anos de idade, nutricionista, solteira e praticante regular de corrida de rua há aproximadamente sete anos, procurou atendimento fisioterapêutico especializado devido à presença de dor progressiva na região medial da perna direita, localizada ao longo do terço distal da tíbia.

A paciente relatou que sempre participou de provas de 5 km, 10 km e meia maratona, mantendo rotina regular de treinamento e bom desempenho esportivo. Entretanto, nos seis meses anteriores ao início dos sintomas, decidiu preparar-se para sua primeira maratona e iniciou um programa de treinamento mais intenso.

Paralelamente à preparação esportiva, passou a seguir uma estratégia nutricional com restrição calórica importante visando redução do percentual de gordura corporal antes da competição. Como consequência, apresentou perda ponderal de aproximadamente 6 kg em quatro meses.

Inicialmente percebeu desconforto leve na face medial da perna ao final dos treinos mais longos. Com o passar das semanas, a dor passou a surgir mais precocemente durante a corrida, tornando-se progressivamente mais intensa. Nas últimas três semanas antes da avaliação, os sintomas passaram a ocorrer também durante caminhadas prolongadas e atividades cotidianas, levando à interrupção completa dos treinamentos.

A paciente demonstrava preocupação significativa quanto à possibilidade de não participar da maratona programada para os meses subsequentes, além de receio em relação à gravidade da lesão.

8.3.1 História Clínica e Esportiva

A paciente negava histórico de doenças cardiovasculares, respiratórias ou reumatológicas. Não apresentava antecedentes cirúrgicos ortopédicos nem histórico prévio de fraturas.

Durante a anamnese, relatou episódios de irregularidade menstrual nos últimos oito meses, evoluindo para amenorreia secundária nos quatro meses anteriores à avaliação.

Seu índice de massa corporal era de 19,1 kg/m², calculado a partir de peso corporal de 52 kg e estatura de 1,65 m.

Antes do início da preparação para a maratona, realizava aproximadamente 28 quilômetros de corrida por semana. Durante os meses subsequentes, aumentou

progressivamente o volume para aproximadamente 70 quilômetros semanais, representando incremento superior a 150% da carga habitual.

Além disso, a paciente realizava treinamento de força apenas uma vez por semana e apresentava períodos insuficientes de recuperação entre as sessões de corrida.

A combinação entre aumento excessivo da carga mecânica, baixa disponibilidade energética e alterações hormonais representa um importante fator de risco para lesões ósseas por estresse em corredoras de longa distância.

8.3.2 Avaliação da Dor

A avaliação da dor foi realizada por meio da Escala Visual Analógica (EVA). Em repouso, a paciente referia intensidade de 2 pontos. Durante a caminhada, a dor atingia intensidade de 5 pontos. Durante a corrida, antes da suspensão das atividades esportivas, os sintomas alcançavam intensidade de 9 pontos.

A paciente descrevia a dor como profunda, localizada na face medial da tíbia direita, sem irradiação. Relatava piora progressiva com impacto repetitivo, corridas prolongadas e atividades que envolviam saltos.

Durante a palpação, observou-se dor localizada em área inferior a cinco centímetros de extensão, característica frequentemente associada às fraturas por estresse.

8.3.3 Avaliação Funcional

A avaliação funcional revelou importante limitação para atividades esportivas e redução da tolerância às atividades de impacto.

Durante o Single Leg Hop Test ocorreu reprodução imediata da dor, impossibilitando a continuidade do teste.

O Triple Hop Test também não pôde ser concluído devido ao aumento significativo dos sintomas.

A paciente apresentava marcha independente, porém com redução espontânea do tempo de apoio no membro acometido.

Embora permanecesse independente para as atividades básicas da vida diária, relatava dificuldade para caminhadas prolongadas, atividades recreacionais e exercícios físicos.

8.3.4 Avaliação da Mobilidade

A avaliação da mobilidade articular demonstrou amplitudes preservadas para tornozelo, joelho e quadril.

Entretanto, observou-se redução discreta da dorsiflexão do tornozelo direito durante o Weight Bearing Lunge Test, associada a encurtamento moderado da musculatura posterior da perna.

A avaliação da flexibilidade revelou redução da extensibilidade dos músculos gastrocnêmio, sóleo e isquiotibiais.

Apesar de não constituírem fatores causais diretos, essas alterações podem contribuir para modificações biomecânicas que aumentam a demanda mecânica sobre o sistema musculoesquelético durante a corrida.

8.3.5 Avaliação da Força Muscular

A força muscular foi avaliada por meio de dinamometria manual portátil.

Observou-se déficit moderado dos músculos abdutores do quadril direito quando comparados ao membro contralateral.

Os abdutores produziram força máxima de 20 kgf no lado acometido e 26 kgf no lado oposto, representando déficit aproximado de 23%.

A avaliação funcional também demonstrou redução da resistência muscular dos flexores plantares durante o Heel Raise Test.

Esses achados sugeriam comprometimento da capacidade de absorção e dissipação das cargas mecânicas durante a corrida.

8.3.6 Avaliação do Equilíbrio e Controle Neuromuscular

O Y Balance Test revelou redução significativa do alcance funcional do membro inferior direito.

A diferença observada entre os membros ultrapassou quatro centímetros, indicando comprometimento da estabilidade dinâmica.

Durante as tarefas unipodais observou-se aumento da oscilação corporal e redução do controle postural, especialmente após períodos prolongados de sustentação.

Os déficits identificados sugeriam alterações do controle neuromuscular que poderiam contribuir para distribuição inadequada das cargas mecânicas durante a corrida.

8.3.7 Avaliação Biomecânica da Corrida

A análise biomecânica foi realizada por meio de filmagem em alta velocidade antes da suspensão completa dos treinamentos.

Na vista lateral observou-se aumento do comprimento da passada, associado à redução da cadência.

A paciente apresentava cadência média de 152 passos por minuto, valor inferior ao frequentemente observado em corredoras recreacionais com velocidade semelhante.

Também foi identificado aumento do impacto vertical durante o contato inicial com o solo, acompanhado por redução da capacidade de absorção de carga durante a fase de apoio.

Essas alterações biomecânicas provavelmente contribuíam para o aumento das forças transmitidas à tíbia durante os treinamentos.

8.3.8 Avaliação Psicossocial

A avaliação psicossocial foi realizada por meio da Tampa Scale of Kinesiophobia, que resultou em escore de 39 pontos, indicando medo moderado relacionado ao movimento.

A paciente demonstrava preocupação significativa quanto à possibilidade de agravamento da lesão e receio de não conseguir retornar às competições.

A Pain Catastrophizing Scale apresentou escore de 21 pontos, sem caracterizar níveis clinicamente relevantes de catastrofização.

Entretanto, observou-se ansiedade relacionada à interrupção dos treinamentos e ao possível comprometimento dos objetivos esportivos estabelecidos para a temporada.

8.3.9 Integração dos Achados Clínicos

A integração dos resultados permitiu identificar um quadro multifatorial caracterizado por aumento excessivo da carga de treinamento, baixa disponibilidade energética, amenorreia secundária, alterações biomecânicas e déficits de capacidade muscular.

O aumento superior a 150% do volume semanal de corrida associado à redução da ingestão calórica provavelmente promoveu desequilíbrio entre formação e remodelação óssea, favorecendo o desenvolvimento da lesão.

As alterações biomecânicas observadas, especialmente o aumento do comprimento da passada e a redução da cadência, contribuíam para aumento das forças de reação do solo e sobrecarga da tíbia durante os treinamentos.

A associação entre fatores mecânicos, metabólicos e hormonais reforçou a natureza multifatorial da lesão observada.

8.3.10 Diagnóstico Fisioterapêutico

Com base na integração dos achados clínicos, funcionais, biomecânicos e metabólicos, foi estabelecido o diagnóstico fisioterapêutico de corredora recreacional apresentando Fratura por Estresse Tibial do membro inferior direito associada à sobrecarga progressiva de treinamento, baixa disponibilidade energética, amenorreia secundária e alterações biomecânicas capazes de aumentar a carga mecânica sobre o tecido ósseo.

8.3.11 Estratificação de Risco

De acordo com os critérios clínicos e funcionais utilizados em lesões ósseas por estresse, a paciente foi classificada na categoria: Alto Risco

Essa classificação foi fundamentada na presença de: Dor durante atividades de vida diária; Limitação funcional importante; Lesão óssea confirmada; Alterações hormonais associadas; Baixa disponibilidade energética; Objetivo competitivo próximo.

8.3.12 Objetivos Terapêuticos

A definição dos objetivos terapêuticos foi realizada com base na gravidade da lesão óssea por estresse, na presença de dor durante atividades cotidianas, na baixa disponibilidade energética relatada pela paciente e no objetivo esportivo de retorno seguro à corrida de longa distância. Diferentemente de lesões tendíneas ou musculares, a fratura por estresse tibial exigiu maior cautela na progressão terapêutica, priorizando inicialmente a proteção do tecido ósseo e a correção dos fatores sistêmicos associados.

No curto prazo, os objetivos concentraram-se na redução da dor, proteção da tíbia acometida e interrupção temporária das atividades de impacto. Buscou-se reduzir a intensidade dolorosa durante a marcha, evitar progressão da lesão óssea e orientar a paciente quanto à necessidade de suspensão da corrida até melhora clínica e liberação progressiva. Também foi indicada avaliação médica e nutricional devido à presença de amenorreia secundária e suspeita de baixa disponibilidade energética.

No médio prazo, os objetivos incluíram restauração da força muscular dos membros inferiores, melhora da capacidade de absorção de carga, correção de déficits biomecânicos e reintrodução gradual de exercícios sem impacto. Nessa fase, buscou-se recuperar a tolerância ao exercício físico por meio de estratégias seguras, como bicicleta, hidroterapia, fortalecimento progressivo e treinamento neuromuscular.

No longo prazo, as metas terapêuticas contemplaram o retorno gradual e seguro à corrida, prevenção de recorrência da lesão, normalização da tolerância ao impacto e

desenvolvimento de autonomia para o monitoramento da carga de treinamento. Também se buscou promover educação sobre disponibilidade energética, recuperação, sono, progressão de carga e sinais precoces de sobrecarga óssea.

8.3.13 Plano Fisioterapêutico

Fase 1 – Proteção Óssea, Controle da Dor e Redução da Carga

A primeira fase do tratamento teve como objetivo principal proteger o tecido ósseo acometido e reduzir a dor durante as atividades de vida diária. Considerando a suspeita clínica de fratura por estresse tibial e a confirmação por exame de imagem, foi indicada suspensão temporária da corrida, dos saltos, dos treinos intervalados e de qualquer atividade de impacto.

A paciente foi orientada a manter atividades aeróbicas sem impacto, desde que não provocassem dor, como bicicleta ergométrica com baixa resistência, exercícios em meio aquático e treino em elíptico apenas quando tolerado. Nos primeiros dias, priorizou-se o controle da dor, a educação sobre a lesão e o entendimento de que o retorno precoce à corrida poderia aumentar o risco de progressão da fratura.

Foram introduzidos exercícios terapêuticos de baixa carga, incluindo ativação isométrica de quadríceps, glúteos, panturrilha e musculatura intrínseca do pé, além de exercícios leves de mobilidade para tornozelo, joelho e quadril. O treinamento de força foi inicialmente realizado sem impacto, com baixa intensidade e rigoroso monitoramento da resposta dolorosa.

A presença de baixa disponibilidade energética e amenorreia secundária justificou encaminhamento para avaliação médica e nutricional. A abordagem interdisciplinar foi considerada essencial para correção dos fatores metabólicos e hormonais associados à redução da capacidade de remodelação óssea.

Fase 2 – Recondicionamento Muscular e Recuperação da Capacidade Funcional

Após redução significativa da dor e melhora da tolerância à marcha, iniciou-se a segunda fase do tratamento, direcionada à recuperação da capacidade muscular e funcional dos membros inferiores. A progressão foi realizada de maneira criteriosa, respeitando ausência de dor durante as atividades e ausência de piora nas 24 horas subsequentes.

O treinamento de força passou a incluir exercícios progressivos em cadeia cinética fechada, como agachamento parcial, leg press, ponte unilateral, elevação pélvica, avanço controlado e fortalecimento dos abdutores e rotadores externos do quadril. A musculatura da

panturrilha foi trabalhada inicialmente com exercícios bilaterais, evoluindo para exercícios unilaterais conforme tolerância.

Foram incorporados exercícios de equilíbrio unipodal, controle postural, estabilização pélvica e treinamento neuromuscular. O objetivo principal foi melhorar a capacidade de absorção e distribuição das cargas mecânicas, reduzindo a sobrecarga concentrada sobre a tíbia durante futuras atividades de impacto.

Durante essa fase, manteve-se o condicionamento cardiorrespiratório por meio de atividades sem impacto. O volume e a intensidade foram ajustados conforme percepção subjetiva de esforço, resposta dolorosa e recuperação entre as sessões.

Fase 3 – Reintrodução Gradual de Impacto e Retorno Progressivo à Corrida

A terceira fase foi iniciada somente após ausência de dor durante a marcha, ausência de dor à palpação localizada, melhora da força muscular e tolerância adequada aos exercícios funcionais. A reintrodução do impacto ocorreu de forma progressiva, iniciando por exercícios de baixa intensidade, como marcha rápida, step-ups, saltos bipodais leves e tarefas de aterrissagem controlada.

Posteriormente, foi adotado protocolo de alternância entre caminhada e trote leve. A progressão ocorreu de maneira gradual, respeitando ausência de dor durante a sessão e nas 24 a 48 horas subsequentes. Inicialmente, a corrida foi realizada em superfície plana, com baixa intensidade, curta duração e sem treinos intervalados, aclives ou descidas.

A intervenção biomecânica teve como foco reduzir o impacto vertical e melhorar a eficiência da corrida. A cadência foi aumentada progressivamente, com objetivo de reduzir o comprimento excessivo da passada e diminuir as forças transmitidas à tíbia. Também foram reforçadas estratégias de controle da carga semanal, recuperação adequada e manutenção do treinamento de força.

8.3.14 Reavaliação após 16 Semanas

Após dezesseis semanas de acompanhamento fisioterapêutico e abordagem interdisciplinar, observou-se melhora substancial dos indicadores clínicos, funcionais e esportivos. A paciente não apresentava dor em repouso, durante a caminhada ou durante atividades funcionais de baixa e moderada intensidade.

A intensidade da dor durante atividades de impacto reduziu de 9 para 0 ponto na Escala Visual Analógica. O Single Leg Hop Test, inicialmente interrompido por dor, passou a ser

executado sem sintomas, com boa qualidade de movimento e controle adequado do membro inferior.

A força dos abdutores do quadril aproximou-se dos valores do membro contralateral, reduzindo o déficit inicial de aproximadamente 23% para menos de 8%. A resistência dos flexores plantares também apresentou melhora importante, com aumento da capacidade de execução do Heel Raise Test sem dor.

O Y Balance Test demonstrou melhora da estabilidade dinâmica, com assimetria inferior a 2 centímetros entre os membros. A análise biomecânica da corrida evidenciou aumento da cadência de 152 para 166 passos por minuto, redução do comprimento da passada e melhora da absorção de carga durante a fase de apoio.

A paciente retornou progressivamente à corrida, iniciando com protocolos de caminhada e trote leve, evoluindo para corridas contínuas curtas sem recorrência dos sintomas. A participação em provas de longa distância foi temporariamente adiada, priorizando retorno seguro, progressivo e sustentado.

8.3.15 Prognóstico

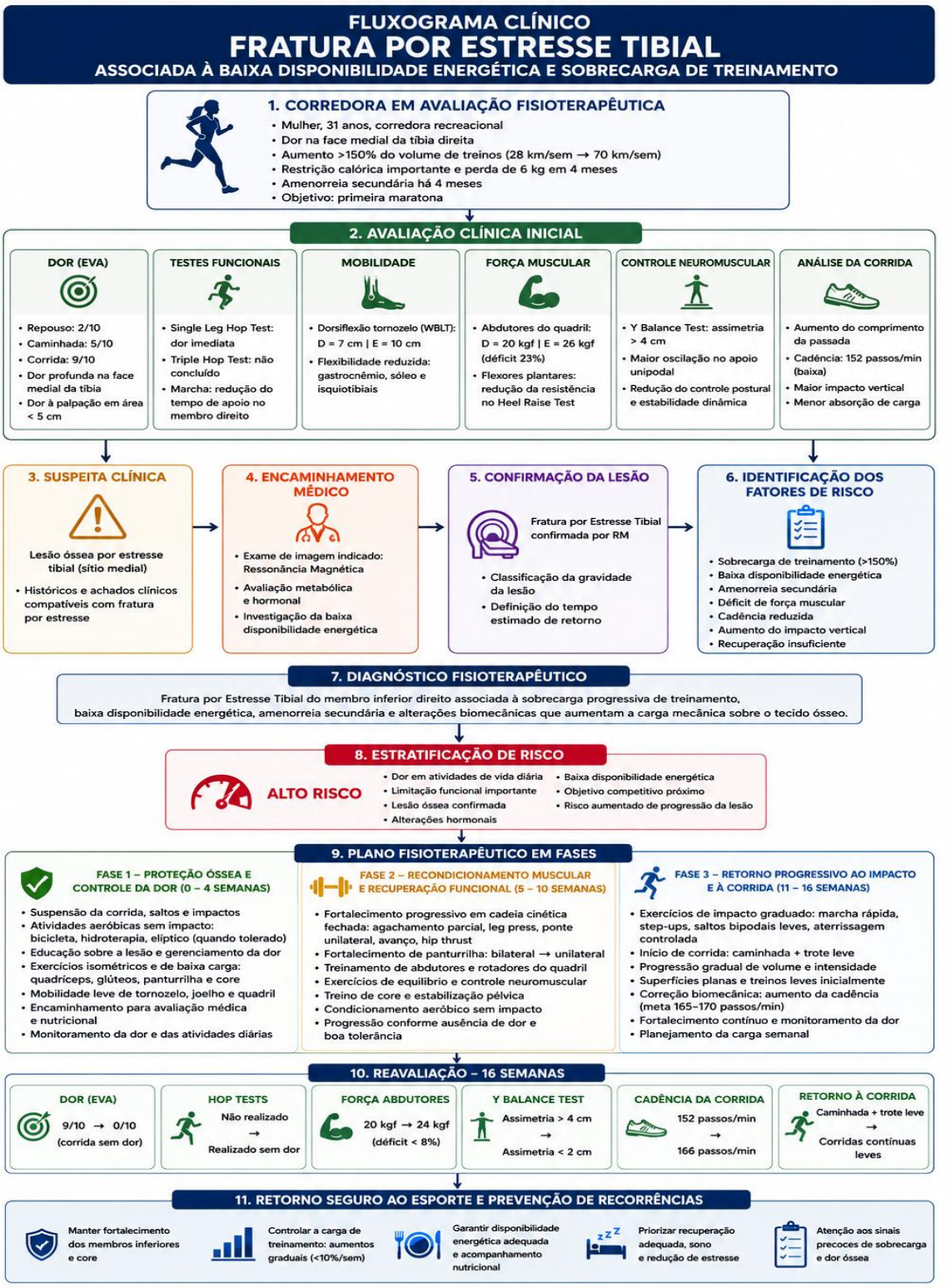
O prognóstico foi considerado favorável, porém dependente da manutenção das estratégias de controle da carga, recuperação metabólica e correção dos fatores associados à baixa disponibilidade energética. A evolução clínica demonstrou boa resposta ao tratamento fisioterapêutico, especialmente após suspensão temporária do impacto, fortalecimento progressivo, reeducação biomecânica e acompanhamento interdisciplinar.

Apesar da melhora funcional, a presença prévia de amenorreia secundária e restrição calórica importante indicou risco aumentado de recorrência caso os fatores sistêmicos não fossem adequadamente corrigidos. Por esse motivo, a paciente foi orientada a manter acompanhamento nutricional e médico, além de evitar aumentos abruptos da carga de corrida.

A manutenção dos resultados depende da continuidade do treinamento de força, monitoramento do volume semanal, adequação da ingestão energética, recuperação adequada entre sessões e atenção aos sinais precoces de dor óssea. O retorno às provas de longa distância deve ocorrer somente após consolidação da tolerância ao impacto e progressão segura dos treinos.

8.3.16 Fluxograma Clínico de Avaliação e Tomada de Decisão

Figura 146- Fluxograma de Decisão clínica



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

8.4 Caso Clínico 4 – Fascite Plantar Crônica Associada à Sobrecarga Mecânica e Déficits Funcionais do Complexo Tornozelo-Pé

O Sr. Carlos Eduardo Ribeiro (nome fictício), sexo masculino, 48 anos de idade, empresário, casado e praticante regular de corrida de rua há aproximadamente oito anos, procurou atendimento fisioterapêutico especializado devido à presença de dor persistente na região plantar do calcâneo direito.

O paciente relatou que sempre participou de corridas recreacionais de 5 km e 10 km, mantendo rotina regular de treinamento e sem histórico relevante de lesões incapacitantes. Entretanto, nos últimos seis meses, decidiu aumentar sua frequência semanal de exercícios com o objetivo de melhorar o desempenho esportivo e participar de provas de maior distância.

Inicialmente percebeu desconforto leve na região plantar do pé direito ao acordar pela manhã. Com o passar das semanas, a dor tornou-se progressivamente mais intensa, especialmente durante os primeiros passos do dia e após períodos prolongados em posição sentada.

Nas últimas oito semanas antes da avaliação, os sintomas passaram a ocorrer também durante os treinamentos de corrida, limitando progressivamente o desempenho esportivo. O paciente relatava dificuldade para completar percursos superiores a cinco quilômetros e referia receio crescente de precisar interromper definitivamente a prática esportiva.

8.4.1 História Clínica e Esportiva

O paciente negava histórico de doenças neurológicas, reumatológicas ou metabólicas. Apresentava diagnóstico prévio de hipertensão arterial controlada por medicação, sem outras comorbidades relevantes.

Seu índice de massa corporal era de 28,4 kg/m², calculado a partir de peso corporal de 89 kg e estatura de 1,77 m.

Antes do início dos sintomas, realizava aproximadamente três sessões semanais de corrida, totalizando cerca de 20 quilômetros por semana. Nos meses anteriores à lesão, aumentou progressivamente a frequência para cinco sessões semanais, alcançando aproximadamente 42 quilômetros por semana.

Além do aumento da carga de treinamento, relatou utilização frequente de calçados com desgaste acentuado da entressola e ausência de treinamento complementar de fortalecimento muscular.

A combinação entre aumento da carga mecânica, excesso de peso corporal e déficits musculares representa importante fator predisponente para o desenvolvimento da fascite plantar em corredores recreacionais.

8.4.2 Avaliação da Dor

A avaliação da dor foi realizada por meio da Escala Visual Analógica (EVA).

Em repouso, o paciente referia intensidade de 1 ponto. Durante os primeiros passos pela manhã, a dor atingia intensidade de 9 pontos. Durante a caminhada prolongada apresentava intensidade de 5 pontos, enquanto durante a corrida alcançava valores próximos de 7 pontos.

O paciente descrevia a dor como localizada na região medial do calcâneo, próxima à inserção da fáscia plantar, sem irradiação para outras regiões do pé.

Referia piora significativa após períodos prolongados em pé, corridas de longa duração e caminhadas em superfícies rígidas.

A aplicação do Foot Function Index (FFI) resultou em escore correspondente a 52%, indicando comprometimento funcional moderado relacionado à dor e às limitações impostas pela lesão.

8.4.3 Avaliação Funcional

A avaliação funcional revelou limitação significativa para atividades envolvendo sustentação prolongada do peso corporal e exercícios de impacto.

Durante o Single Leg Heel Raise Test, o paciente realizou apenas quinze repetições no membro acometido, enquanto executou vinte e nove repetições no lado contralateral.

Observou-se fadiga precoce da musculatura da panturrilha, redução progressiva da amplitude de movimento e reprodução da dor plantar durante as últimas repetições.

O teste de Windlass foi positivo, reproduzindo os sintomas característicos da fascite plantar durante a extensão passiva do hálux.

Apesar de permanecer independente para as atividades básicas da vida diária, o paciente relatava redução importante da tolerância à marcha e limitação crescente para a prática esportiva.

8.4.4 Avaliação da Mobilidade

A mobilidade articular foi avaliada por meio do Weight Bearing Lunge Test.

Os resultados demonstraram redução importante da dorsiflexão do tornozelo direito, que apresentou valor de 6 centímetros, enquanto o membro contralateral atingiu 11 centímetros.

A avaliação da flexibilidade muscular revelou encurtamento moderado dos músculos gastrocnêmio e sóleo, além de redução da extensibilidade da cadeia muscular posterior.

A limitação da dorsiflexão representa importante fator biomecânico associado ao aumento da tensão exercida sobre a fáscia plantar durante a marcha e a corrida.

8.4.5 Avaliação da Força Muscular

A força muscular foi avaliada por meio de dinamometria manual portátil.

Observou-se redução da força dos flexores plantares do tornozelo direito quando comparados ao membro contralateral. O membro acometido produziu força máxima de 35 kgf, enquanto o lado oposto atingiu 47 kgf.

Também foi identificada redução da força dos músculos intrínsecos do pé, associada à diminuição da capacidade de sustentação do arco longitudinal medial.

Esses déficits musculares comprometiam a capacidade de absorção e distribuição das cargas mecânicas impostas durante a corrida.

8.4.6 Avaliação do Equilíbrio e Controle Neuromuscular

O Y Balance Test revelou redução significativa do alcance funcional do membro inferior direito, principalmente nas direções anterior e posteromedial.

A diferença observada entre os membros ultrapassou quatro centímetros, sugerindo comprometimento da estabilidade dinâmica.

Durante as tarefas de apoio unipodal observou-se aumento da oscilação corporal, redução do controle do arco plantar e dificuldade de manutenção do alinhamento adequado do tornozelo.

Tais achados reforçaram a presença de alterações neuromusculares frequentemente observadas em corredores com fascite plantar crônica.

8.4.7 Avaliação Biomecânica da Corrida

A análise biomecânica foi realizada por meio de filmagem em alta velocidade durante corrida em esteira.

Na vista posterior observou-se aumento da pronação do retropé durante a fase de apoio, associado ao colapso medial do arco plantar.

Na vista lateral identificou-se redução da eficiência propulsiva, aumento do tempo de contato com o solo e discreto aumento do comprimento da passada.

A cadência observada foi de 153 passos por minuto, valor inferior ao frequentemente encontrado em corredores recreacionais com velocidade semelhante.

As alterações biomecânicas identificadas contribuíam para aumento da tensão exercida sobre a fáscia plantar durante os ciclos repetitivos da corrida.

8.4.8 Avaliação Psicossocial

A avaliação psicossocial foi realizada por meio da Tampa Scale of Kinesiophobia, que resultou em escore de 35 pontos, indicando medo moderado relacionado ao movimento.

O paciente demonstrava preocupação significativa quanto à possibilidade de interrupção definitiva da prática esportiva, uma vez que a corrida representava importante estratégia de controle do estresse e manutenção da saúde.

A Pain Catastrophizing Scale apresentou escore de 17 pontos, não caracterizando níveis clinicamente relevantes de catastrofização da dor.

Entretanto, observou-se receio crescente em relação à realização de atividades que provocassem aumento dos sintomas.

8.4.9 Integração dos Achados Clínicos

A integração dos resultados obtidos permitiu identificar um quadro multifatorial caracterizado por aumento da carga de treinamento, excesso de peso corporal, redução da dorsiflexão do tornozelo, déficits musculares do complexo tornozelo-pé e alterações biomecânicas da corrida.

A limitação da mobilidade do tornozelo associada ao aumento da pronação do retropé favorecia maior tensão sobre a fáscia plantar durante as fases de apoio e propulsão.

Os déficits de força dos flexores plantares e dos músculos intrínsecos do pé comprometiam a capacidade de absorção e distribuição das cargas mecânicas, contribuindo para a perpetuação dos sintomas.

A associação entre fatores biomecânicos, funcionais e relacionados à carga de treinamento reforçou a natureza multifatorial da lesão observada.

8.4.10 Diagnóstico Fisioterapêutico

Com base na integração dos achados clínicos, funcionais, biomecânicos e relacionados à carga de treinamento, foi estabelecido o diagnóstico fisioterapêutico de corredor recreacional apresentando Fascite Plantar Crônica do pé direito associada à sobrecarga mecânica repetitiva,

redução da mobilidade do tornozelo, déficits de força do complexo tornozelo-pé e alterações biomecânicas capazes de aumentar a tensão exercida sobre a fáscia plantar.

8.4.11 Estratificação de Risco

De acordo com o sistema de estratificação funcional utilizado para corredores recreacionais, o paciente foi classificado na categoria: Risco Moderado-Alto

Essa classificação foi fundamentada na presença de dor durante a corrida, limitações funcionais relevantes, alterações biomecânicas importantes, déficits musculares significativos e histórico prolongado de sintomas.

8.4.12 Objetivos Terapêuticos

A definição dos objetivos terapêuticos foi realizada com base nos achados clínicos, funcionais e biomecânicos observados durante a avaliação inicial, considerando simultaneamente as necessidades do paciente e seu objetivo de manter participação regular em provas de corrida de rua. A presença de dor matinal intensa, limitação funcional persistente e histórico prolongado dos sintomas indicava a necessidade de uma abordagem progressiva, voltada não apenas para a redução da dor, mas também para a recuperação da capacidade funcional do complexo tornozelo-pé.

No curto prazo, os objetivos concentraram-se na redução da dor, melhora da tolerância à marcha e diminuição da tensão mecânica sobre a fáscia plantar. Buscou-se reduzir a intensidade dolorosa durante os primeiros passos pela manhã, melhorar a capacidade funcional durante as atividades cotidianas e promover educação relacionada aos fatores biomecânicos associados à lesão.

No médio prazo, os objetivos incluíram recuperação da mobilidade do tornozelo, melhora da força dos flexores plantares e dos músculos intrínsecos do pé, aumento da estabilidade dinâmica e otimização da capacidade de absorção de carga durante a marcha e a corrida.

Em longo prazo, as metas terapêuticas contemplaram o retorno completo aos treinamentos de corrida, melhora da eficiência biomecânica do membro inferior, aumento da tolerância ao impacto e redução do risco de recorrência dos sintomas. Buscou-se ainda promover autonomia para monitoramento da carga de treinamento e identificação precoce de sinais de sobrecarga.

8.4.13 Plano Fisioterapêutico

Fase 1 – Controle dos Sintomas e Redução da Sobrecarga Mecânica

A primeira fase do tratamento teve como objetivo principal a modulação da dor e a redução da tensão exercida sobre a fáscia plantar. O paciente recebeu orientações detalhadas sobre a natureza multifatorial da fascite plantar, compreendendo que a lesão estava relacionada principalmente à incapacidade temporária dos tecidos suportarem as cargas impostas durante as atividades de impacto.

Foi realizada análise da rotina de treinamento e recomendada redução temporária do volume semanal de corrida em aproximadamente 40%. Os treinos intervalados, corridas em superfícies rígidas e atividades pliométricas foram suspensos temporariamente.

Foram introduzidos exercícios específicos para mobilidade do tornozelo, alongamento do tríceps sural e da cadeia posterior, além de exercícios de liberação miofascial para a musculatura da panturrilha e para a fáscia plantar.

O fortalecimento inicial concentrou-se em exercícios isométricos para os flexores plantares e ativação dos músculos intrínsecos do pé. Também foram realizadas orientações relacionadas ao uso de calçados adequados e à redução de fatores agravantes durante as atividades diárias.

Fase 2 – Recuperação Funcional e Fortalecimento Progressivo

Após redução significativa da dor, iniciou-se a segunda fase do tratamento, direcionada à recuperação da capacidade funcional e ao aumento da tolerância mecânica dos tecidos.

O programa de fortalecimento passou a incluir exercícios isotônicos progressivos para os flexores plantares, inicialmente em cadeia cinética fechada e posteriormente em exercícios unilaterais. Foram incorporados exercícios como elevação de panturrilha, leg press, agachamentos, exercícios para musculatura intrínseca do pé e fortalecimento dos estabilizadores do quadril.

A mobilidade do tornozelo continuou sendo trabalhada por meio de exercícios específicos de dorsiflexão, visando reduzir compensações biomecânicas durante a marcha e a corrida.

Também foram introduzidos exercícios de equilíbrio unipodal, controle postural e treinamento neuromuscular, com o objetivo de melhorar a distribuição das cargas mecânicas e aumentar a estabilidade dinâmica do membro inferior.

Estudos recentes demonstram que programas de fortalecimento progressivo associados à melhora da mobilidade apresentam resultados superiores às abordagens passivas isoladas no tratamento da fascite plantar crônica.

Fase 3 – Retorno Progressivo à Corrida

Com a melhora dos sintomas e recuperação dos principais déficits funcionais, iniciou-se a fase de retorno progressivo à corrida.

Inicialmente foi adotado protocolo de alternância entre caminhada e corrida leve em superfícies planas. A progressão ocorreu de forma gradual, respeitando ausência de aumento significativo da dor durante a atividade e nas 24 horas subsequentes.

À medida que a tolerância aumentava, foram reintroduzidos treinos contínuos de maior duração e intensidade moderada. Os treinos intervalados somente foram retomados após consolidação da capacidade funcional e ausência de sintomas durante as corridas contínuas.

Paralelamente, foi realizada intervenção biomecânica direcionada ao aumento da cadência da corrida, redução do tempo de contato com o solo e melhora da eficiência propulsiva. Também foram reforçadas estratégias de monitoramento da carga semanal e recuperação adequada entre as sessões de treinamento.

8.4.14 Reavaliação após 12 Semanas

Após doze semanas de acompanhamento fisioterapêutico, observou-se melhora significativa dos indicadores clínicos e funcionais.

A intensidade da dor durante os primeiros passos pela manhã reduziu de 9 para 1 ponto na Escala Visual Analógica. Durante a corrida, os sintomas reduziram de 7 para 1 ponto.

O Foot Function Index apresentou melhora expressiva, reduzindo de 52% para 12%, indicando recuperação funcional importante.

O Heel Raise Test evoluiu de quinze para trinta repetições no membro acometido, demonstrando recuperação da resistência muscular da panturrilha. A mobilidade do tornozelo aumentou de 6 para 10 centímetros no Weight Bearing Lunge Test, aproximando-se dos valores observados no membro contralateral.

O Y Balance Test demonstrou melhora da estabilidade dinâmica, com redução significativa da assimetria entre os membros.

A análise biomecânica evidenciou redução da pronação excessiva do retropé, melhora da eficiência propulsiva e aumento da cadência de 153 para 165 passos por minuto.

O paciente retornou integralmente às corridas de 10 quilômetros sem limitação funcional relevante e sem recorrência dos sintomas.

8.4.15 Prognóstico

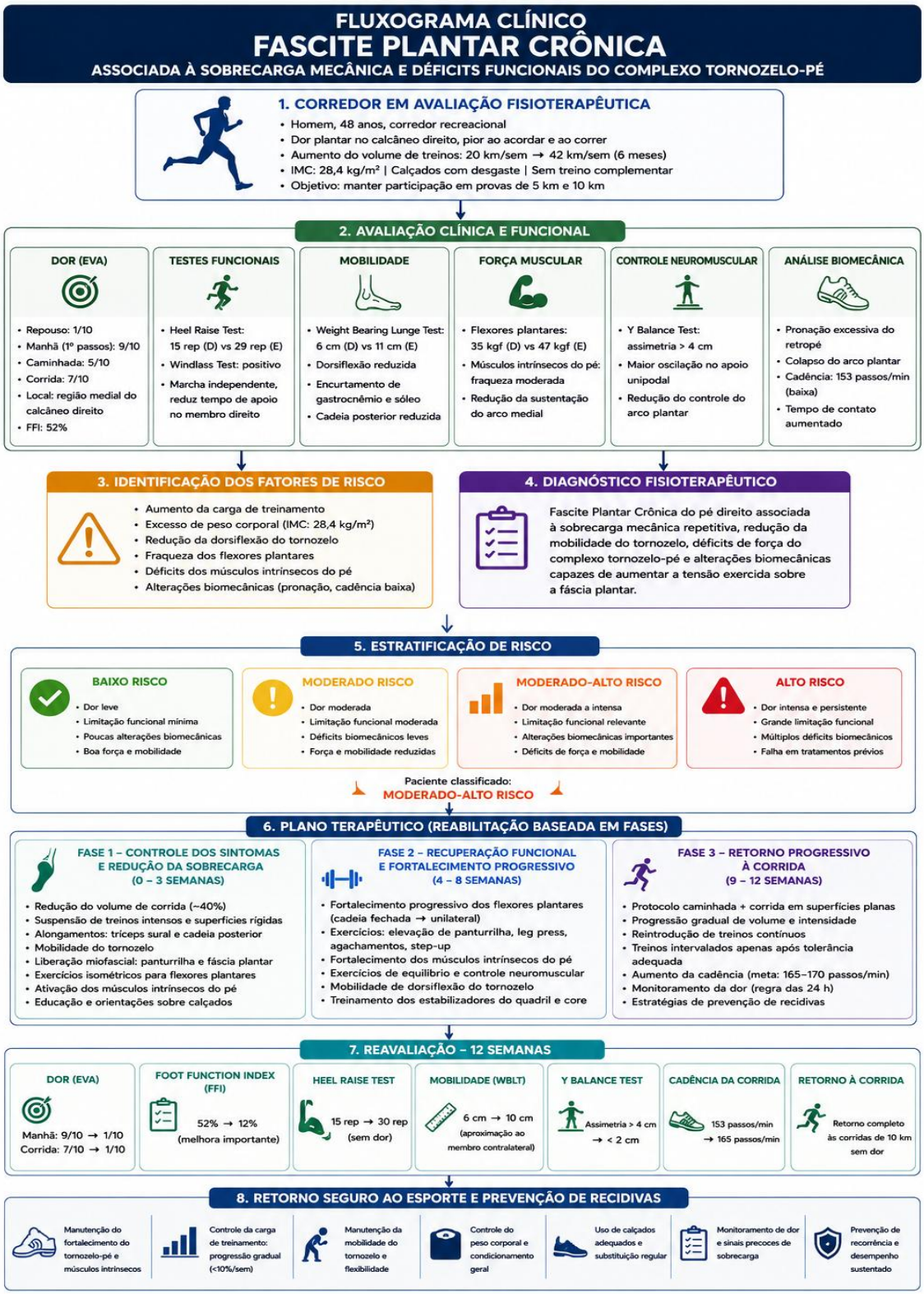
O prognóstico foi considerado favorável devido à identificação precoce dos fatores modificáveis associados à lesão e à elevada adesão ao tratamento fisioterapêutico.

A literatura demonstra que indivíduos com fascite plantar apresentam elevada probabilidade de recuperação funcional quando submetidos a programas individualizados que integrem controle da carga, fortalecimento progressivo, melhora da mobilidade, treinamento neuromuscular e correção dos fatores biomecânicos associados.

A manutenção dos resultados depende da continuidade dos exercícios de fortalecimento, monitoramento adequado da carga de treinamento, manutenção da mobilidade do tornozelo e utilização de estratégias que permitam progressão segura dos estímulos ao longo da prática esportiva.

8.4.16 Fluxograma Clínico de Avaliação e Tomada de Decisão

Figura 147- Fluxograma de Decisão clínica



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

8.5 Caso Clínico 5 – Tendinopatia do Tendão de Aquiles Associada à Sobrecarga Progressiva de Treinamento e Redução da Capacidade de Armazenamento de Energia Elástica

O Sr. Rafael Henrique Souza (nome fictício), sexo masculino, 42 anos de idade, engenheiro civil, casado e praticante regular de corrida de rua há aproximadamente seis anos, procurou atendimento fisioterapêutico especializado devido à presença de dor progressiva na região posterior do tornozelo esquerdo. O paciente relatou que sempre participou de provas recreacionais de 5 km, 10 km e meia maratona, mantendo frequência regular de treinamento e sem histórico prévio de lesões importantes relacionadas à corrida.

Nos seis meses anteriores ao início dos sintomas, decidiu preparar-se para sua primeira maratona. Motivado pelo desafio esportivo, passou a seguir um programa de treinamento obtido por meio de uma plataforma online voltada para corredores amadores. Como consequência, ocorreu aumento expressivo do volume semanal de corrida, associado à inclusão de treinos intervalados de alta intensidade, sessões em aclive, exercícios pliométricos e longões realizados aos finais de semana.

Inicialmente percebeu discreta rigidez matinal na região posterior do tornozelo esquerdo, especialmente durante os primeiros passos após acordar. Em um primeiro momento, os sintomas desapareciam após alguns minutos de movimentação e não interferiam significativamente na rotina esportiva. Entretanto, ao longo das semanas seguintes, passou a apresentar desconforto durante os primeiros quilômetros das corridas, seguido por melhora parcial durante a continuidade do exercício.

Com a progressão da carga de treinamento, a sintomatologia tornou-se progressivamente mais intensa e frequente. Nas oito semanas anteriores à avaliação, a dor passou a persistir após os treinos e começou a limitar atividades funcionais como subir escadas, caminhar longas distâncias e permanecer longos períodos em pé. O paciente demonstrava preocupação crescente quanto à possibilidade de não conseguir participar da maratona programada para ocorrer em aproximadamente cinco meses, situação que gerava ansiedade e receio de perda do condicionamento físico conquistado ao longo do período preparatório

8.5.1 História Clínica e Esportiva

O paciente negava histórico de doenças cardiovasculares, respiratórias, metabólicas ou reumatológicas. Não apresentava antecedentes cirúrgicos ortopédicos nem histórico prévio de lesões tendíneas significativas. Relatava apenas episódio de fascite plantar leve há

aproximadamente quatro anos, tratado conservadoramente e sem repercussões funcionais posteriores.

Seu índice de massa corporal era de 24,3 kg/m², calculado a partir de peso corporal de 76 kg e estatura de 1,77 m. Negava tabagismo e fazia consumo ocasional de bebidas alcoólicas. Relatava utilização esporádica de suplementos proteicos, sem uso regular de medicamentos ou recursos ergogênicos.

Antes do início da preparação para a maratona, mantinha frequência de treinamento de quatro sessões semanais de corrida, totalizando aproximadamente 35 quilômetros por semana. Os treinos apresentavam predominância aeróbica, intensidade leve a moderada e eram realizados principalmente em vias urbanas pavimentadas.

Durante a preparação para a prova observou-se aumento progressivo da frequência para seis sessões semanais, alcançando aproximadamente 68 quilômetros por semana. Além do aumento do volume total, foram introduzidas sessões intervaladas de alta intensidade, corridas em aclive, exercícios pliométricos e longões superiores a vinte quilômetros realizados aos finais de semana.

A análise retrospectiva da carga de treinamento demonstrou aumento superior a 90% do volume semanal em menos de dez semanas. O cálculo da relação entre carga aguda e carga crônica indicou valores compatíveis com aumento substancial do risco de lesão por sobrecarga. Paralelamente, observou-se elevação importante da monotonia do treinamento, caracterizada por baixa variabilidade dos estímulos e redução dos períodos adequados de recuperação.

Outro aspecto relevante identificado durante a anamnese foi a troca recente do calçado esportivo. Aproximadamente três meses antes do surgimento dos sintomas, o paciente passou a utilizar um modelo com menor drop e maior rigidez da entressola, sem período adequado de adaptação. Embora a relação causal direta entre calçados e lesões seja multifatorial, mudanças abruptas nas características do equipamento podem modificar a distribuição das cargas mecânicas sobre o complexo tornozelo-pé e influenciar a demanda exercida sobre o tendão de Aquiles.

A literatura contemporânea demonstra que aumentos abruptos de carga, associados à recuperação insuficiente e à redução da capacidade adaptativa dos tecidos, representam alguns dos principais fatores associados ao desenvolvimento de tendinopatias em corredores recreacionais e atletas de endurance. Nesse contexto, a combinação entre elevada demanda mecânica, progressão inadequada da carga e alterações biomecânicas individuais

provavelmente desempenhou papel central no desenvolvimento do quadro clínico apresentado pelo paciente.

8.5.2 Avaliação da Dor

A avaliação da dor foi realizada por meio da Escala Visual Analógica (EVA). Em repouso, o paciente apresentava intensidade dolorosa de 1 ponto, relatando apenas discreto desconforto na região posterior do tornozelo esquerdo. Durante a caminhada, a dor atingia intensidade de 3 pontos, principalmente após percursos prolongados. Entretanto, durante a corrida, os sintomas alcançavam intensidade de 8 pontos, especialmente nos treinos de maior duração e intensidade. Atividades que exigiam maior armazenamento e liberação de energia elástica pelo tendão de Aquiles, como saltos, mudanças rápidas de direção e corridas em aclive, provocavam exacerbação dos sintomas, atingindo intensidade de até 9 pontos na escala.

O paciente descrevia a dor como profunda, localizada na porção média do tendão de Aquiles, aproximadamente entre dois e seis centímetros proximalmente à inserção calcânea, sem irradiação para outras regiões do membro inferior. Referia rigidez matinal importante, especialmente durante os primeiros passos após acordar, com duração média de vinte a trinta minutos. Relatava ainda sensação de endurecimento local após longos períodos de repouso, seguida por melhora parcial com movimentação leve.

A aplicação do Victorian Institute of Sports Assessment – Achilles (VISA-A) resultou em escore de 56 pontos em um total de 100, indicando comprometimento funcional moderado relacionado à tendinopatia. A análise do Pain Monitoring Model demonstrou aumento significativo dos sintomas durante e após os treinamentos, com persistência da dor por mais de vinte e quatro horas após as sessões mais intensas, sugerindo elevada irritabilidade do tendão.

A classificação clínica da irritabilidade tendínea indicou quadro de irritabilidade moderada a alta, caracterizado pela presença de dor durante atividades esportivas, rigidez matinal prolongada, limitação funcional e exacerbação dos sintomas após cargas mecânicas mais elevadas.

8.5.3 Avaliação Funcional

A avaliação funcional revelou comprometimento significativo da capacidade de realizar atividades esportivas que dependem da adequada função do complexo musculotendíneo da panturrilha. Apesar de permanecer independente para as atividades básicas e instrumentais da vida diária, o paciente relatava redução importante do desempenho durante os treinamentos e limitação progressiva para corridas de longa distância.

Durante o Heel Raise Endurance Test unilateral, o paciente executou apenas dezoito repetições no membro acometido, enquanto realizou trinta e três repetições no membro contralateral. Observou-se redução progressiva da amplitude de movimento, diminuição da altura alcançada durante as elevações e aparecimento precoce de fadiga muscular. A dor foi reproduzida nas últimas repetições, sugerindo redução da capacidade de resistência do sistema musculotendíneo.

No Single Leg Hop Test observou-se redução da distância alcançada e aumento da insegurança durante a aterrissagem. O paciente relatou dor imediatamente após as primeiras tentativas, evidenciando incapacidade de tolerar adequadamente cargas elásticas de maior magnitude.

O Forward Step Down Test revelou alterações importantes do controle dinâmico do membro inferior. Durante a fase excêntrica observou-se aumento da pronação do pé, discreto valgo dinâmico do joelho e redução da estabilidade do tornozelo. Esses achados sugerem comprometimento da capacidade de absorção e distribuição das cargas mecânicas durante atividades funcionais.

A avaliação global da capacidade funcional para corrida demonstrou redução significativa da tolerância ao treinamento. O paciente relatava incapacidade de completar os longões programados, necessidade frequente de reduzir o ritmo e dificuldade crescente para manter a progressão prevista em sua planilha de preparação para a maratona.

8.5.4 Avaliação da Mobilidade

A avaliação da mobilidade articular foi realizada por meio do Weight Bearing Lunge Test. Os resultados demonstraram redução da dorsiflexão do tornozelo esquerdo, com valor de 8 centímetros, enquanto o membro contralateral apresentou 12 centímetros. Essa diferença sugeriu limitação funcional capaz de influenciar negativamente a biomecânica da corrida e aumentar a demanda mecânica sobre o tendão acometido.

A avaliação da flexibilidade muscular revelou encurtamento moderado do complexo gastrocnêmio-sóleo, associado à redução da extensibilidade dos músculos isquiotibiais. Também foi observada discreta limitação da mobilidade do quadril, principalmente nos movimentos de extensão, o que pode contribuir para alterações compensatórias durante a fase propulsiva da corrida.

Durante a análise funcional do tornozelo, verificou-se redução da capacidade de progressão da tíbia sobre o pé durante atividades de apoio unipodal. Essa limitação favorecia

aumento da carga sobre o tendão de Aquiles e alteração dos mecanismos fisiológicos de absorção de impacto.

A literatura demonstra que déficits de dorsiflexão estão frequentemente associados ao aumento da tensão exercida sobre o tendão de Aquiles durante a corrida, podendo contribuir para o surgimento e a perpetuação dos sintomas. Dessa forma, a restrição de mobilidade observada foi considerada um fator relevante na compreensão do quadro clínico apresentado pelo paciente.

8.5.5 Avaliação da Força Muscular

A força muscular foi avaliada por meio de dinamometria manual portátil, complementada por testes funcionais específicos para corredores. Os resultados evidenciaram déficits importantes dos músculos responsáveis pela absorção e transferência de carga durante a corrida, especialmente no membro inferior acometido.

A avaliação dos flexores plantares demonstrou força máxima de 36 kgf no membro inferior esquerdo e 50 kgf no membro contralateral, representando déficit aproximado de 28%. Além da redução da força máxima, observou-se diminuição da capacidade de produzir força rapidamente durante tarefas explosivas, sugerindo comprometimento da capacidade funcional do sistema musculotendíneo.

Os músculos abdutores do quadril produziram força máxima de 22 kgf no lado acometido e 28 kgf no lado contralateral, correspondendo a déficit aproximado de 21%. Os rotadores externos do quadril apresentaram força de 16 kgf à esquerda e 21 kgf à direita, demonstrando déficit próximo de 24%.

Durante a avaliação da resistência muscular da panturrilha, observou-se fadiga precoce e redução progressiva da altura alcançada durante o Heel Raise Endurance Test. Esses achados indicaram comprometimento não apenas da força muscular máxima, mas também da capacidade de resistência e da eficiência mecânica do complexo musculotendíneo responsável pela propulsão durante a corrida.

A análise integrada dos resultados sugeriu redução da capacidade do tendão de armazenar e liberar energia elástica de maneira eficiente, característica frequentemente observada em corredores com tendinopatia crônica do tendão de Aquiles.

8.5.6 Avaliação do Equilíbrio e Controle Neuromuscular

O Y Balance Test revelou redução significativa do alcance funcional do membro inferior esquerdo, especialmente nas direções anterior e posteromedial. A diferença observada

entre os membros ultrapassou cinco centímetros, valor frequentemente associado a déficits de estabilidade dinâmica e maior risco de lesões relacionadas à corrida.

Durante tarefas de apoio unipodal observou-se aumento da oscilação corporal, redução da estabilidade do tornozelo e dificuldade para manutenção do alinhamento adequado do membro inferior. O paciente apresentava estratégias compensatórias caracterizadas por aumento da pronação do pé e deslocamento medial do centro de massa durante a sustentação.

A avaliação do controle lombo-pélvico demonstrou discreta queda pélvica contralateral durante tarefas funcionais, associada à redução da estabilidade dinâmica do quadril. Esses déficits podem contribuir para alterações na distribuição das cargas mecânicas ao longo da cadeia cinética durante a corrida.

A presença simultânea de alterações do equilíbrio, do controle neuromuscular e da estabilidade proximal reforçou a necessidade de abordagem terapêutica abrangente, direcionada não apenas ao tendão acometido, mas também aos fatores biomecânicos e funcionais associados.

8.5.7 Avaliação da Carga de Treinamento

A análise detalhada da carga de treinamento foi realizada por meio da revisão retrospectiva dos registros fornecidos pelo paciente. Os dados demonstraram aumento progressivo do volume semanal de corrida de aproximadamente 35 quilômetros para 68 quilômetros por semana em período inferior a dez semanas.

O cálculo da relação entre carga aguda e carga crônica revelou valores superiores à faixa considerada segura para adaptação tecidual, indicando aumento expressivo do risco de lesões por sobrecarga. Além disso, observou-se elevação importante da monotonia do treinamento, caracterizada por baixa variação dos estímulos semanais e insuficiência de períodos adequados de recuperação.

A análise da distribuição das sessões demonstrou concentração excessiva de treinos de alta intensidade em intervalos curtos, incluindo corridas intervaladas, treinos em aclive e longões realizados sem recuperação adequada entre as sessões. O paciente também relatou episódios frequentes de fadiga acumulada, redução da qualidade do sono e sensação persistente de cansaço durante o período de preparação para a maratona.

Esses achados sugeriram desequilíbrio entre demanda mecânica e capacidade adaptativa dos tecidos, configurando cenário favorável ao desenvolvimento e à perpetuação da tendinopatia.

8.5.8 Avaliação Biomecânica da Corrida

A análise biomecânica foi realizada por meio de filmagem em alta velocidade durante corrida em esteira. A avaliação revelou alterações importantes capazes de aumentar a demanda mecânica sobre o tendão de Aquiles durante os ciclos repetitivos da corrida.

Na vista lateral observou-se discreto padrão de overstride, caracterizado pelo contato inicial do pé à frente do centro de massa corporal. Esse padrão estava associado ao aumento do tempo de contato com o solo e à redução da eficiência mecânica durante a fase propulsiva.

A cadência foi de 152 passos por minuto, valor inferior ao frequentemente observado em corredores recreacionais com velocidade semelhante. O comprimento da passada apresentava-se aumentado, favorecendo maiores forças de reação do solo e maior demanda mecânica sobre o complexo tornozelo-pé.

Na vista posterior observou-se aumento da pronação dinâmica durante a fase de apoio, acompanhado por colapso medial do retropé e atraso na estabilização do tornozelo durante a transição para a fase propulsiva. Também foi identificada redução da rigidez funcional do tornozelo durante tarefas de impulsão, sugerindo menor eficiência na utilização da energia elástica armazenada pelo tendão.

Durante a fase final de apoio observou-se diminuição da potência propulsiva do membro acometido, associada à transferência compensatória de carga para o membro contralateral. Esses achados reforçaram a hipótese de comprometimento da capacidade funcional do tendão de Aquiles e da musculatura da panturrilha.

A integração dos resultados biomecânicos permitiu identificar múltiplos fatores modificáveis que contribuíam para o aumento da carga tendínea, fornecendo importantes informações para o planejamento terapêutico e para a futura reeducação da corrida.

8.5.9 Avaliação Psicossocial

A avaliação psicossocial foi realizada por meio da Tampa Scale of Kinesiophobia e do Athlete Fear Avoidance Questionnaire, instrumentos amplamente utilizados na avaliação de atletas e praticantes de atividades esportivas com lesões musculoesqueléticas.

A Tampa Scale of Kinesiophobia resultou em escore de 38 pontos, indicando presença de medo moderado relacionado ao movimento e à prática esportiva. O paciente demonstrava preocupação significativa quanto à possibilidade de agravamento da lesão caso mantivesse os treinamentos, especialmente devido à persistência dos sintomas durante atividades de maior intensidade.

A aplicação do Athlete Fear Avoidance Questionnaire revelou pontuação compatível com preocupação moderada relacionada à perda de desempenho esportivo e ao impacto da lesão sobre os objetivos competitivos previamente estabelecidos. O paciente relatava receio crescente de não conseguir participar da maratona programada para os meses subsequentes, situação que gerava frustração e ansiedade.

Durante a entrevista clínica, observou-se elevada motivação para retornar aos treinamentos, porém acompanhada de expectativa irrealista quanto ao tempo de recuperação. O paciente demonstrava tendência a subestimar os sinais de sobrecarga apresentados pelo organismo durante o período preparatório, comportamento frequentemente observado em corredores amadores altamente comprometidos com metas esportivas.

Apesar da preocupação relacionada ao desempenho, não foram identificados sinais relevantes de catastrofização da dor ou crenças disfuncionais capazes de comprometer significativamente a adesão ao tratamento. Pelo contrário, o paciente apresentou boa compreensão das orientações fornecidas e demonstrou disposição para realizar as adaptações necessárias durante o processo de reabilitação.

8.5.10 Integração dos Achados Clínicos

A integração dos resultados obtidos permitiu identificar um quadro multifatorial caracterizado por desequilíbrio entre a capacidade adaptativa do tendão e as cargas mecânicas impostas durante o treinamento.

O aumento superior a 90% do volume semanal de corrida em período inferior a dez semanas representou um dos principais fatores associados ao desenvolvimento da lesão. Paralelamente, observou-se elevação da monotonia do treinamento, redução dos períodos de recuperação e aumento significativo da exposição a estímulos de alta intensidade.

Os déficits identificados na musculatura da panturrilha indicaram redução da capacidade de absorção e transferência de carga durante a corrida. Associadamente, a diminuição da força dos abdutores e rotadores externos do quadril provavelmente contribuiu para alterações da estabilidade dinâmica do membro inferior e aumento da demanda mecânica sobre o tendão de Aquiles.

As limitações de mobilidade observadas no tornozelo favoreceram alterações biomecânicas durante a fase de apoio e propulsão da corrida. A redução da dorsiflexão associada ao aumento da pronação dinâmica provavelmente elevava as tensões transmitidas ao complexo musculotendíneo durante os ciclos repetitivos do gesto esportivo.

A análise biomecânica revelou padrão de corrida caracterizado por overstride discreto, cadência reduzida, aumento do comprimento da passada e diminuição da eficiência propulsiva. Tais alterações contribuíam para aumento das forças de reação do solo e sobrecarga do tendão acometido.

Os aspectos psicossociais identificados não representavam fatores limitantes importantes para o tratamento, embora a ansiedade relacionada à participação na maratona exigisse atenção durante o processo de reabilitação.

A integração de todos os achados permitiu compreender a lesão como resultado da interação entre fatores relacionados à carga de treinamento, capacidade física, biomecânica da corrida e características individuais do atleta.

8.5.11 Diagnóstico Fisioterapêutico

Com base na integração dos achados clínicos, funcionais, biomecânicos, psicossociais e relacionados à carga de treinamento, foi estabelecido o diagnóstico fisioterapêutico de corredor recreacional apresentando Tendinopatia da Porção Média do Tendão de Aquiles esquerdo associada à sobrecarga progressiva de treinamento, redução da capacidade de armazenamento e liberação de energia elástica, déficit de força dos flexores plantares, limitações de mobilidade do tornozelo e alterações biomecânicas capazes de aumentar a demanda mecânica sobre o tendão durante a corrida.

Sob a perspectiva da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF), o quadro era caracterizado por comprometimento das funções relacionadas à força muscular, resistência muscular, mobilidade articular e tolerância ao exercício, resultando em limitações para corrida de longa distância, atividades esportivas de alta intensidade e participação em eventos competitivos planejados pelo paciente.

8.5.12 Estratificação de Risco

De acordo com o sistema de estratificação funcional utilizado para corredores recreacionais e atletas de endurance, o paciente foi classificado na categoria de Risco Moderado-Alto, representada pela cor laranja.

Essa classificação foi fundamentada na presença simultânea de dor durante a corrida, comprometimento funcional relevante, redução importante da capacidade muscular da panturrilha, alterações biomecânicas significativas, limitações de mobilidade do tornozelo e histórico recente de progressão inadequada da carga de treinamento.

A pontuação reduzida no VISA-A, associada à persistência da dor durante atividades esportivas e à presença de déficits objetivos de força e resistência muscular, reforçou a classificação em categoria intermediária de risco.

Apesar de não apresentar sinais clínicos de ruptura tendínea, alterações estruturais graves ou incapacidade para atividades de vida diária, o paciente apresentava risco elevado de agravamento dos sintomas e de interrupção prolongada da prática esportiva caso mantivesse a progressão inadequada da carga de treinamento.

A estratificação realizada permitiu orientar o planejamento terapêutico, definir critérios para progressão dos exercícios e estabelecer parâmetros seguros para o futuro retorno à corrida e à preparação para a maratona.

8.5.13 Objetivos Terapêuticos

A definição dos objetivos terapêuticos foi realizada com base nos achados clínicos, funcionais, biomecânicos e relacionados à carga de treinamento observados durante a avaliação inicial. Considerou-se simultaneamente a necessidade de recuperação da capacidade funcional do tendão, a redução dos sintomas e o objetivo esportivo do paciente de participar de sua primeira maratona.

No curto prazo, os objetivos concentraram-se na redução da dor, controle da irritabilidade tendínea e restauração da tolerância às atividades cotidianas. Buscou-se reduzir a intensidade dolorosa para valores inferiores a 3 pontos na Escala Visual Analógica, diminuir a rigidez matinal e promover compreensão adequada dos mecanismos envolvidos na lesão. Também foi priorizada a reorganização da carga de treinamento, evitando exposição excessiva a estímulos capazes de perpetuar o processo doloroso.

No médio prazo, os objetivos incluíram recuperação da força e resistência dos flexores plantares, melhora da capacidade de armazenamento e liberação de energia elástica pelo tendão de Aquiles, aumento da mobilidade do tornozelo e correção dos déficits neuromusculares identificados durante a avaliação. Nessa fase, buscou-se restaurar a capacidade funcional necessária para suportar cargas progressivamente maiores durante a corrida.

No longo prazo, as metas terapêuticas contemplaram o retorno completo à preparação para a maratona, melhora da eficiência biomecânica da corrida, aumento da tolerância à carga e redução do risco de recorrência dos sintomas. Adicionalmente, buscou-se desenvolver autonomia para monitoramento da carga de treinamento e identificação precoce de sinais de sobrecarga tendínea.

8.5.14 Plano Fisioterapêutico

Fase 1 – Controle da Irritabilidade Tendínea e Gerenciamento da Carga

A primeira fase do tratamento teve como foco principal a redução da irritabilidade do tendão e a reorganização das cargas mecânicas às quais o paciente estava submetido. Inicialmente foi realizada educação detalhada sobre tendinopatias, enfatizando que a presença de dor não necessariamente refletia dano estrutural progressivo, mas sim redução temporária da capacidade adaptativa do tecido frente às demandas impostas.

Foi recomendada redução aproximada de 50% do volume semanal de corrida, com suspensão temporária dos treinos intervalados, corridas em aclive, exercícios pliométricos e longões. O paciente foi orientado a manter apenas corridas leves e de curta duração, desde que a intensidade da dor permanecesse dentro dos limites estabelecidos pelo Pain Monitoring Model.

Para analgesia e melhora da tolerância à carga, foram introduzidos exercícios isométricos para os flexores plantares. O protocolo consistiu em contrações sustentadas realizadas em intensidade moderada, com progressão gradual conforme resposta clínica. Paralelamente, iniciaram-se exercícios de mobilidade para tornozelo e alongamentos controlados da cadeia posterior.

Durante essa fase também foram realizadas orientações relacionadas ao sono, recuperação, hidratação e monitoramento da fadiga acumulada.

Fase 2 – Recuperação da Capacidade Muscular por Meio de Heavy Slow Resistance

Após redução significativa da dor e melhora da irritabilidade tendínea, iniciou-se a segunda fase do tratamento, direcionada ao aumento da capacidade mecânica do tendão e da musculatura associada.

Foi implementado programa de Heavy Slow Resistance, considerado atualmente uma das abordagens mais eficazes para tendinopatias do tendão de Aquiles. O treinamento incluiu elevação de panturrilha em pé, elevação de panturrilha sentada, leg press unilateral, agachamento e exercícios para cadeia posterior.

As cargas foram progressivamente aumentadas de acordo com a resposta clínica do paciente, respeitando os princípios de adaptação tecidual. O objetivo principal consistiu em aumentar a capacidade de produção de força e melhorar a tolerância do tendão às cargas mecânicas.

Paralelamente, foram introduzidos exercícios para fortalecimento dos abdutores e rotadores externos do quadril, além de treinamento de estabilidade lombo-pélvica. O trabalho neuromuscular incluiu tarefas de equilíbrio unipodal, exercícios de controle postural e atividades voltadas para melhora da estabilidade dinâmica do membro inferior.

Fase 3 – Recuperação da Capacidade de Armazenamento de Energia Elástica

Com a melhora dos indicadores clínicos e recuperação satisfatória da força muscular, iniciou-se a fase direcionada ao restabelecimento da função elástica do tendão.

Foram incorporados exercícios de armazenamento e liberação de energia elástica, incluindo saltos bipodais, saltos unipodais, hopping, exercícios pliométricos progressivos e tarefas específicas para desenvolvimento da rigidez funcional do tornozelo.

A progressão ocorreu de forma gradual, respeitando a resposta clínica e os critérios de tolerância à carga. O objetivo principal consistiu em preparar o tendão para suportar as elevadas demandas mecânicas impostas durante a corrida de longa distância.

Simultaneamente, manteve-se o programa de fortalecimento muscular e controle neuromuscular, garantindo adequada integração entre capacidade muscular, estabilidade dinâmica e eficiência biomecânica.

Fase 4 – Retorno Progressivo à Corrida e Preparação para a Maratona

A fase final do tratamento concentrou-se na reintrodução gradual das demandas específicas da corrida. Inicialmente foi adotado protocolo de alternância entre caminhada e trote leve, seguido por progressão gradual do volume semanal.

A intensidade dos treinos foi aumentada progressivamente conforme tolerância clínica. Após adaptação satisfatória às corridas contínuas, foram reintroduzidos treinos moderados, seguidos posteriormente por estímulos intervalados e corridas de maior distância.

Paralelamente, realizou-se intervenção biomecânica baseada em evidências, buscando aumento gradual da cadência para aproximadamente 165 passos por minuto. Essa estratégia teve como objetivo reduzir o comprimento excessivo da passada, diminuir as forças de reação do solo e otimizar a eficiência mecânica da corrida.

O retorno completo aos treinamentos de preparação para a maratona foi condicionado ao cumprimento de critérios objetivos previamente estabelecidos, incluindo ausência de dor significativa, recuperação da força muscular, simetria funcional satisfatória e capacidade de realizar exercícios pliométricos sem exacerbação dos sintomas.

8.5.15 Reavaliação após 12 Semanas

Após doze semanas de acompanhamento fisioterapêutico observou-se melhora substancial dos indicadores clínicos, funcionais e biomecânicos.

A intensidade da dor durante a corrida reduziu de 8 para 1 ponto na Escala Visual Analógica. A rigidez matinal tornou-se mínima e desaparecia em poucos minutos após o início das atividades.

O escore do VISA-A aumentou de 56 para 94 pontos, indicando recuperação funcional significativa. O Heel Raise Endurance Test evoluiu de dezoito para trinta e quatro repetições no membro acometido, sem reprodução dos sintomas.

A força dos flexores plantares apresentou recuperação importante, reduzindo o déficit inicial para menos de 8% em comparação ao membro contralateral. Os déficits observados nos abdutores e rotadores externos do quadril também foram significativamente reduzidos.

O Y Balance Test demonstrou melhora da estabilidade dinâmica, com redução expressiva das assimetrias identificadas durante a avaliação inicial. A mobilidade do tornozelo aumentou para valores próximos aos observados no membro contralateral.

A análise biomecânica revelou aumento da cadência para 165 passos por minuto, redução do overstride e melhora da eficiência propulsiva durante a corrida.

O paciente retornou integralmente aos treinamentos planejados para a maratona sem recorrência dos sintomas.

8.5.16 Prognóstico

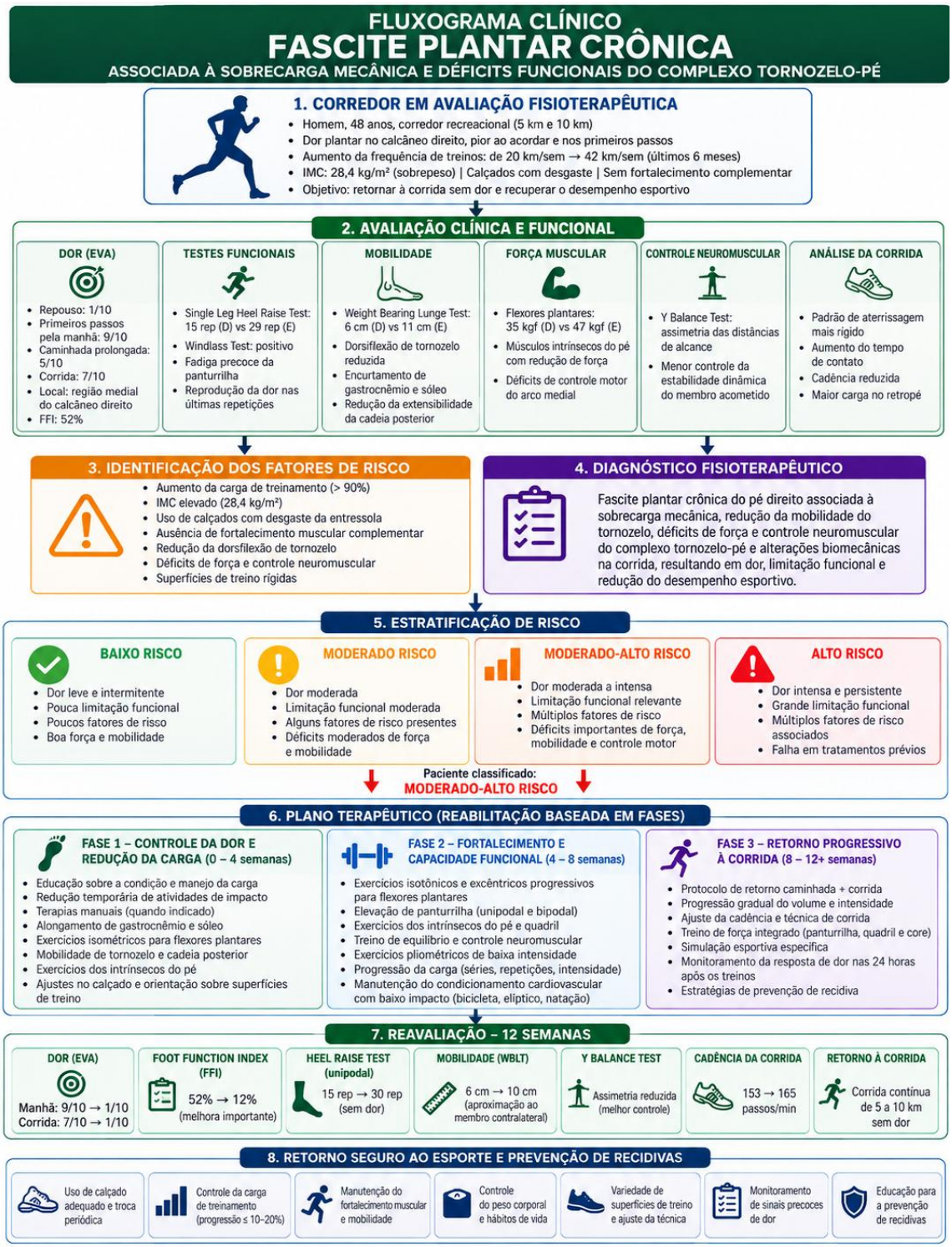
O prognóstico foi considerado favorável desde o início do acompanhamento, principalmente devido à identificação precoce dos fatores modificáveis associados ao quadro clínico. A ausência de ruptura tendínea, a elevada adesão ao tratamento e a boa capacidade de recuperação física contribuíram significativamente para os resultados obtidos.

A literatura contemporânea demonstra que indivíduos com tendinopatia do tendão de Aquiles apresentam elevada probabilidade de recuperação funcional quando submetidos a programas individualizados que integrem educação, gerenciamento adequado da carga, fortalecimento progressivo, treinamento neuromuscular, exercícios de armazenamento de energia elástica e intervenções biomecânicas direcionadas.

Entretanto, a manutenção dos resultados depende da continuidade do treinamento de força, monitoramento adequado da carga de treinamento e adoção de estratégias que permitam progressão segura dos estímulos ao longo da prática esportiva.

8.5.17 Fluxograma Clínico de Avaliação e Tomada de Decisão

Figura 148- Fluxograma de Decisão clínica



Fonte: Elaboração dos autores com auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa (2026)

CAPÍTULO 9

CONSIDERAÇÕES FINAIS



CAPÍTULO 9 - Considerações Finais

A corrida consolidou-se, nas últimas décadas, como uma das modalidades de exercício físico mais praticadas no mundo, reunindo indivíduos com objetivos distintos que transitam entre a promoção da saúde, a prevenção de doenças, o lazer, a participação social e a busca por desempenho esportivo. Apesar da aparente simplicidade do ato de correr, a prática envolve a interação dinâmica de sistemas fisiológicos, biomecânicos, neuromusculares, psicológicos e comportamentais, tornando necessária uma compreensão ampla e integrada do corredor e de suas demandas individuais. Nesse contexto, a atuação fisioterapêutica assume papel fundamental na identificação de fatores relacionados à capacidade funcional, tolerância à carga, desempenho e risco de lesões, contribuindo para uma prática mais segura, eficiente e sustentável.

Ao longo desta obra, foram apresentados os principais fundamentos que sustentam a avaliação clínica e biomecânica do corredor, desde os aspectos fisiológicos e cardiorrespiratórios da corrida até a análise dos fatores biomecânicos, funcionais e clínicos que influenciam o movimento humano. A integração entre anamnese esportiva, avaliação funcional, análise biomecânica e interpretação da carga de treinamento foi apresentada como elemento central para o raciocínio clínico contemporâneo, reforçando a necessidade de superar modelos reducionistas baseados exclusivamente em alterações estruturais, padrões de movimento ou achados biomecânicos isolados.

Os conteúdos discutidos evidenciam que a ocorrência de lesões relacionadas à corrida não pode ser explicada por um único fator. A adaptação ou a sobrecarga dos tecidos resulta da interação entre volume, intensidade, frequência de treinamento, recuperação, capacidade física, histórico esportivo, fatores psicossociais e características individuais do corredor. Dessa forma, a avaliação fisioterapêutica deve ser compreendida como um processo contínuo de investigação, monitoramento e tomada de decisão clínica, direcionado não apenas à identificação de déficits, mas também ao reconhecimento de potencialidades, capacidades adaptativas e oportunidades de otimização do desempenho.

A literatura científica contemporânea reforça que a prevenção de lesões e a melhora da performance dependem mais da adequada gestão da carga de treinamento e da construção progressiva da capacidade física do que da busca por um padrão biomecânico considerado ideal. Nesse sentido, o fisioterapeuta deve atuar como profissional capaz de integrar informações provenientes da avaliação clínica, funcional e biomecânica, traduzindo esses achados em

estratégias individualizadas de intervenção, educação em saúde e planejamento terapêutico. Essa abordagem favorece não apenas a redução do risco de lesões, mas também a autonomia do corredor, a adesão à prática esportiva e a continuidade do treinamento em longo prazo.

Outro aspecto fundamental abordado nesta obra refere-se à importância de compreender o corredor para além de suas características físicas. Aspectos relacionados à motivação, objetivos pessoais, contexto social, rotina profissional, hábitos de recuperação, qualidade do sono, alimentação e percepção da dor influenciam diretamente o comportamento esportivo e a resposta ao treinamento. Assim, a avaliação fisioterapêutica contemporânea deve incorporar uma visão centrada na pessoa, valorizando a individualidade biológica e a complexidade do processo saúde-doença, em consonância com os princípios da prática baseada em evidências e do modelo biopsicossocial.

A crescente popularização da corrida amplia a necessidade de profissionais qualificados para atuar na promoção da saúde, na prevenção de lesões e no acompanhamento de corredores recreacionais, competitivos e atletas de alto rendimento. Nesse cenário, a Fisioterapia apresenta-se como uma área estratégica, capaz de contribuir para a construção de programas de avaliação, monitoramento e intervenção fundamentados em evidências científicas, favorecendo a prática segura da corrida e a maximização dos resultados clínicos e esportivos.

Por fim, espera-se que este e-book contribua para o aprimoramento do raciocínio clínico dos estudantes e profissionais da saúde, oferecendo subsídios teóricos e práticos para a avaliação integrada do corredor. Mais do que fornecer protocolos ou modelos rígidos de análise, a proposta desta obra foi estimular uma compreensão crítica, contextualizada e individualizada da corrida, reconhecendo que cada corredor apresenta uma história, uma capacidade adaptativa e objetivos próprios. Assim, avaliar o corredor significa compreender a complexidade do movimento humano em sua totalidade, promovendo intervenções mais seguras, eficazes e alinhadas às necessidades reais de cada indivíduo.

Dessa maneira, a avaliação clínica e biomecânica do corredor deve ser entendida não como um fim em si mesma, mas como uma ferramenta para orientar decisões fundamentadas, favorecer a saúde, potencializar a performance e contribuir para que mais pessoas possam usufruir dos benefícios da corrida ao longo de toda a vida.

REFERÊNCIAS



REFERÊNCIAS

1. Abdelkader NA, *et al*. The gastrocnemius and soleus muscles deficits in functional ankle instability: relation with balance and functional performance. BMC Musculoskeletal Disorders. 2025;26:743. doi:10.1186/s12891-025-09286-4.
2. Adamson L, Vandamme L, Prior T, Miller SC. Running-Related Injury Incidence: Does It Correlate with Kinematic Sub-groups of Runners? A Scoping Review. Sports Medicine. 2024;54:1163-1178. doi:10.1007/s40279-023-01984-0.
3. Adlou B, Wilburn C, Weimar W. Motion capture technologies for athletic performance enhancement and injury risk assessment: a review for multi-sport organizations. Sensors (Basel). 2025;25(14):4384. doi:10.3390/s25144384.
4. Agresta C, Brown AM, Gillespie R, Gonzalez C, Zendler JD. Running injury paradigms and their influence on footwear design features and runner assessment methods: a focused review to advance evidence-based practice for running medicine clinicians. Front Sports Act Living. 2022;4:815675. doi:10.3389/fspor.2022.815675.
5. Ahmed M, *et al*. The impact of intrinsic foot muscle strengthening exercises in athletes: A systematic review. Physical Therapy in Sport. 2024;70:68-80. doi:10.1016/j.ptsp.2024.09.004.
6. Alghannam AF, Ghaith MM, Alhussain MH. Regulation of energy substrate metabolism in endurance exercise. Int J Environ Res Public Health. 2021;18(9):4963. doi:10.3390/ijerph18094963.
7. Almansoof HS, Nuhmani S, Muaidi Q. Correlation of ankle dorsiflexion range of motion with lower-limb kinetic chain function and hop-test performance in healthy male recreational athletes. PeerJ. 2023;11:e14877. doi:10.7717/peerj.14877.
8. Alvarez-Ramirez J, Rodriguez E. Theoretical analysis of the 12 min Cooper's test to estimate the maximal oxygen uptake rate. Biomed Signal Process Control. 2021;69:102885. doi:10.1016/j.bspc.2021.102885.
9. Amawi A, AlKasasbeh W, Jaradat M, Almasri A, Alobaidi S, Abu Hammad A, *et al*. Athletes' nutritional demands: a narrative review of nutritional requirements. Front Nutr. 2024;10:1331854. doi:10.3389/fnut.2023.1331854.
10. Ambaum C, Hoppe MW. Evaluation of methods to quantify aerobic-anaerobic energy contributions during sports and exercise: a systematic review and best-evidence synthesis. Front Sports Act Living. 2025;7:1650741. doi:10.3389/fspor.2025.1650741

11. AminiAghdam S, Karamanidis K, Rode C. Uneven running: how does trunk-leaning affect the lower-limb joint mechanics and energetics? Eur J Sport Sci. 2022;22(8):1188-1195. doi:10.1080/17461391.2021.1938691.
12. Andere NFB, Godoy-Santos AL, Mochizuki L, *et al*. Biomechanical evaluation in runners with Achilles tendinopathy. Clinics. 2021;76:e2803. doi:10.6061/clinics/2021/e2803.
13. Anderson LM, Bonanno DR, Hart HF, Barton CJ. What is the Effect of Changing Running Step Rate on Injury, Performance and Biomechanics? A Systematic Review and Meta-analysis. Sports Medicine - Open. 2022;8(1):112. doi:10.1186/s40798-022-00504-0.
14. Antonio DS, Laux RC. Quem são e com quem treinam os corredores de rua de Chapecó? Educ Fis Cienc. 2022;24(1):e208. doi:10.24215/23142561e208.
15. Apte S, Prigent G, Stöggl T, *et al*. Biomechanical Response of the Lower Extremity to Running-Induced Acute Fatigue: A Systematic Review. Frontiers in Physiology. 2021;12:646042. doi:10.3389/fphys.2021.646042.
16. Aquino MRC, *et al*. Immediate and prolonged effects of different exercise intensities on the regularity of joint and coordinative patterns in runners. Journal of Biomechanics. 2025;178:112530. doi:10.1016/j.jbiomech.2025.112530.
17. Archacki D, Zieliński J, Pospieszna B, Włodarczyk M, Kusy K. The contribution of energy systems during 15-second sprint exercise in athletes of different sports specializations. PeerJ. 2024;12:e17863. doi:10.7717/peerj.17863.
18. Arin-Bal G, Livanelioglu A, Leardini A, Belvedere C. Correlations between plantar pressure and postural balance in healthy subjects and their comparison according to gender and limb dominance: a cross-sectional descriptive study. Gait Posture. 2024;108:124-131. doi:10.1016/j.gaitpost.2023.11.017.
19. Armstrong LE. Rehydration during Endurance Exercise: Challenges, Research, Options, Methods. Nutrients. 2021;13(3):887. doi:10.3390/nu13030887.
20. Baker LM, Weigend FC, Swaminathan K, Kim D, Chin A, Lieberman DE, *et al*. Estimating braking and propulsion forces during overground running in and out of the lab. PLoS One. 2025;20(9):e0330042. doi:10.1371/journal.pone.0330042.
21. Barbosa RR, Melo RJP, Gomes JLB, Guimarães FJSP, Costa MC. Effect of aerobic training volume on VO_2max and time trial of runners: a systematic review. J Hum Sport Exerc. 2024;19(4):1139-1150. doi:10.55860/90apnb26.
22. Bayissa M, Haile D, Afework D, Jebessa G, Mooses K, Mooses M. Association between running economy and VO_2max values in high-level Ethiopian male and female distance

runners measured at high altitude. BMC Res Notes. 2025;18:319. doi:10.1186/s13104-025-07397-8.

23. Bazett-Jones DM, Neal BS, Legg C, *et al*. Kinematic and Kinetic Gait Characteristics in People with Patellofemoral Pain: A Systematic Review and Meta-analysis. Sports Medicine. 2023;53:519-547. doi:10.1007/s40279-022-01781-1.
24. Beck B, Drysdale L. Risk factors, diagnosis and management of bone stress injuries in adolescent athletes: a narrative review. Sports (Basel). 2021;9(4):52. doi:10.3390/sports9040052.
25. Behrens M, Gube M, Chaabene H, Prieske O, Zenon A, Broscheid KC, *et al*. Fatigue and human performance: an updated framework. Sports Med. 2023;53(1):7-31.
26. Benítez-Muñoz JA, Cupeiro R. Factors influencing blood lactate concentration during exercise: a narrative review with a lactate shuttle perspective. Acta Physiol (Oxf). 2025;241(12):e70131. doi:10.1111/apha.70131.
27. Benson LC, Räisänen AM, Clermont CA, Ferber R. Is this the real life, or is this just laboratory? A scoping review of IMU-based running gait analysis. Sensors (Basel). 2022;22(5):1722. doi:10.3390/s22051722.
28. Bernans E, Abolins V, Lanka J. Does step frequency as a single factor affect running economy? A systematic review. J Hum Sport Exerc. 2023;18(3):743-754. doi:10.14198/jhse.2023.183.20.
29. Bernardo D, Alecrim JV, Ferreira QR, Andrade DR. Políticas públicas de atividade física no Brasil: quais caminhos já percorremos? Rev Bras Ativ Fis Saude. 2024;29:e0372. doi:10.12820/rbafs.29e0372.
30. Bogaert S, Davis J, Vanwanseele B. Machine learning-based estimation of structure-specific load around the ankle and knee joint during running using IMU data. Front Bioeng Biotechnol. 2026;14:1710980. doi:10.3389/fbioe.2026.1710980.
31. Bohm S, Mersmann F, Santuz A, Arampatzis A. Enthalpy efficiency of the soleus muscle contributes to improvements in running economy. Proc Biol Sci. 2021;288(1943):20202784. doi:10.1098/rspb.2020.2784.
32. Bok D, Foster C. Applicability of field aerobic fitness tests in soccer: which one to choose? J Funct Morphol Kinesiol. 2021;6(3):69. doi:10.3390/jfmk6030069.
33. Bonoan M, Morales M, Liu XW, Oyeniran O, Zheng K, Palatulan E. Iliotibial Band Syndrome Current Evidence. Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports. 2024;12(2):193-199. doi:10.1007/s40141-024-00442-w.

34. Borges JP, *et al*. Functional tests and isokinetic knee assessment in street runners. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. 2023;29:e2022_0496. doi:10.1590/1517-8692202329012022_0496.

35. Bovalino SP, Kingsley MIC. Foot strike patterns during overground distance running: a systematic review and meta-analysis. Sports Med Open. 2021;7(1):82. doi:10.1186/s40798-021-00369-9.

36. Bramah C, Rhodes S, Clarke-Cornwell A, Dos'Santos T. Sprint running mechanics are associated with hamstring strain injury: a 6-month prospective cohort study of 126 elite male footballers. Br J Sports Med. 2026;60(3):178-185. doi:10.1136/bjsports-2024-108600.

37. Bravi M, Santacaterina F, Bressi F, Morrone M, Renzi A, Di Tocco J, Schena E, *et al*. Instrumented treadmill for run biomechanics analysis: a comparative study. Biomed Tech (Berl). 2023;68(6):563-571. doi:10.1515/bmt-2022-0258.

38. Breda SJ, Oei EHG, Zwerver J, *et al*. Effectiveness of progressive tendon-loading exercise therapy in patients with patellar tendinopathy: a randomised clinical trial. British Journal of Sports Medicine. 2021;55(9):501-509. doi:10.1136/bjsports-2020-103403.

39. Briand J, di Prampero PE, Osgnach C, Thibault G, Tremblay J. Quantifying metabolic energy contributions in sprint running: a novel bioenergetic model. Eur J Appl Physiol. 2025;125:3521-3541. doi:10.1007/s00421-025-05831-0.

40. Brooks GA. Role of the heart in lactate shuttling. Front Nutr. 2021;8:663560. doi:10.3389/fnut.2021.663560.

41. Bruneau MM, Gaudette LW, Heiderscheit BC, Napier C, Posilkin J, Rauh MJ, *et al*. Gait Retraining in Injured Distance Runners: A Clinical Review. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin. 2025;76:22-28. doi:10.5960/dzsm.2025.621.

42. Burke A, Dillon S, O'Connor S, Whyte EF, Gore S, Moran KA. A systematic review of foot strike technique and its relationship with running-related injuries. Sports Health. 2021;13(4):362-374. doi:10.1177/1941738120976336.

43. Burke A, Dillon S, O'Connor S, Whyte EF, Gore S, Moran KA. Aetiological factors of running-related injuries: a 12 month prospective "Running Injury Surveillance Centre" (RISC) study. Sports Med Open. 2023;9(1):46. doi:10.1186/s40798-023-00589-1.

44. Burke A, Dillon S, O'Connor S, Whyte EF, Gore S, Moran KA. Comparison of impact accelerations between injury-resistant and recently injured recreational runners. PLoS ONE. 2022;17(9):e0273716. doi:10.1371/journal.pone.0273716.

45. Burns GT, Tam N, Isbell JA, *et al*. Assessing spring-mass similarity in elite and recreational runners. Frontiers in Physiology. 2023;14:1224459. doi:10.3389/fphys.2023.1224459.

46. Burtscher J, Strasser B, Burtscher M. The impact of training on the loss of cardiorespiratory fitness in aging masters endurance athletes. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(17):11050. doi:10.3390/ijerph191711050.

47. Buxton J, Shields KJ, Nhean H, Ramsey J, Adams C, Richards GA. Fatigue effects on peak plantar pressure and bilateral symmetry during gait at various speeds. Biomechanics. 2023;3(3):310-321. doi:10.3390/biomechanics3030027.

48. Cady K, Rockwood P, Sweitzer BA, Johnson S, Lindsey DP. Intrarater and interrater reliability of the modified Thomas Test. Journal of Bodywork and Movement Therapies. 2022;30:86-91. doi:10.1016/j.jbmt.2021.09.002.

49. Callahan EA, Chin KE, Chu SK. Current Evidence of Evaluation and Management of the Athlete with Patellofemoral Pain Syndrome. Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports. 2025;13:30. doi:10.1007/s40141-025-00502-9.

50. Caplan N, Riazati S, Hayes PR. Running gait kinematics are reproducible at the beginning and end of two different intensity, energy expenditure matched runs, using either discrete points or functional data analysis. Front Sports Act Living. 2026;8:1611164. doi:10.3389/fspor.2026.1611164.

51. Carmona G, Moreno-Simonet L, Cosio PL, Astrella A, Fernández D, Padullés X, *et al*. Acute changes in hamstring injury risk factors after a session of high-volume maximal sprinting speed efforts in soccer players. Sports Health. 2025;17(1):15-26. doi:10.1177/19417381241283814.

52. Carroll LA, Kivlan BR, Martin RL, Pabian PS. The Single Leg Squat Test: A “Top-Down” or “Bottom-Up” Functional Performance Test? International Journal of Sports Physical Therapy. 2021;16(2):360-370. doi:10.26603/001c.21317.

53. Carson NM, Aslan DH, Ortega JD. The effect of forward postural lean on running economy, kinematics, and muscle activation. PLoS One. 2024;19(5):e0302249. doi:10.1371/journal.pone.0302249.

54. Carvalho T, Freitas OGA, Chalela WA, Hossri CAC, Milani M, Buglia S, *et al*. Brazilian Guideline for Exercise Test in the Adult Population – 2024. Arq Bras Cardiol. 2024;121(3):e20240110. doi:10.36660/abc.20240110.

55. Casado A, Foster C, Bakken M, Tjelta LI. Does lactate-guided threshold interval training within a high-volume low-intensity approach represent the “next step” in the evolution of

distance running training? Int J Environ Res Public Health. 2023;20(5):3782. doi:10.3390/ijerph20053782.

56. Casado A, González-Mohíno F, González-Ravé JM, Foster C. Training Periodization, Methods, Intensity Distribution, and Volume in Highly Trained and Elite Distance Runners: A Systematic Review. International Journal of Sports Physiology and Performance. 2022;17(6):820-833. doi:10.1123/ijspp.2021-0435.
57. Chalitsios C, Nikodelis T, Mavrommatis G, Kollias I. Subject-specific sensitivity of several biomechanical features to fatigue during an exhaustive treadmill run. Sci Rep. 2024;14:1004. doi:10.1038/s41598-024-51296-0.
58. Challoumas D, Pedret C, Biddle M, *et al*. Management of patellar tendinopathy: a systematic review and network meta-analysis of randomised studies. BMJ Open Sport & Exercise Medicine. 2021;7(4):e001110. doi:10.1136/bmjsem-2021-001110.
59. Chang P, Wang C, Chen Y, Wang G, Lu A. Identification of runner fatigue stages based on inertial sensors and deep learning. Front Bioeng Biotechnol. 2023;11:1302911. doi:10.3389/fbioe.2023.1302911.
60. Chen B, *et al*. Review of the Upright Balance Assessment Based on the Force Plate. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021;18(5):2696. doi:10.3390/ijerph18052696.
61. Chen G, Gu Z, Wang P, Qi Y, Dai J. Analysis of lower limb muscle strength characteristics of amateur runners with patellofemoral pain: A cross-sectional study. PLoS ONE. 2024;19(6):e0305141. doi:10.1371/journal.pone.0305141.
62. Chen H, *et al*. Biomechanical differences between habitual forefoot and rearfoot strike running: a systematic review. Sports Biomech. 2024. doi:10.1080/14763141.2024.2363363.
63. Chen S, Ma H, Chen X, *et al*. Relationship Between Isokinetic Lower-Limb Joint Strength and Force-Time Characteristics During Countermovement Jump in Sprinters. Frontiers in Physiology. 2022;13:784181. doi:10.3389/fphys.2022.784181.
64. Chen S, Segers V, Zhang Q, Zhang Q, Ding H, Li F. Lower extremity kinematic and kinetic characteristics as effects on running economy of recreational runners. Med Sci Sports Exerc. 2024;56(8):1368-1377. doi:10.1249/MSS.0000000000003438.
65. Chen W, Cloosterman KLA, Bierma-Zeinstra SMA, van Middelkoop M, de Vos RJ. Epidemiology of insertional and midportion Achilles tendinopathy in runners: A

prospective cohort study. Journal of Sport and Health Science. 2024;13(2):256-263. doi:10.1016/j.jshs.2023.03.007.

66. Chimenti RL, Neville C, Houck J, Cuddeford T, Carreira D, Martin RL. Achilles Pain, Stiffness, and Muscle Power Deficits: Midportion Achilles Tendinopathy Revision–2024: Clinical Practice Guidelines Linked to the International Classification of Functioning, Disability and Health From the Academy of Orthopaedic Physical Therapy of the American Physical Therapy Association. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2024;54(12):CPG1-CPG32. doi:10.2519/jospt.2024.0302.
67. Choudhary PK, Choudhary S, Saha S, Rajpoot YS, Ciocan VC, Nicolae-Lucian V, *et al*. Lower-limb biomechanical adaptations to exercise-induced fatigue during running: a systematic review of injury-relevant mechanical changes. Life (Basel). 2026;16(2):272. doi:10.3390/life16020272.
68. Choudhary R, Kunal K. Modifiable Risk Factors of Plantar Fasciitis in Non-Athletic Patients and Proposal of a New Objective Assessment System – RKISP. Revista Brasileira de Ortopedia. 2021;56(3):368-371. doi:10.1055/s-0040-1716762.
69. Cibulka MT, Wunderlich P, Klockenga H, Reed A, Sandman J. The Falcon test: an observer agreement study in subjects with and without anterior knee pain. Int J Sports Phys Ther. 2023;18(2):368-374. doi:10.26603/001c.73190.
70. Cloosterman KLA, de Vos RJ, van Oeveren B, Visser E, Bierma-Zeinstra SMA, van Middelkoop M. Comparison of Weekly Training Load and Acute: Chronic Workload Ratio Methods to Estimate Change in Training Load in Running. Journal of Athletic Training. 2024;59(10):1028-1034. doi:10.4085/1062-6050-0430.23.
71. Cobos-Moreno P, Astasio-Picado Á, Martínez-Nova A, Sánchez-Rodríguez R, Escamilla-Martínez E, Gómez-Martín B. The Podoprint® plantar pressure platform: evaluation of reliability and repeatability, and determination of the normality parameters. J Tissue Viability. 2022;31(4):619-624. doi:10.1016/j.jtv.2022.07.005.
72. Cömert GM, Er F, Öztürk D, *et al*. Exercise Modalities for Improving Frontal Plane Knee and Foot Posture in Healthy Individuals: A Systematic Review. Sports. 2025;13(2):52. doi:10.3390/sports13020052.
73. Correia CK, Machado JM, Dominski FH, Castro MP, Fontana HB, Ruschel C. Risk factors for running-related injuries: an umbrella systematic review. Journal of Sport and Health Science. 2024;13(6):793-804. doi:10.1016/j.jshs.2024.04.011.

74. Corrigan P, Hornsby S, Pohlig RT, Willy RW, Cortes DH, Grävare Silbernagel K. Tendon loading in runners with Achilles tendinopathy: Relations to pain, structure, and function during return-to-sport. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2022;32(8):1201-1212. doi:10.1111/sms.14178.

75. Coslick AM, Lestersmith D, Chiang CC, Scura D, Wilckens JH, Emam M. Lower Extremity Bone Stress Injuries in Athletes: an Update on Current Guidelines. Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports. 2024;12(1):39-49. doi:10.1007/s40141-024-00429-7.

76. Costa TMRL, Borba VZC, Correa RGP, Moreira CA. Stress fractures. Archives of Endocrinology and Metabolism. 2022;66(5):765-773. doi:10.20945/2359-3997000000562.

77. Crooks SA, Paavana T, Heaver C. An overview of exertional leg pain in the athlete. Orthopaedics and Trauma. 2024;38(1):56-64. doi:10.1016/j.mporth.2023.11.010.

78. Crunkhorn ML, Etxebarria N, Toohey LA, Charlton P, Watson K, Drew M. The Natural History of Bone Stress Injuries in Athletes: From Inception to Resolution. Sports Medicine. 2025;55:2415-2428. doi:10.1007/s40279-025-02280-9.

79. de Souza Júnior JR, Briani RV, Ferrari D, *et al*. Effects of two gait retraining programs on pain, function, and lower limb kinematics in runners with patellofemoral pain: A randomized controlled trial. PLoS ONE. 2024;19(1):e0295645. doi:10.1371/journal.pone.0295645.

80. de Vos RJ, van der Vlist AC, Zwerver J, *et al*. Dutch multidisciplinary guideline on Achilles tendinopathy. British Journal of Sports Medicine. 2021;55(20):1125-1134. doi:10.1136/bjsports-2020-103867.

81. DeJong Lempke AF, Audet AP, Wasserman MG, Melvin AC, Soldes K, Heithoff E, Shah S, *et al*. Biomechanical differences and variability during sustained motorized treadmill running versus outdoor overground running using wearable sensors. J Biomech. 2025;178:112443. doi:10.1016/j.jbiomech.2024.112443.

82. DeJong Lempke AF, Szymanski MR, Willwerth SB, Brewer GJ, Whitney KE, Meehan WP 3rd, Casa DJ. Relationship between running biomechanics and core temperature across a competitive road race. Sports Health. 2025;17(2):351-358. doi:10.1177/19417381241236877.

83. Del Duchetto F, Munteanu SE, Bonanno DR, *et al*. Can Foot Orthoses Benefit Symptomatic Runners? Mechanistic and Clinical Insights Through a Scoping Review. Sports Medicine - Open. 2024;10:89. doi:10.1186/s40798-024-00774-w.

84. Delgado-García G, Moreno-Pérez V, Soto-Méndez F, Quesada-Molina A, Becerro-de-Bengoa-Vallejo R. Does the fatigue induced by a 30-minute run affect the lower limb acceleration spikes' asymmetries? Bioengineering (Basel). 2025;12(3):294. doi:10.3390/bioengineering12030294.

85. Desai P, Jungmalm J, Börjesson M, Karlsson J, Grau S. Recreational runners with a history of injury are twice as likely to sustain a running-related injury as runners with no history of injury: a 1-year prospective cohort study. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2021;51(3):144-150. doi:10.2519/jospt.2021.9673.

86. Di Paolo S, Zaffagnini S, Tosarelli F, Grassi A, Della Villa F. Beyond Distance: A Simple Qualitative Assessment of the Single-Leg Hop Test in Return-to-Play Testing. Sports Health. 2022;14(6):906-911. doi:10.1177/19417381211063450.

87. Díaz-Goñi V, López-Gil JF, Rodríguez-Gutiérrez E, *et al*. Cardiorespiratory fitness and risk of mental disorders and dementia: a systematic review and meta-analysis. Nat Ment Health. 2026;4(4). doi:10.1038/s44220-026-00599-4.

88. Dillon S, Burke A, Whyte EF, O'Connor S, Gore S, Moran K. Do Injury-Resistant Runners Have Distinct Differences in Clinical Measures Compared with Recently Injured Runners? Medicine & Science in Sports & Exercise. 2021;53(9):1807-1817. doi:10.1249/MSS.0000000000002649.

89. Dores H, Mendes M, Abreu A, Durazzo A, Rodrigues C, Vilela E, *et al*. Cardiopulmonary exercise testing in clinical practice: principles, applications, and basic interpretation. Rev Port Cardiol. 2024;43(9):525-536. doi:10.1016/j.repc.2024.01.005.

90. Dorst LM, Cimonetti V, Cardoso JR, Moura FA, Bini RR. Effectiveness of Lower-Cost Strategies for Running Gait Retraining: A Systematic Review. Applied Sciences. 2023;13(3):1376. doi:10.3390/app13031376.

91. Doyle E, Doyle TLA, Bonacci J, Fuller JT. The Effectiveness of Gait Retraining on Running Kinematics, Kinetics, Performance, Pain, and Injury in Distance Runners: A Systematic Review With Meta-analysis. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2022;52(4):192-206. doi:10.2519/jospt.2022.10585.

92. Drozda D, Thompson Z, Vincent KR, Nixon RM, Bolling J, Vincent HK. Gait signatures of endurance runners with low back pain: A case controlled cross sectional study. Gait & Posture. 2024;113:184-190. doi:10.1016/j.gaitpost.2024.06.015.

93. Du Z, Lu W, Lang D, *et al*. Comparison between 2,000 m and 3,000 m time trials to estimate the maximal aerobic speed for collegiate runners. Front Physiol. 2022;13:1005259. doi:10.3389/fphys.2022.1005259.

94. Dudagoitia Barrio E, Fernández-Landa J, Negra Y, Ramirez-Campillo R, García de Alcaraz A. Effects of plyometric jump training on running economy in endurance runners: a systematic review and meta-analysis. Kinesiology. 2023;55(2):270-281. doi:10.26582/k.55.2.11.

95. Dugas MO, Paradis-Deschênes P, Simard L, Chevrette T, Blackburn P, Lavallière M. Comparison of VO_2max estimations for maximal and submaximal exercise tests in apparently healthy adults. Sports (Basel). 2023;11(12):235. doi:10.3390/sports11120235.

96. Edouard P, Tooth C. Methods for recording and reporting of epidemiological data on injury and illness in sport: ReFORM synthesis of the International Olympic Committee consensus statement. British Journal of Sports Medicine. 2024;58(17):941-943. doi:10.1136/bjsports-2024-108516.

97. Eihara Y, Takao K, Sugiyama T, Maeo S, Terada M, Kanehisa H, *et al*. Heavy resistance training versus plyometric training for improving running economy and running time trial performance: a systematic review and meta-analysis. Sports Med Open. 2022;8(1):138. doi:10.1186/s40798-022-00511-1.

98. Eimiller K, Denning WM, Martinez BJ, Taylor JB, Hurley S, Ebersole KT, *et al*. Reliability of goniometric techniques for measuring hip flexor length using the modified Thomas test. International Journal of Sports Physical Therapy. 2024;19(5):535-545. doi:10.26603/001c.120899.

99. Esco MR, Fields AD, Mohammadnabi MA, Kliszczewicz BM. Monitoring training adaptation and recovery status in athletes using heart rate variability via mobile devices: a narrative review. Sensors. 2026;26(1):3. doi:10.3390/s26010003.

100. Espiño RVS, *et al*. Validity and reliability of hand-held dynamometers in hip, knee and ankle strength testing in healthy adults: A systematic review and meta-analysis. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation. 2026. doi:10.1186/s13102-026-01240-5.

101. Espinosa H, Mears A, Stamm A, Ohgi Y, Coniglio C. Wearable sensor technology in sports monitoring. Sports Eng. 2025;28(1):4. doi:10.1007/s12283-025-00485-9.

102. Esposito M, Wannop JW, Stefanyshyn DJ. Effects of midsole cushioning stiffness on Achilles tendon stretch during running. Sci Rep. 2022;12:467. doi:10.1038/s41598-022-07719-x.

103. Esteve-Lanao J, Del Rosso S, Larumbe-Zabala E, Cardona C, Alcocer-Gamboa A, Boullosa DA. Predicting recreational runners' marathon performance time throughout their training preparation. J Strength Cond Res. 2021;35(11):3218-3224. doi:10.1519/JSC.0000000000003199.

104. Evans RJ, Moffit TJ, Mitchell PK, Pamukoff DN. Injury and performance related biomechanical differences between recreational and collegiate runners. Front Sports Act Living. 2023;5:1268292. doi:10.3389/fspor.2023.1268292.

105. Fendri T, Beaune B, Kasmi S, Chaari F, Sahli S, Boyas S. Relationship Between Postural Stability and Proprioception, Pain, Quadriceps Strength, and Muscle Tightness in Athletes With Patellar Tendinopathy. Sports Health. 2024;16(6):991-999. doi:10.1177/19417381241231617.

106. Ferro-Sánchez A, Martín-Castellanos A, De la Rubia A, García-Aliaga A, Hontoria-Galán M, Marquina M. An Analysis of Running Impact on Different Surfaces for Injury Prevention. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2023;20(14):6405. doi:10.3390/ijerph20146405.

107. Figueiredo DH, Figueiredo DH, Bellenger CR, Machado FA. Individually guided training prescription by heart rate variability and self-reported measure of stress tolerance in recreational runners: effects on endurance performance. J Sports Sci. 2022;40(24):2732-2740. doi:10.1080/02640414.2023.2191082.

108. Figueiredo DH, Figueiredo DH, Manoel FA, Machado FA. Peak running velocity or critical speed under field conditions: which best predicts 5-km running performance in recreational runners? Front Physiol. 2021;12:680790. doi:10.3389/fphys.2021.680790.

109. Figueiredo I, Reis e Silva M, Sousa JE. The influence of running cadence on biomechanics and injury prevention: a systematic review. Cureus. 2025;17(8):e90322. doi:10.7759/cureus.90322.

110. Figueroa-Mayordomo M, *et al*. Descriptive Profile of Hip Rotation in Athletic, Injured and Non-Active Populations: A Systematic Review. Sports. 2025;13(4):170. doi:10.3390/sports13040170.

111. Florkiewicz EM, Willy RW, Scholten K, *et al*. The effects of telehealth running gait retraining on running biomechanics, pain, and function in previously injured runners: A

randomized clinical trial. Gait & Posture. 2025;117:273-281. doi:10.1016/j.gaitpost.2024.12.021.

112. Foch E, Brindle RA, Pohl MB. Lower extremity kinematics during running and hip abductor strength in iliotibial band syndrome: A systematic review and meta-analysis. Gait & Posture. 2023;101:73-81. doi:10.1016/j.gaitpost.2023.02.001.
113. Frandsen JSB, Sørensen H, Moseid CH, Nielsen RØ, Malisoux L. How much running is too much? Identifying high-risk running sessions in a 5200-person cohort study. British Journal of Sports Medicine. 2025;59(17):1203-1210. doi:10.1136/bjsports-2024-109380.
114. Franklin BA, Eijsvogels TMH, Pandey A, Quindry J, Toth PP. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and cardiovascular health: a clinical practice statement of the ASPC Part I: bioenergetics, contemporary physical activity recommendations, benefits, risks, extreme exercise regimens, potential maladaptations. Am J Prev Cardiol. 2022;12:100424. doi:10.1016/j.ajpc.2022.100424.
115. Fredette A, Roy JS, Perreault K, Dupuis F, Napier C, Esculier JF. The Association Between Running Injuries and Training Parameters: A Systematic Review. Journal of Athletic Training. 2022;57(7):650-671. doi:10.4085/1062-6050-0195.21.
116. Friede MC, Innerhofer G, Fink C, Alegre LM, Csapo R. Conservative treatment of iliotibial band syndrome in runners: are we targeting the right goals? Phys Ther Sport. 2022;54:44-52. doi:10.1016/j.ptsp.2021.12.006.
117. Gajda R, Gajda J, Czuba M, Knechtle B, Drygas W. Sports heart monitors as reliable diagnostic tools for training control and detecting arrhythmias in professional and leisure-time endurance athletes: an expert consensus statement. Sports Med. 2024;54:1-21. doi:10.1007/s40279-023-01948-4.
118. Galli V, Ahmadizadeh C, Menon C. Fully textile passive wireless sensing for human movement monitoring with multiple sensors. Front Bioeng Biotechnol. 2026;14:1724364. doi:10.3389/fbioe.2026.1724364.
119. Gao WD, Zheng PP, Pan JW, Fang HB, Kan J, Chen Q. Prediction of VO_2max based on a 3-kilometer running test for water sports athletes. J Sports Med Phys Fitness. 2021;61(4):542-550. doi:10.23736/S0022-4707.20.11440-3.
120. Gao Z, *et al*. Effects of running fatigue on lower extremity symmetry among amateur runners: from a biomechanical perspective. Front Physiol. 2022;13:911567. doi:10.3389/fphys.2022.911567.

121. Gao Z, Zhu Y, Fang Y, Fekete G, Kovács A, Baker JS, *et al*. Automated recognition of asymmetric gait and fatigue gait using ground reaction force data. Front Physiol. 2023;14:1159668. doi:10.3389/fphys.2023.1159668.

122. Gaudette LW, *et al*. Clinical Application of Gait Retraining in the Injured Runner. International Journal of Sports Physical Therapy. 2022;17(7):1160-1176. doi:10.26603/001c.57810.

123. George ERM, Sheerin KR, Reid D. Criteria and Guidelines for Returning to Running Following a Tibial Bone Stress Injury: A Scoping Review. Sports Medicine. 2024;54(9):2247-2265. doi:10.1007/s40279-024-02051-y.

124. George SZ, Fritz JM, Silfies SP, Schneider MJ, Beneciuk JM, Lentz TA, *et al*. Interventions for the Management of Acute and Chronic Low Back Pain: Revision 2021. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2021;51(11):CPG1-CPG60. doi:10.2519/jospt.2021.0304.

125. Geraci A, Mahon D, Hu E, Cervantes JE, Nho SJ. Prevention and Rehabilitation of the Athletic Hamstring Injury. Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation. 2025;7(2):101021. doi:10.1016/j.asmr.2024.101021.

126. Gibson N, Easton C, Williams M, McCunn R, Gibson NV. Reliability and validity of a 6-minute Yo-Yo Intermittent Endurance Test Level 2 in subelite part time male soccer players. J Strength Cond Res. 2022;36(4):1011-1018. doi:10.1519/JSC.0000000000003641

127. Glaviano NR, Bazett-Jones DM, Boling MC. Pain severity during functional activities in individuals with patellofemoral pain: A systematic review with meta-analysis. Journal of Science and Medicine in Sport. 2022;25(5):399-406. doi:10.1016/j.jsams.2022.01.004.

128. Green B, Bourne MN, Van Dyk N, Pizzari T. The assessment, management and prevention of calf muscle strain injuries: a qualitative study of the practices and perspectives of 20 expert sports clinicians. Sports Medicine - Open. 2022;8:10. doi:10.1186/s40798-021-00364-0.

129. Grummt M, Hafermann L, Claussen L, Herrmann C, Wolfarth B. Rating of perceived exertion: a large cross-sectional study defining intensity levels for individual physical activity recommendations. Sports Med Open. 2024;10(1):71. doi:10.1186/s40798-024-00729-1.

130. Guo Y, *et al*. A systematic review and meta-analysis of balance training in patients with chronic ankle instability. Systematic Reviews. 2024;13. doi:10.1186/s13643-024-02455-x.

131. Haake S, Quirk H, Bullas A. The impact of parkrun on life satisfaction and its cost-effectiveness: a six-month study of parkrunners in the United Kingdom. PLOS Glob Public Health. 2024;4(10):e0003580. doi:10.1371/journal.pgph.0003580.
132. Haghighat F, Ebrahimi S, Rezaie M, Shafiee E, Shokouhyan SM, Motealleh A. Trunk, pelvis, and knee kinematics during running in females with and without patellofemoral pain. Gait & Posture. 2021;89:80-85. doi:10.1016/j.gaitpost.2021.06.023.
133. Hagos A, Merchant AA, Kayani B, Yasen AT, Haddad FS. Risk factors and injury prevention strategies for hamstring injuries: a narrative review. EFORT Open Rev. 2025;10(8):636-645. doi:10.1530/EOR-2024-0135.
134. Hamstra-Wright KL, Huxel Bliven KC, Bay RC, Aydemir B. Risk Factors for Plantar Fasciitis in Physically Active Individuals: A Systematic Review and Meta-analysis. Sports Health. 2021;13(3):296-303. doi:10.1177/1941738120970976.
135. Hamstra-Wright KL, Huxel Bliven KC, Napier C. Training Load Capacity, Cumulative Risk, and Bone Stress Injuries: A Narrative Review of a Holistic Approach. Frontiers in Sports and Active Living. 2021;3:665683. doi:10.3389/fspor.2021.665683.
136. Hamzavi B, Esmaeili H. Effects of running-induced fatigue on plantar pressure distribution in runners with different strike types. Gait Posture. 2021;88:132-137. doi:10.1016/j.gaitpost.2021.05.018.
137. Hanks J, *et al*. Validity, Reliability, and Efficiency of a Standard Goniometer, Medical Inclinometer, and Builder's Digital Inclinometer. International Journal of Sports Physical Therapy. 2023;18(4):927-937. doi:10.26603/001c.83275.
138. Hao J, Buster TW, Cesar GM, Burnfield JM. Virtual reality augments effectiveness of treadmill walking training in patients with walking and balance impairments: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Clin Rehabil. 2023;37(5):603-619. doi:10.1177/02692155221138309.
139. Harber MP, Myers J, Bonikowske AR, Muntaner-Mas A, Molina-Garcia P, Arena R, *et al*. Assessing cardiorespiratory fitness in clinical and community settings: lessons and advancements in the 100th year anniversary of VO_2max. Prog Cardiovasc Dis. 2024;83:36-42. doi:10.1016/j.pcad.2024.02.009.
140. Haugen T, Sandbakk Ø, Seiler S, Tønnessen E. The training characteristics of world-class distance runners: an integration of scientific literature and results-proven practice. Sports Med Open. 2022;8(1):46. doi:10.1186/s40798-022-00438-7.

141. Hazzaa WA, Alqahtani BA, Alenazi AM, *et al*. The influence of general and local muscle fatigue on kinematics and plantar pressure distribution during running: a systematic review and meta-analysis. Sports (Basel). 2023;11(12):241. doi:10.3390/sports11120241.

142. Hébert-Losier K, Dai B, Nunome H, Kong PW, Hobara H, Hsu WC, Bradshaw EJ, *et al*. Reporting guidelines for running biomechanics and footwear studies using three-dimensional motion capture. Sports Biomech. 2023;22(3):473-484. doi:10.1080/14763141.2022.2110149.

143. Hensley CP, *et al*. Reliability and validity of 2-dimensional video analysis for assessment of running gait: A systematic review. Physical Therapy in Sport. 2022;57:110-120. doi:10.1016/j.ptsp.2022.07.006.

144. Herring SA, Putukian M, Kibler WB, *et al*. Team Physician Consensus Statement: Return to Sport/Return to Play and the Team Physician: A Team Physician Consensus Statement—2023 Update. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2024;56(5):767-775. doi:10.1249/MSS.0000000000003371.

145. Hoenig T, Eissele J, Strahl A, *et al*. Return to sport following low-risk and high-risk bone stress injuries: a systematic review and meta-analysis. British Journal of Sports Medicine. 2023;57(7):427-432. doi:10.1136/bjsports-2022-106328.

146. Hoenig T, Hollander K, Popp KL, *et al*. International Delphi consensus on bone stress injuries in athletes. British Journal of Sports Medicine. 2025;59(2):78-90. doi:10.1136/bjsports-2024-108616.

147. Höglund LT, *et al*. Males with patellofemoral pain have altered movements during step-down and single-leg squat tasks compared with pain-free controls. Journal of Orthopaedic Surgery and Research. 2024;19:362. doi:10.1186/s13018-024-04911-9.

148. Hollabaugh WL, Sin A, Walden RL, Weaver JS, Porras LP, LeClere LE, *et al*. Outcomes of activity-related lower extremity muscle tears after application of the British Athletics Muscle Injury Classification: a systematic review. Sports Health. 2024;16(5):783-796. doi:10.1177/19417381231195529.

149. Holm-Jensen A, Vlachos E, Storm LK, Myburgh C. The Consistency of Primary, Secondary and Tertiary Prevention Definitions in the Context of Musculoskeletal Sports Injuries: A Rapid Review and Critical Exploration of Common Terms of Usage. Sports Medicine - Open. 2025;11:28. doi:10.1186/s40798-025-00823-y.

150. Horiguchi Y, Noro H, Hata K, Yamazaki Y, Kubota A, Yanagiya T. Effects of the difference foot strike pattern on the plantar pressure during uphill and downhill running. Frontiers in Sports and Active Living. 2025;7:1654489. doi:10.3389/fspor.2025.1654489.
151. Hu C, Du Z, Tao M, Song Y. Effects of Different Hamstring Eccentric Exercise Programs on Preventing Lower Extremity Injuries: A Systematic Review and Meta-Analysis. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2023;20(3):2057. doi:10.3390/ijerph20032057.
152. Huang SY, Chou LW, *et al*. Acute Effects of Soleus Stretching on Ankle Flexibility, Dynamic Balance and Speed Performances in Soccer Players. Biology. 2022;11(3):374. doi:10.3390/biology11030374.
153. Huber A, *et al*. A one session gait retraining protocol with metronome augmentation increases cadence and alters biomechanics in novice and recreational runners. Int J Sports Phys Ther. 2023;18(6):1364-1376. doi:10.26603/001c.89269.
154. Hunter B, Lena A, Muniz-Pumares D. Durability of physiological and biomechanical variables during a marathon. J Sports Sci. 2026;44(2):131-145. doi:10.1080/02640414.2025.2567780.
155. Iannetta D, Zhang J, Murias JM, Aboodarda SJ. Neuromuscular and perceptual mechanisms of fatigue accompanying task failure in response to moderate-, heavy-, severe-, and extreme-intensity cycling. Journal of Applied Physiology. 2022;133(2):323-334. doi:10.1152/japplphysiol.00764.2021.
156. Iatropoulos SA, Wheeler PC. Hamstring muscle injuries in athletics. The Physician and Sportsmedicine. 2024;52(2):103-114. doi:10.1080/00913847.2023.2188871.
157. Ingram LA, Tomkinson GR, d'Unienville NMA, Gower B, Gleadhill S, Boyle T, *et al*. Optimising the dose of static stretching to improve flexibility: a systematic review, meta-analysis and multivariate meta-regression. Sports Med. 2025;55(3):597-617. doi:10.1007/s40279-024-02143-9.
158. Inostroza-Ríos F, Merino-Muñoz P, Sánchez-Ramírez C, Garrido AB, Pérez-Contreras J, Cancino-Jimenez J, *et al*. The Temporal Structure of the Running Cycle, an Essential Element in the Analysis: A Critical Review. Biomechanics. 2025;5(2):40. doi:10.3390/biomechanics5020040.
159. Jabbarzadeh Ganjeh B, Zeraattalab-Motlagh S, Jayedi A, Daneshvar M, Gohari Z, Noorozi R, *et al*. Effects of aerobic exercise on blood pressure in patients with hypertension: a

systematic review and dose-response meta-analysis of randomized trials. Hypertens Res. 2024;47(2):385-398. doi:10.1038/s41440-023-01467-9.

160. Jaén-Carrillo D, Rubio-Peirotén A, Santos L, *et al*. Influence of strength and musculotendinous properties on running biomechanics on different terrains in highly trained trail runners. Ger J Exerc Sport Res. 2026. doi:10.1007/s12662-026-01092-x.
161. Jaén-Carrillo D, Ruiz-Alias SA, García-Pinillos F. Does the terrain influence running critical power and biomechanics? An in-field study with highly trained trail runners. Eur J Appl Physiol. 2025. doi:10.1007/s00421-025-05840-z.
162. Jaén-Carrillo D, Ruiz-Alias SA, Olaya-Cuartero J, García-Pinillos F. Stryd biomechanical parameters as indicators of running economy and performance. Proc Inst Mech Eng P J Sports Eng Technol. 2026;240(1):141-149. doi:10.1177/17543371231220760.
163. Jaffri AH, Newman P, Thomas KS, Smith BI. Evidence for Intrinsic Foot Muscle Training in Improving Foot Function: A Systematic Review and Meta-Analysis. Journal of Athletic Training. 2023;58(11-12):941-951. doi:10.4085/1062-6050-0167.23.
164. James NM, Stanford KI. Obesity and exercise: new insights and perspectives. Endocr Rev. 2025;46(6):763-789. doi:10.1210/endrev/bnaf017.
165. Jasty NM, Dyrek P, Kaur J, Ackerman KE, Kraus E, Heyworth BE. Evidence-Based Treatment and Outcomes of Tibial Bone Stress Injuries. Journal of the Pediatric Orthopaedic Society of North America. 2021;3(4):372. doi:10.55275/JPOSNA-2021-372.
166. Jayedi A, Soltani S, Emadi A, Zargar M, Najafi A. Aerobic exercise and weight loss in adults: a systematic review and dose-response meta-analysis. JAMA Netw Open. 2024;7(12):e2452185. doi:10.1001/jamanetworkopen.2024.52185.
167. Ji S, Keller S, Zwingmann L, Wahl P, *et al*. Modeling lactate threshold in young squad athletes: influence of sex, maximal oxygen uptake, and cost of running. Eur J Appl Physiol. 2023;123:573-583. doi:10.1007/s00421-022-05084-1.
168. Jiang X, Bíró I, Sárosi J, Fang Y, Gu Y. Comparison of ground reaction forces as running speed increases between male and female runners. Front Bioeng Biotechnol. 2024;12:1378284. doi:10.3389/fbioe.2024.1378284.
169. Jiao Y, Dajime PF, Zhang Q, Reading S, Smith MC, Zhang Y. A clinically oriented VR-based treadmill training system for post-stroke rehabilitation: integration of motor learning and control principles. Virtual Real. 2025;29:112. doi:10.1007/s10055-025-01200-6.

170. Jiménez-Alfageme R, *et al*. Nutritional Intake and Timing of Marathon Runners: Influence of Athlete's Characteristics and Fueling Practices on Finishing Time. Sports Medicine - Open. 2025;11:18. doi:10.1186/s40798-024-00801-w.

171. Johnson CD, Outerleys J, Davis IS. Relationships between tibial acceleration and ground reaction force measures in the medial-lateral and anterior-posterior planes. J Biomech. 2021;117:110250. doi:10.1016/j.jbiomech.2021.110250.

172. Johnson M, Martinson M, Gross M, *et al*. Recovery Techniques for Athletes: A Review. Current Sports Medicine Reports. 2022;21(2):53-59. doi:10.1249/JSR.0000000000000939.

173. Jones AM. The fourth dimension: physiological resilience as an independent determinant of endurance exercise performance. J Physiol. 2024;602(17):4113-4128. doi:10.1113/JP284205.

174. Juan-Recio C, Prat-Luri A, Galindo A, Manresa-Rocamora A, Barbado D, Vera-Garcia FJ. Is the Side Bridge Test Valid and Reliable for Assessing Trunk Lateral Flexor Endurance in Recreational Female Athletes? Biology. 2022;11(7):1043. doi:10.3390/biology11071043.

175. Kaczmarek F, Bartkowiak-Wieczorek J, Matecka M, Jenczylik K, Brzezińska K, Gajniak P, *et al*. Sleep and Athletic Performance: A Multidimensional Review of Physiological and Molecular Mechanisms. Journal of Clinical Medicine. 2025;14(21):7606. doi:10.3390/jcm14217606.

176. Kakouris N, Yener N, Fong DTP. A systematic review of running-related musculoskeletal injuries in runners. Journal of Sport and Health Science. 2021;10(5):513-522. doi:10.1016/j.jshs.2021.04.001.

177. Kaltenbach C, Gollhofer A, Schmidt M, Blickhan R, Müller R. Comparison of muscle activity of the lower limbs while running overground compared to running on different treadmills. Front Hum Neurosci. 2024;18:1341772. doi:10.3389/fnhum.2024.1341772.

178. Kamaruddin I, Rahman A. Validity of the Sit and Reach Test for Hamstring and Low Back Flexibility in Adults: A Systematic Review. Competitor: Jurnal Pendidikan Kepelatihan Olahraga. 2026;18(1):1-15. doi:10.26858/cjpko.v18i1.468.

179. Karbalaeimahdi M, Minoonejad H, *et al*. Photogrammetry-based smartphone applications for spinal posture assessment: a systematic review and meta-analysis. Scientific Reports. 2025;15:40943. doi:10.1038/s41598-025-32708-1.

180. Kenneally M, Casado A, Gómez-Ezeiza J, Santos-Concejero J. Training intensity distribution analysis by race pace vs physiological approach in world-class middle- and long-distance runners. Eur J Sport Sci. 2021;21(6):819-826. doi:10.1080/17461391.2020.1773934.

181. Khorami AK, Oliveira CB, Maher CG, Bindels PJE, Machado GC, Pinto RZ, *et al*. Recommendations for diagnosis and treatment of lumbosacral radicular pain: A systematic review of clinical practice guidelines. Journal of Clinical Medicine. 2021;10(11):2482. doi:10.3390/jcm10112482.

182. Knechtle B, Tanous D, Thuany M, Motevalli M, Wirnitzer G, Leitzmann C, *et al*. Differences in training characteristics of recreational endurance runners by race distance – results from the NURMI Study (Step 2). Front Psychol. 2024;14:1269374. doi:10.3389/fpsyg.2023.1269374.

183. Knechtle B, Braschler L, Weiss K, Scheer V, Duric S, Leite LB, *et al*. 24-Hour Ultra-Marathon Running: A Narrative Review of Performance Factors and Physiological Impacts. Sports Med Open. 2026;12(1):32. doi:10.1186/s40798-026-00997-z.

184. Koc TA, Bise CG, Neville C, Carreira D, Martin RL, McDonough CM. Heel Pain - Plantar Fasciitis: Revision 2023. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2023;53(12):CPG1-CPG39. doi:10.2519/jospt.2023.0303.

185. Kong Y, Yu B, He H, *et al*. Effects of sleep deprivation on sports performance and ratings of perceived exertion in athletes and non-athletes: a systematic review and meta-analysis. Frontiers in Physiology. 2025;16:1544286. doi:10.3389/fphys.2025.1544286.

186. Konrad A, Nakamura M, Bernsteiner D, Tilp M. The accumulated effects of foam rolling combined with stretching on range of motion and physical performance: A systematic review and meta-analysis. Journal of Sports Science and Medicine. 2022;21(4):535-545. doi:10.52082/jssm.2022.535.

187. Koper M, Rozmiarek M, Poczta J, Malchrowicz-Mośko E, Tasiemski T. Motivational factors for participation in mass running events: a comparative study of females and males with physical disabilities. BMC Sports Sci Med Rehabil. 2024;16:191. doi:10.1186/s13102-024-00981-8.

188. Kovše J, Papuga I, Drobnič M, Buyukaslan A, Strojnik V, Supej M. Alterations in pelvic kinematics with speed, incline, and fatigue in female runners. Frontiers in Sports and Active Living. 2026;7:1721641. doi:10.3389/fspor.2025.1721641.

189. Kowalczyk M, *et al*. The impact of fatigue on dynamic balance in runners. Scientific Reports. 2024;14. doi:10.1038/s41598-024-73908-5.

190. Kozinc Ž, Kuliqi A, Obal I. Reliability of postural sway measures during single-leg stance: analysis using conventional and complementary error metrics. Sport Sciences for Health. 2025;21:3173-3179. doi:10.1007/s11332-025-01527-2.

191. Krause Neto W, Krause TLV, Gama EF. The impact of resistance training on gluteus maximus hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. Frontiers in Physiology.

192. Kumar R, Bogia P, Singh V, Reddy TO. The running gait analysis technology: a comprehensive systematic literature review. J Orthop. 2024;62:75-83. doi:10.1016/j.jor.2024.10.013.

193. Kusuma KCA, Artanayasa IW, Lesmana KYP. Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1 for young soccer player: test-retest reliability. Jurnal Keolahragaan. 2025;13(1):10-17. doi:10.21831/jk.v13i1.78879.

194. Kuwabara A, Fredericson M. Narrative: Review of Anterior Knee Pain Differential Diagnosis (Other than Patellofemoral Pain). Current Reviews in Musculoskeletal Medicine. 2021;14(3):232-238. doi:10.1007/s12178-021-09704-9.

195. Kwiecien SY, McHugh MP. The cold truth: the role of cryotherapy in the treatment of injury and recovery from exercise. European Journal of Applied Physiology. 2021;121(8):2125-2142. doi:10.1007/s00421-021-04683-8.

196. Lacey A, Whyte E, Dillon S, O'Connor S, Burke A, Moran K. Definitions and surveillance methods of running-related injuries: A scoping review. European Journal of Sport Science. 2024;24(7):950-963. doi:10.1002/ejsc.12123.

197. Lagas IF, Faes L, Reurink G, *et al*. Effects of eccentric exercises on improving ankle dorsiflexion in patients with lower limb tendinopathy: a systematic review and meta-analysis. BMC Musculoskeletal Disorders. 2021;22:548. doi:10.1186/s12891-021-04337-y.

198. Landauer S, Konrad A, Paternoster FK. Influence of hip abductor strength on running biomechanics in healthy populations: a scoping review. Sports Med Open. 2026;12:36. doi:10.1186/s40798-026-01009-w.

199. Lang JJ, Prince SA, Merucci K, Cadenas-Sanchez C, Chaput JP, Fraser BJ, *et al*. Cardiorespiratory fitness is a strong and consistent predictor of morbidity and mortality among adults: an overview of meta-analyses representing over 20.9 million observations

from 199 unique cohort studies. Br J Sports Med. 2024;58(10):556-566. doi:10.1136/bjsports-2023-107849.

200. Lathan SR. A history of jogging and running-the boom of the 1970s. Proc Bayl Univ Med Cent. 2023;36(6):775-777. doi:10.1080/08998280.2023.2256058.

201. Leatherman L, Zizzi S. Multidisciplinary Approach to Injury Rehabilitation: The Division I College Athlete Perspective. Journal of Sport Rehabilitation. 2026;35(3):230-238. doi:10.1123/jsr.2024-0298.

202. Lee J, Zhang X, Kong Z. Quantifying running economy in amateur runners: evaluating VO_2 and energy cost with model-based normalization. J Sports Sci Med. 2025;24(3):684-695. doi:10.52082/jssm.2025.684.

203. Lee K, Kim D, Shin S, Choi H, Jang A, Chung J. Smartwatch-derived VO_2max prediction model for Korean adults: utilizing heart rate and GPS data from the 12-minute Cooper test. Healthcare (Basel). 2025;13(7):722. doi:10.3390/healthcare13070722.

204. Legrand M, Dueñas A, Jacques F, Easthope CS, van Hedel HJA, Riener R. Real-time augmented feedback for gait training: are gait responses affected by the choice of target parameter? Front Bioeng Biotechnol. 2025;13:1645390. doi:10.3389/fbioe.2025.1645390.

205. Lehecka BJ, Smith BS, Rundell T, Cappaert TA, Hakansson NA. The Reliability and Validity of Gluteal Endurance Measures (GEMs). International Journal of Sports Physical Therapy. 2021;16(6):1442-1453. doi:10.26603/001c.29592.

206. Leporace G, Metsavaht L, Gonzalez FF, de Jesus FA, Machado M, Guadagnin EC, *et al*. Validity and reliability of two-dimensional video-based assessment to measure joint angles during running: a systematic review and meta-analysis. J Biomech. 2023;157:111747. doi:10.1016/j.jbiomech.2023.111747.

207. Leppänen M, Viiala J, Kaikkonen P, Tokola K, Vasankari T, Nigg BM, *et al*. Hip and core exercise programme prevents running-related overuse injuries in adult novice recreational runners: a three-arm randomised controlled trial (Run RCT). British Journal of Sports Medicine. 2024;58(13):722-732. doi:10.1136/bjsports-2023-107926.

208. Lesch KJ, *et al*. Validity and Reliability of Dynamic and Functional Balance Assessments in Healthy Adults: A Systematic Review. Sensors. 2024;24(8):2497. doi:10.3390/s24082497.

209. Li Z, He K. Effects of fatigue on the activation characteristics and synergistic patterns of lower limb muscles during running. Front Physiol. 2026;17:1741432. doi:10.3389/fphys.2026.1741432.

210. Lim W. The test-induced warm-up effect on hamstring flexibility tests. Hong Kong Physiotherapy Journal. 2024;44(1):11-20. doi:10.1142/S1013702524500094.

211. Lin S, Evans K, Hartley D, Morrison S, McDonald S, Veidt M, Wang G. A review of gait analysis using gyroscopes and inertial measurement units. Sensors (Basel). 2025;25(11):3481. doi:10.3390/s25113481.

212. Linton L, Culpan J, Lane J. Running-Centred Injury Prevention Support: A Scoping Review on Current Injury Risk Reduction Practices for Runners. Translational Sports Medicine. 2025;2025:3007544. doi:10.1155/tsm2/3007544.

213. Lipková L, Struhár I, Krajňák J, Puda D, Kumstát M. Field-based tests for determining critical speed among runners and its practical application: a systematic review. Front Sports Act Living. 2025;7:1520914. doi:10.3389/fspor.2025.1520914.

214. Lippi G, Sanchis-Gomar F, *et al*. Recovery strategies in athletes: from mechanisms to practical application. Journal of Functional Morphology and Kinesiology. 2024;9(1):12. doi:10.3390/jfmk9010012.

215. Liu B, Wu J, Shi Q, Hao F, Xiao W, Yu J, *et al*. Running economy and lower extremity stiffness in endurance runners: a systematic review and meta-analysis. Front Physiol. 2022;13:1059221. doi:10.3389/fphys.2022.1059221.

216. Liu H, Garrett WE, Mo F, Yu B. Psychometric Properties of Four Common Clinical Tests for Assessing Hamstring Flexibility in Young Adults. Frontiers in Physiology. 2022;13:911240. doi:10.3389/fphys.2022.911240.

217. Liu J, Lewton KL, Colletti PM, Powers CM. Hip adduction during running: influence of sex, hip abductor strength and activation, and pelvis and femur morphology. Med Sci Sports Exerc. 2021;53(11):2346-2353. doi:10.1249/MSS.0000000000002721.

218. Liu Y, Zhao M, Qian B. Meta-analysis of the effects of exercise intervention on glucose metabolism and body composition in patients with type 2 diabetes mellitus. Front Endocrinol (Lausanne). 2026;17:1835096. doi:10.3389/fendo.2026.1835096.

219. Llanos-Lagos C, Ramirez-Campillo R, Moran J, Sáez de Villarreal E. Effect of strength training programs in middle- and long-distance runners' economy at different running speeds: a systematic review with meta-analysis. Sports Med. 2024;54(4):895-932. doi:10.1007/s40279-023-01978-y.

220. Llanos-Lagos C, Ramirez-Campillo R, Moran J, Sáez de Villarreal E. The effect of strength training methods on middle-distance and long-distance runners' athletic

performance: a systematic review with meta-analysis. Sports Med. 2024;54(7):1801-1833. doi:10.1007/s40279-024-02018-z.

221. Loh RBC, Kong PW. Discriminant Efficacy of Video-Based Gait Analysis in Running-Related Injuries. Journal of Medical and Biological Engineering. 2026;46:100-108. doi:10.1007/s40846-026-01008-y.
222. Longo UG, Berton A, Stelitano G, *et al*. 2017 Marathon of Rome: anthropometry and sport profile in 350 runners and association with Achilles and patellar tendinopathy. Clinical Journal of Sport Medicine. 2021;31(1):e15-e20. doi:10.1097/JSM.0000000000000695.
223. Lopes AD, Hespanhol LC, Yeung SS, Costa LOP. Are alterations in running biomechanics associated with running injuries? A systematic review with meta-analysis. Brazilian Journal of Physical Therapy. 2023;27(5):100555. doi:10.1016/j.bjpt.2023.100555.
224. Los Angeles E, Salloum e Silva LC, Pellegrino NM, Fukuchi CA, Coelho DB. Walking in virtual reality: effects on gait biomechanics and the role of speed. Braz J Mot Behav. 2025;19(1):e480. doi:10.20338/bjmb.v19i1.480.
225. Lu C, Cui W, Zhu Z, Wu Y, Xing Q, Pan B, *et al*. Validity of smartwatch-derived estimates of lactate threshold heart rate and pace compared to graded exercise testing. Front Physiol. 2025;16:1621996. doi:10.3389/fphys.2025.1621996.
226. Lundstrom EA, De Souza MJ, Conklin ME, Williams NI. Sleep Quality Impacts Training Responses and Performance in Elite Swimmers. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2025. doi:10.1249/MSS.0000000000003706.
227. Luz BC, Dos Santos AF, Serrão FV. Are Altered Kinematics in Runners With Patellofemoral Pain Sex Specific? Sports Health. 2022;14(6):822-828. doi:10.1177/19417381221088582.
228. Macedo AG, Almeida TAF, Massini DA, de Oliveira DM, Espada MC, Robalo RAM, *et al*. Load monitoring methods for controlling training effectiveness on physical conditioning and planning involvement: a narrative review. Appl Sci. 2024;14(22):10465. doi:10.3390/app142210465.
229. Machado EM, Mendonça LDM, Santos AF, Luz BC, Serrão FV. Runners' lower limb kinematics and training characteristics interactions associated with the occurrence of patellofemoral pain. Journal of Biomechanics. 2025;190:112874. doi:10.1016/j.jbiomech.2025.112874.
230. MacIntosh BR, Murias JM, Keir DA, Weir JM. What is moderate to vigorous exercise intensity? Front Physiol. 2021;12:682233. doi:10.3389/fphys.2021.682233.

231. Mademli L, Mavridi D, Bohm S, Patikas DA, Santuz A, Arampatzis A. Standing on unstable surface challenges postural control of tracking tasks and modulates neuromuscular adjustments specific to task complexity. Sci Rep. 2021;11(1):6122. doi:10.1038/s41598-021-84899-y.

232. Malisoux L, Delattre N, Gette P, Urhausen A, Theisen D. The effect of shoe cushioning on injury risk, landing impact forces and spatiotemporal parameters during running: results from a randomised trial including 800+ recreational runners. Footwear Sci. 2021;13:S55-S56. doi:10.1080/19424280.2021.1917679.

233. Malliaras P. Physiotherapy management of Achilles tendinopathy. Journal of Physiotherapy. 2022;68(4):221-237. doi:10.1016/j.jphys.2022.09.010.

234. Mandadzhiev N. The contemporary role of lactate in exercise physiology and exercise prescription: a review of the literature. Folia Med. 2025;67:e144693. doi:10.3897/folmed.67.e144693.

235. Manojlović D, *et al*. Trunk, Hip and Knee Exercise Programs for Pain Relief, Functional Performance and Muscle Strength in Patellofemoral Pain: Systematic Review and Meta-Analysis. Journal of Pain Research. 2021;14:1431-1449. doi:10.2147/JPR.S301448.

236. Mantzios K, Ioannou LG, Panagiotaki Z, Ziaka S, Périard JD, Racinais S, Nybo L, Flouris AD. Effects of Weather Parameters on Endurance Running Performance: Discipline-Specific Analysis of 1258 Races. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2022;54(1):153-161. doi:10.1249/MSS.0000000000002769.

237. Marais JV, Jansen van Rensburg A, Schwellnus MP, Jordaan E, Boer P. Risk factors associated with a history of iliotibial band syndrome (hITBS) in distance runners: a cross-sectional study in 76 654 race entrants – a SAFER XXXIII study. The Physician and Sportsmedicine. 2024;52(6):568-578. doi:10.1080/00913847.2024.2341607.

238. Martin RL, *et al*. Ankle Stability and Movement Coordination Impairments: Lateral Ankle Ligament Sprains Revision 2021. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2021;51(4):CPG1-CPG80. doi:10.2519/jospt.2021.0302.

239. Martínez-Aranda LM, Fernández-Gonzalo R. Effects of flywheel resistance training on physical performance in sports: A systematic review. Journal of Functional Morphology and Kinesiology. 2024;9(2):76. doi:10.3390/jfmk9020076.

240. Marušič J, Šarabon N, Marković G, Kozinc Ž. Reliability of a New Portable Dynamometer for Assessing Hip and Lower Limb Strength. Applied Sciences. 2021;11(8):3391. doi:10.3390/app11083391.

241. Mason L, Connolly J, Devenney LE, Lacey K, O'Donovan J, Doherty R. Sleep, Nutrition, and Injury Risk in Adolescent Athletes: A Narrative Review. Nutrients. 2023;15(24):5101. doi:10.3390/nu15245101.

242. Mason R, Pearson LT, Barry G, Young F, Lennon O, Godfrey A, *et al*. Wearables for running gait analysis: a systematic review. Sports Med. 2023;53(1):241-268. doi:10.1007/s40279-022-01760-6.

243. Matos JP, *et al*. Influence of Sleep Quality on Recovery and Performance in Endurance and Ultra-Endurance Athletes. Healthcare. 2025;13(7):810. doi:10.3390/healthcare13070810.

244. Matsuzaka D, Wagatsuma K, Shimada T, Ikushima K, Fujisawa H. Reliability and validity of observational gait analysis by physical therapists: possibility of verifying accuracy and improving technology in visual measurement of joint angles. Phys Ther Res. 2025;28(2):129-136. doi:10.1298/ptr.E10342.

245. Mazaheri R, Schmied C, Niederseer D, Guazzi M. Cardiopulmonary exercise test parameters in athletic population: a review. J Clin Med. 2021;10(21):5073. doi:10.3390/jcm10215073.

246. McCandless CJ, Dames KD, Aiken CA. Postural stability in trail and cross-country runners: time-to-boundary metrics and training insights. International Journal of Sports Science & Coaching. 2026;21(1):437-443. doi:10.1177/17479541251370356.

247. McConnochie G, Fox A, Badger H, Bellenger C, Thewlis D. Fatigue assessment in distance runners: a scoping review of inertial sensor-based biomechanical outcomes and their relation to fatigue markers and assessment conditions. Gait & Posture. 2025;115:21-33. doi:10.1016/j.gaitpost.2024.10.012.

248. Meingast T, Carrier B, Melvin A, Kozloff KM, DeJong Lempke AF, Lepley AS. Limited interchangeability of smartwatches and lace-mounted IMUs for running gait analysis. Sensors (Basel). 2025;25(17):5553. doi:10.3390/s25175553.

249. Mendonça LDM, Schuermans J, Denolf S, *et al*. Sports injury prevention programmes from the sports physical therapist's perspective: An international expert Delphi approach. Physical Therapy in Sport. 2022;55:146-154. doi:10.1016/j.ptsp.2022.04.002.

250. Menges T, Dindorf C, Dully J, Fröhlich M. Cross-training between running and cycling: effects on VO_2max and running performance—a systematic review and meta-analysis. Front Sports Act Living. 2026;8:1843803. doi:10.3389/fspor.2026.1843803.

251. Meras Serrano H, *et al*. Validity and Reliability of Kinvent Plates for Assessing Single Leg Static and Dynamic Balance in the Field. Sensors. 2023;23(4):2354. doi:10.3390/s23042354.

252. Michailidis Y. The relationship between aerobic capacity, anthropometric characteristics, and performance in the Yo-Yo Intermittent Recovery Test among elite young football players: differences between playing positions. Appl Sci. 2024;14(8):3413. doi:10.3390/app14083413.

253. Mitchell C, McDonnell S, Oganezova K, Mockler D, Fleming N. The effect of surface compliance on overground running biomechanics: A systematic review and meta-analysis. Sports Biomechanics. 2023:1-25. doi:10.1080/14763141.2023.2236058.

254. Moreira PF, Veras P, Oliveira TMD, *et al*. Incidence and biomechanical risk factors for running-related injuries: a prospective cohort study. Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma. 2024;57:102562. doi:10.1016/j.jcot.2024.102562.

255. Morrissey D, Cotchett M, Said J'Bari A, Prior T, Griffiths IB, Rathleff MS, *et al*. Management of plantar heel pain: a best practice guide informed by a systematic review, expert clinical reasoning and patient values. British Journal of Sports Medicine. 2021;55(19):1106-1118. doi:10.1136/bjsports-2019-101970.

256. Mostafaee N, Pashaei-Marandi M, Negahban H, Pirayeh N, Saki Malehi A, Ebrahimzadeh MH. Examining the diagnostic accuracy of common physical examination and functional tests in the diagnosis of patellofemoral pain syndrome among patients with anterior knee pain. Physiotherapy Theory and Practice. 2024;40(4):843-855. doi:10.1080/09593985.2022.2158053.

257. Mougin L, Bailey SJ, Jones AM, Joyner MJ, Mears SA, Pearce R, *et al*. 35 years of Joyner's endurance performance model: assessing the contribution of physiological determinants of performance proxies in 888 individuals from recreational to world class. Sports Med. 2026. doi:10.1007/s40279-026-02439-y.

258. Mountjoy M, Ackerman KE, Bailey DM, *et al*. 2023 International Olympic Committee's (IOC) consensus statement on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs). British Journal of Sports Medicine. 2023;57(17):1073-1097. doi:10.1136/bjsports-2023-106994.

259. Muniz-Pumares D, Hunter B, Meyler S, Maunder E, Smyth B. The training intensity distribution of marathon runners across performance levels. Sports Med. 2025;55(4):1023-1035. doi:10.1007/s40279-024-02137-7.

260. Muñoz-Pérez I, Varela-Sanz A, Lago-Fuentes C, Navarro-Patón R, Mecías-Calvo M. Central and peripheral fatigue in recreational trail runners: a pilot study. Int J Environ Res Public Health. 2023;20(1):402. doi:10.3390/ijerph20010402.

261. Naderi A, Degens H, Sakinepoor A, Archiza B. Predictors of Running-Related Injury Among Recreational Runners: A Prospective Cohort Study. Sports Health. 2024;16(6):884-894. doi:10.1177/19417381231218328.

262. Naderi A, Fallah Mohammadi M, Heidaralizadeh A, Moen MH. Effects of Integrating Lower-Leg Exercises Into a Multimodal Therapeutic Approach on Medial Tibial Stress Syndrome Management Among Recreational Runners: A Randomized Controlled Study. Orthopaedic Journal of Sports Medicine. 2025;13(2):23259671241311849. doi:10.1177/23259671241311849.

263. Naderi A, Rothschild JA, Santos HO, Hamidvand A, Koozehchian MS, Ghazzagh A, *et al*. Nutritional strategies to improve post-exercise recovery and subsequent exercise performance: a narrative review. Sports Med. 2025;55(7):1559-1577. doi:10.1007/s40279-025-02213-6.

264. Napier C, Willy RW. The prevention and treatment of running injuries: a state of the art. Int J Sports Phys Ther. 2021;16(4):968-970. doi:10.26603/001c.25754.

265. Naqvi U, Sherman AL. Muscle Strength Grading. StatPearls. Treasure Island: StatPearls Publishing; 2025.

266. Neal BS, Lack SD, Bartholomew C, Morrissey D. Best practice guide for patellofemoral pain based on synthesis of a systematic review, the patient voice and expert clinical reasoning. British Journal of Sports Medicine. 2024;58(24):1486-1495. doi:10.1136/bjsports-2024-108110.

267. Neves MP, Conceição CS, Lucareli PRG, *et al*. Effects of Foot Orthoses on Pain and the Prevention of Lower Limb Injuries in Runners: Systematic Review and Meta-Analysis. Journal of Sport Rehabilitation. 2022;31(8):1067-1077. doi:10.1123/jsr.2021-0441.

268. Nielsen A, Franch J, Heyde C, de Zee M, Kersting U, Larsen RG. Carbon plate shoes improve metabolic power and performance in recreational runners. Int J Sports Med. 2022;43(9):804-810. doi:10.1055/a-1776-7986.

269. Nixon RM, *et al*. Ground reaction forces and impact loading among runners with medial tibial stress syndrome and tibial stress fracture. J Orthop Sports Phys Ther. 2025;55(8):1-11. doi:10.2519/jospt.2025.13086.

270. Nussbaum ED, Holtzman B, Rizzone KH, Tenforde AS, Halstead ME, Franklin CC, *et al*. Evaluation and diagnosis of tibial bone stress injuries in adolescents: imaging and nomenclature. J Pediatr Orthop Soc North Am. 2022;4(1):386. doi:10.55275/JPOSNA-2022-0015.

271. Nutarelli S, Mondini Trissino da Lodi C, Cook JL, Deabate L, Filardo G. Epidemiology of Patellar Tendinopathy in Athletes and the General Population: A Systematic Review and Meta-analysis. Orthopaedic Journal of Sports Medicine. 2023;11(6):23259671231173659. doi:10.1177/23259671231173659.

272. Nuuttila OP, Kaikkonen P, Sievänen H, *et al*. The accuracy of fixed intensity anchors to estimate lactate thresholds in recreational runners. Eur J Appl Physiol. 2025;125:2161-2171. doi:10.1007/s00421-025-05748-8.

273. Ohmi T, Aizawa J, Hirohata K, Ohji S, Mitomo S, Ohara T, *et al*. Biomechanical characteristics of the lower extremities during running in male long-distance runners with a history of medial tibial stress syndrome: a case control study. BMC Musculoskeletal Disorders. 2023;24(1):103. doi:10.1186/s12891-023-06216-0.

274. Oja P, Memon AR, Titze S, Jurakic D, Chen ST, Shrestha N, *et al*. Health benefits of different sports: a systematic review and meta-analysis of longitudinal and intervention studies including 2.6 million adult participants. Sports Med Open. 2024;10:46. doi:10.1186/s40798-024-00692-x.

275. Oliveira GM, Lopes AD, Hespanhol L. Are there really many runners out there? Is the proportion of runners increasing over time? A population-based 12-year repeated cross-sectional study with 625,460 Brazilians. J Sci Med Sport. 2021;24(6):585-591. doi:10.1016/j.jsams.2020.11.014.

276. Olivencia O, Sullivan RJ, Mattingly M, *et al*. The reliability and minimal detectable change of shoulder and hip range of motion and strength measures in healthy collegiate athletes. International Journal of Sports Physical Therapy. 2020;15(5):806-816. doi:10.26603/ijspt20200806.

277. Ophey M, Koëter S, van Ooijen L, *et al*. Dutch multidisciplinary guideline on anterior knee pain: Patellofemoral pain and patellar tendinopathy. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2025;33(2):457-469. doi:10.1002/ksa.12367.

278. Pagan-Rosado R, Troyer W, Rosario-Concepcion R, Feaster B, Encalada S, Kindle B, Pedret C. Calf Strains in Athletes: A Narrative Review of Management, Injury Grading,

and Return to Sport. Sports Medicine - Open. 2025;11(1):158. doi:10.1186/s40798-025-00960-4.

279. Papini CB, Campos L, Nakamura PM, *et al*. Cost-analysis and cost-effectiveness of physical activity interventions in Brazilian primary health care: a randomised feasibility study. Cien Saude Colet. 2021;26(11):5711-5726. doi:10.1590/1413-812320212611.27142020.
280. Paquette MR, Melaro JA, Smith R, Moore IS. Time to stability of treadmill running kinematics in novel footwear with different midsole thickness. J Biomech. 2024;164:111984. doi:10.1016/j.jbiomech.2024.111984.
281. Parameyong A, Kunritt J, Srinuanyai P, Chantarat R. Assessing balance in young athletes with and without chronic ankle instability. Int J Sports Phys Ther. 2026;21(4):379-386. doi:10.26603/001c.158522.
282. Parmar A, Jones TW, Hayes PR. The dose-response relationship between interval-training and VO_2max in well-trained endurance runners: a systematic review. J Sports Sci. 2021;39(12):1410-1427. doi:10.1080/02640414.2021.1876313.
283. Pazhooman H, Alamri MS, Pomeroy RL, Cobb SC. Foot kinematics in runners with plantar heel pain during running gait. Gait & Posture. 2023;104. doi:10.1016/j.gaitpost.2023.05.019.
284. Pecci J, van Dyk N, Myer GD, Sañudo B. Return-to-play criteria following lower limb muscle injuries in soccer: a systematic review with evidence synthesis. Sports Med. 2026 Mar 18. doi:10.1007/s40279-026-02404-9. Online ahead of print.
285. Pereira HV, Palmeira AL, Carraça EV, Santos I, Marques MM, Teixeira PJ. Running prevalence in Portugal: socio-demographic, behavioral and psychosocial characteristics. PLoS One. 2021;16(1):e0245242. doi:10.1371/journal.pone.0245242.
286. Pereira HV, Palmeira AL, Encantado J, Marques MM, Santos I, Carraça EV, *et al*. Systematic review of psychological and behavioral correlates of recreational running. Front Psychol. 2021;12:624783. doi:10.3389/fpsyg.2021.624783.
287. Pérez-Díaz JJ, Salas-Montoro JA, Hopker J, Zabala M. Task failure in endurance sports: a review. Sports Med. 2026;56:861-876. doi:10.1007/s40279-025-02377-1.
288. Petek BJ, Gustus SK, Wasfy MM. Cardiopulmonary exercise testing in athletes: expect the unexpected. Curr Treat Options Cardiovasc Med. 2021;23(4):12. doi:10.1007/s11936-021-00928-z.

289. Peterson B, Hawke F, Spink M, Sadler S, Hawes M, Callister R, *et al*. Biomechanical and musculoskeletal measurements as risk factors for running-related injury in non-elite runners: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. Sports Med Open. 2022;8:38. doi:10.1186/s40798-022-00416-z.

290. Peterson B, Withers B, Hawke F, Spink M, Callister R, Chuter V. Outcomes of participation in parkrun, and factors influencing why and how often individuals participate: a systematic review of quantitative studies. J Sports Sci. 2022;40(13):1486-1499. doi:10.1080/02640414.2022.2086522.

291. Pethick J, Tallent J. The Neuromuscular Fatigue-Induced Loss of Muscle Force Control. Sports. 2022;10(11):184. doi:10.3390/sports10110184.

292. Phuaklikhit C, *et al*. Biomechanical and Physiological Variables in Dynamic and Functional Balance Assessments of Individuals with Chronic Ankle Instability: A Scoping Review. Sports. 2024;12(8):224. doi:10.3390/sports12080224.

293. Pinto GTB, Pinto MALP, Souza JC, Maia GS, Esteves ALC, Salomão RC, *et al*. Effect of gait retraining with visual biofeedback on chronic pain, function and biomechanics parameters in runners with plantar fasciitis: a clinical trial. BMC Sports Sci Med Rehabil. 2026;18:5. doi:10.1186/s13102-025-01471-1.

294. Pizol GZ, Miyamoto GC, Cabral CMN. Hip biomechanics in patients with low back pain, what do we know? A systematic review. BMC Musculoskeletal Disorders. 2024;25:415. doi:10.1186/s12891-024-07463-5.

295. Plesek J, Hamill J, Burda M, Elavsky S, Skypala J, Urbaczka J, *et al*. Running Distance and Biomechanical Risk Factors for Plantar Fasciitis: A 1-yr Prospective 4HAIE Cohort Study. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2025;57(4):756-766. doi:10.1249/MSS.0000000000003617.

296. Plisky PJ, *et al*. Systematic Review and Meta-Analysis of the Y-Balance Test Lower Quarter: Reliability, Discriminant Validity, and Predictive Validity. International Journal of Sports Physical Therapy. 2021;16(5):1190-1209. doi:10.26603/001c.27634.

297. Pollock N, Kelly S, Lee J, Stone B, Giakoumis M, Polglass G, *et al*. A 4-year study of hamstring injury outcomes in elite track and field using the British Athletics rehabilitation approach. Br J Sports Med. 2022;56(5):257-263. doi:10.1136/bjsports-2020-103791.

298. Poole DC, Rossiter HB, Brooks GA, Gladden LB. The anaerobic threshold: 50+ years of controversy. J Physiol. 2021;599(3):737-767. doi:10.1113/JP279963.

299. Pradhan DK, Korada HY, Kumar S, Salma A. Correlation of foot posture with balance and pelvic tilt in healthy runners. Physiotherapy Quarterly. 2021;29(4):18-21. doi:10.5114/pq.2021.105748.

300. Prieto-González P, Sedlacek J. Effects of running-specific strength training, endurance training, and concurrent training on recreational endurance athletes' performance and selected anthropometric parameters. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(17):10773. doi:10.3390/ijerph191710773.

301. Prisco G, Pirozzi MA, Santone A, *et al*. Validity of Wearable Inertial Sensors for Gait Analysis: A Systematic Review. Diagnostics. 2025;15(1):36. doi:10.3390/diagnostics15010036.

302. Pritchard A, Burns P, Correia JP, Jamnick N, Murphy PB, Sylvester KP. ARTP statement on cardiopulmonary exercise testing 2021. BMJ Open Respir Res. 2021;8(1):e001121. doi:10.1136/bmjresp-2021-001121.

303. Quarmby A, Mönnig J, Mugele H, Henschke J, Kim M, Cassel M, *et al*. Biomechanics and lower limb function are altered in athletes and runners with achilles tendinopathy compared with healthy controls: a systematic review. Front Sports Act Living. 2023;4:1012471. doi:10.3389/fspor.2022.1012471.

304. Rahimi S, Norasteh AA, Mottaghitalab M. The effect of pilates training on knee functional tests in youth female volleyball player. BMC Sports Sci Med Rehabil. 2025;17(1):206. doi:10.1186/s13102-025-01258-4.

305. Ramskov D, Rasmussen S, Sørensen H, Parner ET, Lind M, Nielsen RO. Interactions between running volume and running pace and injury occurrence in recreational runners: a secondary analysis. J Athl Train. 2022;57(6):557-563. doi:10.4085/1062-6050-0165.21.

306. Ranieri LE, Casado A, Martin D, Sierra AP, Lorenzo-Calvo J, Jiménez A, *et al*. Performance and physiological effects of race pace-based versus heart rate variability-guided training prescription in runners. Med Sci Sports Exerc. 2025;57(7):1510-1522. doi:10.1249/MSS.0000000000003671.

307. Rebello CJ, Zhang D, Kirwan JP, Lowe AC, Emerson CJ, Kracht CL, *et al*. Effect of exercise training on insulin-stimulated glucose disposal: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Int J Obes (Lond). 2023;47(5):348-357. doi:10.1038/s41366-023-01283-8.

308. Relph N, Greaves H, Armstrong R, Prior TD, Spencer S, Griffiths IB. Running shoes for preventing lower limb running injuries in adults. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2022;8(8):CD013368. doi:10.1002/14651858.CD013368.pub2.

309. Ressman J, Rasmusson E, Grooten WJA, Rasmusson Barr E. A study on intra- and interrater reliability of a multi-segmental single leg squat test in healthy young adults. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation. 2021;13:66. doi:10.1186/s13102-021-00289-x.

310. Reusser M, Sousa CV, Villiger E, Alvero Cruz JR, Hill L, Rosemann T, *et al*. Increased participation and decreased performance in recreational master athletes in "Berlin Marathon" 1974–2019. Front Physiol. 2021;12:631237. doi:10.3389/fphys.2021.631237.

311. Rios MJ, Pyne DB, Fernandes RJ. Bioenergetic profiling in exercise: methods, limitations and practical applications—a narrative review. Physiologia. 2026;6(1):19. doi:10.3390/physiologia6010019.

312. Ritti-Dias RM, Trapé ÁA, Farah BQ, Petreça DR, Lemos EC, Carvalho FFB, *et al*. Atividade física para adultos: Guia de Atividade Física para a População Brasileira. Rev Bras Ativ Fis Saude. 2021;26:e0215. doi:10.12820/rbafs.26e0215.

313. Rivadulla AR, Chen X, Cazzola D, Trewartha G, Preatoni E. Clustering analysis across different speeds reveals two distinct running techniques with no differences in running economy. Sports Biomech. 2026;25(1):22-45. doi:10.1080/14763141.2024.2372608.

314. Rizzo F, Vallio CS, Hespanhol L. HealthyTrailsBR: the prevalence of running-related injuries and cramps, and the description of personal and running characteristics in Brazilian trail runners: a cross-sectional study. Braz J Phys Ther. 2024;28(5):101117. doi:10.1016/j.bjpt.2024.101117.

315. Rodríguez-Perea Á, Aragón-Aragón P, Cuenca-García M, Cruz-León C, Torres-Banduc M, Sánchez-Parente S, *et al*. Criterion-Related Validity and Reliability of the Front Plank Test in Adults: The ADULT-FIT Project. Applied Sciences. 2025;15(5):2722. doi:10.3390/app15052722.

316. Rodríguez-Perea Á, *et al*. Core training and performance: a systematic review with meta-analysis. Biology of Sport. 2023;40(4):975-992. doi:10.5114/biolsport.2023.123319.

317. Rodríguez-Sanz D, *et al*. Eyes-Open Versus Eyes-Closed Somatosensory Motor Balance in Professional Soccer Players with Chronic Ankle Instability: A Case-Control Study. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021;18(3):1283. doi:10.3390/ijerph18031283.

318. Rogers B, Giles D, Draper N, Mourot L, Gronwald T. Detection of the anaerobic threshold in endurance sports: validation of a new method using correlation properties of heart rate variability. J Funct Morphol Kinesiol. 2021;6(2):38. doi:10.3390/jfmk6020038.

319. Roman NA, Miclaus RS, Repanovici A, *et al*. Customized Manual Muscle Testing for Post-Stroke Upper Extremity Assessment. Brain Sciences. 2022;12(4):457. doi:10.3390/brainsci12040457.

320. Rudisill SS, Varady NH, Kucharik MP, Eberlin CT, Martin SD. Evidence-based hamstring injury prevention and risk factor management: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Am J Sports Med. 2023;51(7):1927-1942. doi:10.1177/03635465221083998.

321. Saad MA, Jamal JM, Aldhafiri AT, Alkandari SA. Medial Tibial Stress Syndrome: A Scoping Review of Epidemiology, Biomechanics, and Risk Factors. Cureus. 2025;17(3):e81463. doi:10.7759/cureus.81463.

322. Sabater Pastor FS, Besson T, Berthet M, Varesco G, Kennouche D, Dandrieux PE, *et al*. Elite road vs trail runners: comparing economy, biomechanics, strength, and power. J Strength Cond Res. 2023;37(1):181-186. doi:10.1519/JSC.0000000000004226.

323. Sanchez-Alvarado A, Bokil C, Cassel M, Engel T. Effects of conservative treatment strategies for iliotibial band syndrome on pain and function in runners: a systematic review. Frontiers in Sports and Active Living. 2024;6:1386456. doi:10.3389/fspor.2024.1386456.

324. Sánchez-Rojas IA, Castro-Jiménez LE, Triana-Reina HR, Rodríguez JO, Mendoza-Romero D, Gutiérrez-Galvis A, *et al*. Validación de dos test de campo para determinar el consumo máximo de oxígeno en estudiantes universitarios a gran altitud. MÉD.UIS. 2021;34(1):19-26. doi:10.18273/revmed.v34n1-2021002.

325. Sanno M, Epro G, Brüggemann GP, Willwacher S. Running into fatigue: the effects of footwear on kinematics, kinetics, and energetics. Med Sci Sports Exerc. 2021;53(6):1217-1227. doi:10.1249/MSS.0000000000002576.

326. Santamaría G, Rodríguez I, Rodríguez-Pérez V, *et al*. Effect of Hip Muscle Strengthening Exercises on Pain and Disability in Patients with Non-Specific Low Back Pain: A Systematic Review. Sports. 2023;11(9):167. doi:10.3390/sports11090167.

327. SantAnna JPC, Pedrinelli A, Hernandez AJ, Fernandes TL. Muscle Injury: Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment. Revista Brasileira de Ortopedia. 2022;57(1):1-13. doi:10.1055/s-0041-1731417.

328. Scataglini S, Abts E, Van Bocxlaer C, Van den Bussche M, Meletani S, Truijen S. Accuracy, validity, and reliability of markerless camera-based 3D motion capture systems versus marker-based 3D motion capture systems in gait analysis: a systematic review and meta-analysis. Sensors (Basel). 2024;24(11):3686. doi:10.3390/s24113686.

329. Scattone Silva R, Song KE, Hullfish TJ, Sprague AL, Grävare Silbernagel K, Baxter JR. Patellar Tendon Load Progression during Rehabilitation Exercises: Implications for the Treatment of Patellar Tendon Injuries. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2024;56(3):545-552. doi:10.1249/MSS.0000000000003323.

330. Schaeffer BH, Anemaet WK, Arnold AC. Differences in Abdominal Muscle Thickness, Strength, and Endurance in Persons Who Are Runners, Active, and Inactive. Sports Health. 2024;16(6):950-957. doi:10.1177/19417381231212471.

331. Schindler MJ, Schoenfeld J, Trommler A, Haller B, Nieman DC, Halle M, *et al*. Long-term changes in ventricular function in recreational marathon runners. JAMA Cardiol. 2026;11(1):36-44. doi:10.1001/jamacardio.2025.4456.

332. Schmida EA, Wille CM, Stiffler-Joachim MR, Kliethermes SA, Heiderscheit BC. Vertical loading rate is not associated with running injury, regardless of calculation method. Med Sci Sports Exerc. 2022;54(8):1382-1388. doi:10.1249/MSS.0000000000002917.

333. Schreff L, Haeufle DFB, Vielemeyer J, Müller R. Evaluating anticipatory control strategies for their capability to cope with step-down perturbations in computer simulations of human walking. Sci Rep. 2022;12:10075. doi:10.1038/s41598-022-14040-0.

334. Schroeder RT, Kuo AD. Elastic energy savings and active energy cost in a simple model of running. PLoS Comput Biol. 2021;17(11):e1009608. doi:10.1371/journal.pcbi.1009608.

335. Schumann M, Feuerbacher JF, Sünkeler M, Freitag N, Rønnestad BR, Doma K, *et al*. Compatibility of concurrent aerobic and strength training for skeletal muscle size and function: an updated systematic review and meta-analysis. Sports Med. 2022;52:601-612. doi:10.1007/s40279-021-01587-7.

336. Schuster Brandt Frandsen J, Hulme A, Parner ET, *et al*. How much running is too much? Identifying high-risk running sessions in a 5200-person cohort study. British Journal of Sports Medicine. 2025;59(17):1203-1210. doi:10.1136/bjsports-2024-109380.

337. Seifi V, Tavana MM, Soltani S, Asgari AM, Khavari Ardestani D. Clinical applications of wearable sensor-based gait analysis in athletes: a systematic review for injury prevention

and rehabilitation. BMC Sports Sci Med Rehabil. 2026;18:64. doi:10.1186/s13102-026-01564-5.

338. Selvakumar S, Li SM, Fahey P, Cheung RTH. Effect of surface inclination on vertical loading rate and footstrike pattern in trail and road runners. Sports Biomechanics. 2025. doi:10.1080/14763141.2023.2278163.

339. Senefeld JW, Haischer MH, Jones AM, Wiggins CC, Beilfuss R, Joyner MJ, *et al*. Technological advances in elite marathon performance. J Appl Physiol (1985). 2021;130(6):2002-2008. doi:10.1152/japplphysiol.00002.2021.

340. Senthil K, Whitaker S, Nazarov M, Cassidy B, Edge C, Cyrus J, O'Neill C, Goodloe J. Common Risk Factors for Knee Injuries in Runners: A Systematic Review. Orthopaedic Journal of Sports Medicine. 2026;14(5):23259671261444314. doi:10.1177/23259671261444314.

341. Sever O, Öztaşyonar Y, Ceylan HI, *et al*. Unveiling the influence of hip isokinetic strength on lower extremity running kinematics in male national middle-distance runners: a correlational analysis. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation. 2024;16:157. doi:10.1186/s13102-024-00946-x.

342. Shen H, Jin Z, Ma Z, Wang H. Biomechanical differences between novice and experienced runners: a systematic review. Frontiers in Sports and Active Living. 2026;8:1733815. doi:10.3389/fspor.2026.1733815.

343. Shen W, Yu Y, Frias Bocanegra J, Wheeler PC, Fong DTP. Enhancing running injury prevention strategies with real-time biofeedback: a systematic review and meta-analysis. J Sports Sci. 2024;42(11):981-992. doi:10.1080/02640414.2024.2374637.

344. Shi T, Huang Y, Zhang X, *et al*. Differences in Body Composition and Lower Limb Strength Parameters Between Novice Runners and Amateur Marathon Runners. Sports. 2025;13(9):287. doi:10.3390/sports13090287.

345. Sinclair J, *et al*. Lower Extremity Kinetics and Kinematics in Runners with Patellofemoral Pain. Applied Sciences. 2022;12(2):585. doi:10.3390/app12020585.

346. Singh B, Olds T, Curtis R, Dumuid D, Virgara R, Watson A, *et al*. Effectiveness of physical activity interventions for improving depression, anxiety and distress: an overview of systematic reviews. Br J Sports Med. 2023;57(18):1203-1209. doi:10.1136/bjsports-2022-106195.

347. Sipos C, Maklári G. Analysis of the effectiveness of RFID systems in triathlon. GeoSport Soc. 2022;17(2):75-88. doi:10.30892/gss.1703-086.

348. Sleeswijk Visser TSO, O'Neill S, Hébert-Losier K, Eygendal D, de Vos RJ. Normative values for calf muscle strength-endurance in the general population assessed with the Calf Raise Application: A large international cross-sectional study. Brazilian Journal of Physical Therapy. 2025;29:101188. doi:10.1016/j.bjpt.2025.101188.

349. Sleeswijk Visser TSO, van Middelkoop M, Fokkema T, de Vos RJ. The socio-economic impact of running-related injuries: a large prospective cohort study. Scand J Med Sci Sports. 2021;31(10):2002-2009. doi:10.1111/sms.14016.

350. Smart NA, Downes D, van der Touw T, Hada S, Dieberg G, Pearson MJ. The effect of exercise training on blood lipids: a systematic review and meta-analysis. Sports Med. 2025;55(1):67-78. doi:10.1007/s40279-024-02115-z.

351. Smith WT, Niven AS. Cardiopulmonary exercise testing. Clin Chest Med. 2025;46(3):481-498. doi:10.1016/j.ccm.2025.04.007.

352. Spork P, Schmidt N, Kristensen MT, *et al*. The Intra- and Inter-Rater Reliability of a Hip Rotation Range-of-Motion Test in Academy Football Players. International Journal of Sports Physical Therapy. 2021;16(6):1535-1544. doi:10.26603/001c.29574.

353. Squeo MR, Ferrera A, Monosilio S, Spinelli A, Maestrini V, Mango F, *et al*. Cardiopulmonary exercise testing in elite athletes: rethinking sports classification. J Clin Med. 2025;14(13):4655. doi:10.3390/jcm14134655.

354. Stankiewicz M, Saternus S, Błażkiewicz-Janeczko M, Kędziorek J, Cwyl K, Kłak-Dziemian A. Biomechanical differences between overground and treadmill running in professional runners: a pilot study. Acta Bioeng Biomech. 2025;27(3):3-12. doi:10.37190/abb/208021.

355. Stappung AV, Espinoza PM, Letelier MJ, Palma FH. Reliability of the main 2D kinematic variables of running evaluated categorically in amateur runners, aged 18 to 55 years. Int J Sports Phys Ther. 2025;20(8):1176-1185. doi:10.26603/001c.142061.

356. Starbuck C, Bramah C, Herrington L, Jones R. The effect of speed on Achilles tendon forces and patellofemoral joint stresses in high-performing endurance runners. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2021;31(10):1657-1665. doi:10.1111/sms.13972.

357. Stearns-Reider KM, Straub RK, Powers CM. Improvements in hip extensor rate of torque development influence hip and knee extensor feed-forward control. J Mot Behav. 2021;53(6):750-757. doi:10.1080/00222895.2020.1863319.

358. Stenerson LR, Melton BF, Bland HW, Ryan GA. Running-Related Overuse Injuries and Their Relationship with Run and Resistance Training Characteristics in Adult Recreational Runners: A Cross-Sectional Study. Journal of Functional Morphology and Kinesiology. 2023;8(3):128. doi:10.3390/jfmk8030128.

359. Stołowski Ł, Linek P, Tomczak M, Saulicz E. Validity and Reliability of Inertial Measurement Units in Active Range of Motion Assessment in Young and Older Adults. Sensors. 2023;23(21):8782. doi:10.3390/s23218782.

360. Storari L, Piai J, Zitti M, *et al*. Standardized Definition of Red Flags in Musculoskeletal Care: A Comprehensive Review of Clinical Practice Guidelines. Medicina. 2025;61(6):1002. doi:10.3390/medicina61061002.

361. Subbarayalu AV, Sivakumar C, Kumar PV, Muralidharan CK, Rajkumar KV, Kannan KR, *et al*. Lactate threshold training to improve long-distance running performance: a narrative review. Montenegrin J Sports Sci Med. 2024;13(1):19-29. doi:10.26773/mjssm.240303.

362. Šuc A, Šarabon N, Kozinc Ž. Resistance exercise for improving running economy and running biomechanics and decreasing running-related injury risk: a narrative review. Sports (Basel). 2022;10(7):98. doi:10.3390/sports10070098.

363. Sundström D, Carlsson T, Tinmark F, *et al*. Runners Adapt Different Lower-Limb Movement Patterns With Respect to Different Speeds and Slopes. Frontiers in Sports and Active Living. 2021;3:682401. doi:10.3389/fspor.2021.682401.

364. Talsnes RK, Torvik PO, Skovereng K, Sandbakk Ø. Comparison of acute physiological responses between one long and two short sessions of moderate-intensity training in endurance athletes. Front Physiol. 2024;15:1428536. doi:10.3389/fphys.2024.1428536.

365. Tang F, *et al*. Meta-analysis of the dosage of balance training on ankle function and dynamic balance ability in patients with chronic ankle instability. BMC Musculoskeletal Disorders. 2024;25:749. doi:10.1186/s12891-024-07800-8.

366. Tang YW, *et al*. Mediation of the mediolateral ground reaction force profile with different running speeds in unilateral transfemoral amputees. Sci Rep. 2023;13:7541. doi:10.1038/s41598-023-34288-4.

367. Tanji F, Ohnuma H, Ando R, Yamanaka R, Ikeda T, Suzuki Y. Longer Ground Contact Time Is Related to a Superior Running Economy in Highly Trained Distance Runners. Journal of Strength and Conditioning Research. 2024;38(5):985-990. doi:10.1519/JSC.0000000000004734.

368. Tao H, Thompson C, Weber S. Can a Modified Y-Balance Test Predict Running Overuse Injuries over the Course of a Division I Collegiate Cross-Country Season? International Journal of Sports Physical Therapy. 2021;16(6):1442-1453. doi:10.26603/001c.29871.

369. Teixeira ASS, Silva PL, Cintra SP, Viegas F, Mendonça LD, Bittencourt NFN. Concurrent Validation and Reference Values of Gluteus Medius Clinical Test. International Journal of Sports Physical Therapy. 2021;16(2):335-341. doi:10.26603/001c.21477.

370. Tenforde AS, Ackerman KE, Bouxsein ML, Gaudette L, McCall L, Rudolph SE, *et al*. Factors associated with high-risk and low-risk bone stress injury in female runners: implications for risk factor stratification and management. Orthop J Sports Med. 2024;12(5):23259671241246227. doi:10.1177/23259671241246227.

371. Tenniglo MJB, *et al*. Does the Duncan-Ely test predict abnormal activity of rectus femoris during gait? Journal of Rehabilitation Medicine. 2022;54:jrm00284. doi:10.2340/jrm.v54.638.

372. Tenório MCM, Coelho-Ravagnani C, Umpierre D, Andrade DR, Autran R, Barros MVG, *et al*. Physical activity guidelines for the Brazilian population: development and methods. J Phys Act Health. 2022;19(5):367-373. doi:10.1123/jpah.2021-0756.

373. Theodorou A, Komnos G, Hantes M. Patellar tendinopathy: an overview of prevalence, risk factors, screening, diagnosis, treatment and prevention. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. 2023;143(11):6695-6705. doi:10.1007/s00402-023-04998-5.

374. Thomassen M, McKenna MJ, Olmedillas H, Wyckelsma V, Bangsbo J, Nordsborg NB. Exercise- and diet-induced glycogen depletion impairs performance during one-legged constant-load, high-intensity exercise in humans. Front Physiol. 2025;16:1564523. doi:10.3389/fphys.2025.1564523.

375. Thuany M, Gomes TN, Hill L, Rosemann TJ, Knechtle B, Almeida MB. Running performance variability among runners from different Brazilian states: a multilevel approach. Int J Environ Res Public Health. 2021;18(7):3781. doi:10.3390/ijerph18073781.

376. Thuany M, Knechtle B, Hill L, Rosemann T, Gomes TN. Running pace percentile values for Brazilian non-professional road runners. Healthcare (Basel). 2021;9(7):829. doi:10.3390/healthcare9070829.

377. Thuany M, Knechtle B, Rosemann T, Almeida MB, Gomes TN. Running around the country: an analysis of the running phenomenon among Brazilian runners. Int J Environ Res Public Health. 2021;18(12):6610. doi:10.3390/ijerph18126610.

378. Thuany M, Knechtle B, Santana A, Gomes TN. Anthropometric, training, and social variables associated with performance in runners from 5 km to marathon. Sci Sports. 2023;38(3):310.e1-310.e8. doi:10.1016/j.scispo.2022.04.005.

379. Thuany M, Malchrowicz-Mośko E, Waśkiewicz Z, Gomes TN. Individual and economic characteristics as determinants of Brazilian runners' motivation. Sustainability. 2021;13(18):10178. doi:10.3390/su131810178.

380. Thuany M, Petreça D, de Lira CAB. Leveraging the global growth of running to promote physical activity at the populational level. J Phys Act Health. 2026;23(5):577-578. doi:10.1123/jpah.2025-0827.

381. Thuany M, Silva M, Fernandes M, Knechtle B, Weiss K, Rosemann T, *et al*. A systematic review of the factors associated with performance in non-elite runners. J Funct Morphol Kinesiol. 2026;11(1):124. doi:10.3390/jfmk11010124.

382. Thuany M, Vieira D, Villiger E, Gomes TN, Weiss K, Nikolaidis PT, *et al*. An analysis of the São Silvestre race between 2007–2021: an increase in participation but a decrease in performance. Sports Med Health Sci. 2023;5(4):277-282. doi:10.1016/j.smhs.2023.03.007.

383. Tingan AS, Bowen A, Salas-Tam C, Roland M, Srivastav A. Current Concepts in the Evaluation, Management, and Prevention of Common Foot and Ankle Injuries in the Runner. Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports. 2024;12:200-209. doi:10.1007/s40141-024-00437-7.

384. ornero-Aguilera JF, Jimenez-Morcillo J, Rubio-Zarapuz A, Clemente-Suárez VJ. Central and Peripheral Fatigue in Physical Exercise Explained: A Narrative Review. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022;19(7):3909. doi:10.3390/ijerph19073909.

385. Torres G, Maia F, Nakamura FY, Neiva HP, Sousa A. Rating of perceived exertion in continuous sports: a scoping review with evidence gap map. Front Sports Act Living. 2025;7:1553998. doi:10.3389/fspor.2025.1553998.

386. Tortu E, Hazir T, Kin-Isler A. Energy system contributions in repeated sprint tests: protocol and sex comparison. J Hum Kinet. 2024;92:87-98. doi:10.5114/jhk/175862.

387. Tourillon R, Desaint B, Hourcade F, Maffiuletti NA, Girard O. Restoring ankle dorsiflexion range of motion in athletes: A clinician's perspective. Frontiers in Sports and Active Living. 2025;7:1677383. doi:10.3389/fspor.2025.1677383.

388. Trajković N, *et al*. Relationship between ankle strength and range of motion and postural stability during single-leg quiet stance in trained athletes. Scientific Reports. 2021;11:11749. doi:10.1038/s41598-021-91337-6.

389. Tripodi N, Feehan J, Corcoran D, Vaughan B, McLaughlin P. Introduction to running analysis in the clinical setting: A masterclass. International Journal of Osteopathic Medicine. 2024;51:100698. doi:10.1016/j.ijosm.2023.100698.

390. Trowell D, Kenneally-Dabrowski C, Bonacci J. Effects of running-induced fatigue on joint kinematics and kinetics during overground running: a systematic review and meta-analysis. Sports Biomech. 2025;24(11):3109-3135. doi:10.1080/14763141.2024.2353390.

391. Ulupinar S, Özbay S, Gençoğlu C, *et al*. Evaluating bioenergetic pathway contributions from single to multiple sprints. Sci Rep. 2024;14:27295. doi:10.1038/s41598-024-78916-z.

392. Umpierre D, Coelho-Ravagnani C, Tenório MCM, Andrade DR, Autran R, Barros MVG, *et al*. Physical activity guidelines for the Brazilian population: recommendations report. J Phys Act Health. 2022;19(5):374-381. doi:10.1123/jpah.2021-0757.

393. Van Cant J, Serres W, Farraj M, Nguyen AP, Tittley J, Briani RV, Roy JS. Hip Abductors Strength and Endurance in Individuals With Recent and Long-Standing Patellofemoral Pain. Journal of Athletic Training. 2025;60(6):437-444. doi:10.4085/1062-6050-0424.24.

394. van der Zwaard S, Brocherie F, Jaspers RT. Under the hood: skeletal muscle determinants of endurance performance. Front Sports Act Living. 2021;3:719434. doi:10.3389/fspor.2021.719434.

395. van Hooren B, Copier R, Pedersen S, Balamouti Z, Meijer K. The mediating effect of running biomechanics, anthropometrics, muscle architecture, and comfort on running economy across different shoes. Scand J Med Sci Sports. 2025;35(6):e70087. doi:10.1111/sms.70087.

396. van Hooren B, Jukic I, Cox M, Frenken K, Bautista IJ, Moore IS. The relationship between running biomechanics and running economy: a systematic review and meta-analysis of observational studies. Sports Med. 2024;54:1269-1316. doi:10.1007/s40279-024-01997-3.

397. van Hooren B, Lennartz R, Cox M, Hoitz F, Plasqui G, Meijer K. Differences in running technique between runners with better and poorer running economy and lower and higher mileage: an artificial neural network approach. Scand J Med Sci Sports. 2024;34(3):e14605. doi:10.1111/sms.14605.

398. van Hooren B, Plasqui G, Meijer K. The effect of wearable-based real-time feedback on running injuries and running performance: a randomized controlled trial. Am J Sports Med. 2024;52(3):750-765. doi:10.1177/03635465231222464.

399. van Hooren B, van Rengs L, Meijer K. Per-step and cumulative load at three common running injury locations: the effect of speed, surface gradient, and cadence. Scand J Med Sci Sports. 2024;34(2):e14570. doi:10.1111/sms.14570.

400. van Hooren B, van Rengs L, Meijer K. Predicting musculoskeletal loading at common running injury locations using machine learning and instrumented insoles. Med Sci Sports Exerc. 2024;56(10):2059-2075. doi:10.1249/MSS.0000000000003493.

401. van Hooren B, Willems P, Plasqui G, Meijer K. Changes in running economy and running technique following 6 months of running with and without wearable-based real-time feedback. Scand J Med Sci Sports. 2024;34(1):e14565. doi:10.1111/sms.14565.

402. van Oeveren BT, de Ruiter CJ, Beek PJ, van Dieën JH. The biomechanics of running and running styles: a synthesis. Sports Biomech. 2024;23(4):516-554. doi:10.1080/14763141.2021.1873411.

403. van Poppel D, van der Worp M, Slabbekoorn A, van den Heuvel SSP, van Middelkoop M, Koes BW, *et al*. Risk factors for overuse injuries in short- and long-distance running: a systematic review. J Sport Health Sci. 2021;10(1):14-28. doi:10.1016/j.jshs.2020.06.006.

404. Vasconcelos DP, Aidar FJ, Lima TB, Nascimento Filho FM, Mendonça ILA, López Díaz-de-Durana A, *et al*. Assessment of dynamic knee valgus between lateral step-down test and running in female runners with and without patellofemoral pain using two-dimensional video analysis. Clin Pract. 2022;12(3):425-435. doi:10.3390/clinpract12030047.

405. Vasconcelos GS, Nunes GS, Munhoz RF, *et al*. Is strength and power training targeting hip and knee muscles superior to strength training in individuals with patellofemoral pain? Proof of concept study. Sci Rep. 2024;14:27450. doi:10.1038/s41598-024-78074-2.

406. Venturini E, Giallauria F. Factors influencing running performance during a marathon: breaking the 2-h barrier. Front Cardiovasc Med. 2022;9:856875. doi:10.3389/fcvm.2022.856875.

407. Verheul J, Hughes O, Hitchens L, Atherton T, Sauter T, Radwan A, *et al*. Markerless motion capture for running: validity and reliability of whole-body, joint, and muscle kinematics. J Biomech. 2026;195:113133. doi:10.1016/j.jbiomech.2025.113133.

408. Verhoeven JE, Han LKM, Lever-van Milligen BA, Hu MX, Révész D, Hoogendoorn AW, *et al*. Antidepressants or running therapy: comparing effects on mental and physical health

in patients with depression and anxiety disorders. J Affect Disord. 2023;329:19-29. doi:10.1016/j.jad.2023.02.064.

409. Vicente-Pina L, Sánchez-Rodríguez R, Ferrández-Laliena L, Heredia-Jimenez J, Müller-Thyssen-Uriarte J, Monti-Ballano S, *et al*. Validity and reliability of Kinovea® for pelvic kinematic measurement in standing position and in sitting position with 45° of hip flexion. Sensors (Basel). 2025;25(1):250. doi:10.3390/s25010250.
410. Vigh-Larsen JF, Ørtenblad N, Spriet LL, Overgaard K, Mohr M. Muscle glycogen metabolism and high-intensity exercise performance: a narrative review. Sports Med. 2021;51(9):1855-1874. doi:10.1007/s40279-021-01475-0.
411. Vincent HK, Brownstein M, Vincent KR. Injury Prevention, Safe Training Techniques, Rehabilitation, and Return to Sport in Trail Runners. Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation. 2022;4(1):e151-e162. doi:10.1016/j.asmr.2021.09.032.
412. Visseren FLJ, Mach F, Smulders YM, Carballo D, Koskinas KC, Bäck M, *et al*. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. Eur Heart J. 2021;42(34):3227-3337. doi:10.1093/eurheartj/ehab484.
413. Von Diecken C, Riedl M, Willwacher S, Ueberschär O. Runners with lower dynamic stability exhibit better running economy. Sci Rep. 2025;15(1):38117. doi:10.1038/s41598-025-26008-x.
414. Wang J, Qin Z, Zhang Q, Wang J. Lower limb dynamic balance, strength, explosive power, agility, and injuries in volleyball players. J Orthop Surg Res. 2025;20:211. doi:10.1186/s13018-025-05566-w.
415. Wang L, Meng Q, Su CH. From food supplements to functional foods: emerging perspectives on post-exercise recovery nutrition. Nutrients. 2024;16(23):4081. doi:10.3390/nu16234081.
416. Wang W, Potthast W, Torniainen K, Xu S, Ammann K, Jing Y, *et al*. Performance benefits without added injury risk? Effects of advanced footwear technology on running economy and biomechanical risk in recreational runners. Scand J Med Sci Sports. 2026;36(4):e70275. doi:10.1111/sms.70275.
417. Wang Y, Li H, Yang D, Wang M, Han Y, Wang H. Effects of aerobic exercises in prediabetes patients: a systematic review and meta-analysis. Front Endocrinol (Lausanne). 2023;14:1227489. doi:10.3389/fendo.2023.1227489.

418. Wang Y, Mei Q, Jiang H, Hollander K, Van den Berghe P, Fernandez J, *et al*. The biomechanical influence of step width on typical locomotor activities: a systematic review. Sports Med Open. 2024;10:83. doi:10.1186/s40798-024-00750-4.

419. Wang Y, Zhou H, Nie Z, Cui S. Prevalence of Achilles tendinopathy in physical exercise: a systematic review and meta-analysis. Sports Med Health Sci. 2022;4(3):152-159. doi:10.1016/j.smhs.2022.03.003.

420. Wang Z, Zhu L. New insights into lactate in exercise adaptations: does protein lactylation play a role? Am J Physiol Endocrinol Metab. 2025;329(3):E405-E419. doi:10.1152/ajpendo.00225.2025.

421. Warden SJ, Edwards WB, Willy RW. Preventing bone stress injuries in runners with optimal workload. Curr Osteoporos Rep. 2021;19(3):298-307. doi:10.1007/s11914-021-00666-y.

422. Warden SJ, Hoenig T, Sventeckis AM, Ackerman KE, Tenforde AS. Not all bone overuse injuries are stress fractures: it is time for updated terminology. Br J Sports Med. 2023;57(2):76-77. doi:10.1136/bjsports-2022-106112.

423. Warneke K, Behm DG, Lohmann LH, *et al*. Acute and Chronic Effects of Stretching on Running Economy: A Systematic Review with Meta-Analysis. Sports Medicine - Open. 2025;11(1):61. doi:10.1186/s40798-025-00873-2.

424. Watanabe T, Inaba T, van Rassel CR, MacInnis MJ, Kakinoki K, Hatta H. Identifying physiological determinants of 800 m running performance using post-exercise blood lactate kinetics. Eur J Appl Physiol. 2024;124:2951-2964. doi:10.1007/s00421-024-05504-4.

425. Weber M, *et al*. Evaluation of hop test movement quality to enhance return to sport testing after ACL reconstruction. Frontiers in Sports and Active Living. 2024;6:1305817. doi:10.3389/fspor.2024.1305817.

426. White RL, Vella S, Biddle S, Sutcliffe J, Guagliano JM, Uddin R, *et al*. Physical activity and mental health: a systematic review and best-evidence synthesis of mediation and moderation studies. Int J Behav Nutr Phys Act. 2024;21(1):134. doi:10.1186/s12966-024-01676-6.

427. Wierick SC, Perez RI, Zhao X, McDermott BP. Hydration Strategies in Ultra-Endurance Running: A Narrative Review of Programmed Versus Thirst-Driven Approaches. Nutrients. 2025;17(22):3526. doi:10.3390/nu17223526.

428. Willwacher S, Kurz M, Robbin J, Thelen M, Hamill J, Kelly L, Mai P. Running-related biomechanical risk factors for overuse injuries in distance runners: a systematic review

considering injury specificity and the potentials for future research. Sports Med. 2022;52(8):1863-1877. doi:10.1007/s40279-022-01666-3.

429. Winter C, Kern F, Gall D, Latoschik ME, Pauli P, Käthner I. Immersive virtual reality during gait rehabilitation increases walking speed and motivation: a usability evaluation with healthy participants and patients with multiple sclerosis and stroke. J Neuroeng Rehabil. 2021;18(1):68. doi:10.1186/s12984-021-00848-w.
430. Wirnitzer K, Boldt P, Wirnitzer G, Leitzmann C, Tanous D, Motevalli M, *et al*. Health status of recreational runners over 10-km up to ultra-marathon distance based on data of the NURMI Study Step 2. Sci Rep. 2022;12:10295. doi:10.1038/s41598-022-13844-4.
431. Woldendorp KH, Boonstra AM, Tol JL, Reneman MF. Quality and usability of clinical assessments of static standing and sitting posture: A systematic review. Journal of Rehabilitation Medicine. 2022;54:jrm00283. doi:10.2340/jrm.v54.1239.
432. Worst H, Henderson N. Establishing Normative Values and Clinician Assessment Accuracy for the Single Leg Bridge Endurance Test. International Journal of Sports Physical Therapy. 2026;21(1):34-40. doi:10.26603/001c.154592.
433. Wu B, Chen CC, Wang J, Wang XQ. Incidence and risk factors of low back pain in marathon runners. Pain Res Manag. 2021;2021:6660304. doi:10.1155/2021/6660304.
434. Wu H, Brooke-Wavell K, Barnes MR, Awan Z, Mastana S, Allen S, *et al*. Multidisciplinary prediction of running-related injuries using machine learning. NPJ Digit Med. 2026;9:213. doi:10.1038/s41746-026-02413-y.
435. Xiang L, Gao Z, Wang A, Shim V, Fekete G, Gu Y, *et al*. Rethinking running biomechanics: a critical review of ground reaction forces, tibial bone loading, and the role of wearable sensors. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology. 2024;12:1377383. doi:10.3389/fbioe.2024.1377383.
436. Xiang L, Wang A, Gu Y, Zhao L, Shim V, Fernandez J. Recent machine learning progress in lower limb running biomechanics with wearable technology: a systematic review. Front Neurorobot. 2022;16:913052. doi:10.3389/fnbot.2022.913052.
437. Xie P, Bíró I, Liang M. The Relationship between Patellofemoral Pain Syndrome and Hip Biomechanics: A Systematic Review with Meta-Analysis. Healthcare. 2022;11(1):99. doi:10.3390/healthcare11010099.
438. Xu Y, Yang Y, He S, Yang C, Zhang S, Fu W, Li L. Running-induced fatigue influences lower extremity muscle synergy and related biomechanics. Gait Posture. 2025;119:163-170. doi:10.1016/j.gaitpost.2025.03.008.

439. Xu Y, Yuan P, Wang R, Wang D, Liu J, Zhou H. Effects of Foot Strike Techniques on Running Biomechanics: A Systematic Review and Meta-analysis. Sports Health. 2021;13(1):71-77. doi:10.1177/1941738120934715.

440. Yalfani A, Ahmadi M, Asgarpoor A. The effect of kinetic factors of dynamic knee valgus on patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. Journal of Bodywork and Movement Therapies. 2024;38:1-8. doi:10.1016/j.jbmt.2023.11.001.

441. Yang K, McErlain-Naylor SA, Isaia B, Callaway A, Beeby SP. E-textiles for sports and fitness sensing: current state, challenges, and future opportunities. Sensors (Basel). 2024;24(4):1058. doi:10.3390/s24041058.

442. Young F, Mason R, Wall C, Morris R, Stuart S, Godfrey A. Examination of a foot mounted IMU-based methodology for a running gait assessment. Front Sports Act Living. 2022;4:956889. doi:10.3389/fspor.2022.956889.

443. Yu L, Mei Q, Xiang L, *et al*. Principal Component Analysis of the Running Ground Reaction Forces With Different Speeds. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology. 2021;9:629809. doi:10.3389/fbioe.2021.629809.

444. Zandbergen MA, Marotta L, Bulthuis R, Buurke JH, Veltink PH, Reenalda J. Effects of level running-induced fatigue on running kinematics: a systematic review and meta-analysis. Gait Posture. 2023;99:60-75. doi:10.1016/j.gaitpost.2022.09.089.

445. Zanini M, Folland JP, Blagrove RC. Durability of running economy: differences between quantification methods and performance status in male runners. Med Sci Sports Exerc. 2024;56(11):2230-2240. doi:10.1249/MSS.0000000000003499.

446. Zanini M, Folland JP, Blagrove RC. Regular long runs and higher training volumes are associated with better running economy durability in performance matched well-trained male runners. Med Sci Sports Exerc. 2026;58(1):162-173. doi:10.1249/MSS.0000000000003840.

447. Zemková E, Amiri B, Horníková H, Zapletalová L. Potential neurophysiological and biomechanical risk factors for sport-related back problems: A scoping review. Sports Medicine and Health Science. 2024;6(2):123-138. doi:10.1016/j.smhs.2023.12.006.

448. Zeng Z, Liu Y, Hu X, *et al*. Validity and Reliability of Inertial Measurement Units on Lower Extremity Kinematics and Spatiotemporal Parameters During Running: A Systematic Review. Sports Medicine - Open. 2022;8:78. doi:10.1186/s40798-022-00477-0.

449. Zhang X, Deng L, Yang Y, Xiao S, Li L, Fu W. Effects of 12-week transition training with minimalist shoes on Achilles tendon loading in habitual rearfoot strike runners. J Biomech. 2021;128:110807. doi:10.1016/j.jbiomech.2021.110807.

450. Zhang X, Fu B, Li Y, Deng L, Fu W. Effects of habitual foot strike patterns on patellofemoral joint and Achilles tendon loading in recreational runner. Gait Posture. 2025;117:121-128. doi:10.1016/j.gaitpost.2024.12.018.

451. Zhang Z, Fan T, Wu J, Sun Y. Using machine learning and SHAP to identify biomechanical risk factors for increased Achilles tendon stress during low-temperature running. Med Sci Sports Exerc. 2026;58(2):191-207. doi:10.1249/MSS.0000000000003862.

452. Zoeller CS, Niessner C, Fleps M, Klein T, Hanssen-Doose A, Burchartz A, *et al*. Video-based motion capture smartphone apps for testing human motor performance skills: scoping review. JMIR Mhealth Uhealth. 2026;14:e65474. doi:10.2196/65474.

453. Zunko H, Bäumer TG, Kobal G, *et al*. Reliability of the weight-bearing ankle dorsiflexion range of motion measurement using a smartphone goniometer application. BMC Musculoskeletal Disorders. 2021;22:773. doi:10.1186/s12891-021-04639-5.

ÍNDICE REMISSIVO



ÍNDICE REMISSIVO

A

Alta fisioterapêutica, 445
Ambiente externo, 176
Análise bidimensional (2D), 174
Análise biomecânica, 122, 172–186, 224–235
Análise clínica da corrida, 186, 224–235, 379
Análise de movimento, 172–186
Análise tridimensional (3D), 175
Análise visual, 173
Anamnese esportiva, 78–84
Aplicativos para análise em vídeo, 179
Aptidão cardiorrespiratória, 32–63
Ativação antecipatória, 159
Autocuidado, 398–404
Avaliação cardiorrespiratória, 49–63
Avaliação clínica, 190–235
Avaliação da corrida, 224–235
Avaliação da força muscular, 205–209
Avaliação da mobilidade, 198–204
Avaliação da resistência muscular, 210–216
Avaliação dinâmica da corrida, 224–235
Avaliação fisioterapêutica, 78–186, 190–235
Avaliação funcional, 190–235
Avaliação proprioceptiva, 220–223
Avaliação psicossocial, 454
Avaliação tecnológica, 179–186

B

Baixa disponibilidade energética, 327–341, 469
Baropodometria, 181
Biomecânica aplicada à corrida, 122–186
Biomecânica da corrida, 122–186
Biomecânica e economia de corrida, 165–171

C

Cadência, 149, 224–235, 424–425
Calçado esportivo, 105–113
Capacidade adaptativa, 24–31, 243–252, 379–386
Capacidade aeróbia, 32–63
Capacidade cardiorrespiratória, 32–63
Carga mecânica, 137–144

Carga de treinamento, 94–119, 243–252, 392–397
controle da carga, 392–397
frequência, 99–104, 392–397
intensidade, 99–104, 392–397
progressão, 392–397, 436–444
volume, 99–104, 392–397
Casos clínicos, 450–469
Ciclo da corrida, 125–129
Cinemática da corrida, 122–186
Comprimento da passada, 150
Condicionamento cardiorrespiratório, 32–63
Controle motor, 217–219, 412–417
Controle neuromuscular, 157–164, 217–219, 412–417
Coordenação, 157–160, 412–417
Coordenação intermuscular, 157
Coordenação intramuscular, 158
Corrida recreacional, 7–31
Critérios de alta, 445
Critérios de retorno à corrida, 433–445

D

Déficits funcionais, 190–235, 426–429
Desempenho esportivo, 7–21, 149–171, 434–435
Diagnóstico diferencial, 243–374
Diagnóstico fisioterapêutico, 379–386, 454
Dor, 243–374, 398–404
educação em dor, 398–404
dor anterior no joelho, 253–264, 436–444
dor lateral no joelho, 302–312, 436–444
dor lombar, 355–369
dor óssea, 327–341, 370–374
dor patelofemoral, 253–264, 450–459
dor plantar, 291–301, 436–444
dor tibial, 313–341, 436–444

E

Economia de corrida, 165–171
Educação em dor, 398–404
Eficiência biomecânica, 149–171
Energia elástica, 154, 165–171
Equilíbrio, 220–223
Estabilidade, 217–223, 412–417

Esteira, 176
Exercício terapêutico, 386–430

F

Fadiga, 157–164
Fadiga neuromuscular, 161–164
Fasciopatia plantar, 291–301
Fatores extrínsecos, 105–113
Fatores intrínsecos, 24–31, 243–252
Filmagem da corrida, 174–178
Fisiologia da corrida, 32–63
Fisiologia do exercício, 32–48
Flexibilidade, 198–204, 418–421
Fluxogramas clínicos, 436–444
Força muscular, 205–209, 405–411
Força de reação do solo, 137–144, 180
Forças e vetores, 137–144
Fortalecimento muscular, 405–411
Fraturas por estresse, 327–341, 469
Frequência de treinamento, 99–104, 392–397

H

Hábitos de vida, 114–121
Histórico clínico, 94–98
Histórico de lesões, 94–98, 243–252
Hidratação, 114–121, 398–404

I

Impacto, 125–156, 137–144, 422–425
Inclinação do tronco, 122–186, 224–235
Inteligência artificial, 185
Intensidade de treinamento, 99–104, 392–397
Interpretação biomecânica, 156, 186
Intervenção fisioterapêutica, 379–445

L

Lesões musculares, 342–354
Lesões por sobrecarga, 24–31, 243–374
Lesões relacionadas à corrida, 24–31, 243–374
Limiar anaeróbio, 32–63

M

Machine learning, 185
Mobilidade, 198–204, 418–421
Modificação do treino, 392–397
Monitoramento biomecânico, 179–185
Monitoramento da carga, 99–104, 392–397
Monitoramento em campo, 182–185

O

Oscilação vertical, 153
Overstride, 149–156, 224–235, 424–425

P

Padrão de contato do pé, 145–148
Palmilhas instrumentadas, 181–182
Parâmetros biomecânicos, 149–156
Percepção subjetiva de esforço (PSE), 49–53
Performance esportiva, 7–21, 149–171, 434–435
Pisada, 145–148
Plataformas de força, 180
Pliometria, 422–423
Postura estática, 192–197
Prevenção de lesões, 24–31, 436–444
Pronação, 122–186, 224–235
Propulsão, 125–156
Propriocepção, 220–223

R

Raciocínio clínico, 186, 235–242, 374–445
Recuperação, 114–121, 398–404
Recursos manuais, 418–421
Reeducação da corrida, 424–425
Reflexos posturais, 160
Resistência muscular localizada, 210–216
Retorno à corrida, 422–445
  critérios de retorno, 433–445
  progressão, 433–444
  retorno ao impacto, 422–423
  retorno gradual, 433, 436–444
Retorno à performance, 434–435
Rigidez musculotendínea, 154, 169–171

S

Saúde do corredor, 7–31
Sensores inerciais, 182–185
Sinais de alerta, 370–373
Simetria entre membros, 155
Síndrome da banda iliotibial, 302–312, 460–468
Síndrome da dor patelofemoral, 253–264, 450–459
Síndrome do estresse tibial medial, 313–326
Sobrecarga, 24–31, 243–374, 392–397
Softwares de análise de movimento, 179
Sono, 114–121, 398–404
Superfície de corrida, 105–113

T

Técnica de corrida, 122–186, 224–235, 424–425
Tecnologias biomecânicas, 179–185
Tempo de contato com o solo, 151
Tempo de voo, 152
Tendinopatia, 265–290
  tendão de Aquiles, 278–290
  tendão patelar, 265–277
Teste de 3 km, 58–59
Teste de Cooper, 56–57
Testes de campo, 54–63
Tomada de decisão clínica, 235–242, 374–386, 436–445
Treinamento de força, 405–411
Treinamento do corredor, 99–104
Treino cruzado, 386–397

V

Valgo dinâmico, 122–186, 224–235, 379–386
Velocidade de corrida, 122–186
Vetores de força, 137–144
Volume de treinamento, 99–104, 392–397
VO_2máx, 32–63

W

Wearables, 182–185

Y

Yo-Yo Intermittent Recovery Test, 60–62