



**Politécnico
Castelo Branco**
Escola Superior de Saúde
Dr. Lopes Dias

Influência do Calçado Minimalista no Desempenho e Lesões Musculares em Atletas de Corrida - Revisão Sistemática

Orientador

Professor Doutor Nuno do Carmo Antunes Cordeiro

Orientando

Louna Elisa Landre, nº 20211702

Artigo de Investigação apresentado à Escola Superior de Saúde Doutor Lopes Dias do Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Licenciatura em Fisioterapia, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Nuno do Carmo Antunes Cordeiro, do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

Junho de 2025

Composição do júri

Presidente do Júri

Professora Mestre Vanessa Luísa Alpalhão Adjunta da Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias, Instituto de Castelo Branco.

Orientador

Professor Doutor Nuno do Carmo Antunes Cordeiro Coordenador da Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias, Instituto Politécnico de Castelo Branco.

Arguente

Professora Doutora Catarina Elisabete Gonçalves Leitão Adjunta da Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias, Instituto Politécnico de Castelo Branco.

Influência do Calçado Minimalista no Desempenho e Lesões Musculares em Atletas de Corrida - Revisão Sistemática

Louna Landre, Nuno Cordeiro.

Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Castelo Branco, Portugal

Email: lounalandre2003@gmail.com e ncordeiro@ipcb.pt

Resumo

Introdução: A corrida é uma prática globalmente difundida, com reconhecidos benefícios para a saúde em geral. Contudo, a elevada incidência de lesões musculoesqueléticas tem despertado interesse na análise de diversos fatores como o tipo de calçado. A crescente comparação entre calçado convencional e calçado minimalista destaca-se pelo impacto na biomecânica da corrida, prevenção de lesões e eficiência energética. Embora o calçado minimalista possa promover melhorias na performance e na economia de corrida, também está associado a riscos como aumento da carga em estruturas distais e lesões por sobrecarga. **Objetivo:** O objetivo desta revisão sistemática visa clarificar os efeitos do calçado minimalista na performance, prevenção de lesões e sensação de

fadiga em atletas de corrida. **Métodos:**

Foi realizada uma pesquisa sistemática da literatura na PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library, B.On e PEDro. Tendo como critérios de inclusão, estudos controlados e randomizados (RCTs), publicados nos últimos 10 anos, que investigaram a influência do calçado minimalista em comparação com o calçado convencional em atletas de corrida. Os desfechos avaliados foram melhoria da performance, redução de lesões e diminuição da sensação de fadiga. A qualidade metodológica dos estudos incluídos foi avaliada através da escala PEDro. **Resultados:** Os estudos incluídos demonstraram que o calçado minimalista pode melhorar a economia de corrida e a performance, com efeitos superiores ao calçado convencional. No entanto, não evidenciou benefícios claros na estabilidade sob fadiga e pode aumentar o risco de lesões se a

transição não for gradual. **Conclusão:**

O calçado minimalista apresenta benefícios na economia de corrida e desempenho aeróbico, atribuíveis à redução da massa e alterações biomecânicas. Contudo, existe um aumento do risco de lesões musculoesqueléticas durante a transição inicial. A resposta é individual, condicionada por fatores biomecânicos e de treino. Estudos com acompanhamento a longo prazo são necessários para confirmação dos efeitos a longo prazo.

Palavras-chave: Corrida, Calçado convencional, Calçado minimalista, Performance, Lesões Musculares, Sensação de Fadiga.

Abstract

Introduction: Running is a globally widespread practice, with well-recognized benefits for overall health. However, its high incidence of musculoskeletal injuries has sparked interest in analyzing factors such as footwear type. The growing comparison between conventional and minimalist footwear stands out due to its impact on running biomechanics, injury prevention, and energy efficiency. While minimalist footwear may promote improvements in performance and running economy, it is also associated with risks such as increased load on distal structures and overuse injuries. **Purpose:** The aim of this systematic review is to clarify the effects of minimalist footwear on performance, injury prevention, and the sensation of fatigue in running athletes. **Methods:** A systematic literature search was conducted in PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library, B.On, and PEDro. The inclusion criteria comprised randomized controlled trials (RCTs) published within the last 10 years that investigated the influence of minimalist footwear compared to conventional footwear in running

athletes. The outcomes assessed were performance improvement, injury reduction, and decreased sensation of fatigue. The methodological quality of the included studies was evaluated using the PEDro scale. **Results:** The included studies demonstrated that minimalist footwear can improve running economy and performance, with effects superior to conventional footwear. However, no clear benefits were observed in fatigue-related stability, and it may increase injury risk if the transition is not gradual. **Conclusion:** Minimalist footwear offers benefits in running economy and aerobic performance, attributed to reduced mass and biomechanical alterations. However, there is an increased risk of musculoskeletal injuries during the initial transition. The response is individual, influenced by biomechanical and training factors. Studies with long-term follow-up are needed to confirm the prolonged effects.

Keywords: Running, Conventional tennis, Minimalist tennis, Performance, Muscle injuries, Feeling of fatigue.

1. Enquadramento

A corrida é uma atividade amplamente praticada em todo o mundo, destacando-se pelo seu impacto positivo na saúde cardiovascular, resistência física e bem-estar em geral. No entanto, está associada a uma elevada incidência de lesões musculoesqueléticas, o que motivou o interesse na otimização de fatores extrínsecos como o tipo de calçado (3), (5).

A comparação entre calçado convencional (CC) e calçado minimalista (CM) tem vindo a ganhar destaque, particularmente no que diz respeito à biomecânica da corrida, prevenção de lesões e eficiência energética (11), (9). O calçado minimalista caracteriza-se por uma sola fina, baixo “drop”, elevada flexibilidade e menor peso, fatores que promovem um padrão de corrida mais natural, com ataque ao solo pelo antepé ou mediopé (6), (4).

Estudos demonstram que este tipo de calçado pode induzir alterações significativas na cinemática da corrida, como maior cadência e menor comprimento da passada, bem como melhorias na economia de

corrida (7), (8). Por outro lado, existe uma crescente preocupação com o aumento da carga em estruturas como o tendão de Aquiles e o risco de lesões por sobrecarga devido à maior pressão plantar (1), (2).

A literatura atual apresenta resultados divergentes sobre os efeitos do calçado minimalista na corrida. Enquanto alguns estudos apontam para benefícios como a melhoria da economia de corrida, redução do consumo de oxigénio e menor carga nas articulações proximais (1), (13), outros destacam riscos, como o aumento da pressão plantar, lesões por sobrecarga e exigência de uma transição cuidadosa (15), (12).

Perante estas evidências contraditórias, justifica-se a elaboração desta revisão sistemática de forma a sintetizar os dados disponíveis e oferecer uma análise crítica sobre a real influência do calçado minimalista. Tal abordagem é essencial para determinar se o uso deste tipo de calçado resulta, de facto, em benefícios significativos na melhoria da performance, redução do risco de lesão e redução da sensação de fadiga em atletas de corrida, como

têm sugerido estudos como os de Hasegawa et al. (7), Heiderscheit et al. (8), e Sun et al. (1).

Esta revisão é, portanto, fundamental para orientar práticas baseadas na evidência em contextos desportivos e clínicos.

2. Materiais e Métodos

2.1 Desenho do Estudo

Esta revisão sistemática foi desenvolvida com base na checklist “Itens de relatório preferenciais para revisões sistemáticas e meta-análises” (PRISMA- anexo 1) e Journal of Sports Science and Medicine (JSSM).

2.2 Critérios de Elegibilidade

Foram incluídos estudos que investiguem a influência do calçado minimalista na performance e lesões musculares em atletas de corrida. Os desfechos devem incluir a melhoria da performance, redução das lesões e redução da sensação de fadiga. Foram incluídos Estudos Controlados Randomizados (RCT’s) publicados nos últimos 10 anos, que comparassem o uso do calçado minimalista ao calçado

convencional e o seu impacto nos outcomes de interesse.

Foram excluídos estudos que não abordem a influência do calçado minimalista em atletas de corrida. Assim como, estudos que não avaliem os outcomes de interesse (redução das lesões, melhorias na performance ou redução da sensação de fadiga). Além disso, foram excluídos Estudos Experimentais, Estudos de Caso, Quase Experimentais, Revisões Bibliográficas, Estudos Crossover sem grupo de controlo e Relatos de caso.

2.3 Fontes de informação

As fontes de informação utilizadas foram a Pubmed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library, B.On e PEDro. Tendo a pesquisa início a dezembro de 2024 e fim a 24 de janeiro de 2025.

2.4 Estratégia de pesquisa

A estratégia de pesquisa combinou termos relacionados com a população-alvo (atletas de corrida), a intervenção (calçado minimalista), comparador (calçado convencional) e os outcomes de interesse (lesões

musculares, sensação de fadiga e desempenho desportivo). A estratégia de PICO utilizada foi para a **População (P)** - (“Running Athlete*”) OR (“Runner*”) OR (“Sprinter*”) OR (“Long distance runner*”) OR (“Middle distance runner*”) OR (“Marathoner*”) OR (“Endurance Runner”) OR (“Jogger*”) OR (“Track Athlete*”) OR (“Distance Athlete*”);

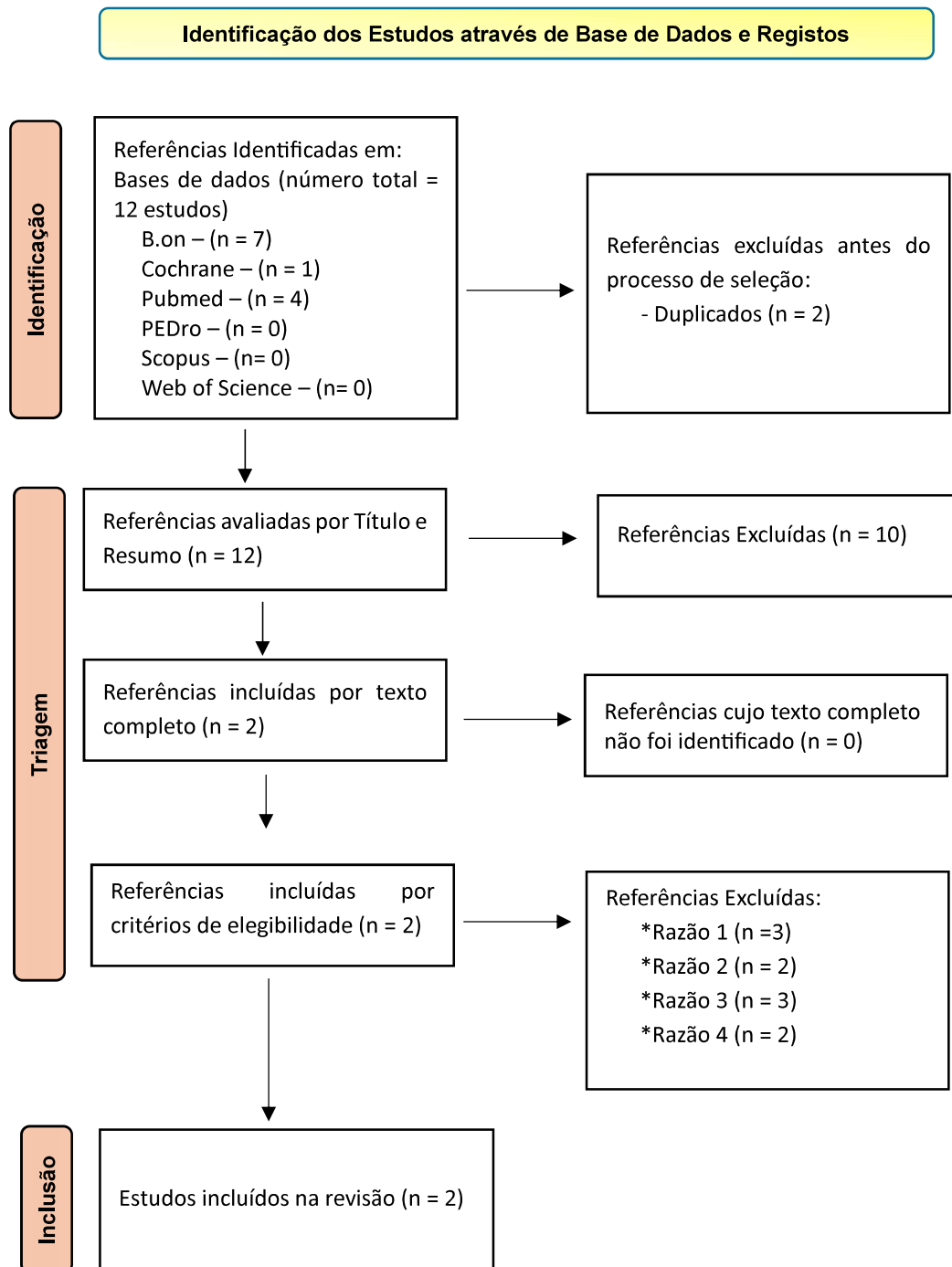
Intervenção (I) - (“Minimalist Footwear”) OR (“Minimalist Sneakers”) OR (“Barefoot Shoes”) OR (“Foot-shaped shoes”) OR (“Natural Footwear”) OR (“Toe Shoes”) OR (“Zero-drop shoes”) OR (“Grounding Shoes”) OR (“Anatomical Shoes”) OR (“Light weight shoes”) OR (“Minimal Shoes”) OR (“Minimalist Shoes”) OR (“Flexible Footwear”);

Comparação (C) - (“Standard Footwear*”) OR (“Traditional Footwear”) OR (“Established Footwear”) OR (“Typical Footwear”) OR (“Regular Footwear”) OR (“Classic Footwear”) OR (“Normative Footwear”) OR (“Common Footwear”) OR (“Routine Footwear”) OR (“Ordinary Footwear”) OR (“Conventional

Footwear”); **Outcomes (O)** - (“Athletic Performance*”) OR (“Performance*”) OR (“Athletic Sport* Performance*”) OR (“Physical Functional Performance*”) OR (“Functional Performance*”) OR (“Physical Performance*”) OR (“Sport* Physical Trauma”) OR (“Physical Trauma”) OR (“Injur*”) OR (“Tiredness”) OR (“Weariness”) OR (“Exhaustion”) OR (“Overtiredness”) OR (“Lack of energy”) OR (“Feeling Fatigue”).

2.5 Processo de Seleção dos Estudos

Os estudos foram exportados para o *software Mendeley*, no qual os registos duplicados foram excluídos. A triagem feita através título e resumo foi realizada por um revisor, considerando os critérios de inclusão definidos. Os estudos selecionados na primeira fase foram posteriormente avaliados através do texto integral por um revisor para verificar a concordância com os critérios de inclusão.



* **Razão 1-** Estudo excluído por não ser um Estudo Controlado Randomizado (RCT); **Razão 2-** Estudo foi excluído por duplicação; **Razão 3-** Estudo foi excluído por não conter a avaliação dos outcomes definidos; **Razão 4-** Estudo foi excluído por não conter grupo de controlo.

Figura 1- Fluxograma de Seleção dos estudos segundo a PRISMA 2020

2.6 Avaliação da Qualidade Metodológica

A qualidade metodológica dos estudos incluídos foi avaliada através da escala da base de dados PEDro. A escala PEDro é uma medida válida e confiável, com 11

itens (10 itens de validade interna) e admite que um estudo tem uma moderada qualidade metodológica se tiver uma pontuação igual ou superior a 6. Nos estudos incluídos obteve-se uma qualidade metodológica moderada (8/10) e baixa (5/10).

Tabela 1- Avaliação da Qualidade Metodológica através da Escala PEDro

Escala PEDro													
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	Pontuação	Classificação
(Encarnación-Martínez et al., 2021)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	?	✗	✓	✓	8/10	Moderada
(Warne et al., 2015)	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	5/10	Baixa

(1): Critério de Elegibilidade e Fonte (não contribui para a pontuação o total); (2): Alocação Aleatória; (3): Alocação Oculta; (4): Comparabilidade da Linha de Base; (5): Cegamento dos Participantes; (6): Cegamento dos Fisioterapeutas; (7): Cegamento dos Avaliadores; (8): Resultados de 85% dos Participantes; (9): Análise de Intenção de Tratar; (10): Comparações entre Grupos; (11): Medidas de Precisão e variabilidade;

✓ critério é claramente atingido, ✗ critério não atingido, ? informação não é clara ou não está descrita.

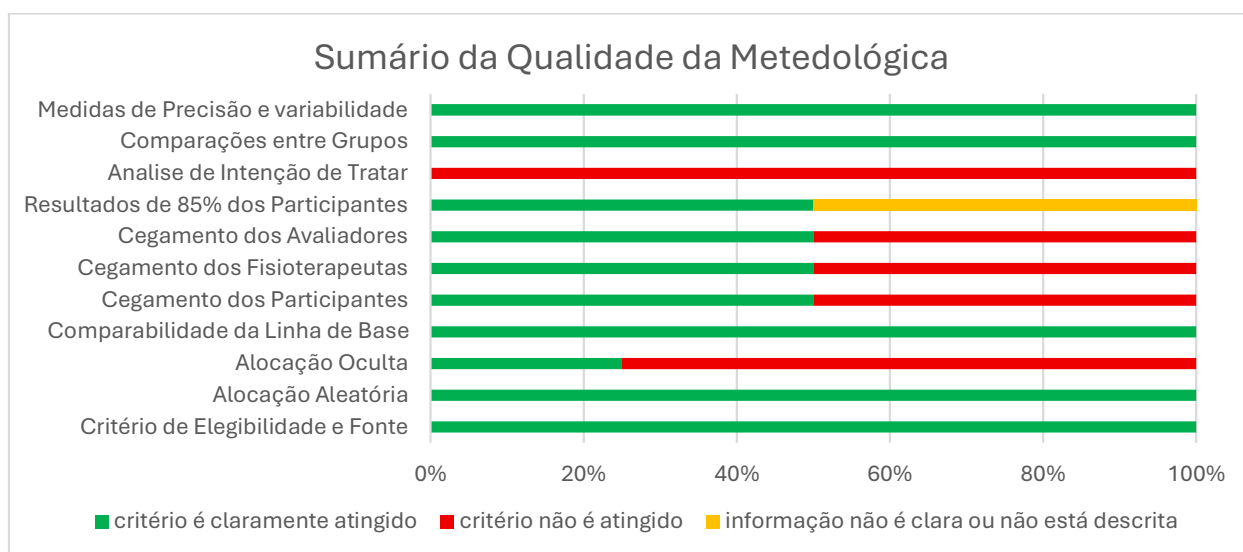


Figura 2- Sumário da Qualidade Metodológica

3. Extração de dados

A extração de dados foi feita através de grelhas as quais incluem as variáveis relativas às características dos estudos, participantes, intervenções e

resultados (tabela 2). A extração dos dados detalhada para cada estudo incluído encontra-se no material suplementar (tabela 3 e 4).

Tabela 2- Resumo das características do estudo e da intervenção

Autor(es)	Desenh o do estu do	Grupo	Idade (anos)	Massa Corporal (kg)	Altura (cm)	Descrição da Intervenção	Resultados Chave
Encarnación-Martínez et al., 2021 ⁽¹⁶⁾	RCT (Estudo Controlado Randomizado)	Grupo de Controlo	34,0 ± 5,4	72,2 ± 8,1	178 ± 7	Sessões com: aquecimento , alongamento dinâmico, técnica de retreino, treino aeróbio, retorno à calma e treino de força. Duração de 7 semanas, 3x/semana, 60 min.	Impacto do tipo de calçado, retreino da marcha, sensação de fadiga e desempenho (VAM)
		Grupo Experimental	33,5 ± 6,2	74,2 ± 2,3	177 ± 8	Igual ao grupo controlo + uso progressivo de calçado minimalista e aumento gradual dos	

						exercícios. Duração de 7 semanas, 3x/semana, 60 min.	
Warne et al., 2015 (15)	RCT (Estudo Controlado Randomizado)	Grupo de Controlo	46 ± 10	73,1 ± 11,0	± 177,1 ± 7,5	Sem intervenção, mantiveram treino habitual com calçado convencional. 8 semanas, 4-6x/semana.	Sem mudanças significativas associadas à intervenção.
		Grupo Experimental	41 ± 9	72,6 ± 10,2	± 177,2 ± 10,4	Intervenção com uso progressivo de calçado minimalista + retreino da marcha (frequência de passada, apoio, postura).	Economia da corrida e frequência de passada.

4. Métodos de Síntese

Todos os estudos incluídos foram descritos a nível de desenho de estudo, participantes (tamanho e características da amostra, critérios de inclusão/exclusão), intervenção, comparação e resultados (tabela 3 e 4 do material suplementar). Não foi possível realizar uma meta-análise devido ao número reduzido de estudos incluídos nesta revisão e às

diferenças e heterogeneidade nos protocolos de intervenção e de avaliação dos mesmos. Foi realizada, então, uma síntese narrativa das limitações e resultados de cada estudo.

5. Resultados

5.1 Descrição dos estudos

A estratégia de pesquisa resultou em 12 estudos, 2 destes

estudos estavam em concordância com os critérios de inclusão e de exclusão estabelecidos previamente, foram considerados relevantes e foi feita uma análise detalhada de cada um deles. A figura 1 representa o fluxograma referente à seleção dos estudos incluídos nesta revisão.

Relativamente às limitações dos estudos, no estudo de Warne et al. (2015), uma limitação significativa reside no desenho da intervenção que combinou o uso de calçado minimalista (CM) com o retreino da marcha, sem, contudo, avaliar os efeitos individuais de cada um destes fatores. Idealmente, a inclusão de grupos adicionais expostos apenas ao calçado minimalista ou apenas à intervenção seria necessária para isolar os seus impactos, mas isso exigiria um número substancialmente maior de participantes. Adicionalmente, a ausência de medições cinemáticas ao longo de todo o período da intervenção constitui um entrave para assegurar que as alterações do retreino da marcha estivessem a ser efetivamente executadas. Outro ponto limitativo foi a continuidade do uso de calçado convencional (CC) durante os treinos diários, visando manter o volume de

treino em segurança e evitar o risco de lesões associado a uma exposição excessiva ao calçado minimalista. Por fim, a economia de corrida foi avaliada apenas a uma velocidade de 11 km/h, sugerindo que trabalhos futuros deveriam investigar velocidades mais elevadas.

No que concerne ao estudo de Encarnación-Martínez et al. (2022), várias limitações merecem destaque. Primeiramente, o grupo de calçado convencional (CFG) utilizou o próprio calçado habitual durante a intervenção. Embora os atletas tenham sido selecionados com base na conformidade do seu calçado com critérios de inclusão para assegurar uma certa similaridade, o uso de um tipo de calçado padronizado e idêntico para todos os atletas permitiria um controlo experimental mais rigoroso reduzindo a variabilidade inerente aos diferentes modelos de calçado.

Em relação, a velocidade aeróbia máxima (VAM) foi estimada indiretamente, apesar de um método validado ter sido empregue, uma determinação direta através de um analisador de gases poderia oferecer maior precisão. Apesar de a eficácia da perceção subjetiva de esforço (PSE)

para medir a fadiga ter sido demonstrada, métodos mais precisos, como a análise sanguínea, poderiam ter sido utilizados para avaliar a fadiga dos atletas. Por fim, todos os atletas de corrida estavam familiarizados a correr com calçado convencional, sendo que os resultados poderiam ser diferentes se os atletas estivessem familiarizados ao calçado minimalista, uma vez que o processo de adaptação ao novo tipo de calçado pode ter mascarado os efeitos reais.

5.2 Resultados dos Estudos

O estudo de Warne et al., (15), teve como principal objetivo avaliar os efeitos de uma intervenção durante oito semanas com calçado minimalista (CM) e intervenção através do retreino da marcha na economia de corrida (EC) e na cinemática, em atletas familiarizados ao calçado convencional e em atletas que praticam corrida de endurance.

Segundo a tabela 3, o principal resultado obtido ao nível da economia da corrida verifica-se significativamente uma melhoria no calçado minimalista (CM) em comparação com o calçado convencional (CC). Observou-se uma melhoria média de 2.72% na EC no CM

($p = 0.002$; diferença média = $-1.4 \text{ mL min}^{-1} \text{ kg}^{-1}$ [IC (Intervalo de Confiança) 95%: -2.2 a -0.7]; tamanho do efeito $\eta^2 = 0.035$) em relação ao CC. Esta diferença ultrapassa o limiar de 2.4% proposto na literatura para uma mudança significativa na economia da corrida.

No entanto, os autores referem que a melhoria da EC no grupo do CM é provável de ser atribuída à diferença de peso do calçado. O calçado minimalista utilizado pesava aproximadamente 150g, enquanto o calçado convencional pesava cerca de 400g, o que representa uma diferença de aproximadamente 250g.

Em relação às alterações cinemáticas, ao nível da frequência da passada verificou-se um aumento significativo na frequência de passada como resultado da intervenção ($\pm 5,7$ passos por minuto). Assim como, foi significativamente mais alta no grupo do calçado minimalista em comparação com o grupo do calçado convencional ($\pm 7,5$ passos por minuto; tamanho do efeito $\eta^2 = 0.129$).

Contudo, o calçado minimalista por si só demonstrou uma melhoria intrínseca na Economia de Corrida comparativamente ao calçado

convencional, provavelmente devido à sua menor massa.

O estudo de Encarnación-Martínez et al., (16), teve como objetivo investigar os efeitos de um programa de retreino da marcha durante sete semanas, comparando a transição para calçado minimalista com a manutenção do calçado convencional na estabilidade postural dinâmica, e avaliação do impacto da fadiga em atletas familiarizados em corridas de endurance. A estabilidade postural dinâmica foi quantificada através do Índice de Estabilidade Postural Dinâmica (IEPD) e dos seus componentes direcionais: Medial-Lateral (IEML), Antero-Posterior (IEAP) e Vertical (IEV), no qual valores mais baixos indicam uma melhor estabilidade.

Tendo como principais resultados ao nível do impacto do tipo de calçado na estabilidade postural dinâmica, verificou-se que a implementação de um programa de retreino da marcha em ambos os grupos demonstraram melhorias significativas na estabilidade postural dinâmica, tanto em estado de repouso quanto no estado de fadiga.

Ao nível do efeito da fadiga na estabilidade postural dinâmica verificou-se que foi significativamente menor (pior) em ambos os grupos após o protocolo de fadiga, tanto nas sessões pré quanto pós-intervenção ($p < 0.05$). Na pré-intervenção observou-se um aumento (piora) no IEV (CC: aumento médio = 9.7%, $p < 0.01$, d-cohen = 0.732 (grande); (CM: aumento médio = 7.7%, $p = 0.013$, d-cohen = 0.591 (moderado)). Observou-se um aumento (piora) no IEPD (CC: aumento médio = 8.1%, $p < 0.01$, d-cohen = 0.664 (moderado); (CM: aumento médio = 6.4%, $p = 0.026$, d-cohen = 0.524 (pequeno)).

Na pós-intervenção, apenas o CM mostrou um aumento (piora) no IEAP (aumento médio = 13.6%, $p = 0.03$, d-cohen = 0.533 (moderado)). Ou seja, o grupo de calçado minimalista não atenuou os efeitos da fadiga mais do que o grupo de calçado convencional.

Ao nível do desempenho na corrida, avaliado através da Velocidade Aeróbica Máxima (VAM), melhorou significativamente após o período de treino em ambos os grupos.

No grupo do CM, a melhoria foi significativa ($p = 0.007$) com um tamanho do efeito muito grande ($d\text{-cohen} = 1.401$). No grupo do CC, a

melhoria também foi significativa ($p = 0.001$) com um tamanho do efeito moderado ($d\text{-cohen} = 0.719$).

Tabela 3 - Resumo dos Resultados

Autor (es)	Intervenção	Variáveis avaliadas	Resultados principais	Conclusão
Warne et al., 2015 (15)	8 semanas de uso de calçado minimalista (CM) com retreino da marcha vs. calçado convencional (CC)	Economia de Corrida (EC) e cinemática da corrida	- Melhoria significativa da EC no grupo CM: média de +2.72% ($p = 0.002$; $\Delta = -1.4 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$; $*\eta^2 = 0.035$) - Aumento significativo da frequência da passada no CM: +7.5 passos/min ($*\eta^2 = 0.129$) - Efeitos cinemáticos atribuídos à intervenção; melhoria da EC atribuída principalmente à menor massa do CM	O CM melhorou a EC comparado ao CC, provavelmente devido ao menor peso do calçado. A intervenção de retreino da marcha alterou a cinemática, mas não teve efeito adicional na EC.
Encarnación-Martínez et al., 2021 (16)	7 semanas de retreino da marcha com CM vs. manutenção do CC	Estabilidade postural dinâmica (IEPD e subíndices), fadiga e Velocidade Aeróbica	- Melhoria significativa na estabilidade postural dinâmica em ambos os grupos após o treino.	O CM não protegeu contra os efeitos da fadiga na estabilidade postural, mas mostrou maior

Máxima (VAM)	- A fadiga melhorou na piorou os VAM do que o índices de CC após a estabilidade intervenção. em ambos os grupos. - VAM melhorou em ambos os grupos (CM: p = 0.007, d = 1.401; CC: p = 0.001, *d = 0.719)
-----------------	---

CC- Calçado Convencional; CM- Calçado Minimalista; VAM- Velocidade Aeróbica Máxima; EC- Economia da Corrida.

*d-cohen- 0 - 0.2: Efeito trivial; 0.2- 0.5: Efeito pequeno; 0.5- 0.8: Efeito moderado; >0.8: Efeito grande.

* $\eta^2 \geq 0.01$ foi considerado um tamanho de efeito significativo.

6. Discussão

Os resultados da presente revisão sugerem que o calçado minimalista (CM) está associado a uma melhoria significativa da economia de corrida (EC) quando comparado com o calçado convencional (CC). O estudo de Warne et al. (15) demonstrou uma melhoria média de 2,72% na EC com o uso de CM, ultrapassa o limiar de 2,4% considerado clinicamente relevante. Esta melhoria parece estar fortemente associada à menor massa do calçado, uma vez que o CM utilizado tinha cerca de 150 g enquanto o CC tinha 400 g. Este pressuposto é sustentado por Rodrigo-Carranza et al. (14), que evidenciaram que o aumento de 100 g na massa do calçado pode prejudicar a EC em aproximadamente 1% em atletas de corrida treinados, independentemente de alterações na cinemática ou na atividade neuromuscular. Assim, o peso do calçado destaca-se como uma variável modificável com impacto direto na performance, particularmente em provas de longa duração (14), (21).

Contudo, apesar de a massa do calçado ser um fator determinante, outros estudos salientam a influência

de variáveis biomecânicas, como o amortecimento e os padrões individuais de passada (17). Por exemplo, verificou-se que calçado com amortecimento adequado pode reduzir o custo energético da corrida em cerca de 2,8%, mesmo apresentando massa semelhante à do CM (15). Além disso, manter o padrão de apoio habitual (antepé ou retropé) mostrou ser mais eficiente em termos de consumo de oxigénio do que forçar alterações no padrão de passada (10). Assim, torna-se evidente que a melhoria da EC resulta de uma interação multifatorial, envolvendo não apenas o peso do calçado, mas também características estruturais como amortecimento e flexibilidade, padrões cinemáticos individuais e a eficiência neuromuscular (18) (22) (24).

Adicionalmente, a intervenção combinada de CM com retreino da marcha revelou um aumento significativo da frequência da passada e uma maior tendência para o contacto com o antepé (15). Estas alterações têm sido associadas a menores forças de impacto e, potencialmente, a uma redução do risco de lesão em articulações proximais. No entanto, é essencial destacar a importância de

uma transição gradual, tendo em vista as exigências biomecânicas impostas pelo uso do calçado minimalista, especialmente considerando que os atletas o utilizam por períodos prolongados, conforme referido por Warne & Gruber (10). A introdução abrupta deste tipo de calçado pode gerar sobrecarga nos tecidos musculares, sobretudo no tendão de Aquiles, devido ao aumento do trabalho excêntrico dos músculos gastrocnémio e solear (2), (10). Além disso, observou-se uma maior incidência de dor e lesões durante os períodos de transição, principalmente em atletas com maior massa corporal ou com volumes de treino superiores a 35 km por semana (2).

Relativamente ao desempenho, os estudos analisados mostraram melhorias significativas na Velocidade Aeróbica Máxima (VAM) em ambos os grupos, com efeitos evidentes no grupo do CM (16). Apesar disso, não é possível afirmar com clareza se estas melhorias derivam exclusivamente do tipo de calçado ou do efeito combinado do programa de treino. Assim, torna-se necessária a realização de estudos adicionais que controlem estas variáveis de forma mais rigorosa, permitindo determinar

com maior precisão o contributo isolado do CM para o desempenho aeróbico.

No que diz respeito à sensação de fadiga, avaliada indiretamente por meio da estabilidade postural dinâmica, os dados indicaram melhorias após intervenções de retreino da marcha em ambos os grupos. No entanto, os efeitos da fadiga continuaram a afetar negativamente os índices de estabilidade, e o uso do CM não demonstrou atenuar essas consequências de forma superior ao CC (16). Em particular, observou-se um agravamento do índice estabilidade antero-posterior (IEAP) apenas no grupo CM após a intervenção, o que sugere que este tipo de calçado pode não oferecer vantagens específicas na estabilidade em condições de fadiga muscular.

Finalmente, quanto ao risco de lesão, os dados reforçam a necessidade de precaução durante a transição para o CM (23) (19). Embora este promova alterações biomecânicas potencialmente benéficas como maior cadência, menor tempo de contacto com o solo e padrão de ataque com o antepé, essas mudanças resultam

numa maior exigência excêntrica sobre a musculatura posterior da perna (11), (4). Estudos como os de Altman & Davis (17) e Ryan et al. (12) demonstram que essa exigência acrescida pode predispor os atletas a lesões por sobreuso, incluindo tendinopatia do tendão de Aquiles e fraturas por stress. Deste modo, a implementação do CM deve ser acompanhada por estratégias de adaptação gradual, idealmente sob orientação profissional especialmente por um fisioterapeuta, considerando-se variáveis como volume semanal de treino, técnica de corrida, histórico de lesões e composição corporal (20), (25).

Apesar das vantagens identificadas, como a melhoria da economia de corrida e possíveis benefícios na mecânica do movimento, os resultados são heterogêneos e apontam para a necessidade de uma abordagem individualizada. O uso de calçado minimalista não deve ser recomendado de forma universal, devendo ser avaliado caso a caso, com base num perfil biomecânico completo do atleta e na sua capacidade de adaptação às exigências específicas desse tipo de calçado (12).

No entanto, é importante considerar que esta revisão apresenta algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação dos dados. Em primeiro lugar, o número de reduzido de estudos incluídos e apenas um estudo apresentava uma qualidade metodológica moderada, o que limita a generalização dos resultados. A necessidade de alteração na estratégia PICO referente ao comparador devido à ausência de resultados e adição de novas bases de dados para a obtenção de mais estudos relativos ao tema. Destacando, a falta de follow-up a longo prazo de pelo menos 12 semanas de transição. Estes aspetos reforçam a necessidade de investigação futura mais controlada, com critérios metodológicos rigorosos e amostras representativas, que permitam conclusões mais sólidas sobre os efeitos reais do calçado minimalista na corrida.

7. Conclusão

O calçado minimalista pode melhorar a eficiência e o desempenho na corrida, principalmente devido à sua menor massa e efeitos biomecânicos. Contudo, apresenta risco aumentado de lesões musculares, especialmente durante a transição inicial. Sendo a resposta individual, influenciada pela experiência, técnica, padrão de passada e preparação física. Recomenda-se uma transição gradual e retreino personalizado uma vez que, o uso de calçado minimalista deve ser prescrito com critérios específicos, e novos estudos com melhor controlo de variáveis e follow-up a longo prazo são necessários para esclarecer definitivamente os seus benefícios e riscos na corrida.

8. Agradecimentos

Agradecimento ao Instituto Politécnico de Castelo Branco, em especial ao Professor Doutor Nuno do Carmo Antunes Cordeiro, pelo acompanhamento científico, orientação e apoio contínuo, sem o qual teria sido difícil a realização e execução do projeto. Por fim, a todos

os que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste projeto.

9. Conflitos de Interesse

Os autores não relatam qualquer conflito de interesses.

10. Referências Bibliográficas

1. Sun, X., Lam, W.-K., Zhang, X., Wang, J., & Fu, W. (2020). Systematic Review of the Role of Footwear Constructions in Running Biomechanics: Implications for Running-Related Injury and Performance. *Journal of Sports Science & Medicine*, 19(1), 20–37. Acedido a 10 de Maio de 2024, in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7039038/>
2. Agresta, C., Giacomazzi, C., Harrast, M., & Zendler, J. (2022). 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. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4, 815675. <https://doi.org/10.3389/FSPOR.2022.815675>
3. Ceyssens, L., Vanelderen, R., Christian Barton, ·, Malliaras, · Peter, & Dingenen, B. (2019). *Biomechanical Risk Factors Associated with Running-Related Injuries: A Systematic Review*. 49, 1095–1115. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01110-z>
4. Connors, G., Mathew, J., & Freeland, E. (2023). Biomechanics and Injury Prevention for Barefoot/Minimalist Running. *JBJS Reviews*, 11(11). <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.23.00098>
5. Correia, C. K., Machado, J. M., Dominski, F. H., de Castro, M. P., de Brito Fontana, H., & Ruschel, C. (2024). Risk factors for running-related injuries: An umbrella systematic review. In *Journal of Sport and Health Science* (Vol. 13, Issue 6, pp. 793–804). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2024.04.011>
6. Hannigan, J. J., & Pollard, C. D. (2020). Differences in running biomechanics between a maximal, traditional, and minimal running shoe. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(1), 15–19. <https://doi.org/10.1016/J.JSAM.2019.08.008>
7. Hasegawa, H., Yamauchi, T., & Kraemer, W. J. (2007). Foot strike patterns of runners at the 15-km

- point during an elite-level half marathon. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 888–893.
<https://doi.org/10.1519/R-22096.1>
8. Heiderscheit, B. C., Chumanov, E. S., Michalski, M. P., Wille, C. M., & Ryan, M. B. (2011). Effects of step rate manipulation on joint mechanics during running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(2), 296–302.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0B013E3181EBEDF4>
9. Mai, P., Robertz, L., Robbin, J., Bill, K., Weir, G., Kurz, M., Trudeau, M. B., Hollander, K., Hamill, J., & Willwacher, S. (2023). Towards functionally individualised designed footwear recommendation for overuse injury prevention: a scoping review. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 15(1).
<https://doi.org/10.1186/s13102-023-00760-x>
10. Warne, J. P., & Gruber, A. H. (2017). Transitioning to Minimal Footwear: a Systematic Review of Methods and Future Clinical Recommendations. In *Sports Medicine - Open* (Vol. 3, Issue 1). Springer.
<https://doi.org/10.1186/s40798-017-0096-x>
11. Hollander, K., Argubi-Wollesen, A., Reer, R., & Zech, A. (2015). Comparison of minimalist footwear strategies for simulating barefoot running: a randomized crossover study. *PloS One*, 10(5).
<https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0125880>
12. Ryan, M., Elashi, M., Newsham-West, R., & Taunton, J. (2014). Examining injury risk and pain perception in runners using minimalist footwear. *British Journal of Sports Medicine*, 48(16), 1257–1262.
<https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2012-092061>
13. Gillinov, S. M., Laux, S., Kuivila, T., Hass, D., & Joy, S. M. (2015). Effect of Minimalist Footwear on Running Efficiency. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 7(3), 256–260.
<https://doi.org/10.1177/1941738115571093>
14. Rodrigo-Carranza V, García-Pinillos F, Soto-Hermoso VM, Latorre-Román PA. Effects of

- shoe mass on running economy and performance: a systematic review. *J Sports Sci.* 2020;38(18):2065-2075. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1765080>
15. Warne, J. P., Moran, K. A., & Warrington, G. D. (2015). Eight weeks gait retraining in minimalist footwear has no effect on running economy. *Human movement science*, 42, 183–192. <https://doi.org/10.1016/j.humo.2015.05.005>
16. Encarnación-Martínez A, Queralt A, Izquierdo-Renau M, Pérez-Soriano P. Impact acceleration during prolonged running while wearing conventional versus minimalist shoes. *Res Q Exerc Sport.* 2021;92(1):182–188. <https://doi.org/10.1080/02701367.2020.1726271>
17. Altman, A. R., & Davis, I. S. (2012). Barefoot running: biomechanics and implications for running injuries. *Current Sports Medicine Reports*, 11(5), 244–250. <https://doi.org/10.1249/JSR.0B013E31826C9BB9>
18. Barnes, K. R., & Kilding, A. E. (2015). Running economy: measurement, norms, and determining factors. *Sports medicine - open*, 1(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s40798-015-0007-y>
19. Perkins, K. P., Hanney, W. J., & Rothschild, C. E. (2014). The Risks and Benefits of Running Barefoot or in Minimalist Shoes. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 6(6), 475–480. in: <https://doi.org/10.1177/1941738114546846>
20. Sinclair, J., & Taylor, P. J. (2023). Effects of Running in Minimal, Maximal and Conventional Footwear on Tibial Stress Fracture Probability: An Examination Using Finite Element and Probabilistic Analyses. *Computation*, 11(12), 248., in: <https://doi.org/10.3390/computation11120248>
21. Fuller, J. T., Thewlis, D., Tsiros, M. D., Brown, N. A. T., & Buckley, J. D. (2015). The long-term effect of minimalist shoes on running performance and injury: design of a randomised controlled trial. *BMJ Open*, 5(8), e008307. in: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-008307>
22. Willy, R. W., & Davis, I. S. (2014). Kinematic and kinetic comparison

- of running in standard and minimalist shoes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(2), 318–323., in: <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182a595d2>
23. Knapik, J. J., Orr, R., Pope, R., & Grier, T. (2016). Injuries And Footwear (Part 2): Minimalist Running Shoes. *Journal of Special Operations Medicine: A Peer Reviewed Journal for SOF Medical Professionals*, 16(1), 89–96., in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27045504/>
24. Fredericks, W., Swank, S., Teisberg, M., Hampton, B., Ridpath, L., & Hanna, J. B. (2015). Lower extremity biomechanical relationships with different speeds in traditional, minimalist, and barefoot footwear. *Journal of Sports Science & Medicine*, 14(2), 276–283., in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4424455/>
25. Rothschild, C. (2012). Running Barefoot or in Minimalist Shoes. *Strength and Conditioning Journal*, 34(2), 8–17. in: <https://doi.org/10.1519/ssc.0b013e318241b15e>

Apêndices

Tabela 1- Identificação dos estudos incluídos na revisão

Autores	Ano	Título	País
Encarnación-martínez et al.	2021	“Seven-Weeks Gait-Retraining in Minimalist Footwear Has No Effect on Dynamic Stability Compared With Conventional Footwear.”	Espanha
Warne et al.	2015	“Eight weeks gait retraining in minimalist footwear has no effect on running economy.”	Irlanda

Tabela 2- Outcomes de interesse reportados nos estudos incluídos

Autor (es)	Lesões musculares	Performance/Desempenho	Sensação de fadiga
Encarnación-martínez et al., 2021	✓	✓	✓
Warne et al., 2015	✗	✓	✗

Legenda: ? - não reportado diretamente ✓ - incluído ✗ - não incluído

Tabela 3- Características dos estudos

CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO				
Desenho do Estudo	Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão	Nº Participantes por grupo	Outcomes
Estudo Controlado Randomizado (RCT)	- Apenas corredores masculinos recreativos;		42 participantes	Estado de Fadiga: A fadiga foi induzida através de um protocolo de corrida de 30 minutos em passadeira a 85% da velocidade convencional;
	- Deviam ter um padrão de contacto do calcanhar (rear-foot strike pattern);		(22 calçado convencional, 20 calçado minimalista)	Velocidade Aeróbica Máxima (VAM) do indivíduo;
	- Experiência em corrida de pelo menos 1 ano.			A fadiga foi definida como a incapacidade de manter o ritmo na passadeira após 25 minutos;
	- Frequência de treino de pelo menos duas vezes por semana;			Desempenho na Corrida (Velocidade Aeróbica Máxima - MAS): A Velocidade Aeróbica Máxima (VAM) individual dos participantes foi determinada através de um teste em pista de 5 minutos;
	- Volume de treino de pelo menos 20 km por semana;			- Percepção subjetiva de Esforço (PSE): Medida através da escala PSE-OMNI* (0-10 pontos) em diferentes intervalos (10', 20', e 30') durante os protocolos de fadiga pré e pós-intervenção.
	- Não ter histórico de lesões musculoesqueléticas nos últimos 6 meses;	Que não obedecem a pelo menos um critério de inclusão		

Encarnación-Martínez et al., 2021

O
(ES)/AN
AUTOR

- Só podiam participar se as especificações do calçado habitual cumprissem os seguintes critérios: Uma diferença de mais de 2 cm entre a altura do calcanhar e da biqueira, um sistema de amortecimento no calcanhar, um design de contacto do pé neutro e massa superior a 250 gramas.

Warne et al., 2015	- O estudo recrutou apenas corredores masculinos moderadamente treinados.			- Atletas do sexo feminino;		23 participantes		Economia de Corrida (RE)- medida em passadeira (treadmill) a uma velocidade controlada de 11 km/h. Os valores de economia da corrida foram determinados a partir dos dados médios dos últimos 2 minutos de cada	
	- Experiência em Corrida / Treino: Tipicamente corriam 4-6 dias por semana.			-Histórico de lesões nos últimos três meses;		(12 grupo de intervenção, 10 grupo de controlo)		estável de consumo de oxigénio (VO2).	

	Tinham uma distância de corrida semanal média de 52 (± 10) km no momento do estudo.
Consumo	Máximo de
Oxigénio	(VO2max):
Estudo	Tinham um VO2max
Controlado	médio de 56.5 ± 7.0 mL
Randomizado	(RCT)
	$\text{min}^{-1} \text{kg}^{-1}$.
	Experiência em
	Passadeira (Treadmill):
	Todos os participantes
	tinham experiência prévia
	em corrida na passadeira.

* PSE OMNI – é uma escala de avaliação subjetiva de esforço pontuada de 0 a 10 (0- realiza com facilidade e 10- extremamente difícil)

Tabela 4- Características dos Sujeitos e da Intervenção

Características dos sujeitos				Descrição da intervenção		
Idade (Anos)	Massa Corporal (Kg)	Altura (cm)	Intervenção	Duração das sessões/Global da intervenção	Nº / Frequência das Sessões	Resultados Chave da Intervenção
AUTOR(ES)				Estrutura das Sessões divididas em quatro fases:		
				- Aquecimento (10 minutos a 60–70% da frequência cardíaca máxima).		
Grupo de Controlo				-Alongamento dinâmico (5 minutos após o aquecimento).		
	34,0 ± 5,4 anos	72,2 ± 8,1 kg	178 ± 7 cm	-Exercícios de técnica de retreino da marcha (com séries e repetições que aumentavam em volume ao longo das semanas).	7 semanas	- Impacto do Tipo de Calçado; - Impacto do Programa de Retreino de marcha; - Impacto da Fadiga; - Desempenho na Corrida (VAM);

treino contínuo e treino intervalado, com intensidades baseadas na velocidade aeróbica máxima (VAM)).

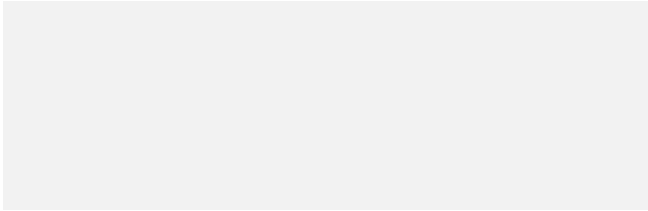
- **Retorno à calma** (2 minutos de corrida suave + 5 minutos de alongamento)

- **Treino Adicional** foi realizado um programa de força e condicionamento de corpo inteiro, baseado em exercícios com peso corporal, *Theraband®*, exercícios da *core* e alongamentos, nos dias entre os treinos de corrida.

Grupo Experimental		É aplicada a mesma intervenção do grupo de controlo apenas com a exceção do uso progressivo do calçado minimalista neste grupo e com um aumento do volume dos exercícios de forma gradual ao longo do programa para prevenir lesões.	
33,5 ± 6,2 anos	74,2 ± 2,3 kg	177 ± 8 cm	
Grupo de Controlo		Este grupo não teve exposição ao calçado minimalista nem treino da marcha em nenhum momento. Foram instruídos a treinar normalmente com o calçado convencional (CRS) e não incorporar quaisquer mudanças na técnica de corrida na sua rotina de treino	
46 ± 10 anos	73,1 ± 11,0 Kg	177,1 ± 7,5 cm	8 semanas 4 a 6 dias por semana

regular durante a duração do estudo.

Grupo Experimental		Este grupo foi submetido a uma intervenção combinada com exposição gradual ao CM e treino da marcha.	
41 ±9 anos	72,6 ±10,2 Kg	177,2 ±10,4 cm	Ao longo das semanas foi implementado: - 1ª semana: Usar o calçado minimalista (CM) e andar descalço o máximo possível nas rotinas diárias. Correr 5-8 minutos em ritmo



- Economia da Corrida com Impacto do Tipo de Calçado;
- Mudanças Cinemáticas – Frequência de Passo (Step Frequency);
- Mudanças Cinemáticas – Padrão de Apoio do Pé (Foot Strike Pattern).

fácil em casa ou em corredores/jardim, 3 dias por semana. -2ª semana: Correr 10-15 minutos na relva, 3 minutos no pavimento, 3 dias por semana. - 3ª semana: Correr 20 minutos na relva, 5-8 minutos no pavimento, 2 dias por semana e 25 minutos na relva, 1 dia por semana. - 4ª semana: Correr 20 minutos na relva, 10 minutos no pavimento, 2 dias por semana; e 30 minutos na relva, 1 dia por semana. - 5ª e 6ª semana: Correr 20 minutos na relva, 15 minutos no pavimento, 2 dias por semana e 35	3 dias por semana
--	--------------------------

minutos na relva, 1 dia por semana.

- 7^a e 8^a semana: Correr 30 minutos na relva, 15 minutos no pavimento, 2 dias por semana e 40 minutos na relva, 1 dia por semana.

Além disso, receberam um treino diário para registar o seu treino e exercícios relevantes para a prevenção de lesões. Estes exercícios (como rolamento da fáscia plantar e tricipite sural, mobilidade do tornozelo e equilíbrio unipodal) foram realizados 3 dias por semana nas 1^a a 3^a semanas, e 2 dias por semana nas 4^a a 8^a semanas.

Os participantes foram instruídos a adotar mudanças na técnica de corrida: aumentar a frequência de passo em +10% passos por minuto (spm), adotar um apoio de médio/ante-pé e manter uma postura adequada e uma aterragem mais suave.

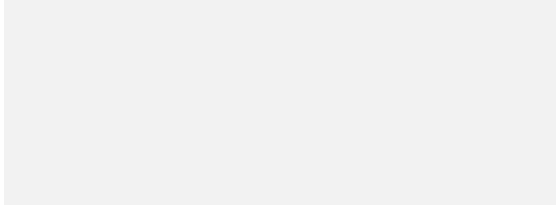


Tabela 5- Avaliação dos resultados

AUTOR (ES)	OUTCOMES DE INTERESSE	RESULTADOS DA INTERVENÇÃO
Encarnación-Martínez et al., 2021	Desempenho da Corrida (Velocidade Aeróbica Máxima) (VAM)	A velocidade aeróbica máxima (VAM) melhorou em ambos os grupos após o período de treino, e não houve diferenças significativas no desempenho de corrida entre os grupos de calçado. - Grupo Calçado Minimalista (GCM): d-cohen = 1,401 (Efeito elevado). - Grupo Calçado Convencional (GCC): d-cohen= 0,719 (Efeito moderado).
	Perceção subjetiva de Esforço (escala PSE- OMNI (0-10 pontos)	Ambos os grupos mostraram níveis mais elevados de esforço percebido entre cada intervalo de tempo (10, 20 e 30 minutos) tanto nas sessões pré-intervenção quanto pós-intervenção ($p < 0.05$). Isto significa que o esforço percebido aumentou à medida que o tempo de corrida na passadeira avançava, atingindo o seu valor mais alto no final. No entanto, não foram encontradas diferenças na perceção de esforço entre os grupos de calçado. Significa que as alterações observadas na perceção de esforço não foram associadas ao tipo de calçado utilizado.

Warne et al., 2015	Frequência da Passada Houve um aumento significativo na frequência de passada como resultado da intervenção de treino da marcha. O tamanho do efeito para este aumento foi de 0.077. Isto significa que aproximadamente 7.7% da variância na frequência de passada pode ser atribuída à intervenção. A frequência de passada foi também significativamente maior no CM em comparação com o CC. O tamanho do efeito para esta diferença foi de 0.129. Isso indica que cerca de 12.9% da variância na frequência de passada entre os tipos de calçado pode ser explicada pelo calçado utilizado.
	Economia da Corrida com Impacto do Tipo de Calçado A economia da corrida foi significativamente melhor no Grupo do Calçado Minimalista (2.72%) em comparação com o Grupo do Calçado Convencional, independentemente da intervenção. O tamanho do efeito (expresso em η^2 ao quadrado) para esta diferença foi de 0.035. Isto sugere que cerca de 3.5% da variância na economia da corrida entre os tipos de calçado pode ser explicada pelo calçado.

Anexos

Anexo 1- PRISMA 2020 Checklist

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
TITLE			
Title	1	Identify the report as a systematic review.	3-6
ABSTRACT			
Abstract	2	See the PRISMA 2020 for Abstracts checklist.	72-138
INTRODUCTION			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of existing knowledge.	266-275
Objectives	4	Provide an explicit statement of the objective(s) or question(s) the review addresses.	262-268
METHODS			
Eligibility criteria	5	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review and how studies were grouped for the syntheses.	283-312
Information sources	6	Specify all databases, registers, websites, organisations, reference lists and other sources searched or consulted to identify studies. Specify the date when each source was last searched or consulted.	313-319
Search strategy	7	Present the full search strategies for all databases, registers and websites, including any filters and limits used.	320-374
Selection process	8	Specify the methods used to decide whether a study met the inclusion criteria of the review, including how many reviewers screened each record and each report retrieved, whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	375-388
Data collection process	9	Specify the methods used to collect data from reports, including how many reviewers collected data from each report, whether they worked independently, any processes for obtaining or confirming data from study investigators, and if applicable, details of automation tools used in the process.	375-388
Data items	10a	List and define all outcomes for which data were sought. Specify whether all results that were compatible with each outcome domain in each study were sought (e.g. for all measures, time points, analyses), and if not, the methods used to decide which results to collect.	Tabela 2-4
	10b	List and define all other variables for which data were sought (e.g. participant and intervention characteristics, funding sources). Describe any assumptions made about any missing or unclear information.	Tabela 2
Study risk of bias assessment	11	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies, including details of the tool(s) used, how many reviewers assessed each study and whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	428-442
Effect measures	12	Specify for each outcome the effect measure(s) (e.g. risk ratio, mean difference) used in the synthesis or presentation of results.	568-704
Synthesis methods	13a	Describe the processes used to decide which studies were eligible for each synthesis (e.g. tabulating the study intervention characteristics and	377-388

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
		comparing against the planned groups for each synthesis (item #5)).	
	13b	Describe any methods required to prepare the data for presentation or synthesis, such as handling of missing summary statistics, or data conversions.	455-475
	13c	Describe any methods used to tabulate or visually display results of individual studies and syntheses.	Tabela 3-4 e apêndice tabela 3-5
	13d	Describe any methods used to synthesize results and provide a rationale for the choice(s). If meta-analysis was performed, describe the model(s), method(s) to identify the presence and extent of statistical heterogeneity, and software package(s) used.	470-485
	13e	Describe any methods used to explore possible causes of heterogeneity among study results (e.g. subgroup analysis, meta-regression).	471-486
	13f	Describe any sensitivity analyses conducted to assess robustness of the synthesized results.	----
Reporting bias assessment	14	Describe any methods used to assess risk of bias due to missing results in a synthesis (arising from reporting biases).	-----
Certainty assessment	15	Describe any methods used to assess certainty (or confidence) in the body of evidence for an outcome.	-----
RESULTS			
Study selection	16a	Describe the results of the search and selection process, from the number of records identified in the search to the number of studies included in the review, ideally using a flow diagram.	488-497 e Figura 1
	16b	Cite studies that might appear to meet the inclusion criteria, but which were excluded, and explain why they were excluded.	Figura 1
Study characteristics	17	Cite each included study and present its characteristics.	Tabela 2 e apêndice tabela 1 e tabela 3
Risk of bias in studies	18	Present assessments of risk of bias for each included study.	Figura 2
Results of individual studies	19	For all outcomes, present, for each study: (a) summary statistics for each group (where appropriate) and (b) an effect estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval), ideally using structured tables or plots.	569-704
Results of syntheses	20a	For each synthesis, briefly summarise the characteristics and risk of bias among contributing studies.	471-567
	20b	Present results of all statistical syntheses conducted. If meta-analysis was done, present for each the summary estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval) and measures of statistical heterogeneity. If comparing groups, describe the direction of the effect.	Tabela 4
	20c	Present results of all investigations of possible causes of heterogeneity among study results.	867-880
	20d	Present results of all sensitivity analyses conducted to assess the robustness of the synthesized results.	Tabela 4
Reporting biases	21	Present assessments of risk of bias due to missing results (arising from reporting biases) for each synthesis assessed.	-----

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
Certainty of evidence	22	Present assessments of certainty (or confidence) in the body of evidence for each outcome assessed.	-----
DISCUSSION			
Discussion	23a	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence.	726-866
	23b	Discuss any limitations of the evidence included in the review.	881-900
	23c	Discuss any limitations of the review processes used.	900-907
	23d	Discuss implications of the results for practice, policy, and future research.	867-880
OTHER INFORMATION			
Registration and protocol	24a	Provide registration information for the review, including register name and registration number, or state that the review was not registered.	Linha 134
	24b	Indicate where the review protocol can be accessed, or state that a protocol was not prepared.	-----
	24c	Describe and explain any amendments to information provided at registration or in the protocol.	-----
Support	25	Describe sources of financial or non-financial support for the review, and the role of the funders or sponsors in the review.	-----
Competing interests	26	Declare any competing interests of review authors.	-----
Availability of data, code and other materials	27	Report which of the following are publicly available and where they can be found: template data collection forms; data extracted from included studies; data used for all analyses; analytic code; any other materials used in the review.	952-953

From: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71. This work is licensed under CC BY 4.0. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>