

Efetividade do *drop* na prevenção de lesão em corredores: revisão sistemática com metanálise

Drop effectiveness in injury prevention: systematic review with meta-analysis

Grimaldo Ferreira da Silva Júnior¹, Cristiano Sena da Conceição^{2*}

¹Mestrando do Programa de Pós-graduação Processos Interativos de Órgãos e Sistemas. Universidade Federal da Bahia – UFBA; ²PhD, Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos de Órgãos e Sistemas, Instituto de Ciências da Saúde. UFBA

Resumo

Introdução: a altura do salto (*drop*) do tênis de corrida é um dos principais temas que vem recebendo atenção de corredores e da indústria ligada à corrida. De um lado, temos tênis tradicionais com mais estrutura e foco no amortecimento e, do outro, os tênis minimalistas mais leves e flexíveis, que procuram deixar a corrida mais próxima dos pés descalços. A busca por uma corrida mais natural e com mínima influência do tênis tem disparado interesse cada vez mais frequente nos minimalistas. Entretanto, essa mudança de paradigma pode alterar parâmetros cinemáticos com potencial de predispor à lesão. Dessa maneira, o objetivo deste estudo é verificar o efeito do *drop* dos tênis de corrida na cinemática e na incidência de lesão. **Metodologia:** tendo como base o modelo PRISMA, foi realizada uma revisão sistemática com metanálise com busca de ensaios clínicos nos principais bancos de dados: Pubmed, EMBASE, CIHNA e Cochrane. **Resultados:** 117 artigos foram encontrados, e 116 artigos atenderam os critérios de inclusão. Comparado ao grupo de corredores com tênis tradicionais, o grupo com tênis minimalista aumentou o risco de desenvolver lesão em corredores (RR 2,59, 95% CI 1,93 - 3,27), além de reduzir o comprimento do passo e aumentar a cadência. Não houve consenso sobre o gasto energético. **Conclusão:** o uso do tênis minimalista, parece reduzir a capacidade dos tênis em mitigar as cargas, influencia no aumento da cadência e aumenta a incidência de lesão em corredores.

Palavras-chave: Tênis de corrida. Minimalista. Salto. Lesões relacionadas à corrida.

Abstract

Introduction: the heel height of running shoes is one of the main topics receiving attention from runners and the running industry. On one hand, we have traditional sneakers with more structure and focus on cushioning and, on the other, lighter and more flexible, minimalist sneakers that seek to make running closer to bare feet. However, this paradigm shift tends to produce changes in the running pattern. Thus, the aim of this study is to verify the effect of different jump heights on kinematics and injury incidence. **Methods:** based on the PRISMA model, a systematic review with meta-analysis was carried out, searching for clinical trials in the main databases: Pubmed, EMBASE, CIHNA and Cochrane. **Results:** 117 articles were found, and 116 met the inclusion criteria and were included in this review. All articles were submitted to methodological quality assessment using the PEDro scale. The use of minimalist sneakers increased the incidence of injury in runners, reduced stride length and increased cadence, which could reduce energy expenditure. **Conclusion:** the use of minimalist running shoes, while appearing to improve energy expenditure, seems to reduce the ability of running shoes to lighten loads and for this reason tends to increase the incidence of injury in runners.

Keywords: Running shoes. Minimalist. Shoe drop. Running related injuries.

INTRODUÇÃO

A corrida, como meio de exercício físico, é uma das modalidades esportivas mais praticadas por adultos em todo o mundo (RYAN *et al.*, 2014). Devido à natureza da corrida envolver movimentos de alta repetição e volume, a lesão e a eventual incapacidade são eventos comuns e têm se tornado fonte de inúmeras pesquisas que dedicam esforços na compreensão dos fatores que aumentam o risco de lesão. Nesse sentido, uma das

maiores preocupações gira em torno de como a concepção dos tênis de corrida pode contribuir para lesão.

A indústria calçadista ligada ao esporte vem investindo vultosas somas no desenvolvimento de tênis para que possa aliar segurança, performance e, se possível, benefício na redução do risco de lesão. A tecnologia vem sendo empregada para o desenvolvimento de tênis com diversas prioridades: materiais para amortecimento, estabilidade ou controle de movimento ou mesmo o oposto disso, que seriam os tênis com design minimalista, mais leves, flexíveis e com diferença máxima de 7mm da altura entre o calcanhar e o antepé (salto ou *drop*) (COETZEE *et al.*, 2018).

Muito tem se feito para desenvolver materiais com alta responsividade: propriedades mecânicas de absor-

Correspondente/Corresponding: *Cristiano Sena da Conceição – Physiotherapy department, Heath Sciences Institute, Physiotherapy course, Federal University of Bahia – End: Reitor Miguel Calmon Avenue, w/n—Vale do Canela, 40110-100, Salvador, BA – Tel: 55 (71) 98131-5747 – E-mail: cristiano.sena@ufba.com

ção da energia e devolução para redução das forças de impacto e propulsão mais eficiente (MALISOUX; THEISEN, 2020). Para esse fim, se faz necessário o aumento da espessura da entressola e, eventualmente, a altura do *drop* que inevitavelmente aumenta a massa do tênis. Entretanto, o efeito das propriedades biomecânicas desses materiais na redução de risco de lesão ainda requer maior nível de evidência científica, apesar do advento mais recente das placas de carbono ter melhorado a performance (FIRMINGER; EDWARDS, 2016).

Esse cenário de incerteza e a busca por uma corrida mais “natural” e com menos influência de artefatos tecnológicos motiva uma parcela da indústria, da academia e dos usuários a usar os tênis minimalistas. Essa tendência se baseia na alegação de que a corrida descalça atenua as cargas na superfície plantar e que os tênis minimalistas seriam a forma que mais se aproxima do correr descalço, sem deixar de levar proteção aos pés (TAM *et al.*, 2017). A mudança na estrutura dos tênis pode comprometer a habilidade de absorção do impacto, o qual, associado ao intenso mecanismo de repetição presente na corrida, induziria a um aumento do número de lesões em corredores (FULLER *et al.*, 2015).

Dessa forma, a presente revisão objetiva examinar os efeitos do *drop* dos tênis de corrida na cinemática e na incidência de lesão em corredores recreacionais.

METODOLOGIA

Este estudo trata-se de uma revisão sistemática da literatura para a qual foram utilizados artigos acessados nas bases de dados: USNational Library of Medicine (PubMed), Physiotherapy Evidence Database (PEDro), Biblioteca Virtual em Saúde (BVS/Bireme) e Cumulative Index to Nursing & Allied Health Literature (CINAHL), além de busca manual nas referências dos artigos selecionados.

Os descritores utilizados na pesquisa foram “Footwear” OR “Running shoes” OR “Running footwear” AND (“Running”, *Running-related Injuries*”, “Minimalist”, “Heel to toe” “Drop”), ambos em consonância, respectivamente, com o Medical Subject Headings (MESH) as medidas de interesse foram: incidência de lesão e parâmetros cinemáticos (cadência, comprimento do passo).

Os critérios de inclusão foram ensaios clínicos randomizados, escritos no idioma inglês e que comparassem os efeitos de diferentes alturas de salto em variáveis biomecânicas e a incidência de lesão.

Os critérios de exclusão foram: trabalhos incompletos e/ou duplicados, uso de órteses podais, lesão presente ou recente (menos de 6 meses), tênis impróprios para corrida.

Os estudos encontrados foram selecionados seguindo o modelo PRISMA de 2009 (RIDGE *et al.*, 2013). A busca inicial foi realizada através da leitura dos títulos e resumos, avaliados por dois autores de forma independente e cega, e posteriormente, os artigos que atende-

ram rigorosamente aos critérios foram selecionados e analisados na íntegra pelos revisores.

Um revisor fez a busca e a seleção inicial dos estudos potencialmente relevantes que obedeceram aos critérios de inclusão, e um segundo revisor qualificou/classificou, tendo como base o modelo adaptado da Cochrane Collaboration (RYAN *et al.*, 2014) e da escala PEDro (TAM *et al.*, 2017), considerando: 1) aspectos da população do estudo, tais como, média da idade e sexo; 2) aspectos da intervenção (tamanho da amostra e tipo de dispositivo robótico empregado); 3) acompanhamento; 4) perda do acompanhamento; 5) desfechos e 6) resultados apresentados. Quando necessário, um terceiro revisor independente foi consultado para solucionar as discordâncias. Para a classificação final da qualidade dos artigos, os itens discrepantes foram revistos e discutidos até a obtenção de consenso sobre a pontuação.

A análise da qualidade metodológica dos artigos foi feita através da escala PEDro (TAM *et al.*, 2017). Essa escala é bastante empregada na área de reabilitação e possui uma pontuação total de 10 pontos, na qual quanto maior a pontuação atribuída, melhor descrito é o artigo. Os artigos que não estavam classificados pela escala PEDro seriam categorizados pelos autores. E, para essa revisão, foram considerados como de “alta qualidade” os artigos que alcançaram escore ≥ 5 pontos na escala, ou como de “baixa qualidade” quando obtiveram escore < 5 pontos. A pontuação não foi adotada como critério de exclusão de artigos.

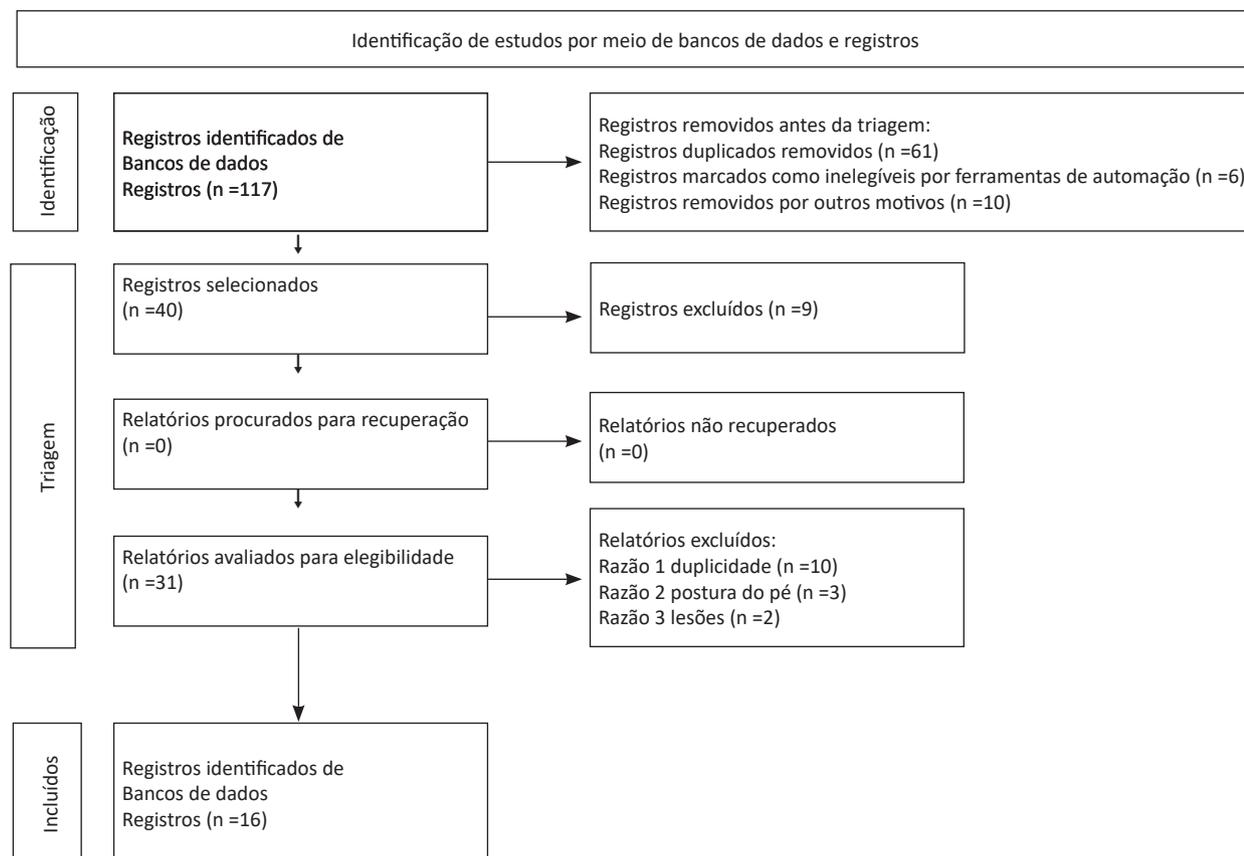
RESULTADOS

A busca inicial identificou 117 artigos com potencial para entrarem no estudo, entretanto apenas 16 preencheram os critérios de elegibilidade. A figura 1 mostra o fluxograma baseado no modelo PRISMA.

Efeitos na incidência de lesão

Quatro artigos (Tabela 1) analisaram os efeitos da altura *drop* na incidência de lesão em corredores. Vale ressaltar que, para critério de análise, foi considerado que *drop* ≥ 8 mm seria denominado de tênis tradicional e abaixo deste valor, minimalista, sendo que *drop* 0mm foi considerado totalmente minimalista e 4 e 5mm parcialmente minimalista. Dois estudos usaram dois grupos de comparação (RIDGE *et al.*, 2013) compararam o tênis tradicional ao totalmente minimalista, enquanto (FULLER *et al.*, 2017) compararam o tradicional com o parcialmente minimalista. Já outros dois estudos (MALISOUX *et al.*, 2016; RYAN *et al.*, 2014) usaram três grupos de comparação (tradicional, parcialmente e totalmente minimalista). Três estudos (FULLER *et al.*, 2017; RIDGE *et al.*, 2013; RYAN *et al.*, 2014) apresentaram volume semanal cerca de 2 a 3 vezes maior que o estudo com maior amostra (MALISOUX *et al.*, 2016).

Figura 1 – Fluxograma baseado no modelo Prisma.



Fonte: autoria própria

Independente da quantidade de grupos de comparação e do volume semanal, o teste de efeito global ($Z=6.89$, $p<0,0001$) revelou significância estatística e, assim, o tênis minimalista aumentou significativamente o risco

de lesão (RR 2,59, 95% CI 1.93 – 3.27) (Figura 2). A subanálise dos grupos parcialmente e totalmente minimalista (tabela 1) indica que a lesão foi mais frequente no grupo parcialmente minimalista.

Tabela 1 – Síntese dos ensaios clínicos sobre incidência de lesão (n=4)

Estudo	Participantes N Total/H/M	Média (idade)	Massa (KG)	KM (Vol/sem)	Salto (mm)	Lesão (n)
Ridge <i>et al.</i> 2013	36/21/15	26.5±6.6	70.5±11.8	24-48km	tradicional 0mm	1 10
Fuller <i>et al.</i> 2017	61	27±7	74.6±9.3	25±14km	9mm 5mm	11 16
Ryan <i>et al.</i> 2014	32/9/23 32/14/18 35/16/19	34(8) 31(7) 33(8)	67(11) 68(9) 70(14)	30-40km	10mm 4mm 0mm	4 12 7
Malisoux <i>et al.</i> 2016	553/106/70 111/79 124/63	38.3±9.7 38.0±9.6 38.6±9.9	23.8±1 23.9±3.3 24.0±3.3	12.8km 11.9km 14.2km	10mm 6mm 0mm	38 52 46

Segundo Coetzee *et al.* 2018, tênis minimalistas são aqueles que possuem salto ≤ 7 mm, porém, no estudo de Ridge *et al.* 2013, o calçado considerado tradicional sugere salto acima do valor referenciado. Tradicional é o termo utilizado por Ridge *et al.* 2013.

DISCUSSÃO

O objetivo desta revisão foi primariamente verificar o risco de lesão entre tênis tradicionais e minimalistas e secundariamente analisar as repercussões do *drop* nas variáveis cinemáticas, dentre elas o consumo de energia.

Os artigos incluídos nesta revisão apontam para um aumento no risco de lesão nos tênis minimalistas em relação aos tradicionais. Em uma análise mais aprofundada, na qual se estratifica o *drop* dos minimalistas em diferentes alturas (parcialmente minimalista: 4 ou 5mm e totalmente minimalista 0mm), é possível perceber em dois estudos (MALISOUX *et al.*, 2016; RYAN *et al.*, 2014) que há uma tendência dos parcialmente minimalistas apresentarem maior número absoluto de lesões quando comparados aos totalmente minimalistas. Esta tendência pode ser explicada pelo fato do parcialmente minimalista ser muitas vezes uma etapa na transição para o totalmente minimalista. Sendo assim, ao passar para o totalmente minimalista, os corredores já passaram por uma etapa de aprendizagem e acomodação. Ryan *et al.* 2014 explicaram que esse resultado pode ocorrer ao longo do tempo de forma semelhante a (MALISOUX *et al.*, 2016) que descreve em seu estudo que os corredores regulares tendem ao aumento de lesões com calçados parcialmente ou totalmente minimalista.

Em relação às variáveis cinemáticas, os minimalistas reduzem o comprimento do passo e, conseqüentemente, induzem a um aumento da frequência de passos dada a cada minuto (cadência). Quando se extrapola essa informação para os treinos de corrida, podemos perceber que, para uma mesma distância, o corredor em uso de tênis minimalista tenderá a aumentar a cadência. É de se esperar que o aumento da frequência de movimentos dos membros inferiores repercuta em aumento do número de contrações musculares tanto concêntricas na fase de propulsão quanto excêntricas na aterrissagem de tal maneira que tenderia a aumentar o gasto energético nos corredores com tênis minimalista, entretanto essa hipótese só foi encontrada nos estudos de (LINDLEIN *et al.*, 2018; RIDGE *et al.*, 2019). Já nos estudos de (FULLER *et al.*, 2019; WARNE *et al.*, 2017), os tênis minimalistas produziram um efeito contrário: reduziram o gasto energético mesmo que discretamente. É possível que o maior peso dos tradicionais possa contribuir para esses achados. Em relação a isso, (FULLER *et al.*, 2019) afirma que tal resultado pode ser explicado ao nível do peso em gramas do calçado, o que é concordado por (WARNE *et al.*, 2017).

Ainda nos aspectos cinemáticos, os resultados desta revisão indicam que nos minimalistas há uma redução no deslocamento angular do tornozelo durante o contato inicial com solo e um aumento do deslocamento angular do joelho. Vale ressaltar que essa redução é progressiva à medida que a altura do salto diminui. É imaginável que o comprimento do passo também tenha influência nesse item. Isso porque a redução do comprimento do passo presente nos minimalistas favorece o contato com o médio

e antepé. Na fase inicial da corrida, o contato com o médio e antepé induz momento de força em flexão dorsal que possui arco de movimento menor que a flexão plantar, portanto reduzindo ao deslocamento angular do tornozelo.

Os estudos incluídos nesta revisão tiveram algumas limitações que podem ter interferido nos resultados e que aumentaram a heterogeneidade. Por exemplo, os parcialmente minimalistas não possuíam altura padrão, que variou de 4 a 6mm, mesmo sendo válido afirmar que essa variação ainda os enquadra na definição de minimalista orientada por (COETZEE *et al.*, 2018) e empregada neste estudo.

CONCLUSÃO

Neste estudo, foi possível verificar que tênis minimalista, pode acentuar alterações cinemáticas, como redução do comprimento do passo e aumento da cadência. Não há consenso sobre o efeito sobre o gasto energético.

O tênis minimalista aumentou a incidência de lesão em corredores, e tal resultado deve ser levado em consideração quando o corredor ou seu treinador decide realizar essa mudança. Talvez seja necessário um preparo muscular para fazer a transição do tradicional para o minimalista e que o tempo de exposição seja progressivo para aumentar o aprendizado e permitir melhor adaptação, preferencialmente na transição do tradicional para o parcialmente minimalista.

REFERÊNCIAS

- BERGSTRA, S. A. *et al.* Running with a minimalist shoe increases plantar pressure in the forefoot region of healthy female runners. *J. Sci. Med. Sport*, Belconnen, v. 18, n. 4, p.463-468, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.06.007>.
- COETZEE, D. R. *et al.* Conceptualizing minimalist footwear: an objective definition. *J. Sports Sci.*, London, v. 36, n.8, p. 949-954), 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1346816>.
- COCHRANE TRAINING. *RevMan 5 download*. 2021.
- FIRMINGER, C. R.; EDWARDS, W. B. The influence of minimalist footwear and stride length reduction on lower-extremity running mechanics and cumulative loading. *J. Sci. Med. Sport*, Belconnen, v. 19, n.2, p. 975-979, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.03.003>.
- FULLER, J. T. *et al.* Body mass and weekly training distance influence the pain and injuries experienced by runners using minimalist shoes: a randomized controlled trial. *Am. J. Sports Med.*, Baltimore, v. 45, n. 5, p. 1162-1170, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1177/0363546516682497>.
- FULLER, J. T. *et al.* Longer-term effects of minimalist shoes on running performance, strength and bone density: a 20-week follow-up study *. *EJSS (Champaign)*, v.19, n. 3, p. 402-412, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1505958>.
- FULLER, J. T. *et al.* The long-term effect of minimalist shoes on running performance and injury: design of a randomised controlled trial. *BMJ Open*, [s.l.], 2015.
- HOLLANDER, K. *et al.* Comparison of minimalist footwear strategies for simulating barefoot running: A randomized crossover study. *PLoS ONE*, San Francisco, v.10, n. 5, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125880>.

LINDLEIN, L. *et al.* Improving running economy by transitioning to minimalist footwear: a randomised controlled trial. **J. Sci. Med. Sport**, Belconnen, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.05.012>.

MALISOUX, L. *et al.* Adaptation of running pattern to the drop of standard cushioned shoes: A randomised controlled trial with a 6-month follow-up. **J. Sci. Med. Sport**, Belconnen, v.20, n.8, p.734-739, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.01.238>.

MALISOUX, L. *et al.* Influence of the heel-to-toe drop of standard cushioned running shoes on injury risk in leisure-time runners. **Am. J. Sports Med.**, Baltimore, v. 44, n. 11, p. 2933-2940, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1177/0363546516654690>.

MALISOUX, L.; THEISEN, D. Can the “Appropriate” footwear prevent injury in leisure-time running? Evidence versus beliefs. **J. Athl. Train.**, Dallas, v.55, n.12, p.1215-1223, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-523-19>.

RIDGE, S. T. *et al.* Foot bone marrow edema after a 10-wk transition to minimalist running shoes. **Med. Sci. Sports Exerc.**, Madison, v. 45, n.7, p. 1363-1368, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182874769>.

RIDGE, S. T. *et al.* Walking in minimalist shoes is effective for strengthening foot muscles. **Med. Sci. Sports Exerc.**, Madison, v.51, n.1, p. 104-113, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001751>

RYAN, M. *et al.* Examining injury risk and pain perception in runners using minimalist footwear. **Br. J. Sports Med.**, Loughborough, v.48, n.16, p. 1257-1262, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-092061>.

TAM, N. *et al.* Habitual minimalist shod running biomechanics and the acute response to running barefoot. **Int. J. Sports Med.**, Stuttgart, v. 38, n.10, p. 770-775, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0043-114863>.

WARNE, J. P. *et al.* Kinetic changes during a six-week minimal footwear and gait-retraining intervention in runners. **J. Sports Sci.**, London, v. 35, n.15, p.1538-1546, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1224916>.

WARNE, J. P.; GRUBER, A. H. Transitioning to minimal footwear: a systematic review of methods and future clinical recommendations. **Sports Medicine – Open**, v. 3, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40798-017-0096-x>.

Submetido em: 19/11/2021

Aceito em: 20/11/2021