

EFEITO DO TREINAMENTO FÍSICO EM ATLETAS DE ALTO RENDIMENTO - MINI REVISÃO

Anna Luiza de Lima Pedrosa¹
Kelly Katlhen Santos Lima¹
Nicolle Jeniffer Gomes Araújo¹
Millena Caroline Rodrigues da Silva¹
Anna Beatriz de Moraes Lobo¹
Rúbia Mariano da Silva²

Resumo

Introdução: O treinamento físico é fundamental para o desempenho de atletas de alto rendimento, uma vez que promove adaptações fisiológicas nos sistemas cardiovascular, respiratório e muscular. Variações no consumo máximo de oxigênio ($VO_2\text{máx}$) e na frequência cardíaca (FC) podem influenciar diretamente a performance, tornando o monitoramento dessas variáveis essencial. **Objetivo:** Realizar uma mini revisão sobre os efeitos do treinamento físico em atletas de alto rendimento, com ênfase nas alterações do $VO_2\text{máx}$ e da FC decorrentes de diferentes métodos de treinamento. **Metodologia:** Foi realizada uma mini revisão nas bases PubMed, incluindo ensaios clínicos publicados entre 2020 e 2025, com atletas de alto rendimento submetidos a protocolos de treinamento aeróbico, anaeróbico, intervalado ou combinado, avaliando $VO_2\text{máx}$ e/ou FC. Foram excluídos estudos observacionais, revisões, relatos de caso e pesquisas sem medidas pré e pós-intervenção. Cinco estudos foram selecionados. **Resultados:** Os estudos demonstraram que métodos como treinamento de resistência, força, HIIT e sprint interval training promovem melhorias significativas no $VO_2\text{máx}$, economia de corrida e tempo até a exaustão. Programas combinados ou de alta intensidade mostraram-se especialmente eficientes, sem alterar negativamente a biomecânica da corrida. **Conclusão:** O treinamento físico estruturado, independentemente do método específico, melhora o desempenho e a eficiência fisiológica de atletas de alto rendimento. A individualização da carga e o monitoramento contínuo de parâmetros cardiorrespiratórios são essenciais para otimizar a performance e prevenir sobrecarga.

Palavras-Chave: Treinamento físico; $VO_2\text{máx}$; Desempenho esportivo; Frequência cardíaca.

Abstract

Introduction: Physical training is fundamental to the performance of high-performance athletes, as it promotes physiological adaptations in the cardiovascular, respiratory, and muscular systems. Variations in maximum oxygen consumption ($VO_2\text{max}$) and heart rate (HR) can directly influence performance, making the monitoring of these variables essential. **Objective:** To conduct a mini-review on the effects of physical training in high-performance athletes, with emphasis on changes in $VO_2\text{max}$ and HR resulting from different training methods. **Methodology:** A mini-review was conducted in the PubMed database, including clinical trials published between 2020 and 2025, with high-performance athletes undergoing aerobic, anaerobic, interval, or combined training protocols, evaluating $VO_2\text{max}$ and/or HR. Observational studies, reviews, case reports, and research without pre- and post-intervention measurements were excluded. Five studies were selected. **Results:** Studies have shown that methods such as resistance training, strength training, HIIT, and sprint interval training promote significant improvements in $VO_2\text{max}$, running economy, and time to exhaustion. Combined or high-intensity programs have proven to be especially efficient, without negatively altering running biomechanics. **Conclusion:** Structured physical training, regardless of the specific method, improves the performance and physiological efficiency of high-performance athletes. Individualization of the load and continuous monitoring of cardiorespiratory parameters are essential to optimize performance and prevent overload.

¹ Anna Luiza de Lima Pedrosa. Discente do curso de Fisioterapia da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA, luizaannapedrosa1@gmail.com

¹ Kelly Katlhen Santos Lima. Discente do curso de Fisioterapia da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA, kellykathlen@gmail.com

¹ Nicolle Jeniffer Gomes Araújo. Discente do curso de Fisioterapia da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA, nickaraugo0312@gmail.com

¹ Millena Caroline Rodrigues da Silv. Discente do curso de Fisioterapia da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA, millenacaroline2004@gmail.com

¹ Anna Beatriz M. Discente do curso de Fisioterapia da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA, loboannabeatriz@gmail.com

² Rúbia Mariano da Silva. Docente do curso de Fisioterapia da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA, rubiasilva@unievangelica.edu.br

Keywords: Physical training; VO₂max; Sports performance; Heart rate.

Introdução

O treinamento físico promove adaptações fisiológicas e funcionais que variam conforme a intensidade, frequência, duração e tipo de estímulo^{1,2}. Em atletas de alto rendimento, tais adaptações são essenciais para otimizar a performance, pois pequenas melhorias na capacidade aeróbica, força e eficiência metabólica podem gerar diferenças significativas no desempenho competitivo^{3,4}.

Entre os principais indicadores dessas adaptações destacam-se a frequência cardíaca (FC) e o consumo máximo de oxigênio (VO₂máx), que refletem a aptidão cardiorrespiratória e o nível de condicionamento^{5,6}. Contudo, ainda é necessário sistematizar o conhecimento sobre como diferentes métodos e intensidades de treinamento influenciam essas variáveis em atletas de alto rendimento^{7,8}.

Assim, este estudo tem como objetivo realizar uma mini-revisão de literatura sobre os efeitos do treinamento físico em atletas de alto rendimento, com foco nas alterações da FC e do VO₂máx frente a distintos protocolos de treinamento.

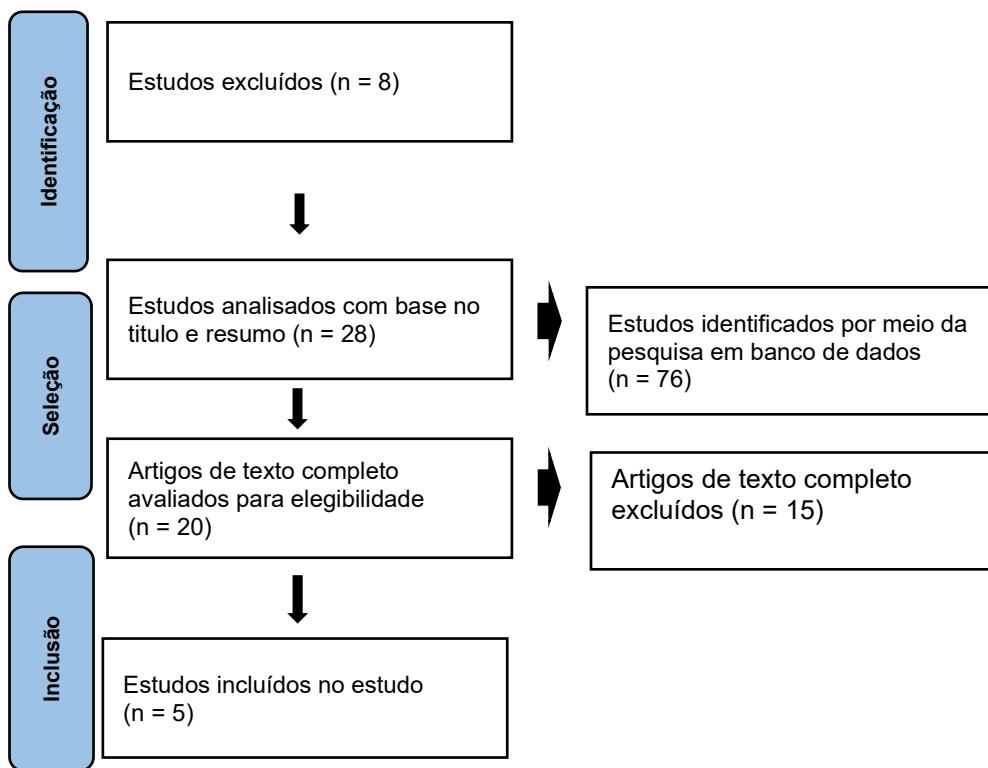
Metodologia

Este estudo é uma mini revisão bibliográfica realizada na base PubMed, utilizando descritores indexados no Medical Subject Headings (MeSH) combinados por operadores booleanos: ("Physical Training" OR "Exercise Training" OR "Endurance Training") AND ("Athletes" OR "High-Performance Athletes" OR "Elite Athletes") AND ("VO2 Max" OR "Oxygen Consumption" OR "Heart Rate") AND ("Clinical Trial").

A investigação concentrou-se nos efeitos do treinamento físico sobre parâmetros cardiorrespiratórios em atletas de alto rendimento, incluindo ensaios clínicos com protocolos aeróbicos, anaeróbicos, intervalados ou combinados.

Foram incluídos estudos publicados entre 2020 e 2025, em inglês ou português, que apresentaram mensurações pré e pós-intervenção de FC e/ou VO₂máx. Excluíram-se artigos de revisão, estudos observacionais, relatos de caso, pesquisas com animais, estudos sem atletas de alto rendimento ou sem comparações, além de duplicatas e trabalhos fora do período e idioma definidos. A seleção dos estudos seguiu o Fluxograma PRISMA para garantir rigor metodológico.

Figura 1: Fluxograma Prisma



Fonte: Próprio autor

Resultados

A Tabela 1 sintetiza os estudos, destacando metodologia, resultados e conclusões, e permitindo comparar os efeitos das estratégias de treinamento sobre VO₂máx, economia de corrida, tempo até a exaustão e parâmetros biomecânicos.

Tabela 1. Extração de dados dos resultados.

Autor/Ano	Tipo de Treinamento Investigado	Principais Resultados	Conclusão
Rodríguez-Barbero et al. (2025)	Resistência + Força (20 semanas)	Melhora da economia de corrida, VO ₂ máx e velocidades de limiar, sem alterar biomecânica.	Combinação de resistência e força melhora desempenho sem modificar o padrão de corrida.
Trowell et al. (2022)	Treinamento de força de core + resistência	Melhor desempenho e menor gordura corporal; alterações biomecânicas mínimas.	O ganho de desempenho não está diretamente relacionado a mudanças biomecânicas.
Jin et al. (2025)	Treinamento intervalado de alta intensidade (6 semanas)	Maior melhora no tempo até a exaustão e desempenho em várias distâncias comparado ao treino contínuo.	HIIT é mais eficaz que o treino contínuo para melhorar desempenho em provas de média e longa distância.
Lenk et al. (2025)	HIIT 4×4 (1–3x/semana)	Aumento do VO ₂ máx e tempo até a exaustão, com melhores resultados em 2–3 sessões semanais.	Duas sessões semanais de HIIT são eficientes, sem benefícios claros com maior frequência.

Lee et al. (2020)	Treinamento específico para maratona	Aumento do VO ₂ máx e redução da gordura corporal; economia de corrida inalterada.	Desempenho melhora pela elevação do VO ₂ máx e menor uso relativo do VO ₂ durante o esforço.
------------------------------	--------------------------------------	---	--

Fonte: dos autores

Rodríguez-Barbero et al. (2025)⁹ identificaram que um programa de 20 semanas combinando força e resistência melhorou a economia de corrida, o VO₂máx e a velocidade aeróbica máxima, sem alterar a biomecânica da marcha. De forma semelhante, Trowell et al. (2022)¹⁰ observaram que o treinamento concorrente reduziu o tempo de corrida e aumentou o tempo até a exaustão, sem modificações significativas no gesto motor.

No treinamento intervalado, Jin et al. (2025)¹¹ concluíram que o sprint interval training foi mais eficiente que o treinamento contínuo, ampliando o tempo até a exaustão e o desempenho. Lenk et al. (2025)¹² mostraram que realizar HIIT duas a três vezes por semana melhora significativamente o VO₂máx e o tempo até a exaustão, sem ganhos adicionais com maior volume semanal. Por fim, Lee et al. (2020)¹³ verificaram que o treinamento específico para maratonistas aumentou o VO₂máx e reduziu o percentual de gordura corporal, sem mudanças expressivas na economia de corrida.

Discussão

O treinamento físico influencia diretamente parâmetros essenciais ao desempenho esportivo, como VO₂máx e frequência cardíaca. Evidências mostram que intervenções de resistência, força, treinamento combinado e protocolos intervalados promovem adaptações cardiorrespiratórias e metabólicas que aumentam o rendimento em atletas de alto desempenho.

A combinação entre força e resistência melhora o VO₂máx e prolonga o tempo até a exaustão sem alterar a biomecânica da corrida, indicando que ganhos fisiológicos podem ocorrer sem comprometer a eficiência do movimento^{9,13}. Protocolos de alta intensidade, como HIIT e SIT, também se destacam pela eficácia em menor tempo de treinamento^{10,11}. Observa-se um padrão consistente de melhora da capacidade aeróbica e da eficiência fisiológica^{3,6,7,9-11}, reforçando a importância da individualização do treinamento conforme as necessidades do atleta^{1,3,5}. Além disso, o monitoramento contínuo de VO₂máx e frequência cardíaca é essencial para ajustar cargas, prevenir overtraining e orientar a periodização. Nesse sentido, Bouchard e Rankinen¹ destacam a variabilidade individual das respostas ao exercício; Hill et al.⁴ ressaltam a importância do controle dos limiares fisiológicos; e Crowley et al.⁷ indicam que esse acompanhamento promove evolução segura e progressiva do desempenho.

Conclusão

Conclui-se que o treinamento físico contínuo, combinado ou intervalado, promove melhorias importantes na capacidade aeróbica e no desempenho, elevando o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ e o tempo até a exaustão. A combinação entre força e resistência e os métodos intervalados de alta intensidade mostram-se especialmente eficazes, reforçando a necessidade de individualizar e monitorar o treinamento.

Destaca-se, ainda, a importância de novos estudos para explorar diferentes combinações de carga e suas respostas em distintos perfis de atletas.

Referências

- BOUCHARD, Claude; RANKINEN, Tuomo. **Individual Differences in Response to Regular Physical Activity.** *Med Sci Sports Exerc.*, v. 33, n. 6 Suppl, p. S446–S451, 2001.
- Long-term Effects of Physical Training on Aerobic Capacity: Controlled Study of Former Elite Athletes.** *J Appl Physiol.*, v. 80, n. 1, p. 285–290, 1996.
- RODRIGUES BARBOSA, Raphael; MELO, Ruan J. P.; GOMES, João L. B.; GUIMARÃES, Francisco J. S. P.; COSTA, Maria C. C. **Effect of Aerobic Training Volume on $\text{VO}_{2\text{max}}$ and Time Trial of Runners: A Systematic Review.** *J Hum Sport Exerc.*, v. 19, n. 4, p. 1139–1150, 2024.
- HILL, David W.; CURETON, Kirk J.; COLLINS, Michael A. **Effects of Aerobic Training on Physical Working Capacity at Heart Rate Threshold.** *Med Sci Sports Exerc.*, v. 28, n. 6, p. 746–751, 1996.
- WESTON, Matthew; TAYLOR, Kyle L.; BATTERHAM, Alan M.; HOPKINS, Will G. **Effects of High-Intensity Interval Training on Cardiovascular Function, $\text{VO}_{2\text{max}}$, and Muscular Force.** *Exp Physiol.*, v. 99, n. 6, p. 828–839, 2014.
- MIDGLEY, Adrian W.; McNAUGHTON, Lars R.; JONES, Andrew M. **The Effects of Physical Training on Key Parameters of Aerobic Fitness.** *Sports Med.*, v. 37, n. 10, p. 857–886, 2007.
- CROWLEY, Emma K.; et al. **The Effect of Exercise Training Intensity on $\text{VO}_{2\text{max}}$ in Healthy Adults: An Overview of Systematic Reviews and Meta-Analyses.** *Transl Sports Med.*, v. 5, n. 4, e00070, 2022.
- Effects of High-Intensity Interval Training on Selected Indicators of Physical Fitness among Male Team-Sport Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis.** *PLoS One.*, v. 19, n. 1, e0310955, 2024.
- RODRÍGUEZ-BARBERO, Sergio; GONZÁLEZ-RAVÉ, José M.; VANWANSEELE, Bart; JUÁREZ SANTOS-GARCÍA, Daniel; MUÑOZ DE LA CRUZ, Víctor; GONZÁLEZ-MOHÍNO, Fernando. **Effects of 20 Weeks of Endurance and Strength Training on Running Economy, Maximal Aerobic Speed, and Gait Kinematics in Trained Runners.** *Appl Sci.*, v. 15, n. 2, p. 903, 2025.
- JIN, Kai; CAI, Ming; ZHANG, Yan; WU, Bo; YANG, Yu. **Effects of 6-Week Sprint Interval Training Compared to Traditional Training on the Running Performance of Distance Runners: A Randomized Controlled Trial.** *Front Physiol.*, v. 16, 1536287, 2025.
- LENK, Markus; MATZKA, Matthias; LAUBER, Lukas; KUNZ, Patrick; SPERLICH, Billy. **Impact of Weekly Frequency of High-Intensity Interval Training on Cardiorespiratory, Metabolic, and Performance Measures in Recreational Runners – An Exploratory Study.** *Physiological Reports*, v. 13, n. 18, e70573, 2025.
- TROWELL, David; FOX, Amy; SAUNDERS, Nathan; VICENZINO, Bill; BONACCI, Jason. **Effect of Concurrent Strength and Endurance Training on Run Performance and Biomechanics: A Randomized Controlled Trial.** *Scand J Med Sci Sports*, v. 32, n. 3, p. 543–558, 2022. DOI: 10.1111/smss.14092.
- LEE, Eun J.; SNYDER, Eric M.; LUNDSTROM, Craig J. **Effects of Marathon Training on Maximal Aerobic Capacity and Running Economy in Experienced Marathon Runners.** *J Hum Sport Exerc.*, v. 15, n. 1, p. 79–93, 2020. DOI: 10.14198/jhse.2020.151.08.