

Efeito do treinamento intervalado de alta intensidade em esteira ergométrica no desempenho do teste de 2400m em pista: um estudo de caso.

Jefferson Fernandes de Sousa
*Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil*
ORCID: 0000-0001-9637-2818

Mário Eduardo Santos Rodrigues
*Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil*
ORCID: 0000-0003-3710-8130

Robson da Silva Medeiros
*Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil*
ORCID: 0000-0002-1645-1113

Silvio Soares dos Santos
*Faculdade de Educação Física
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil*
ORCID: 0000-0002-6263-8304

Guilherme Gularte de Agostini
*Faculdade de Educação Física
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil*
ORCID: 0000-0001-6011-7129

Elmiro Santos Resende
*Faculdade de Medicina
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil*
ORCID: 0000-0001-9637-2818

Frederico Balbino Lizardo
*Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil*
ORCID: 0000-0002-5118-7616

Adriano Alves Pereira
*Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil*
ORCID: 0000-0002-1522-9989

Thiago Montes Fidale
*Faculdade de Medicina
Universidade Federal de Catalão
Catalão, Brazil*
ORCID: 0000-0002-6137-1687

Resumo—A corrida de rua é umas das atividades físicas mais populares entre os adultos, tornando-se popular e acessível com o surgimento de assessorias. Um programa de treinamento bem estruturado de treinamento físico e que englobe as especificidades e as variáveis associadas as pratica esportiva, está diretamente ligado ao melhor desempenho e melhor recuperação dos atletas durante sua fase competitiva. Dentre os métodos de treinamento encontrados hoje temos o Treinamento Intervalado de Alta Intensidade (HIIT). Um dos fatores que influenciam no desempenho de atletas corredores é a biomecânica da corrida que provê um importante auxílio na dinâmica da corrida, onde se pode destacar as variáveis frequência e o comprimento de passadas. Sabe-se que existem diferenças entre a corrida na pista e a corrida na esteira rolante, porém o treinamento em esteira rolante por vezes é realizado em muitos estudos biomecânicos e fisiológicos envolvendo corrida pela facilidade de manter o controle dos fatores externos e internos, aliados a utilização de um menor espaço e as condições dos laboratórios. Diante disto, o objetivo do presente estudo foi analisar os efeitos de um protocolo de HIIT realizado em esteira ergométrica no desempenho do teste de 2400m em pista. Participou do estudo um voluntario do gênero masculino, com 33anos de idade, 59,2 kg, 173 cm, 6,29% de gordura corporal, sem relatos de restrições de saúde, praticante de corrida de rua a mais de cinco anos e com tempos menores que 20 minutos em competições de 5 Km, qual foi submetido a realização de um teste em uma esteira rolante, para a determinação das intensidades aplicadas no treinamento, composto por 4 semanas de HIIT, para o desempenho máximo em pista, o voluntario foi submetido a um teste de 2400 metros, realizado em uma pista de 200 metros com piso asfáltico nos momentos Pré e Pós treinamento, onde foi verificado que o protocolo promoveu melhorias percentuais para o desempenho em todas as variáveis analisadas, sendo assim eficiente para aumentar o desempenho do voluntario no teste de 2400m reduzindo seu tempo de teste em 3,86%, promovendo aumento percentual da frequência e comprimento das passadas, 1,06% e 7,59%, respectivamente e melhora no Vo2max de 4,13%, o que poderá influenciar de forma positiva na performance do voluntário em suas corridas.

Palavras-chave—Biomecânica, Corrida de Rua, Treinamento Intervalado de Alta Intensidade, Comprimento e Frequência de Passadas, Desempenho.

I. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem se notado um crescimento na prática da corrida, sendo esta uma atividade disputada em ruas e estradas, onde se associam o desempenho, o lazer e a saúde. A corrida de rua é hoje umas das atividades físicas mais populares entre os adultos, segundo os dados globais [1] Tornando-se popular e acessível com o surgimento de assessorias esportivas e o aumento de demanda por treinamentos especializados, principalmente nas modalidades de 5.000 metros, 10.000 metros, meia maratona e maratona [2].

Um programa de treinamento bem estruturado de treinamento físico e que englobe as especificidades e as variáveis associadas as pratica esportiva, está diretamente ligado ao melhor desempenho e melhor recuperação dos atletas durante sua fase competitiva [3]. Adaptações positivas nos sistemas cardiovascular, musculoesquelético e metabólico, podem ser induzidas por meios de diferentes métodos de treinamento [4,5]. Dentre estes podemos encontrar o Treinamento Intervalado de Alta Intensidade (HIIT), que tem sido praticado por atletas de diversas modalidades [6,7,8,9,10] por ser considerado eficaz para promover melhorias no desempenho físico. [11,12].

Um dos fatores que influenciam no desempenho de atletas corredores é a biomecânica da corrida que provê um importante auxílio na dinâmica da corrida, que influencia diretamente no gasto de energia, nos processos de fadiga, na susceptibilidade à lesão, entre outros fatores [13]. Dentre as variáveis biomecânicas relacionadas ao desempenho de corredores, podemos destacar a frequência e o comprimento de passada [14], sendo comprimento de passadas a distância percorrida pelo atleta em cada passo completo e a frequência de passadas se consiste no número de passos dados durante um determinado período de tempo [15].

Sabe-se que existem diferenças entre a corrida na pista e a corrida na esteira rolante, e que por vezes, a transferência de desempenho da esteira para a pista pode apresentar resultados contraditórios [16]. Porém mesmo sabendo que o treinamento em esteira rolante pode influenciar de maneira não compreendida o desempenho na pista, muitos estudos

biomecânicos e fisiológicos envolvendo corrida são realizados com sujeitos correndo em esteiras rolantes, pela facilidade de manter o controle dos fatores externos, assim como os controles das variáveis volume e intensidade do treino, aliado a utilização de um menor espaço e as condições dos laboratórios [13].

Diante disto, o objetivo do presente estudo foi analisar os efeitos de um protocolo de HIIT realizado em esteira ergométrica no desempenho do teste de 2400m em pista.

II. METODOLOGIA

A. Materiais e Métodos

O presente estudo descritivo do tipo estudo de caso [17], foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de Uberlândia-UFU, parecer número: 3.397.582, CAAE: 13624419.2.0000.5152 e autorizado pelo participante após a assinatura de um Termo de Consentimento Livre Esclarecido, conforme a Resolução CNS 466/12. Onde o voluntário recebeu todas as orientações sobre os procedimentos a serem realizados, benefícios e possíveis riscos da pesquisa.

B. Participante

Participou do estudo um voluntário do gênero masculino, com idade de 33anos, 59,2 kg, 173 cm de estatura, 6,29% de gordura corporal, sem relatos de restrições de saúde como: lesões músculo esqueléticas e histórico de doenças cardiovasculares ou distúrbios tireoidianos, praticante de corrida de rua a mais de cinco anos e em atividade competitiva, com tempos de prova menores que 20 minutos para competições de 5 Km.

C. Teste Incremental na Esteira

Para a realização do teste incremental foi utilizada uma esteira rolante da Marca Movement, Modelo E.740, onde o voluntário teve 5 minutos livre para aquecimento antes da iniciação do teste. O teste teve início com a esteira na velocidade de 10 km/h, aos quais foram incrementados 1 km/h a cada 2 minutos, sem pausas entre os estágios. O voluntário foi instruído e encorajado verbalmente a se manter em exercício pelo maior tempo possível, até atingisse a exaustão voluntária máxima [18,19]. E a inclinação da esteira foi mantida em 1% e durante todo o teste [20].

A velocidade máxima do teste foi calculada pela equação de correção para estágios incompletos proposta. [21,22] e o VO₂ máximo foi calculado através da formula proposta pela ACSM's [23,24]. A velocidade máxima alcançada pelo voluntário no teste incremental foi denominada de velocidade aeróbia máxima (VAM).

D. Protocolo de Treinamento

O protocolo de treinamento teve duração de quatro semanas, conforme descrito na figura 1, com uma frequência de duas sessões por semana e intervalos de 48 a 72 horas entre as sessões, totalizando oito sessões de treinos. Em cada sessão de treinamento o voluntário foi submetido a estímulos de um minuto correspondentes a % da VAM estabelecida para cada semana de treinamento, sendo estes 90% na primeira semana, 100% na segunda e 110% nas duas semanas finais, seguidos de um minuto de recuperação ativa a uma intensidade de 50% da VAM. Em todas as sessões de treinamento o voluntário foi orientado e encorajado verbalmente a realizar o número máximo de estímulos possíveis até atingir a exaustão voluntária máxima ou a realização de 45 estímulos que totalizaria 90 minutos em exercício, determinado como tempo máximo de sessão, com exceção da quarta semana,

caracterizada como fase regenerativa do treino, (Tapper), onde o voluntário realizou 50% da média de estímulos alcançados na semana 3.

O Tapper (TP) é a redução da sobrecarga no treinamento geralmente realizador um período no período pré competição [25,26] no qual se busca reduzir o estresse fisiológico e psicológico visando otimizar o desempenho esportivo [27,28]. No qual podem ser manipuladas as variáveis, tais como: carga, volume, frequência e intensidade [29,30,31]

Para o cálculo das velocidades a serem empregadas nas sessões de treinamentos de HIIT foi utilizada a equação: $V_{HIIT} = (\% \text{ Intensidade}) \times V_{AM}$, onde após a obtenção do valor de 18,2 km/h para VAM, com a realização Teste Incremental Máximo [32], foram determinadas as intensidades de treinamento em 16,4 km/h na primeira semana, 18,2 km/h na segunda semana e 20,0 km/h na terceira e quarta semanas de treinamento e a intensidade da recuperação entre os estímulos 9,1km/h seguindo os critérios de prescrição supracitados.

Para os dias da semana que não havia sessão do HIIT, foi solicitado que o voluntário realizasse apenas treinamentos de corrida contínuos, mantendo a intensidade de corrida abaixo de 75% vVO₂máx, com duração máxima de 90 minutos.

E. Teste de Desempenho Máximo na Pista

Para avaliação do desempenho máximo em pista, o voluntário foi submetido a um teste de 2400 metros, realizado em uma pista de piso asfáltico com 200 metros de comprimento, localizada no campus da FAEFI-UFU. Os valores de Vo₂max foram obtidos através da formula de Cooper [33] e expressos em ml.kg⁻¹.min⁻¹.

Para obtenção das imagens uma câmera Sony HDR-CX160 foi instalada sobre um tripé a 75 cm do chão e a uma distância de 11,5 metros do centro da raia de número dois, com uma abertura angular que permitia a filmagem de uma distância horizontal e linear de 13 metros de comprimento de quem se deslocasse na raia dois. Distância esta que foi suficiente para a gravação de dois ciclos completos de passada, ou seja, duas passadas com cada perna.

Antes se iniciar o teste foi concedido ao voluntário um tempo de aquecimento livre com duração de 5 a 10 minutos e um intervalo de 2 a 5 minutos para que o voluntário pudesse se hidratar, usar o banheiro, entre outros, após este aquecimento e a prévia autorização do pesquisador, o voluntário realizou uma corrida de doze voltas na pista, no menor tempo possível, mantendo-se sempre no interior da raia de número dois.

Os vídeos foram transferidos da câmera para o computador utilizando-se o programa Play Memories Home® e as análises das imagens foram feitas por meio do programa Kinovea®, de onde foi extraído os dados comprimento da passada e frequência da passada em cada volta realizada pelo voluntário.

Por meio do programa Kinovea®, com a utilização da ferramenta “linha”, foi feita a calibração das imagens de vídeo transformando os pixels das imagens em metros, sendo possível mensurar o tamanho de cada passada do voluntário. Para esse cálculo, considerou-se para determinação do comprimento da passada a distância entre o calcanhar de um dos pés e o calcanhar do pé contralateral. Os cálculos foram feitos pela média de quatro passos, ou seja, duas passadas consecutivas.

A frequência da passada foi mensurada utilizando-se a ferramenta cronômetro do software Kinovea medindo-se o tempo gasto entre o início da primeira passada e o final da última passada. Por meio de cálculos matemáticos foi possível

encontrar a quantidade passos realizados em um minuto, ou seja, a frequência da passada em passadas por minuto (PPM).

As análises dos dados foram realizadas através do software Microsoft Office Excel®, versão 2019, por meios de planilhas que foram utilizadas para tabulação de dados e cálculos matemáticos.

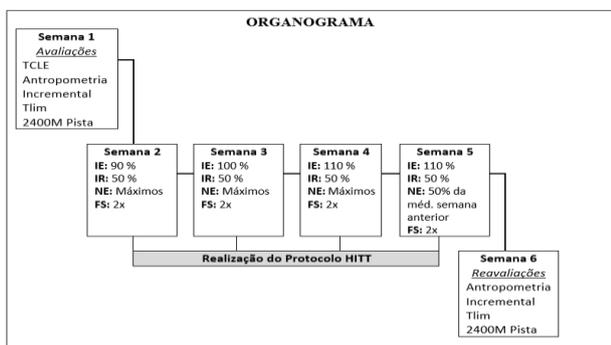


Fig. 1. Organograma representativo da execução dos Testes, Avaliações e Protocolo de treinamento com valores referentes às variáveis IE: Intensidade do Estímulo (% VAM), IR: Intensidade da Recuperação (% VAM), NE: Número de Estímulos de 1 minuto e FS: Frequência Semanal de estímulos. % VAM = Porcentagem da Velocidade Aeróbia Máxima

III. RESULTADOS

Na tabela 1, estão apresentados os dados referentes ao desempenho do voluntário nos testes de 2400 m em pista asfáltica, onde foram observadas a diferença percentual entre o teste realizado no momento denominado de pré HIIT e no momento pós HIIT, das variáveis tempo total de prova, velocidade, frequência e comprimento de passadas, e valores do VO₂ máx. Foram verificados um aumento percentual em todas as variáveis, sendo o aumento mais expressivo encontrado na variável comprimento de passadas.

Tabela 1. Resultados Obtidos no Teste de 2400 m em Pista (Tempo de Prova: Minutos (MM:SS,00) Velocidade: Quilômetros por Hora (Km/h), Comprimento de Passadas: Metros (m), Frequência: Passadas por Minuto (PPM), Vo₂Máximo: mililitros de oxigênio por quilograma por minuto (mL/kg.min)). Dados apresentados em média.

	PRÉ HIIT	PÓS HIIT	Diferença %
Tempo de Prova	07:57,80	07:39,40	-3,86%
Velocidade	18,10	18,85	4,14%
Frequência Passadas	189	191	1,06%
Comprimento Passadas	1,58	1,70	7,59%
Vo₂Max	60,26	62,75	4,13%

IV. DISCUSSÃO

O principal objetivo do presente estudo foi investigar o efeito de um protocolo de treinamento HIIT em esteira rolante com duração de quatro semanas no desempenho de um atleta corredor de rua em um teste de 2400 metros em pista asfáltica. A partir resultados apresentados verificamos que o protocolo promoveu melhorias percentuais em todas as variáveis analisadas, que corroboraram com um melhor desempenho do atleta no teste quando comparados os momentos pré e pós HIIT.

O Vo₂max do voluntário apresentou um aumento percentual de 4,13% no Teste de 2400 metros, quando comparados os valores obtidos nos momentos pré e pós HIIT. O Treinamento Intervalado como uma das metodologias que

se mostram eficientes pelo mais elevado aumento do consumo de oxigênio [34], que viabiliza a melhora da capacidade cardíaca e aeróbia devido a variação da intensidade utilizada na metodologia, promovendo assim uma melhora na saúde e resistência, se apresentando como uma metodologia bastante interessante a ser empregado junto a corredores de rua [35].

O treinamento HIIT tem se tornado cada vez mais alvo de investigação, por sua capacidade de promover adaptações importantes em um tempo menor e com treinos consideravelmente mais curtos em relação ao treinamento aeróbio tradicional [36]. Não há um consenso para prescrição em relação a intensidade, volume e recuperação, porém os estudos apontam que de fato existem respostas positivas na capacidade aeróbia [37]. Esse aumento também foi evidenciado, em atletas corredores de 5 km, onde o protocolo utilizado por eles gerou um aumento de magnitude moderada para grande no VO₂max e na VAM [38].

Quando avaliados as médias da frequência e do comprimento de passadas do atleta durante o teste de 2400 metros nos momentos pré e pós HIIT foram observados um aumento de 1,06% na frequência e 7,59% no comprimento das passadas, o que provocou um aumento de 4,14%, na velocidade média atingida entre os dois momentos, apresentando uma redução em seu tempo total de teste de -3,86%, quando comparado os momentos Pré HIIT e Pós HIIT, visto que a velocidade é produto da frequência pela amplitude da passada [39]. Esta melhora no desempenho também foi evidenciada no desempenho de corredores bem treinados em um teste contra relógio de 3000 metros após a realização de protocolo de um treinamento HIIT de duas sessões semanais com duração de 4 semanas [40,41].

Estes dados corroboram com os achados de uma revisão realizada em 2017 onde os autores sugeriram que a inclusão de 2 a 3 sessões semanais de treinamento HIIT, executados em uma intensidade próxima ou supra VAM, com volume superior a 10 min, envolvendo curtos períodos de trabalho com uma densidade de 1:1 a 1:2, se mostra eficiente para provocar melhoras no desempenho em corredores recreativos [42].

Quanto as alterações no comprimento e frequência de passadas, estes podem estar relacionados a adaptações advindas das alterações cinemáticas observadas a medida em que o corredor vai atingindo a exaustão ou corre em ritmo acima do seu habitual [43,44,45,46], aliado ao fato de haver diferenças cinemáticas e cinéticas na corrida em esteira e no solo [16,47,48,49] onde o voluntário está habituado a realiza seus treinos e provas.

V. CONCLUSÕES

Concluimos que o HIIT realizado em esteira ergométrica foi eficiente para aumentar o desempenho do voluntário no teste de 2400m reduzindo seu tempo de teste em 3,86%. O aumento da performance fica evidente pelo aumento percentual da frequência e comprimento das passadas, 1,06% e 7,59%, respectivamente e melhora no Vo₂max de 4,13%, o que poderá influenciar de forma positiva na performance do voluntário em suas corridas.

REFERÊNCIAS

- [1] Hulteen, R. M., Smith, J. J., Morgan, P. J., Barnett, L. M., Hallal, P. C., Colyvas, K., & Lubans, D. R. (2017). Global participation in sport and leisure-time physical activities: A systematic review and meta-analysis. *Preventive medicine*, 95, 14-25.

- <https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2016.11.027>.
- [2] Salgado, J. V. V., & Mikail, M. P. T. C. (2006). Corrida de rua: análise do crescimento do número de provas e de praticantes. *Conexões*, 4(1), 90-98.. <https://doi.org/10.20396/conex.v4i1.8637965>.
- [3] Alves, V.S., Matheus L. Z., Bruno k. F. F., Cesar A. F. A., Daniel F.M.L., & Dermalv B. ertonceello. (2020). Relationship between stress levels and recovery in runners: a pilot study. *Revista Brasileira de Psicologia Do Esporte* 9 (3). <https://doi.org/10.31501/rbpe.v9i3.11021>.
- [4] Zachariah, G., & Alex, A. G. (2017). Exercise for prevention of cardiovascular disease: Evidence-based recommendations. *Journal of Clinical and Preventive Cardiology*, 6(3), 109.https://doi.org/10.4103/JCPC.JCPC_9_17.
- [5] Abreu, P., Leal-Cardoso, J. H., & Ceccatto, V. M. (2017). Adaptação do músculo esquelético ao exercício físico: considerações moleculares e energéticas. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 23, 60-65.<https://doi.org/10.1590/1517-869220172301167371>.
- [6] Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. *Sports medicine*, 43(5), 313-338. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0029-x>
- [7] Ni Chéilleachair, N. J., Harrison, A. J., & Warrington, G. D. (2017). HIIT enhances endurance performance and aerobic characteristics more than high-volume training in trained rowers. *Journal of Sports Sciences*, 35(11), 1052-1058.. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1209539>
- [8] CAMPBELL, WAYNE W., WILLIAM E. KRAUS, KENNETH E. Campbell, W. W., Kraus, W. E., Powell, K. E., Haskell, W. L., Janz, K. F., Jakicic, J. M., ... & 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee. (2019). High-intensity interval training for cardiometabolic disease prevention. *Medicine and science in sports and exercise*, 51(6), 1220. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001934>.
- [9] Franchini, E. (2020). High-intensity interval training prescription for combat-sport athletes. *International journal of sports physiology and performance*, 15(6), 767-776. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2020-0289>
- [10] Karlsen, T., Solli, G. S., Samdal, S. T., & Sandbakk, Ø. (2020). Intensity control during block-periodized high-intensity training: Heart rate and lactate concentration during three annual seasons in world-class cross-country skiers. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2, 153.. <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.549407>
- [11] Esfarjani, F., & Laursen, P. B. (2007). Manipulating high-intensity interval training: effects on $\dot{V}O_{2max}$, the lactate threshold and 3000 m running performance in moderately trained males. *Journal of science and medicine in sport*, 10(1), 27-35.. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2006.05.014>.
- [12] Kohn, T. A., Essén-Gustavsson, B., & Myburgh, K. H. (2011). Specific muscle adaptations in type II fibers after high-intensity interval training of well-trained runners. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 21(6), 765-772. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01136.x>.
- [13] Zatsiorsky, V. M. (2000). *Biomecânica no esporte: performance do desempenho e prevenção de lesão*. Grupo Gen-Guanabara Koogan.
- [14] McGinnis, P. M. (2015). *Biomecânica do esporte e do exercício-3*. Artmed Editora.
- [15] Nogueira, M. (2008). Análise e comparação das alterações biomecânicas associadas à corrida de velocidade com arrasto. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/14794/2/38295.pdf>
- [16] van Ingen Schenau, G. (1980). Some fundamental aspects of the biomechanics of overground versus treadmill locomotion. *Medicine and science in sports and exercise*, 12(4), 257-261. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7421475/>
- [17] Hochman, B., Fabio, X. N., Renato, S. de O. F., & Lydia, M. F. (2005). "Research Designs." *Acta Cirurgica Brasileira* 20 (SUPPL. 2): 2-9. <https://doi.org/10.1590/s0102-86502005000800002>.
- [18] Santana, H. A. P., Wilson, B. N., Marcelo, P., Magalhães, de S., Guilherme G. de A., Ricardo Y. A., João M. de O. C., Jéssica, C. S., & Jonato, P. (2010). "Teste de Cinco Minutos (T5) Prediz a Velocidade Pico de Corrida Em Estudantes Universitários." *Brazilian Journal of Sports and Exercise Research* 1 (2): 84-88
- [19] Chang, S. C., Adami, A., Lin, H. C., Lin, Y. C., Chen, C. P., Fu, T. C., ... & Huang, S. C. (2020). Relationship between maximal incremental and high-intensity interval exercise performance in elite athletes. *PloS one*, 15(5), e0226313.. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226313>.
- [20] Jones, A. M., & Doust, J. H. (1996). A 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. *Journal of sports sciences*, 14(4), 321-327.<https://doi.org/10.1080/02640419608727717>.
- [21] Kuipers, H., Rietjens, G. J. W. M., Verstappen, F., Schoenmakers, H., & Hofman, G. (2003). Effects of stage duration in incremental running tests on physiological variables. *International journal of sports medicine*, 24(07), 486-491..<https://doi.org/10.1055/s-2003-42020>
- [22] Arantes, F. J., Vieira, P. F., Borges, D. L., & Pereira, A. A. (2017). Pode o consumo máximo de oxigênio e a frequência cardíaca máxima medidos em teste laboratorial serem preditos por equações em corredores amadores?. *RBPFE-Revista Brasileira De Prescrição E Fisiologia Do Exercício*, 11(66), 343-352.<http://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/1146>
- [23] Glass, S., Dwyer, G. B., & American College of Sports Medicine (Eds.). (2007). *ACSM'S metabolic calculations handbook*. Lippincott Williams & Wilkins.
- [24] Koutlianos, N., Dimitros, E., Metaxas, T., Cansiz, M., Deligiannis, A. S., & Koudi, E. (2013). Indirect estimation of VO_{2max} in athletes by ACSM's equation: valid or not?. *Hippokratia*, 17(2), 136.<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24376318>
- [25] Mujika, I., & Padilla, S. (2003). Scientific bases for precompetition tapering strategies. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(7), 1182-1187. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000074448.73931.11>
- [26] Spilsbury, K. L., Nimmo, M. A., Fudge, B. W., Pringle, J. S., Orme, M. W., & Faulkner, S. H. (2019). Effects of an increase in intensity during tapering on 1500-m running performance. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 44(7), 783-790. <https://doi.org/10.1139/apnm-2018-0551>
- [27] Mujika, I., Padilla, S., Pyne, D., & Busso, T. (2004). Physiological changes associated with the pre-event taper in athletes. *Sports medicine*, 34(13), 891-927. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434130-00003>
- [28] Mujika, I., & Padilla, S. (2000). Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I. *Sports Medicine*, 30(2), 79-87. <https://doi.org/10.2165/00007256-200030020-00002>
- [29] Houmard, J. A. (1991). Impact of reduced training on performance in endurance athletes. *Sports Medicine*, 12(6), 380-393. <https://doi.org/10.2165/00007256-199112060-00004>
- [30] Mujika, I. (1998). The influence of training characteristics and tapering on the adaptation in highly trained individuals: a review. *International journal of sports medicine*, 19(07), 439-446. <https://doi.org/10.1055/s-2007-971942>
- [31] Mujika, I. (2010). Intense training: the key to optimal performance before and during the taper. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20, 24-31. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01189.x>
- [32] American College of Sports Medicine. (2003). *Diretrizes de ACSM para os testes de esforço e sua prescrição*. Guanabara Koogan.
- [33] Cooper, K. H. (1968). A means of assessing maximal oxygen intake: correlation between field and treadmill testing. *Jama*, 203(3), 201-204.. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/5694044/>
- [34] Weineck, J. *Treinamento Ideal*. (2003). São Paulo. Manole.
- [35] Santos, C. C. B. (2016). Corrida de rua: variação da pressão arterial na periodização do treinamento de atletas amadores. *Scire Salutis*, 6(1), 35-51. <https://doi.org/10.6008/SPC2236-9600.2016.001.0002>
- [36] Zwetsloot, K. A., John, C. S., Lawrence, M. M., Battista, R. A., & Shanely, R. A. (2014). High-intensity interval training induces a modest systemic inflammatory response in active, young men. *Journal of inflammation research*, 7, 9.. <https://dx.doi.org/10.2147%2FJIR.S54721>
- [37] De Sá, M. C. (2014). Respostas do treinamento intervalado aeróbio de corrida na melhoria da capacidade de absorção de oxigênio (vo_{2max}), na saúde e no desempenho. *Conexões*, 12(1), 142-160. <https://doi.org/10.20396/conex.v12i1.2185>
- [38] Silva, R. C. D. Impacto de 4 semanas de treinamento intervalado de alta intensidade sobre variáveis fisiológicas determinantes da aptidão aeróbia e a estratégia de corrida adotada durante um teste contrarrelógio de 5 km (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- [39] HAY, JAMES G. *Biomecânica das técnicas desportivas*. (1981). Interamericana.
- [40] Smith, T. P., McNaughton, L. R., & Marshall, K. J. (1999). Effects of 4-wk training using V_{max}/T_{max} on VO_{2max} and performance in

athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 31(6), 892-896.
<https://doi.org/10.1097/00005768-199906000-00019>

- [41] Smith, T. P., Coombes, J. S., & Geraghty, D. P. (2003). Optimising high-intensity treadmill training using the running speed at maximal O₂ uptake and the time for which this can be maintained. *European journal of applied physiology*, 89(3), 337-343.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00421-003-0806-6>
- [42] García-Pinillos, F., Soto-Hermoso, V. M., & Latorre-Román, P. A. (2017). How does high-intensity intermittent training affect recreational endurance runners? Acute and chronic adaptations: A systematic review. *Journal of Sport and Health Science*, 6(1), 54-67.
<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.08.010>
- [43] Koblbauer IF, van Schooten KS, Verhagen EA van Dieën JH. Kinematic changes during running-induced fatigue and relations with core endurance in novice runners. *J Sci Med Sport* 2014;17:419–24
- [44] Hanley B, Mohan AK. Changes in gait during constant pace treadmill running. *J Strength Cond Res* 2014;28:1219–25.
- [45] Mizrahi J. Effect of fatigue on leg kinematics and impact acceleration in long distance running. *Hum Mov Sci* 2000;19:139–51.
- [46] García-Pinillos, Felipe, et al. "Kinematic alterations after two high-intensity intermittent training protocols in endurance runners." *Journal of sport and health science* 8.5 (2019): 442-449.
- [47] Nigg, Benno M., RUUD W. De Boer, and V. E. R. O. N. I. C. A. Fisher. "A kinematic comparison of overground and treadmill running." *Medicine and science in sports and exercise* 27.1 (1995): 98-105.
- [48] Warabi, Tateo, et al. "Treadmill walking and overground walking of human subjects compared by recording sole-floor reaction force." *Neuroscience research* 53.3 (2005): 343-348.
- [49] Wank, V., U. Frick, and D. Schmidtbleicher. "Kinematics and electromyography of lower limb muscles in overground and treadmill running." *International journal of sports medicine* 19.07 (1998): 455-461.