

EFEITO DO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE SOBRE O CONSUMO DE OXIGÊNIO DEPOIS DO EXERCÍCIO: METANÁLISE

THE EFFECT OF HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING ON POST-EXERCISE OXYGEN CONSUMPTION:
A META-ANALYSIS


EFFECTO DEL ENTRENAMIENTO DE INTERVALOS DE ALTA INTENSIDAD SOBRE EL CONSUMO DE OXÍGENO
DESPUÉS DE EJERCICIO: METAANÁLISIS


Gustavo Allegretti João^{1,2} 
(Médico Docente)

Daniel Rodriguez² 
(Médico Docente)

Lucas D. Tavares^{1,3} 
(Médico Docente)


Nelson Carvas Júnior⁴ 
(Docente)

Francisco Luciano Pontes Júnior⁵ 
(Médico Docente)

Roberta Luksevicius Rica⁶ 
(Médico Docente)

Danilo Sales Bocalini⁷ 
(Médico Docente)

Julien S. Baker⁸ 
(Médico Docente)

Aylton Figueira Júnior² 
(Médico Docente)

1. Faculdades Metropolitanas Unidas, Laboratório de Fisiologia do Exercício, São Paulo, SP, Brasil.
2. Universidade São Judas Tadeu, Laboratório de Fisiologia Translacional, São Paulo, SP, Brasil.
3. Universidade de São Paulo, Laboratório de Adaptações Neuromusculares ao Treinamento de Força, São Paulo, SP, Brasil.
4. Universidade Federal de São Paulo, Departamento de Saúde Baseada em Evidências, Centro Cochrane do Brasil, SP, Brasil.
5. Universidade de São Paulo, Laboratório de Atividade Física e Envelhecimento, Escola das Artes, Ciências, e Humanidades, São Paulo, SP, Brasil.
6. Universidade Estácio de Sá, Departamento de Educação Física, Vitória, ES, Brasil.
7. Universidade Federal do Espírito Santo, Laboratório de Fisiologia e Bioquímica, Centro de Educação Física e Desportos, Vitória, ES, Brasil.
8. Hong Kong Baptist University, Centro de Pesquisa em Ciências da Saúde e do Exercício, Hong Kong, China.

Correspondência:

Gustavo Allegretti João
R. Santo Antônio, 607, Bela Vista,
São Paulo, SP. 01314-000.
gustavoaallegretti@hotmail.com



RESUMO

Introdução: O objetivo deste estudo foi apresentar uma revisão sistemática e metanálise para comparar os efeitos de dois modelos de intervenção de treinamento sobre o consumo excessivo de oxigênio pós-exercício (EPOC) em indivíduos saudáveis em treinamento, e o objetivo secundário foi entender se o consumo de oxigênio depois de exercício realmente pode proporcionar ajuda substancial. **Objetivo:** Elaborar uma revisão de metanálise para comparar um modelo de treinamento de duas intervenções (experimental: treinamento intervalado de alta intensidade, e controle: contínuo de intensidade moderada) e o efeito sobre o EPOC total em indivíduos saudáveis. **Participantes:** Os 17 estudos foram considerados de boa qualidade metodológica e baixo risco de viés. **Métodos:** As buscas bibliográficas foram realizadas nos bancos de dados eletrônicos sem restrição de ano de publicação. Os descritores usados foram obtidos em MeSH (PubMed) e DeCS (Descritores em Ciências da Saúde da BIREME). **Resultados:** Os achados do presente estudo mostraram uma tendência (modelo de efeitos aleatórios: 0,87, IC 95% [0,35;1,38], $I^2 = 73%$, $p < 0,01$) de aumento do EPOC quando as medidas foram realizadas depois de treinamento intervalado de alta intensidade. **Conclusões:** Nosso estudo concentrou-se na análise dos resultados de alta e moderada intensidade no consumo de oxigênio depois do exercício. Apesar da crescente popularidade do treinamento intervalado de alta intensidade, descobrimos que os benefícios agudos e crônicos permanecem limitados. Entendemos que a falta de um protocolo e variáveis padronizadas de treinamento fornecem consenso limitado para determinar a magnitude do EPOC. Sugerimos que estudos experimentais longitudinais podem fornecer conclusões mais robustas. Outro fator de confusão nos estudos investigados foi a magnitude (tempo em minutos) das medidas do VO_2 na avaliação do EPOC. Os tempos de medição variaram de 60 a 720 min. Estudos longitudinais e projetos experimentais controlados facilitariam medições mais precisas e números corretos de indivíduos forneceriam tamanhos de efeito precisos. **Nível de evidência II; Revisão sistemática^B de Estudos.**

Descritores: Consumo de oxigênio; Exercício; Condicionamento físico humano; Treinamento intervalado de alta intensidade.

ABSTRACT

Introduction: The objective of this study was to present a systematic review and meta-analysis to compare total excess post-exercise oxygen consumption (EPOC) for two training intervention models in healthy individuals, and the secondary objective was to understand whether oxygen consumption after exercise could really promote a meaningful help. **Design:** To design a meta-analysis review to compare two training intervention models (experimental: high-intensity interval training; and control: continuous moderate-intensity) and their effects on total EPOC in healthy individuals. **Participants:** Seventeen studies were considered to be of good methodological quality and with a low risk of bias. **Methods:** Literature searches were performed using the electronic databases with no restriction on year of publication. The keywords used were obtained by consulting Mesh Terms (PubMed) and DeCS (BIREME Health Science Descriptors). **Results:** The present study findings showed a tendency (random-effects model: 0.87, 95%-CI [0.35, 1.38], $I^2=73%$, $p<0.01$) to increase EPOC when measured following high-intensity interval training. **Conclusions:** Our study focused on the analysis of high- and moderate-intensity oxygen uptake results following exercise. Despite the growing popularity of high-intensity interval training, we found that the acute and chronic benefits remain limited. We understand that the lack of a standard protocol and standard training variables provides limited consensus to determine the magnitude of the EPOC. We suggest that longitudinal experimental studies may provide more robust conclusions. Another confounding factor in the studies investigated was the magnitude (time in minutes) of VO_2 measurements when assessing EPOC. Measurement times ranged from 60 min to 720 min. Longitudinal studies and controlled experimental designs would facilitate more precise measurements and correct subject numbers would provide accurate effect sizes. **Systematic review of Level II studies.**

Keywords: Oxygen consumption; Exercise; HYPERLINK "about:blank" Physical conditioning, human; High-intensity interval training.

RESUMEN

Introducción: El objetivo de este estudio fue presentar una revisión sistemática y un metaanálisis para comparar los efectos de dos modelos de intervención de entrenamiento sobre el exceso de consumo de oxígeno post-ejercicio (EPOC) en individuos sanos en entrenamiento, y el objetivo secundario fue comprender si el consumo de oxígeno después del ejercicio realmente puede proporcionar una ayuda sustancial. *Objetivo:* Preparar una revisión de metaanálisis para comparar un modelo de entrenamiento de dos intervenciones (experimental: entrenamiento en intervalos de alta intensidad; y control: continuo de intensidad moderada) y los efectos sobre el EPOC total en individuos sanos. *Participantes:* Los 17 estudios se consideraron de buena calidad metodológica y de bajo riesgo de sesgo. *Métodos:* Se realizaron búsquedas bibliográficas en bases de datos electrónicas sin restricción de año de publicación. Los descriptores utilizados se obtuvieron de la consulta a Mesh (PubMed) y DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud de BIREME). *Resultados:* Los hallazgos del presente estudio mostraron una tendencia (modelo de efectos aleatorios: 0,87, IC 95% [0,35; 1,38], I² = 73%, p < 0,01) de aumento del EPOC cuando las medidas se realizaron después de un entrenamiento en intervalos de alta intensidad. *Conclusiones:* Nuestro estudio se centró en el análisis de resultados del consumo de oxígeno post-ejercicio de alta y moderada intensidad. A pesar de la creciente popularidad del entrenamiento en intervalos de alta intensidad, hemos comprobado que los beneficios agudos y crónicos siguen siendo limitados. Entendemos que la falta de un protocolo y variables de entrenamiento estandarizadas proporcionan un consenso limitado para determinar la magnitud del EPOC. Sugerimos que los estudios experimentales longitudinales pueden proporcionar conclusiones más sólidas. Otro factor de confusión en los estudios investigados fue la magnitud (tiempo en minutos) de las mediciones del VO₂ al evaluar el EPOC. Los tiempos de medición oscilaron entre 60 y 720 minutos. Los estudios longitudinales y los diseños experimentales controlados facilitarían mediciones más precisas y el número correcto de sujetos proporcionaría tamaños de efecto precisos. **Nivel de evidencia II; Revisión sistemática de Estudios.**

Descriptores: Consumo de oxígeno; Ejercicio; Acondicionamiento físico humano; Entrenamiento de intervalos de alta intensidad.

DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1517-8692202329012021_0005

Artigo recebido em 01/11/2021 aprovado em 05/10/2021

INTRODUÇÃO

Devido ao aumento da obesidade nos últimos anos, a busca por estratégias que auxiliem a redução da massa gorda também cresceu. Uma estratégia não farmacológica é o exercício. Vários protocolos de treinamento, modelos de exercício e diferentes intensidades e durações têm sido usados para aumentar o gasto energético durante e depois do exercício. O gasto energético pós-exercício é normalmente quantificado medindo-se o consumo excessivo de oxigênio pós-exercício (EPOC).¹⁻⁵ No entanto, encontrar o exercício que aumenta o gasto energético é difícil. Além disso, também é desejável uma intensidade que possa controlar, manter e diminuir o peso corporal e controlar doenças associadas à obesidade. O gasto energético durante e pós-exercício é medido pelo consumo de oxigênio (VO₂) com um analisador de gases.^{6,7} Durante o exercício, há um aumento no VO₂ para suportar o aumento das necessidades energéticas. Depois do exercício, o VO₂ não retorna aos níveis de repouso imediatamente e pode permanecer elevado por algum tempo. A intensidade do exercício é um fator importante na determinação do consumo excessivo de oxigênio pós-exercício (EPOC).³

Existem vários modelos de treinamento (resistência, alta intensidade e contínuo) que podem aumentar o EPOC entre 1 e 48 horas acima dos níveis de repouso.^{1,3,8-13} Nesse contexto, tem sido sugerido que existe uma relação curvilínea entre a magnitude do EPOC (O₂ total consumido durante a recuperação) e a intensidade do exercício.

O treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) tem sido recomendado por causa do gasto energético relativamente rápido e aumentado durante e depois do exercício, em comparação com o treinamento aeróbico contínuo. No entanto, tem sido relatado que o treinamento aeróbico é um método eficaz para controlar ou perder peso.¹⁴ Por outro lado, o treinamento resistido (TR) tem sido descrito como de natureza intermitente e pode induzir um EPOC prolongado durante a recuperação.² Tucker et al.¹⁵ sugeriram que é improvável que a maior perda de gordura observada após o treinamento intervalado

relatado em alguns estudos se deva ao maior EPOC depois de exercício intervalado. Nesse contexto, Binzen et al.² investigaram os efeitos agudos de 45 minutos de TR no EPOC e na oxidação do substrato 120 minutos depois do exercício em mulheres moderadamente treinadas. O EPOC geral de 2 horas foi de 6,2 L (TR: 33,4 ± 5,1 L vs. controle: 27,2 ± 0,3 L), que corresponde a uma elevação de 18,6% ao longo do período de medição.

A literatura parece inconclusiva sobre a magnitude do efeito do EPOC e a relação com a intensidade do exercício durante o treinamento. Atualmente, os profissionais vêm recomendando modelos de treinamento intervalado de alta intensidade relacionados com o aumento relativo e absoluto do gasto energético depois do exercício. Porém, modelos de treinamento intervalado de alta intensidade podem não ser eficazes para todos os indivíduos, principalmente os sedentários, idosos e com sobrepeso/obesidade.¹⁶⁻¹⁸

OBJETIVOS

Assim sendo, o objetivo deste estudo foi apresentar uma revisão sistemática e metanálise para comparar dois modelos de intervenção (experimental: treinamento intervalado de alta intensidade; e controle: contínuo de intensidade moderada) sobre o consumo total de oxigênio durante a recuperação (EPOC) de indivíduos saudáveis em treinamento, e o objetivo secundário foi entender se o consumo de oxigênio após exercício poderia realmente ajudar de forma significativa.

MATERIAIS E MÉTODOS

A revisão da metanálise foi realizada de acordo com as recomendações de Khan et al.¹⁹ considerando: 1) enquadramento das questões para revisão de literatura; 2) identificação da pesquisa relevante; 3) avaliação da qualidade dos estudos; 4) resumo das evidências e 5) interpretação dos resultados. Além disso, aderimos aos 27 itens por meio de listas de verificação de Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). Para garantir transparência e comunicação completa, esta revisão sistemática e metanálise atendeu às sugestões

descritas anteriormente.²⁰ As questões de pesquisa foram definidas pelo modelo PICOS de acordo com as diretrizes PRISMA, conforme segue:

1. População: homens e mulheres com experiência em treinamento.
2. Intervenção: sessão aguda que incorporou um treinamento de alta intensidade.
3. Comparador: consumo de oxigênio em comparação com outras intervenções (treinamento de intensidade moderada).
4. Desfechos: consumo de oxigênio depois do exercício.
5. Desenho do estudo: randomizado, controlado, transversal; contrabalançado ou desenho de medidas repetidas que investigaram as respostas agudas de consumo de oxigênio no treinamento de alta intensidade.

A revisão foi aprovada e registrada no National Institute for Health Research - International Prospective Register of Systematic Review (PROSPERO) CRD42020170195 último 28/04/2020.

Critérios para considerar estudos para esta revisão

Tipo de estudos

Incluimos ensaios clínicos randomizados (com desenho de grupos paralelos, intrapessoal, desenho de grupos ou primeira fase de estudos cruzados), avaliando as estratégias e programas com extrema atenção nos sistemas de treinamento de resistência, em comparação com cada sistema de treinamento de resistência. Excluímos estudos clínicos não randomizados, como estudos de coorte, caso-controle e relatos de caso. Não impomos restrições de idioma, data de publicação ou *status* para os registros recuperados.

Tipo de participantes

Foram incluídos estudos com adultos de ambos os sexos (18 anos ou mais) com ou sem experiência em treinamento resistido e sem doenças diagnosticadas.

Tipos de intervenção

Incluimos estudos que avaliaram os efeitos do treinamento com exercícios de alta intensidade em comparação com exercícios de baixa ou moderada intensidade.

Tipo de medidas dos desfechos

Desfechos primários

1. Consumo de oxigênio (litros) e calorias (kcal)
2. Efeitos adversos (por exemplo, piora dos parâmetros mencionados acima depois do tratamento)

Desfechos secundários

1. Alterações metabólicas
2. Mudança do nível de aptidão cardiorrespiratória
3. Efeito do exercício sobre a frequência cardíaca

Métodos de busca para identificação de estudos

Busca na literatura

Para esta revisão, foram realizadas buscas bibliográficas nas bases de dados eletrônicas (Biblioteca Virtual da Saúde - BVS, PubMed, Embase, Ebsco SPORTDiscus e ScienceDirect), sem restrição de ano. A busca manual de referência foi realizada para identificar outros estudos relevantes. Os descritores usados foram obtidos por meio de consulta ao Mesh Terms (PubMed) e DeCS (Descritores em Ciências da Saúde da BIREME), a saber: combinação de excesso de consumo de oxigênio pós-exercício (epoc; consumo de oxigênio; oxigênio; equivalente metabólico) e treinamento intervalado de alta intensidade (Alta Intensidade; Treinamento Intervalado de Sprint; Intermitente de Alta Intensidade; exercício) com a combinação "AND" e "OR": "epoc" AND "exercise" (PubMed) ((epoc[All Fields] AND (exercise[MeSH Terms] OR "exercise"[All Fields])) AND Search((epoc Title/Abstract)) AND (("Oxygen Consumption"[Mesh] OR "Consumption, Oxygen" OR "Consumptions, Oxygen" OR "Oxygen Consumption" OR "Metabolic Equivalent")) AND (("High-Intensity Interval Training"[Mesh] High Intensity Interval Training OR "High-Intensity Interval

Trainings" OR "Interval Training, High-Intensity" OR "Interval Trainings, High-Intensity" OR "Training, High-Intensity Interval" OR "Trainings, High-Intensity Interval" OR "High-Intensity Intermittent Exercise" OR "Exercise, High-Intensity Intermittent" OR "Exercises, High-Intensity Intermittent" OR "High-Intensity Intermittent Exercises" OR "Sprint Interval Training" OR "Sprint Interval Trainings"))). Depois da remoção das duplicatas, cada artigo foi selecionado inicialmente por título e resumo para verificar sua adequação. Os artigos em texto completo foram recuperados para determinar a inclusão ou exclusão. Dois autores (BCL e EFR) realizaram a busca de forma independente. No caso de qualquer viés de seleção, um terceiro avaliador (GAJ) foi incluído. A busca foi realizada ao longo de janeiro de 2018 e atualizada em dezembro de 2019.

Busca de outros recursos

Além disso, verificamos a lista de referências e citações de estudos elegíveis, literatura cinzenta (Open Grey, www.opengrey.eu) e revisões sistemáticas relacionadas. Quando necessário, tentamos entrar em contato com os autores dos relatórios originais para esclarecimentos ou para solicitar dados ausentes.

Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos nesta revisão os estudos que satisfizeram os seguintes critérios: (a) uso de alta intensidade em comparação com intensidade moderada; (b) resultados relatados do consumo de oxigênio (litro) e calorias (kcal); (c) desenho agudo ou parte dele; e (d) publicação em periódico de língua inglesa revisado por pares.

Seleção dos estudos e revisão do processo

Para aumentar a confiabilidade, dois pesquisadores (GAJ e DR) realizaram as análises de forma independente durante todas as etapas do estudo e, em caso de discrepância, um terceiro avaliador (GAJ) foi moderador. Em todos os artigos incluídos, os seguintes dados foram extraídos: (1) características do estudo (autor, ano, tamanho da amostra e desenho do estudo); (2) dados demográficos dos participantes (idade, sexo e experiência de treinamento); (3) protocolos de treinamento (estrutura de alta intensidade e intensidade moderada [ou seja, período de descanso, número de séries e repetições, duração da sessão, seleção de exercícios e intensidade de acordo com os estudos anteriores]);^{21,22} e (4) medidas de desfechos (VO_2 [L], e mostrou valor calórico [kcal]) pós-intervenção e relatou uma alteração média e desvio padrão usando uma medida validada. As listas de referências dos artigos recuperados foram então selecionadas para qualquer artigo adicional que tivesse relevância para o tópico, de acordo com publicações anteriores²³ (Figura 1).

Coleta e gerenciamento de dados

Formulários de extração de dados foram usados para coletar os dados de cada estudo. Os dados coletados incluíram o tamanho e as características da amostra (ou seja, idade, sexo, peso corporal, altura, massa gorda, massa sem gordura, experiência com treinamento de resistência), características das intervenções (desenho do estudo, número de sessões, duração da cada sessão de tratamento, intensidade de treinamento, modelo de treinamento), instrumentos utilizados para avaliar os desfechos (consumo de oxigênio) e resultados dos estudos incluídos. Dois revisores independentes realizaram a coleta dos dados. Todas as discordâncias foram resolvidas por um terceiro revisor. Quando os dados não estavam disponíveis nos artigos ou em caso de incerteza, os autores foram contatados sempre que possível para esclarecimentos.

Risco de viés e avaliação de qualidade

O risco de viés nos estudos foi avaliado por três autores (GAJ, DR e AF) de acordo com o The Joanna Briggs Institute (JBI) Critical Appraisal tools for use in JBI Systematic Reviews.²⁴ A lista de avaliação crítica do JBI para estudos seccionais analíticos de risco de viés foi avaliada considerando as

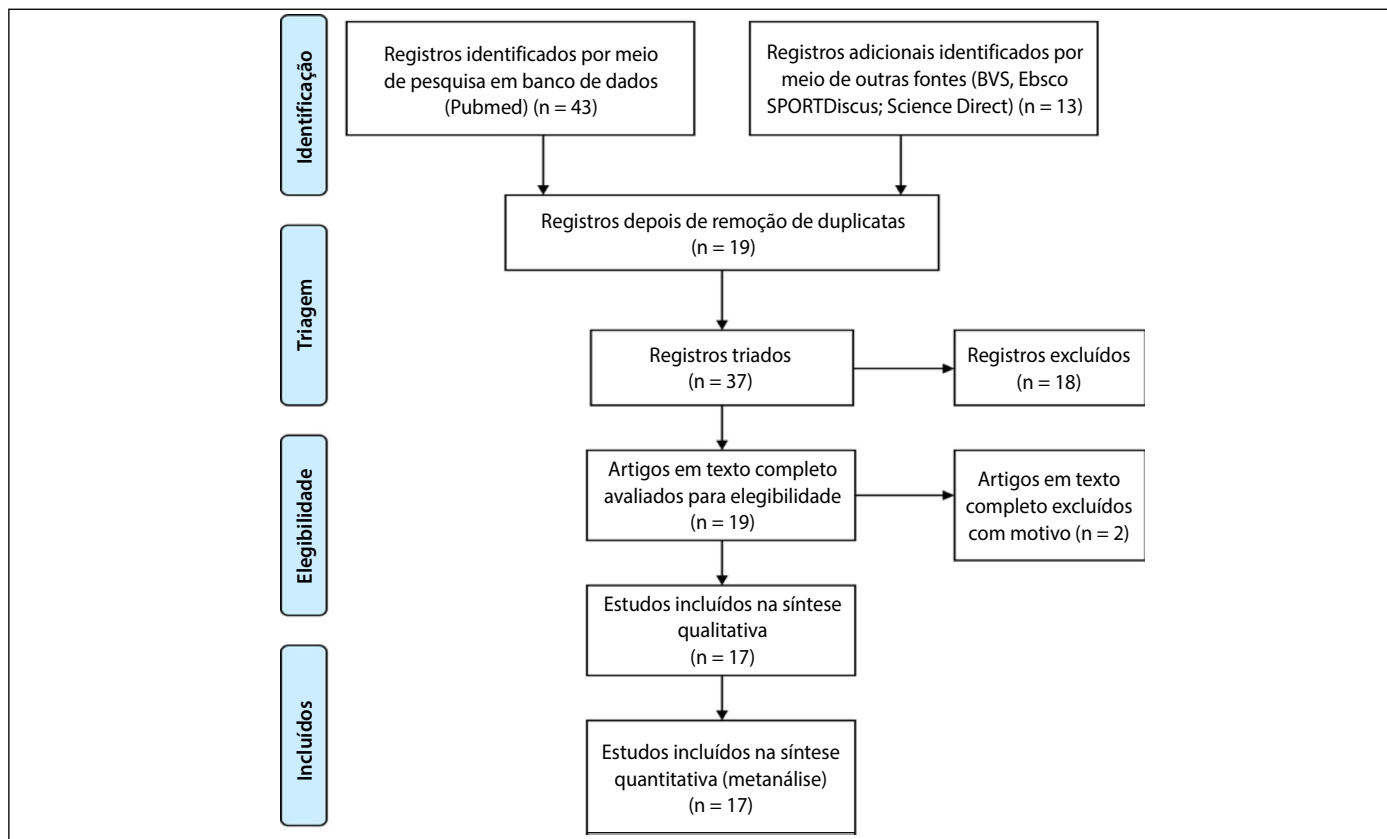


Figura 1. Fluxograma da estratégia de busca na literatura Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA).²⁰

seguintes questões: os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos? Os participantes e as condições do estudo foram descritos em detalhes? A exposição foi medida de forma válida e confiável? Foram usados critérios objetivos e padronizados para a medição das condições? Foram identificados fatores de confusão? Foram declaradas estratégias para lidar com fatores de confusão? Os resultados foram medidos de forma válida e confiável? Foi usada a análise estatística apropriada?

Essas revisões sistemáticas incorporaram um processo de crítica e avaliação das evidências da pesquisa. Portanto, o objetivo desta análise foi avaliar a qualidade metodológica de um estudo e determinar até que ponto um estudo abordou a possibilidade de viés em seu desenho. A conduta e a análise de acordo com os modelos anteriores foram empregadas nesta metanálise^{25,26} (Figuras 2 e 3).

Metanálise estatística

Medida do efeito do tratamento

A metanálise de efeitos aleatórios foi realizada para a variável de desempenho consumo de oxigênio. O desfecho da variável de desempenho foi apresentado como diferenças médias padronizadas DMP ± desvio padrão (DP) e valores de intervalo de confiança (IC) de 95%. Para cada estudo, a DMP foi calculada de forma que os valores positivos indicam que o grupo intervenção (ou seja, treinamento de alta intensidade) foi superior ao grupo controle (ou seja, treinamento de intensidade moderada).²⁷

Como lidar com dados faltantes

Os dados perdidos foram tratados conforme descrito no Capítulo 10 do Cochrane Handbook of Systematic Reviews; portanto, sempre que possível, realizamos análise de intenção de tratar para desfechos primários e secundários (estudos randomizados). Independentemente do desenho do estudo, tentamos entrar em contato com os investigadores ou patrocinadores do estudo para obter dados de resultados ausentes. Quando esses dados permanecem indisponíveis, classificamos os domínios relevantes da ferramenta Cochrane para avaliar o risco de viés adequadamente.

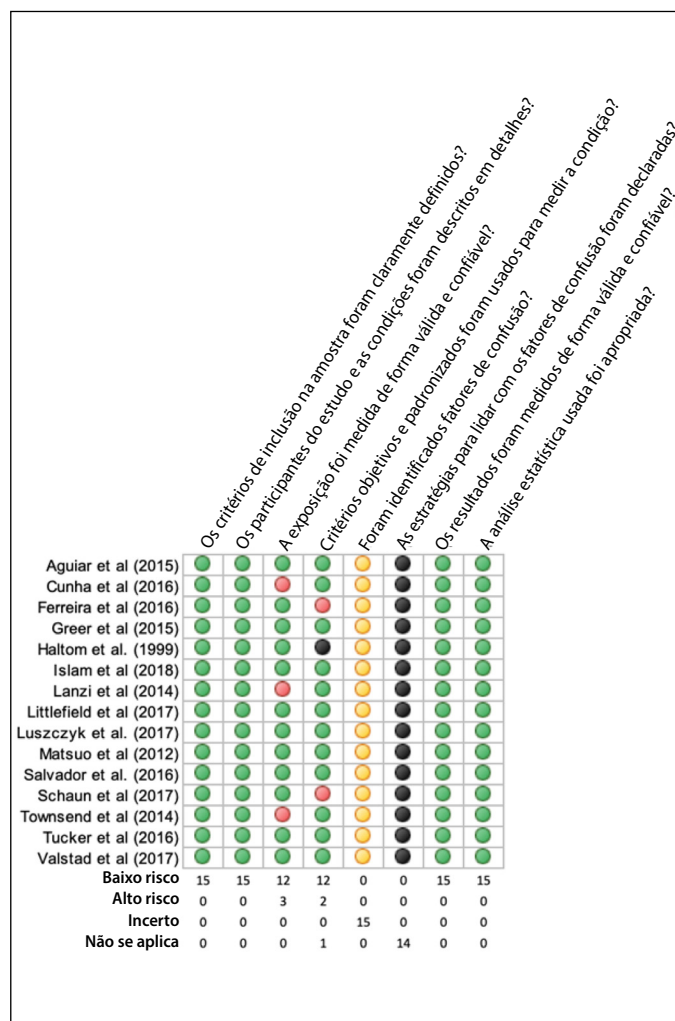


Figura 2. Risco de viés dos estudos selecionados.

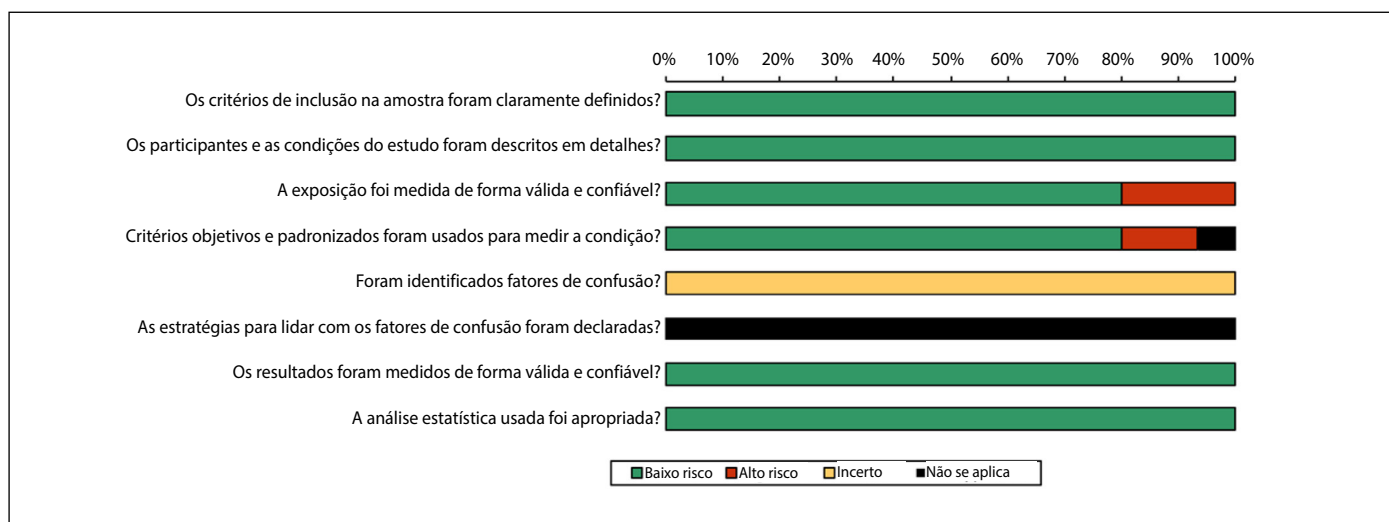


Figura 3. Resumo do risco de viés de estudos selecionados de acordo com Joanna Briggs Institute (JBI) Critical Appraisal tools for use in JBI Systematic Reviews para análise de risco de viés.

Avaliação da heterogeneidade

Avaliamos a heterogeneidade estatística empregando o teste Cochran Q para determinar a força da evidência de que qualquer heterogeneidade era genuína. Consideramos um limiar de valor de $P < 0,1$ como um indicador da presença de heterogeneidade (variação genuína nos tamanhos de efeito). Além disso, examinamos e interpretamos a estatística I^2 da seguinte forma: $< 25\%$ (sem heterogeneidade); 25% a 49% (baixa heterogeneidade); 50% a 74% (heterogeneidade moderada); $\geq 75\%$ (alta heterogeneidade).²⁸

Portanto, o efeito do tipo de treinamento foi determinado por valores padronizados de DMP pós-intervenção depois de calcular o inverso da variância.^{29,30} A quantidade de heterogeneidade foi estimada (com o estimador DerSimonian-Laird) e incorporada ao erro padrão efeito médio estimado e o correspondente intervalo de confiança.

Avaliação de vieses de relatórios

Gráficos em funil e *trim and fill* foram usados para avaliar o viés de publicação usando os testes de regressão de Egger, e a assimetria não significativa indicou nenhum viés.³¹

Síntese de dados

A metanálise

Usamos o Pacote meta versão 1.2-1 e versão 3.0 implementado no software R-3.6.2 para Mac para realizar e sintetizar a evidência direta e indireta do efeito do consumo de oxigênio pós-exercício. Portanto, todas as análises foram realizadas usando o pacote meta no R versão 1.0.4.4 – © 2009-2016 RStudio, Inc. (The R Foundation for Statistical Computing, Viena, Áustria). Um nível α de $p < 0,05$ foi usado para determinar a significância estatística.

Análise de subgrupo e investigação de heterogeneidade

Realizamos análise de subgrupo em caso de heterogeneidade considerando as seguintes variáveis: VO_2 ou kcal depois do exercício: TR = estudos que incluíram apenas exercícios resistidos e equipamentos de instrumentos usados, pesos livres; RU = estudos que incluíram apenas treino de corrida e uso de esteira e CY = estudos que incluíram apenas treinamento de ciclismo e utilizaram cicloergômetro.

Análise de sensibilidade

Realizamos uma análise de sensibilidade que incluiu: Efeitos do risco de viés excluindo estudos com risco de viés alto ou incerto; influência de estudos inéditos excluindo ensaios com resumos apenas e influência do patrocínio excluindo estudos financiados pela indústria.

RESULTADOS

Características dos estudos e participantes incluídos

Os 17 estudos foram considerados de boa qualidade metodológica e baixo risco de viés. Detalhes completos do risco de viés são apresentados em (material complementar). O total de 302 adultos de ambos os sexos incluídos foram randomizados em grupo experimental (treinamento intervalado de alta intensidade; $n = 152$) e grupo controle (treinamento de intensidade moderada; $n = 150$). A média de idade foi de $26,17 \pm 6,55$ anos (massa corporal: $77,26 \pm 11,82$ kg, estatura: $175,17 \pm 4,18$ cm, índice de massa corporal: $25,31 \pm 4,48$ kg.m²) (Tabela 1 (parte I e parte II)).

Análise principal

Os dados reunidos de 17 estudos mostraram um grande efeito significativo a favor do grupo experimental (treinamento intervalado de alta intensidade) (DMP: 1,24; IC de 95% [0,78; 1,71]; $z: 5,25$, $Q: 1,08$; $p < 0,01$). No entanto, houve grande heterogeneidade $\tau^2: 0,6150$; $H: 1,74$ [1,35; 2,24]; $I^2 = 67\%$ [44,9%; 80,1%].

As características da intervenção estão descritas na Tabela 2. As intervenções foram realizadas para comparar o treinamento intervalado de alta intensidade e contínuo com a intensidade moderada em todos os estudos. Dez estudos^{1,4,5,32-38} relatado pelo VO_2 em litros; três estudos^{2,39,40} relataram resultados apenas no gasto energético em calorias (kcal); e cinco estudos^{15,41-44} relataram resultados em ambos (VO_2 e kcal), respectivamente.

O cicloergômetro foi a modalidade de exercício mais comum (oito estudos)^{4,5,15,34,36,37,41,43}, seguida pela esteira (sete estudos),^{4,32,33,35,37,38,44} e o exercício resistido foi a modalidade menos comum (dois estudos).^{1,42}

A Tabela 2 mostra um grande efeito a favor do treinamento de alta intensidade para o VO_2 pós-exercício em cicloergômetro ou esteira. Houve significâncias diferentes a favor do exercício de alta intensidade para o gasto energético (calorias) quando a intervenção foi o exercício resistido.

Assim, há evidências de que os resultados da metanálise foram influenciados por um viés de publicação. Depois da análise da assimetria em funil ($t = 1,09$; $= -0,61$ (13), valor de $p = 0,30$), aplicou-se o método *trim and fill* para o tamanho do efeito corrigido.

O ajuste para viés de publicação mostrou que os estudos que utilizaram treinamento de alta intensidade parecem influenciar positivamente o aumento do gasto energético e/ou consumo de oxigênio pós-exercício. Os detalhes completos estão resumidos na Figura 4.

DISCUSSÃO

Nosso estudo concentrou-se especificamente na avaliação dos resultados do treinamento intervalado de alta intensidade e de intensidade

Tabela 1. Resumo das características dos estudos e participantes incluídos e programa de intervenções nas características (parte I).

Estudo	Tamanho da amostra	Sexo		Idade (anos)	Peso (kg)	Estatura (cm)
Abboud et al. (2013)	8	homens saudáveis	ambos (não treinados e treinados)	22 ± 3	88,0 ± 8,7	176,0 ± 5,0
Aguiar et al. (2015)	22	homens saudáveis	treinados	29 ± 4	70,2 ± 8,6	181,0 ± 8,0
Cunha et al. (2016)	10	homens saudáveis	treinados	28 ± 4	NR	NR
Ferreira et al. (2016)	5	homens saudáveis	treinados	31 ± 7,7	77,0 ± 7,7	180,2 ± 4,3
Greer et al. (2015)	10	homens saudáveis	fisicamente ativos	22 ± 2	77,1 ± 16,4	173,0 ± 11,6
Haltom et al. (1999)	7	homens saudáveis	treinados	27 ± 1	85,4 ± 3	180,4 ± 2,8
Islam et al. (2018)	8	homens jovens ativos	treinados	23 ± 3	78,7 ± 8,1	178,2 ± 2,7
Littlefield et al. (2017)	7	homens saudáveis	não treinados	43 ± 10	100,6 ± 17,7	177,0 ± 0,06
Luszczuk et al. (2017)	6	homens saudáveis	ativos por recreação	23 ± 1	NR	NR
Matsuo et al. (2012)	10	homens saudáveis	treinados	24 ± 3,3	61,9 ± 5,7	170,8 ± 5,0
Salvador et al. (2016)	13	homens saudáveis	jogadores de futsal treinados	23 ± 6	76,0 ± 10,2	178,7 ± 6,6
Schaun et al. (2017)	26	homens saudáveis	fisicamente ativos	CONT: 23 ± 3; HIIT: 23 ± 3	CONT: 79,9 ± 12,6; HIIT: 73,8 ± 12,6	CONT: 179,0 ± 5; HIIT 175,0 ± 4,8
Schleppenbach et al. (2017)	26	homens e mulheres saudáveis	fisicamente ativos	21 ± 3	75,16 ± 16,37	172,54 ± 9,24
Thornton et al. (2002)	14	mulheres saudáveis	mulheres treinadas	27 ± 5	63,1 ± 4,2	164,5 ± 7,3
Townsend et al. (2014)	16	homens e mulheres saudáveis	ativos por recreação saudáveis	homens 24 ± 4 / mulheres 22 ± 1	homens 83,6 ± 10,1 / mulheres 65,4 ± 9,2	homens 180,8 ± 6,7 / mulheres 168,9 ± 6,2
Tucker et al. (2016)	10	homens saudáveis	homens ativos por recreação e não fumantes	24 ± 4	73,1 ± 8,2	171,6 ± 5,1
Valstad et al. (2017)	12	homens e mulheres saudáveis	estudantes universitários saudáveis	22 ± 2	70,0 ± 7,7	176 ± 0,09
Haddock et al. (2006)	15	mulheres saudáveis	treinamento de resistência	24 ± 1	63,5 ± 2,4	163,6 ± 1,5

-NR: não relatado; CONT: treinamento aeróbico contínuo; HIIT: treinamento intervalado de alta intensidade; SIT: treino intervalado de sprint/velocidade.

Tabela 1. Resumo das características dos estudos e participantes incluídos e programa de intervenções nas características (parte II).

Estudo	Modalidade de exercício	Intervenção	Intensidade do exercício (% máx); (intervalo:repouso)		Frequência (dias/semanas)	Tempo de exercício (min.)	Taxa de frequência, desistências e eventos adversos	Instrumento
			Alta intensidade HIIT	Intensidade moderada (CONT)				
Abboud et al. (2013)	TR	investigar o efeito de volume-carga em EPOC; carga-volume total 20.000 kg vs. carga-volume total 10.000 kg	carga-volume total 20.000 kg; 4 exercícios; 6 a 8 reps.; 85% 1RM	carga-volume total 10.000 kg; 4 exercícios; 6 a 8 reps.; 85% 1RM	1 dia	10.000 kg = 90 min.; 20.000 kg = 43,6 min.	-	ParvoMedics
Aguiar et al. (2015)	Corrida	condição de treinamento e respostas da concentração de lactato sérico (CLS) no EPOC	HIIT: 1 min. (teste total de 100 m - <i>sprint</i>) em participantes velocistas	CONT: 1 min. (teste total de 100 m - <i>sprint</i>) em participantes de resistência.	5 a 6 dias da semana	1 min.	-	K4b ²
Cunha et al. (2016)	Corrida e ciclismo	investigar (EPOC) exercícios contínuos e intermitentes de corrida e ciclismo (isocalóricos)	HIIT: (2 x 200) corrida e ciclismo 75% VO ₂	CONT: (400 kcal) corrida e ciclismo 75% VO ₂	3 vezes por semana	Corrida CONT: 32 min.; corrida HIIT: 38 min.; ciclismo CONT: 37 min.; ciclismo HIIT 43 min.	-	VO2000
Ferreira et al. (2016)	Ciclismo	determinar os efeitos de dieta com CHO elevado em EPOC depois de série de exercício exaustivo	115% do consumo máximo de oxigênio (pico de VO ₂) até a exaustão com pré-exercício baixo (10% de CHO)	115% do consumo máximo de oxigênio (pico de VO ₂) até a exaustão com pré-exercício baixo ou alto (80% CHO)	1 dia com intervalo de 7 dias para cada teste	6 min.	-	K4b ²
Greer et al. (2015)	Ciclismo/TR	comparar o efeito do exercício e intensidade do EPOC controlando o gasto de energia e a duração	Ciclismo HIIT: 90% do VO ₂ pico 30 s; IR:120-180 s; CT: 4 exercícios, 60% de 1RM para uma série até a fadiga com 1 min. de descanso entre os exercícios	CONT: 39% do VO ₂ pico	1 vez a cada 7 dias, totalizando 3 vezes	Ciclismo (HIIT ou CONT): 43 min. CT 46 min.	-	ParvoMedics
Islam et al. (2018)	Corrida	examinar EPOC e utilização de gordura depois de aguda/o em CONT e SIT	corridas "totais" repetidas	65% de VO ₂ máx	1 dia	CONT = 30 min.; SIT = 14 min.	-	Sistema de coleta de gás (MAX II)
Littlefield et al. (2017)	Corrida	avaliar os efeitos de exercício de baixa e alta intensidade na lipemia pós-prandial e determinar a contribuição do EPOC	70% a 80% do VO ₂ de reserva	40% a 50% do VO ₂ de reserva	-	HIIT: 74 min. CONT: 47 min.	-	ParvoMedics & VO2000

Matsuo et al. (2012)	Ciclismo	verificar a associação entre o nível de aptidão cardiorrespiratória e o EPOC utilizando três protocolos com diferentes intensidades, ou seja, SIT; HIIT; CONT	SIT = 7 séries de 30 segundos, 120% VO _{2máx} ; HIIT = 3 séries de 3 min.; 80% a 90% do VO _{2máx} .	60% a 65% da VO _{2máx} .	3 dias	30 min. todos os protocolos	-	AE-310S
Schaun et al. (2017)	Corrida	comparar o gasto de energia durante e depois de dois protocolos de esteira, HIIT e CONT	8 sessões (20 seg. a 130% da velocidade associada ao VO _{2máx} ; 10 seg. de IR;	velocidade submáxima equivalente a 90%-95% da FC.	1 dia	HIIT: 27 min. CONT: 30 min.	-	VO 2000
Schleppenbach et al. (2017)	Corrida/TR	verificar o impacto da intensidade alta e moderada (SIT vs. CT), sem recuperação do consumo de oxigênio no exercício	Corrida SIT: consistiu em dez séries de corrida de 30 segundos em esteira autopropelida, com IR de 30 s;	CT (2 séries; polichinelos; high-knees; burpees; line jumps; wall-taps; 30 s de exercício; 30 s de IR)	-	Todo o protocolo foi semelhante: 10 min.	O tamanho da amostra original, antes da desistência, era de 16 indivíduos para cada grupo	K4b ²
Townsend et al. (2014)	Corrida/Ciclismo	determinar os efeitos agudos de 1 sessão de SIT executado no EPOC e existem diferenças de gênero	corrida: esforços "totais" o mais rápido possível; 4 min. de IR	ciclismo: 4 reps., 30 s "total", 75% da massa corporal; 4 min. de IR	-	28 min. todos os protocolos	-	SensorMedics Corporation
Tucker et al. (2016)	Ciclismo	Comparar EPOC depois de HIIT; e CONT	"total", seis <i>sprints</i> Wingate de 30 segundos, separados por 4 min. de IR	30 minutos a 80% de FC _{pico}	12 dias	HIIT - 23 min. CONT - 30 min.	-	Oxycon Mobile™
Valstad et al. (2017)	Corrida	comparar os efeitos de intervalos longos e curtos de sessões de exercício no desempenho de corrida (EPOC)	intervalos curtos (4 x 8 x 20 s, 90%-95% de FC _{pico})	longos (4 x 4 min.), 80% de FC _{pico}	2 dias	-	-	OxyconPro;
Haltom et al. (1999)	TR	o gasto de energia durante e depois de CT determina o efeito da duração do intervalo de repouso sobre a magnitude de 1 hora de consumo excessivo de oxigênio pós-exercício (EPOC)	20 IR; 20 reps.; 75% de 1-RM	60 IR; 20 reps.; 75% de 1-RM	1 dia	HIIT: 13 min.; CONT: 23 min.	-	Sistema automático de análise metabólica

-TR: treinamento de resistência; NR: não relatado; IR: intervalo de repouso; Reps.: repetições; VO₂: consumo de oxigênio; FC: frequência cardíaca; FC_{pico}: frequência cardíaca pico; 1RM: teste de repetição máxima; RMs: repetições máximas; CT: treinamento em circuito com peso; CONT: treinamento aeróbico contínuo; HIIT: treinamento intervalado de alta intensidade; SIT: treino intervalado de sprint/velocidade.

Tabela 2. Metanálise de subgrupo em todos os estudos.

Parâmetros	Estudos	Número de participantes	Metanálise				Tamanho do efeito de trim e fill (IC de 95%) [estudos corrigidos]
			DMP	IC de 95%	Valor de P	I ²	
VO ₂ (litros)	17						
Alta intensidade		152					
Intensidade moderada		150	1,24	0,78 a 1,71	< 0,01	67%	0,86 (0,40 a 1,32)
Treinamento de resistência	2						
Alta intensidade		15					
Intensidade moderada		15	2,63	-2,83 a 8,09	> 0,05	93%	
MODALIDADE DE EXERCÍCIO							
Corrida	7						
Alta intensidade		72					
Intensidade moderada		70	1,32	0,65 a 1,99	< 0,01	67%	
Ciclismo	8						
Alta intensidade		65					
Intensidade moderada		65	1,13	0,57 a 1,69	< 0,01	49%	
CALORIAS (kcal)	8						
Alta intensidade		86					
Intensidade moderada		84	1,89	1,08 a 2,71	< 0,01	77%	
MODALIDADE DE EXERCÍCIO							
Treinamento de resistência	5						
Alta intensidade		56					
Intensidade moderada		56	2,51	1,25 a 3,77	< 0,01	82%	
Ciclismo	2						
Alta intensidade		16					
Intensidade moderada		16	0,85	-0,23 a 1,94	> 0,05	47%	

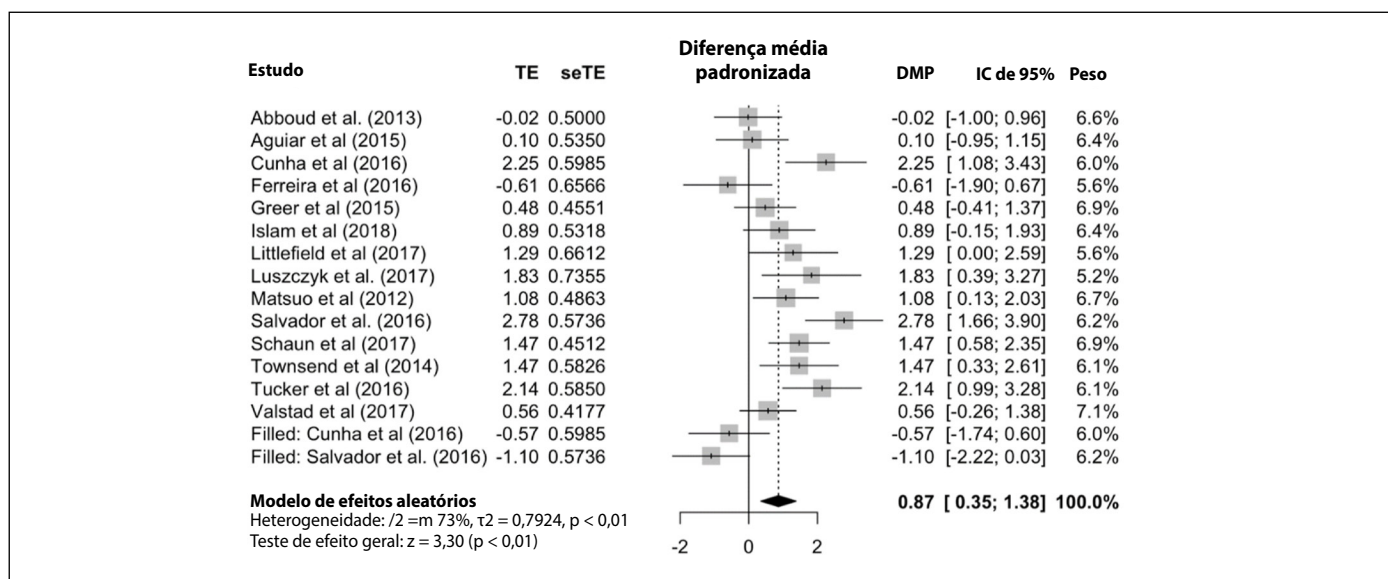


Figure 4. Correção de viés pelo método *trim and fill*. Foram observadas entre os desfechos do Grupo Experimental (treinamento de alta intensidade) e do Grupo Controle (treinamento contínuo de intensidade moderada).

moderada para o consumo de oxigênio depois de exercício. Observamos que os estudos não são conclusivos com relação ao EPOC. Nosso estudo demonstrou tendência (modelo de efeitos aleatórios: 0,87, IC de 95% [0,35; 1,38], $I^2 = 73\%$, $p < 0,01$) de aumento do EPOC quando o exercício realizado foi o treinamento intervalado de alta intensidade (Figura 4).

Vários estudos^{1,5,15,37,40,41,43,45} demonstraram que o treinamento intervalado de alta intensidade não eleva o consumo de oxigênio. Contudo, outros estudos^{4,32,34,35,38,39,42,44} mostraram resultados positivos quando a intervenção é composta de treinamento intervalado de alta intensidade. Portanto, os resultados do EPOC são conflitantes quando consideramos estudos anteriores.

Depois de correção de viés de publicação, os estudos que utilizaram treinamento intervalado de alta intensidade pareceram influenciar positivamente o aumento do gasto energético e/ou consumo de oxigênio pós-exercício. No entanto, observou-se grande heterogeneidade ($I^2 = 73\%$) entre os estudos (Figura 4).

A heterogeneidade entre os estudos pode ser explicada pelo exame de diferentes variáveis, incluindo idade, sexo, condição física, instrumento de coleta de oxigênio, tipo de protocolo, intensidade do VO_2 , tempo de força de esforço, modalidade, frequência semanal e magnitude (tempo-min.) da análise do consumo de oxigênio pós-exercício. Em particular, o efeito de magnitude do EPOC apresentado varia de 10 a 90 minutos.^{4,5,15,32,34,38,39,43,44} Outros estudos foram analisados por mais de 90 min.^{1,2,35-37,41}

Apesar das limitações da heterogeneidade, nossos dados demonstram que a intensidade do esforço pode ser considerada um fator determinante para o aumento do EPOC durante os exercícios em esteira e bicicleta. Quanto aos parâmetros calóricos, observamos alterações significativas apenas no TR (Tabela 2).

Embora nossos resultados apontem para uma tendência significativa para o exercício de alta intensidade, os estudos são inconclusivos quando analisados individualmente.

Por exemplo, os estudos de Turker et al.¹⁵ compararam o EPOC depois de exercício intervalado de alta intensidade (HIE) e exercício intervalado de *sprint* (SIE) e exercício em estado estacionário (SSE). Dez homens ativos e não atletas participaram de um estudo transversal randomizado. Embora o EPOC de 3h e o gasto energético (GE) líquido total pós-exercício tenham sido maiores ($p = 0,01$) para SIE ($22,0 \pm 9,3$ L; 110 ± 47 kcal) em comparação com SSE ($12,8 \pm 8,5$ L; 64 ± 43 kcal), o total (exercício + pós-exercício) de O_2 líquido consumido e GE líquido foram maiores ($p = 0,03$) para SSE ($69,5 \pm 18,4$ L; 348 ± 92 kcal) do que para SIE ($54,2 \pm 12,0$ L; 271 ± 60 kcal). Por outro lado, Schaun et al.⁴⁴ compararam o gasto

energético durante e depois de dois protocolos de esteira, treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) e treinamento contínuo moderado (CONT) em homens adultos jovens. Os protocolos HIIT (8 séries, 20 s a 130% da velocidade associada ao $VO_{2\text{ máx}}$ em esteira com 10 s de IR) versus CONT (30 min. em esteira em velocidade submáxima equivalente a 90%-95% da FC associada à limiar anaeróbico). Não houve diferença entre os grupos para VO_2 , GE e EPOC pós-exercício e foram superiores ao HIIT ($69,31 \pm 10,88$; $26,27 \pm 2,28$ kcal, respectivamente).

CONCLUSÕES

Nosso estudo concentrou-se na análise dos resultados de exercícios de alta e moderada intensidade e os efeitos sobre o consumo de oxigênio depois do exercício. Apesar da crescente popularidade do treinamento intervalado de alta intensidade, constatamos que os benefícios agudos e crônicos permanecem limitados. Entendemos que a falta de protocolos semelhantes e o controle das variáveis que influenciam os resultados do treinamento afetarão as medidas usadas para determinar a magnitude do EPOC. Sugerimos também que estudos longitudinais controlados revelariam perspectivas adicionais com relação à mensuração do EPOC. Outro fator de confusão é a magnitude (tempo em minutos) da medida do VO_2 durante a avaliação do EPOC, pois variou de 60 a 720 minutos. Estudos longitudinais e desenho experimental controlado permitiriam uma combinação maior de tamanho do efeito, o que é um resultado desejável. Os achados do presente estudo mostraram tendência (modelo de efeitos aleatórios: 0,87, 95%-IC [0,35; 1,38], $I^2 = 73\%$, $p < 0,01$) dos aumentos do EPOC pós-exercício quando o exercício realizado antes da medição do EPOC foi treinamento intervalado de alta intensidade.

AGRADECIMENTOS

Os autores Gustavo Allegretti João, Daniel Rodriguez, Lucas D. Tavares, Nelson Carvas Júnior, Francisco Luciano Pontes Júnior, Roberta Luksevicius Rica, Danilo Sales Bocalini, Julien S. e Aylton Figueira Júnior agradecem as bolsas CAPES e FAPES (590/19 – nº 84417625/2018) concedidas para desenvolvimento do estudo. Os provedores de fundos não tiveram nenhum papel na decisão de publicar nem na preparação do artigo.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Abboud GJ, Greer BK, Campbell SC, Panton LB. Effects of load-volume on EPOC after acute bouts of resistance training in resistance-trained men. *J Strength Cond Res.* 2013;27(7):1936-41.
2. Binzen CA, Swan PD, Manore MM. Postexercise oxygen consumption and substrate use after resistance exercise in women. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(6):932-8.
3. Borsheim E, Bahr R. Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. *Sports Med.* 2003;33(14):1037-60.
4. Cunha FA, Midgley AW, McNaughton LR, Farinatti PT. Effect of continuous and intermittent bouts of isocaloric cycling and running exercise on excess postexercise oxygen consumption. *J Sci Med Sport.* 2016;19(2):187-92.
5. Matsuo T, Ohkawara K, Seino S, Shimojo N, Yamada S, Ohshima H, et al. Cardiorespiratory fitness level correlates inversely with excess post-exercise oxygen consumption after aerobic-type interval training. *BMC Res Notes.* 2012;5:646.
6. Scott CB. Quantifying the immediate recovery energy expenditure of resistance training. *J Strength Cond Res.* 2011;25(4):1159-63.
7. Reis VM, Garrido ND, Vianna J, Sousa AC, Alves JV, Marques MC. Energy cost of isolated resistance exercises across low- to high-intensities. *PLoS One.* 2017;12(7):e0181311.
8. Burke CM, Bullough RC, Melby CL. Resting metabolic rate and postprandial thermogenesis by level of aerobic fitness in young women. *Eur J Clin Nutr.* 1993;47(8):575-85.
9. Dolezal BA, Potteiger JA, Jacobsen DJ, Benedict SH. Muscle damage and resting metabolic rate after acute resistance exercise with an eccentric overload. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(7):1202-7.
10. Melby C, Scholl C, Edwards G, Bullough R. Effect of acute resistance exercise on postexercise energy expenditure and resting metabolic rate. *J Appl Physiol (1985).* 1993;75(4):1847-53.
11. Melby C, Tincknell T, Schmidt WD. Energy expenditure following a bout of non-steady state resistance exercise. *J Sports Med Phys Fitness.* 1992;32(2):128-35.
12. Schuenke MD, Mikat RP, McBride JM. Effect of an acute period of resistance exercise on excess post-exercise oxygen consumption: implications for body mass management. *Eur J Appl Physiol.* 2002;86(5):411-7.
13. Williamson DL, Kirwan JP. A single bout of concentric resistance exercise increases basal metabolic rate 48 hours after exercise in healthy 59-77-year-old men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1997;52(6):M352-5.
14. Whyte LJ, Ferguson C, Wilson J, Scott RA, Gill JM. Effects of single bout of very high-intensity exercise on metabolic health biomarkers in overweight/obese sedentary men. *Metabolism.* 2013;62(2):212-9.
15. Tucker WJ, Angadi SS, Gaesser GA. Excess Postexercise Oxygen Consumption After High-Intensity and Sprint Interval Exercise, and Continuous Steady-State Exercise. *J Strength Cond Res.* 2016;30(11):3090-97.
16. Carroll JF, Pollock ML, Graves JE, Leggett SH, Spitzer DL, Lowenthal DT. Incidence of injury during moderate- and high-intensity walking training in the elderly. *J Gerontol.* 1992;47(3):M61-6.
17. Hak PT, Hodzovic E, Hickey B. The nature and prevalence of injury during CrossFit training. *J Strength Cond Res.* 2013.
18. Roos L, Taube W, Zuest P, Clemen G, Wyss T. Musculoskeletal Injuries and Training Patterns in Junior Elite Orienteering Athletes. *Biomed Res Int.* 2015;15:259531.
19. Khan KS, Kunz R, Kleijnen J, Antes G. Five steps to conducting a systematic review. *J R Soc Med.* 2003;96(3):118-21.
20. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med.* 2009 Jul 21;6(7):e1000097.
21. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(7):1334-59.
22. MacInnis MJ, Gibala MJ. Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *J Physiol.* 2016;595:2915-30.
23. Schoenfeld BJ, Ogborn D, Krieger JW. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. *J Sports Sci.* 2017;35(11):1073-82.
24. Moola S, Munn Z, Tufanaru C, Aromataris E, Sears K, Sfetcu R, et al. Chapter 7: Systematic reviews of etiology and risk. In: Aromataris E, Munn Z (Editors). *Joanna Briggs Institute Reviewer's Manual.* Adelaide: The Joanna Briggs Institute; 2017.
25. Cooney GM, Dwan K, Greig CA, Lawlor DA, Rimer J, Waugh FR, et al. Exercise for depression. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;(9):CD004366.
26. Schuch FB, Vancampfort D, Rosenbaum S, Richards J, Ward PB, Veronesi N, et al. Exercise for depression in older adults: a meta-analysis of randomized controlled trials adjusting for publication bias. *Braz J Psychiatry.* 2016;38(3):247-54.
27. Schmid JE, Koch GG, LaVange LM. An overview of statistical issues and methods of meta-analysis. *J Biopharm Stat.* 1991;1(1):103-20.
28. Higgins JP, Thompson SG. Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Stat Med.* 2002;21(11):1539-58.
29. DerSimonian R, Kacker R. Random-effects model for meta-analysis of clinical trials: an update. *Contemp Clin Trials.* 2007;28(2):105-14.
30. DerSimonian R, Laird N. Meta-Analysis in Clinical Trials. *Stat Med.* 1986;7(3):177-88.
31. Egger M, Davey Smith G, Schneider M, Minder C. Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *BMJ.* 1997;315:629-34.
32. de Aguiar RA, Cruz RS, Turnes T, Pereira KL, Caputo F. Relationships between VO₂ and blood lactate responses after all-out running exercise. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2015;40(3):263-8.
33. do Nascimento Salvador PC, de Aguiar RA, Teixeira AS, Souza KM, de Lucas RD, Denadai BS, et al. Are the oxygen uptake and heart rate off-kinetics influenced by the intensity of prior exercise? *Respir Physiol Neurobiol.* 2016;230:60-7.
34. Ferreira GA, Bertuzzi R, De-Oliveira FR, Pires FO, Lima-Silva AE. High-CHO diet increases post-exercise oxygen consumption after a supramaximal exercise bout. *Braz J Med Biol Res.* 2016;49(11):e5656.
35. Islam H, Townsend LK, Hazell TJ. Excess Postexercise Oxygen Consumption and Fat Utilization Following Submaximal Continuous and Supramaximal Interval Running. *Res Q Exerc Sport.* 2018;89(4):450-56.
36. Luszczyk M, Flis DJ, Szadajko I, Laskowski R, Ziolkowski W. Excess postexercise oxygen consumption and fat oxidation in recreationally trained men following exercise of equal energy expenditure: comparisons of spinning and constant endurance exercise. *J Sports Med Phys Fitness.* 2018;58(12):1781-89.
37. Townsend LK, Couture KM, Hazell TJ. Mode of exercise and sex are not important for oxygen consumption during and in recovery from sprint interval training. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2014;39(12):1388-94.
38. Valstad SA, von Heimburg E, Welde B, van den Tillaar R. Comparison of Long and Short High-Intensity Interval Exercise Bouts on Running Performance, Physiological and Perceptual Responses. *Sports Med Int Open.* 2018;2(1):E20-E27.
39. Haddock BL, Wilkin LD. Resistance training volume and post exercise energy expenditure. *Int J Sports Med.* 2006;27(2):143-8.
40. Thornton MK, Potteiger JA. Effects of resistance exercise bouts of different intensities but equal work on EPOC. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(4):715-22.
41. Greer BK, Sirithienthad P, Moffatt RJ, Marcello RT, Panton LB. EPOC Comparison Between Isocaloric Bouts of Steady-State Aerobic, Intermittent Aerobic, and Resistance Training. *Res Q Exerc Sport.* 2015;86(2):190-5.
42. Haltom RW, Kraemer RR, Sloan RA, Hebert EP, Frank K, Tryniecki JL. Circuit weight training and its effects on excess postexercise oxygen consumption. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(11):1613-8.
43. Littlefield LA, Papadakis Z, Rogers KM, Moncada-Jiménez J, Taylor K, Grandjeana PW. The effect of exercise intensity and excess postexercise oxygen consumption on postprandial blood lipids in physically inactive men. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2017;42(9):986-93.
44. Schaun GZ, Alberton CL, Ribeiro DO, Pinto SS. Acute effects of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training sessions on cardiorespiratory parameters in healthy young men. *Eur J Appl Physiol.* 2017;117(7):1437-44.
45. Schleppenbach LN, Ezer AB, Gronemus SA, Widenski KR, Braun SI, Janot JM. Speed- and Circuit-Based High-Intensity Interval Training on Recovery Oxygen Consumption. *Int J Exerc Sci.* 2017;10:942-53.