

Adaptações morfofuncionais em programas de HIIT com peso corporal: Uma revisão sistemática

Morphofunctional adaptations in bodyweight HIIT programs: Systematic review

Adaptaciones morfofuncionales en programas HIIT de peso corporal: una revisión sistemática

*Paulo Vinícios C. Zovico, *Alexandre Fernandes Machado, *Carine Danielle F. C. Leite, **Roberta L. Rica, ***Bruna M. Barros, ****Alexandre L. Evangelista, *Luciana Carletti, *Danilo Sales Bocalini

*Federal University of Espírito Santo (Brazil), **Estacio de Sá University (Brazil), ***Nove de Julho University (Brazil), **** Italo Brasileiro Catholic College (Brazil)

Resumo. O presente estudo sintetizou as adaptações morfofuncionais associadas ao treinamento com exercício intervalado de alta intensidade utilizando o peso corporal (HIIT-PC) em longo prazo. As buscas foram realizadas nas bases de dados Science Direct, Embase, Medline/PubMed, CINAHL, LILACS e Scielo até novembro de 2023. Foram utilizados descritores como *high-intensity whole-body*, *high-intensity functional training*, *whole-body*, *whole-body training*, *whole-body calisthenics*, *high-intensity calisthenic training* e *HIIT body work*. Foram incluídos artigos originais, que abordaram como intervenção o HIIT utilizando o peso corporal. Como método de exclusão, foram considerados os protocolos de intervenção aguda, não conter a palavra-chave no título e resumo, uso de equipamentos, estudos em animais, artigo de revisão, relatos de casos, carta de opinião e cartas ao editor. A análise final foi composta por dezessete estudos com intervenções longitudinais. Os protocolos de HIIT-PC apresentaram características metodológicas variadas em relação à quantidade de séries variando de quatro a trinta e seis com intensidade “*all-out*” e intervalos ativos e/ou passivos entre as séries. As principais adaptações causadas pelo HIIT-PC foram melhoras no desempenho muscular, na composição corporal, nos parâmetros cardiorrespiratórios, neuromusculares e psicofisiológicos. De modo comparativo, o HIIT-PC apresenta resultados semelhantes e/ou superiores a outras metodologias de treinamento como o HIIT utilizando ergômetros, *sprint interval training* (SIT) e treinamento contínuo de intensidade moderada (TCIM) ou vigorosa. O treinamento com HIIT-PC gerou adaptações semelhantes a protocolos de HIIT convencionais, treinamento de *sprints* intervalados, contínuo moderado e vigoroso na aptidão cardiorrespiratória, desempenho físico, parâmetros de composição corporal, parâmetros metabólicos, hormonais, sensação de bem-estar, prazer e intenção à prática do treinamento, com redução nos sintomas de estresse e depressão, tornando este método de treinamento uma estratégia interessante para o planejamento de programas de atividade física por profissionais da área.

Palavras-chave: treino intervalado de alta intensidade, peso corporal, exercício intermitente, treino, atividade física.

Abstract. The present study summarized the morphofunctional adaptations associated with long-term high-intensity interval exercise training using body weight (HIIT-BW). The searches were carried out in the Science Direct, Embase, Medline/PubMed, CINAHL, LILACS and Scielo databases until November 2023. Descriptors such as *high-intensity whole-body*, *high-intensity functional training*, *whole-body*, *whole-body* were used. *body training*, *whole-body calisthenics*, *high-intensity calisthenic training* and *HIIT body work*. Original articles were included, which addressed HIIT as an intervention using body weight. As an exclusion method, acute intervention protocols, not containing the keyword in the title and abstract, use of equipment, animal studies, review articles, case reports, opinion letters and letters to the editor were considered. The final analysis consisted of seventeen studies with longitudinal interventions. The HIIT-PC protocols presented varied methodological characteristics in relation to the number of sets ranging from four to thirty-six with “*all-out*” intensity and active and/or passive intervals between sets. The main adaptations caused by HIIT-BW were improvements in physical fitness, muscular performance, body composition, cardiorespiratory, neuromuscular and psychophysiological parameters. Comparatively, HIIT-PC presents similar and/or superior results to other training methodologies such as HIIT using ergometers, *sprint interval training* (SIT) and continuous training of moderate intensity (TCIM) or vigorous intensity. HIIT-BW training generated adaptations similar to conventional HIIT protocols, interval sprint training, moderate and vigorous continuous in cardiorespiratory fitness, physical performance, body composition parameters, metabolic and hormonal parameters, sense of well-being, pleasure and intention practice to training, with a reduction in symptoms of stress and depression, making this training method an interesting strategy for planning physical activity programs by professionals in the field.

Keywords: High-Intensity Interval Training, body weight, intermitent exercise, training, physical activity

Resumen. El presente estudio resumió las adaptaciones morfofuncionales asociadas con el entrenamiento con ejercicios en intervalos de alta intensidad a largo plazo utilizando el peso corporal (HIIT-PC). Las búsquedas se realizaron en las bases de datos Science Direct, Embase, Medline/PubMed, CINAHL, LILACS y Scielo hasta noviembre de 2023. Se utilizaron descriptores como cuerpo entero de alta intensidad, entrenamiento funcional de alta intensidad, cuerpo entero, cuerpo entero, entrenamiento corporal, calistenia de cuerpo entero, entrenamiento calistenia de alta intensidad y trabajo corporal HIIT. Se incluyeron artículos originales que abordaban el HIIT como una intervención utilizando el peso corporal. Como método de exclusión se consideraron protocolos de intervención aguda, que no contenían la palabra clave en el título y resumen, uso de equipos, estudios en animales, artículos de revisión, informes de casos, cartas de opinión y cartas al editor. El análisis final estuvo compuesto por diecisiete estudios con intervenciones longitudinales. Los protocolos HIIT-PC presentaron características metodológicas variadas en relación al número de series que oscilaron entre cuatro y treinta y seis con intensidad “*máxima*” e intervalos activos y/o pasivos entre series. Las principales adaptaciones provocadas por el HIIT-PC fueron mejoras en la condición física, el rendimiento muscular, la composición corporal, los parámetros cardiorrespiratorios, neuromusculares y psicofisiológicos. Comparativamente, el HIIT-PC presenta resultados similares y/o superiores a otras metodologías de entrenamiento como el HIIT mediante ergómetros, el entrenamiento interválico de *sprint* (SIT) y el entrenamiento continuo de intensidad moderada (TCIM) o intensidad vigorosa. El entrenamiento HIIT-PC generó adaptaciones similares a los protocolos HIIT convencionales, entrenamiento de *sprint* interválico, continuo moderado y vigoroso en aptitud cardiorrespiratoria, rendimiento físico, parámetros de composición corporal, parámetros metabólicos y hormonales, sensación de bienestar, placer e intención de practicar el entrenamiento, con una reducción de los síntomas de estrés y depresión, convirtiendo este método de entrenamiento en una estrategia interesante para la planificación de programas de actividad física por parte de profesionales del sector.

Palabras clave: Entrenamiento de intervalos de alta intensidad, peso corporal, ejercicio intermitente, entrenamiento, actividad física.

Fecha recepción: 17-02-24. Fecha de aceptación: 16-05-24

Alexandre Fernandes Machado
xdmachado@gmail.com

Introdução

Nos últimos anos, o HIIT e o treinamento com peso corporal ganharam popularidade e estão presente na lista de tendências fitness publicadas anualmente pelo Colégio Americano de Medicina Esportiva, desde 2013 (Thompson, 2023). As primeiras investigações sobre o treinamento com o peso do corpo, associado ao método de treinamento intervalado de alta intensidade, apresentaram uma proposta metodológica de oito séries de vinte segundos de exercício com dez segundos de recuperação passiva (Mcrae et al., 2012) e/ou quatro a sete séries de trinta segundos de exercício com quatro minutos de recuperação ativa (Gist et al., 2015). Nesta perspectiva, a prescrição do exercício intervalado de alta intensidade utilizando o peso corporal (HIIT-PC) deve considerar a manipulação das variáveis de carga de treino, tais como: 1- o tempo de estímulo, 2- o tempo de recuperação, 3- tempo total de treino e 4- seleção de exercício simples ou complexos de acordo o seu padrão de movimento (Machado, et al., 2017).

A sessão de HIIT-PC consiste em um aquecimento padrão seguido de séries de estímulos com exercícios corporais, que podem ter um único (simples) ou combinado (complexo) padrão de movimento, com intensidade “*all-out*”, seguidos de intervalos de recuperação que podem ser passivos ou ativos (Machado et al., 2023), sendo a sessão monitorada pela percepção subjetiva de esforço (PSE) (Machado et al., 2018^a). Neste contexto, o HIIT-PC apresenta vantagem como método de treino principalmente por apresentar baixo custo, fácil operacionalização e necessitar de pouco tempo para a sua prática, fatores estes frequentemente mencionados como barreiras para a prática de atividade física (Scoubeau et al., 2022; Spiteri et al., 2019).

Estudos que realizaram sessões agudas do HIIT-PC apresentaram respostas cardiorrespiratórias (Gist et al., 2014), PSE e percepção de prazer semelhantes (Mayr Ojeda et al., 2022) quando comparado ao HIIT utilizando ergômetros (Gist et al., 2014; Ojeda et al., 2022; Schaun et al., 2018) e exercício contínuo de intensidade moderada (Schaun et al., 2018). Além disso, o HIIT-PC apresenta resultados superiores em relação à taxa de sudorese e à carga de treino em comparação ao exercício contínuo moderado (Machado et al., 2018^b), maior intenção na prática pontuação na escala de prazer e preferência (Ojeda et al., 2022). Adicionalmente, os resultados encontrados após uma única sessão de HIIT-PC como: aumento do $\dot{V}O_2$, lactato, frequência cardíaca (FC), PSE, taxa de sudorese, gasto calórico e redução na variabilidade da FC são respostas clássicas encontradas com essa modalidade de exercício (Machado et al., 2018^b; Machado et al., 2020; Rosa et al., 2022; Schaun & Del Vecchio, 2018).

Dessa forma, considerando que método de HIIT-PC pode ser uma estratégia promissora em programas de treinamento para melhorar indicadores de aptidão física, a lacuna sobre a efetividade do método de treino, bem como os resultados a longo prazo, o objetivo deste estudo foi

investigar as adaptações psicofisiológicas e morfofuncionais em programas de HIIT com peso corporal.

Materiais e métodos

Desenho experimental

O presente estudo se caracterizou por uma revisão sistemática seguindo os itens de orientações para revisões sistemáticas (PRISMA *statement*) (Von Elm et al., 2007). O protocolo foi registrado no banco de dados PROSPERO sob o número CRD42023387208. O método PICOT foi utilizado para formular a questão de investigação: P - participantes (indivíduos submetidos à sessão de HIIT-PC); I – intervenção (dados pré-intervenção); C – comparação (dados pós-intervenção); O – resultados (desfechos clínicos); e T – tempo de intervenção (intervenção com duração de duas semanas ou mais). Dessa forma, a estratégia de pesquisa buscou responder ao seguinte problema: quais são as adaptações psicofisiológicas e morfofuncionais em programas de HIIT utilizando o peso corporal?

Critério de inclusão e exclusão

Não foram impostas restrições quanto à idade, sexo ou etnia. Estudos que avaliaram os efeitos do treinamento HIIT-PC foram incluídos. Foram analisadas as características metodológicas utilizadas, sujeitos aptos a realizar o protocolo HIIT-PC, artigos em inglês, espanhol ou português. Além disso, os artigos deveriam apresentar protocolo de intervenção crônica e conter palavras-chave no título e resumo (Von Elm et al., 2007). Como critérios de exclusão, foram considerados os protocolos de intervenção aguda, não conter as palavras-chave no título e resumo, estudos que utilizaram equipamentos, estudos em animais. Artigos de revisão e relatos de casos, cartas de opinião e cartas ao editor não foram considerados.

Fontes de informação

Foram realizadas buscas nas bases de dados *Science Direct*, *Embase*, *MEDLINE*, *SciELO*, *CINAHL* e *LILACS* para estudos potencialmente elegíveis publicados em inglês, português e espanhol. O período de busca ocorreu entre junho de 2021 e novembro de 2023.

Estratégia de pesquisa

Os termos “High-Intensity Interval Training” and “calisthenics” foram verificados no *Medical Subject Headings* (MeSH) da *National Library of Medicine*, e seus respectivos termos de entrada foram adicionados aos campos de busca para tornar a busca mais sensível e eficaz. Os seguintes termos de pesquisa foram empregados: “high-intensity whole-body” OR “high-intensity functional training” OR “whole-body” OR “whole-body training” OR “whole-body calisthenics” OR “high-intensity calisthenic training” OR “HIIT bodywork.”

Seleção de estudos

Dois revisores (P.V.C.Z. e C.D.F.C.L.) conduziram as

buscas nas bases de dados. Todos os resultados da pesquisa foram importados para o *software Rayyan* (Qatar Computing Research Institute, Qatar Foundation) para garantir uma pesquisa sistemática e abrangente e documentar o processo de seleção (Von Elm et al., 2007).

Um revisor (R.L.R.) gerenciou o programa *Rayyan*, identificando e removendo citações duplicadas e garantindo uma revisão independente de títulos e resumos (cegando as decisões dos dois revisores). P.V.C.Z. e C.D.F.C.L. revisaram os títulos e resumos dos artigos pré-selecionados no programa *Rayyan* usando uma lista de verificação de inclusão/exclusão personalizada. Após identificar discrepâncias entre os dois revisores por meio do *software Rayyan*, um terceiro revisor foi convocado para estabelecer um consenso para a seleção dos estudos. Cópias do texto completo de todos os estudos selecionados foram obtidas para adquirir mais detalhes. Ambos os revisores revisaram as cópias do texto completo dos artigos para identificar se instrumentos de diagnóstico foram usados para identificar se o treinamento usando HIIT-PC foi aplicado. Durante o processo de seleção, estudos adicionais foram identificados nas listas de referências dos artigos selecionados. A figura 1 apresenta as fases da metodologia de seleção dos artigos incluídos na revisão.

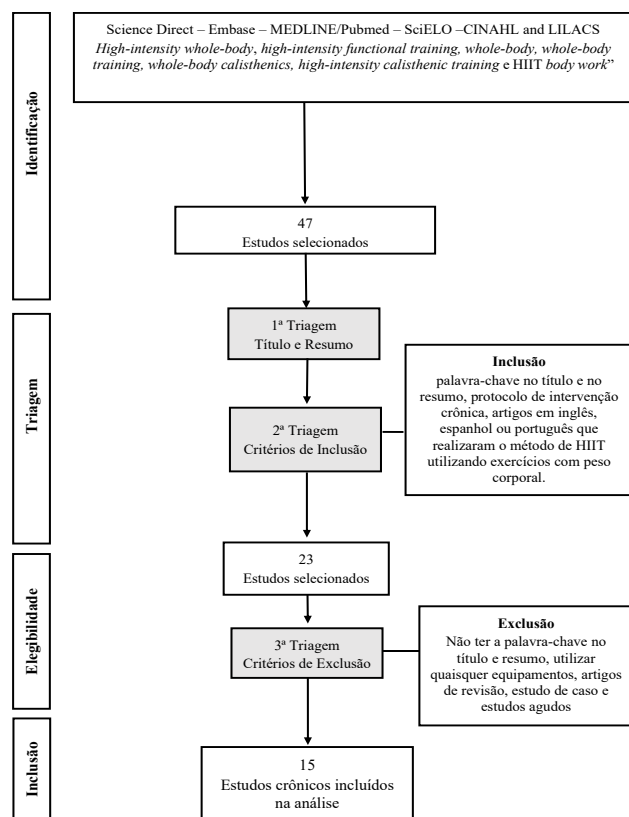


Figura 1. Fluxograma com as fases da metodologia de seleção dos artigos incluídos na revisão.

Avaliação da qualidade metodológica

Dois revisores (P.V.C.Z. e B.M.B.) avaliaram independentemente a qualidade dos estudos usando a escala Jadad (Jadad et al., 1996). Além disso, eles avaliaram o risco de viés usando a ferramenta *Cochrane RoB-2*, conforme recomendado no manual da Cochrane (Whiting et al., 2016).

A pontuação de Jadad consistia em três itens: randomização (zero a dois pontos), design cego (zero a dois pontos) e desistências e afastamentos (zero a um pontos). A resposta de cada item era “sim” (um ponto) ou “não” (zero ponto). A pontuação final variou de zero a cinco pontos, com pontuações mais altas indicando melhor relato. Estudos com pontuação de Jadad de até dois foram considerados de baixa qualidade, e aqueles com pontuação de Jadad de três ou mais foram considerados de alta qualidade (Augestad et al., 2012; Jadad et al., 1996).

A ferramenta RoB-2 compreende seis domínios: (1) viés de seleção (por exemplo, geração de sequência aleatória e ocultação de alocação), (2) viés de desempenho (por exemplo, ocultação dos participantes), (3) viés de detecção (por exemplo, ocultação da avaliação do resultado), (4) viés de atrito (por exemplo, dados de resultados incompletos), (5) viés de relato (por exemplo, relato seletivo) e (6) outros vieses. Essa ferramenta permite que os pesquisadores atribuam uma pontuação de qualidade de risco “alto”, “baixo” ou “incerto” com base em sete fatores que podem fazer com que o efeito do tratamento seja superestimado ou subestimado em estudos individuais (Whiting et al., 2016).

Divergências de opinião em relação aos escores Jadad e RoB-2 foram resolvidas por discussão entre os revisores até chegar a um consenso. Se a divergência persistisse, um terceiro revisor era consultado para obter consenso por meio de discussão ou arbitragem.

Resultados

Considerando as evidências disponíveis sobre HIIT-PC, uma busca na literatura resultou em quinze artigos. Foram encontradas três publicações distribuídas entre os anos de 2015 e 2018, cinco estudos em 2019, dois em 2020, três em 2021 e dois em 2022. Na Tabela 1, estão descritas as características gerais dos estudos selecionados.

Todos os quinze estudos foram publicados em língua inglesa. Apenas dez revistas apresentaram fator de impacto variando com o menor valor correspondente a 0,086 e o maior valor com 6,228. A revista *International Journal of Environmental Research Public Health* com dois estudos publicados, teve o maior número de publicações, sendo os demais estudos publicados em diferentes periódicos.

Tabela 1.

Características gerais dos estudos selecionados.

Autor	Língua	Revista	FI
Gist et al. 2015	Inglês	Military Medicine	3,329
Blackwell et al. 2017	Inglês	Physiological Reports	-
Sperlich et al. 2018	Inglês	Frontiers in Physiology	4,755
Evangelista et al. 2019	Inglês	Journal of Bodywork & Movement Therapies	-
Jung et al. 2019	Inglês	Perceptual Motor Skill	-
Menz et al. 2019	Inglês	Journal of Sports Science and Medicine	4,017
Micielska et al. 2019	Inglês	Diabetes Research and Clinical Practice	-
Scott et al. 2019	Inglês	Journal of Physiology	6,228
Connolly et al. 2020	Inglês	European Journal Applied Physiology	3,346
Domaradzki et al. 2020	Inglês	International Journal of Environmental Research and Public Health	4,614
Archila et al. 2021	Inglês	International Journal of Exercise Science	-
Evangelista et al. 2021	Inglês	Journal of Sports Medicine and Physical Fitness	1,669
Lu et al. 2021	Inglês	International Journal of Environmental Research and Public Health	4,614
Müller et al. 2022	Inglês	Motriz	0,086
Philippot et al. 2022	Inglês	Frontiers in Psychiatry	5,435

FI: Fator de impacto

A Tabela 2 e a Figura 2 mostram a avaliação da qualidade metodológica e risco de viés. A pontuação média na escala de qualidade Jadad (Tabela 2) foi de $3 \pm 0,70$ pontos, com oito estudos com três pontos e três com quatro pontos apresentando alta qualidade.

Tabela 2.

Qualidade metodológica dos estudos conforme a escala Jadad.

Estudo	O estudo foi descrito como randomizado?	Houve uma descrição da randomização? Foi adequado?	Houve comparação de resultados?	Houve uma descrição das comparações e resultados? Eles foram adequados?	Houve uma descrição de retiradas e desistências?	Total
Gist et al.(2015)	1	0	1	1	0	3
Blackwell et al.(2017)	0	0	1	1	0	2
Sperlich et al.(2018)	1	0	1	1	0	3
Evangelista et al.(2019)	1	0	1	1	0	3
Jung et al.(2019)	1	0	1	1	1	4
Menz et al.(2019)	1	1	1	1	0	4
Micielska et al.(2019)	0	0	1	1	0	2
Scott et al.(2019)	0	0	1	1	0	2
Connolly et al.(2020)	1	1	1	1	0	3
Domaradzki et al.(2020)	0	0	1	1	0	2
Archila et al.(2021)	1	0	1	1	0	3
Evangelista et al. (2021)	0	0	1	1	1	3
Lu et al.(2021)	1	1	1	1	0	4
Müller et al. (2022)	1	1	0	0	1	3
Philippot et al.(2022)	1	0	1	1	0	3

Escala Jadad / Pontuação (0/5).

Na avaliação do Rob-2 (Figura 2), nove estudos apresentaram baixo risco para geração de sequência aleatória, seis estudos mostraram ocultação de alocação, o cegamento dos participantes e da equipe não foi considerado no presente estudo, uma vez que não é possível cegar os voluntários em relação ao exercício. Um estudo foi avaliado com baixo risco para avaliação cega do resultado, dez estudos apresentaram baixo risco para dados de desfecho incompletos e um estudo para relato seletivo. Considerando outro viés, cinco estudos foram indicados com baixo risco. Nenhuma discrepância foi obtida na análise fornecida pelos pesquisadores.

As características metodológicas dos estudos crônicos são apresentadas na tabela 3. Diversos foram as especificidades dos protocolos encontrados, no qual o menor número de séries foi quatro o maior vinte. Os tempos de estímulos utilizados variaram de dez a sessenta segundos com intensidade “all-out”. O intervalo variou de cinco segundos a quatro minutos em quatorze estudos que utilizaram o intervalo passivo entre as séries, oito estudos utilizaram o intervalo ativo, um estudo utilizou intervalo

passivo e ativo e dois não informando o tipo de intervalo. A duração do programa de treinamento variou entre duas e dezesseis semanas com frequência semanal de um a sete dias como pode ser observado na tabela 3.

Dentre os exercícios utilizados, forma indicados: *bird dog*, *burpee*, abdominal, escalador, passada lateral cruzada, elevação do quadril, polichinelo, extensão do quadril, flexão, afundo, agachamento com elevação de braços, passada lateral, agachamento avanço, meio *burpee*, agachamento com salto, corrida estacionária, nadador, abdominal *twist*, caminhada estacionária, *sprint* no lugar, passada lateral cruzada com flexão de ombro e cotovelo, elevação do joelho, prancha e suas variações, flexão de braço com rotação de tronco, abdominal lateral dentre outros.

Os estudos encontrados avaliaram o efeito do treinamento sobre as variáveis relacionadas à aptidão física, desempenho, força, peso corporal, adaptações cardiorrespiratórias, metabólicos, parâmetros morfofuncionais, adaptações neuromusculares e respostas psicológicas. Foram identificados os seguintes desfechos:

aumento no tempo de fadiga, melhoras no desempenho, aumentos na capacidade aeróbica, força e massa muscular, aumentos da percepção de prazer, escore da Escala de Prazer em atividade física (PACES) e adesão ao exercício. O treinamento com HIIT-PC também consegue reduzir medidas de composição corporal, níveis de glicose sanguínea, resistência à insulina, níveis de miostatina, FC em repouso e durante testes de esforço. Quando comparado a outras metodologias de treinamento que aplicaram o HIIT utilizando ergômetros, SIT e treinamento contínuo de intensidade moderada (TCIM) ou vigorosa, adaptações semelhantes foram encontradas. De modo geral, a maioria dos benefícios encontrados pelo HIIT-PC foram similares aos protocolos comparativos. Detalhes dos efeitos relacionados ao treinamento de HIIT-PC são descritos na tabela 3

Estudos	Risco Cochrane de viés para estudos individuais						
	Geração de sequência aleatória (viés de seleção)	Ocultação de alocação (viés de seleção)	Cegamento dos participantes e pessoal (viés de desempenho)	Avaliação cega do resultado (viés de detecção): resultado auto-relatado	Dados de resultados incompletos (viés de atrito)	Relato seletivo (viés de relato)	Outro viés
Gist et al.(2015)	+	?	x	-	?	?	+
Blackwell et al.(2017)	-	-	x	-	?	?	+
Sperlich et al.(2018)	+	-	x	-	+	?	?
Evangelista et al.(2019)	+	?	x	-	+	?	?
Jung et al.(2019)	+	?	x	-	+	?	?
Menz et al.(2019)	+	+	x	-	+	?	?
Micielska et al.(2019)	-	-	x	-	+	?	?
Scott et al.(2019)	-	+	x	?	+	?	?
Connolly et al.(2020)	+	+	x	-	+	?	+
Domaradzki et al.(2020)	-	-	x	-	+	?	+
Archila et al.(2021)	+	+	x	-	+	?	?
Evangelista et al.(2021)	?	+	x	-	+	+	?
Lu et al.(2021)	+	+	x	-	?	?	+
Müller et al. (2022)	?	-	x	+	?	?	?
Philippot et al. (2022)	+	?	x	?	?	-	-

Figura 2. Risco Cochrane de viés para estudos individuais. Estudos incluídos que se enquadram em baixo risco (verde), risco incerto (amarelo) e alto risco (vermelho) são mostrados para cada um dos sete tipos de viés.

Tabela 3.

Resumo dos estudos com intervenção crônica utilizando o exercício intervalado de alta intensidade utilizando o peso corporal.

Autor	Amostra	Protocolo	Desfecho
Gist et al. 2015	Amostra: 26 membros do programa universário ROTC do exercício dos EUA. 7 ♂ e 9 ♀ HIIT (n=13): 8 ♂ e 5 ♀ TFRE (n=13): 9 ♂ e 4 ♀ Idade: 20.5 ± 1.7 anos HIIT: 20.5 ± 1.5 anos TFRE: 20.5 ± 1.9 anos	Duração do protocolo: 4 semanas com frequência de 3 dias/sem. HIIT: Realizaram o exercício burpee com intensidade "all out" por 30 segundos seguidos de 4 minutos de intervalo ativa (caminhada alto selecionada no lugar). Foram realizadas 4 a 7 séries com progressão de carga (aumento de 1 série por semana). TFRE: Duração da sessão de aproximadamente 60 minutos de treinamento cardiorrespiratório (corrida de 3,5 e 3,75 milhas com intensidade moderada) e exercícios mistos de força e resistência muscular (calistenia: flexões e abdominais).	HIIT ↓ Função mitocondrial Semelhantes respostas na capacidade aeróbica e anaeróbica, performance e aptidão física comparado ao TFRE
Blackwell et al. 2017	Amostra: 18 voluntários de meia-idade não envolvidos	Duração do protocolo: 4 semanas com frequência de 3 dias/sem.	H-HIIT ↑ $\dot{V}O_{2max}^{*#}$

	em qualquer regime formal de exercício sendo 6 para cada grupo 5 ♂ e 13 ♀ Idade: 52 ± 5 anos H-HIIT: 51.5 ± 2.7 anos L-HIIT: 52.2 ± 2 anos H-IHGT: 51.5 ± 2.3 anos	H-HIIT: 5 séries de três exercício diferentes sem equipamentos (1 e 4 séries: saltos em estrela, 2 e 5 séries: agachamentos e 3 série: sprints estáticos) de 1 minuto em intensidade “all out” intercalado com 90 segundos de intervalo ativo (caminhada). L-HIIT: 5 séries no cicloergômetro de 1 minuto a 95-110% da carga máxima (watts (W)), alcançada durante um teste cardiopulmonar, intercalado com 90 segundos de intervalo ativo (ciclismo sem carga). Todos os participantes foram submetidos a um aumento de intensidade de 10% no meio do treinamento (após a sessão 6). H-IHGT: 4 séries de prensão isométrica manual (<i>hand-grip</i>) com a mão dominante de 2 minutos com intensidade de 30% da CVM intercalado com 2 minutos de intervalo.	↑ Limiar anaeróbico* [#] *Melhores resultados comparados ao H-IHGT. [#] Resultados semelhantes ao L-HIIT.
		Duração do protocolo: 4 semanas com frequência 7 dias/sem. Microsessão de 6 minutos de treinamento funcional em circuito de alta intensidade. Amostra: 24 homens e mulheres 1xCircuitHIIT (n=12) 5 ♂ e 7 ♀ 2xCircuitHIIT (n=12) 5 ♂ e 7 ♀ Idade: 25 ± 5 anos	↑ Resistência muscular [#] ↑ Número de repetições na flexão, <i>leg-leviers</i> , <i>burpees 45° -one-legged squats</i> e <i>30-s skipping</i> [#] ↑ Percepção da saúde em geral [#] ↓ FC durante teste de corrida de 6km/h [#] [#] Resultados semelhantes em ambos os grupos.
Sperlich et al. 2018		Os exercícios envolviam movimentos de empurrar, agachar e descolar, além de exercícios para o core. 1xCircuitHIIT: 1 vez ao dia. 2xCircuitHIIT: 2 vezes ao dia com recuperação de 2 a 3 horas entre as sessões no mesmo dia.	
	Amostra: 25 adultos saudáveis, fisicamente ativos e independente. HIICT: n=14 MICT: n=11 Sexo: N.I Idade HIICT: 28.3 ± 6.8 anos MICT: 28.7 ± 4.9 anos	Duração do protocolo: 6 semanas com frequência 3 dias/sem HIICT: 20 séries sendo 5 séries para cada exercícios: polichinelo, escalador, burpee e agachamento com salto, com 30 segundos de exercício com intensidade “all out” por 30 segundos de intervalo passivo entre as séries. Duração total da sessão 20 minutos. MICT: Corrida continua com intensidade de 80% da FC _{máx} , com duração de 20 minutos.	HIICT ↑ Número de flexões (teste funcional) quando comparado ao MICT.
	Amostra: 26 mulheres coreanas com sarcopenia GE: 13 ♀ GC: 13 ♀ Idade: 74.9 ± 4.5 anos GE: 75 ± 3.9 anos GC: 74.9 ± 5.2 anos	Duração do protocolo: 12 semanas com frequência 3 dias/sem GE: As sessões de treinamento variaram de 25 (semana 1 a 2), 40 (semana 3 a 8) e 75 minutos (semana 9 a 12) com 10 minutos resfriamento no final de cada circuito. O treinamento de circuito consistiu em 10 séries sendo 1 para cada exercício: caminhada no lugar, <i>shoulder press</i> e agachamento, <i>twist dash</i> , estocada, polichinelos, <i>kick back</i> , flexão, <i>crunch</i> , <i>hip bridge</i> e <i>bird dog</i> . A sessão de exercício foi realizada por 10 minutos seguida de 5 minutos de intervalo entre as sessões com intensidade entre 60% a 80% da FCR. GC: Mantiveram seu estilo de vida habitual de atividade física durante o estudo.	GE ↓ % massa gorda ↓ Peso corporal ↓ JMC ↑ Massa livre de gordura ↑ Capacidade de equilíbrio ↑ Função muscular e pulmonar ↑ Força muscular GC: Não apresentou nenhuma mudança significativa
Jung et al. 2019		Duração do protocolo: 4 semanas com frequência 3 dias/semana na primeira e segunda semana e 4 dias/semana na terceira e quarta semana. Primeira semana eram realizados 3 blocos com tempo de sessão de 12 min/sessão de treino e na segunda a quarta semana 4 blocos com tempo de sessão de 16 min/sessão de treino. HIIT-F: 3-4 blocos de 8 séries de 20 segundos de exercício (2 séries para cada exercício) em intensidade “all out” por 10 segundo de intervalo e recuperação de 5 minutos entre os blocos. Semana 1 Bloco 1: Saltos em <i>Split</i> , Saltos, Flexão para prancha (alternado) e escalador. Bloco 2: Elevação do joelho, <i>Burpees</i> (sem salto), Polichinelo e <i>Knee-to elbow</i> . Bloco 3: Elevação dos joelhos tocando os tornozelos, flexão de braços, salto estrela e salto com ambas as pernas (frente e costas). Semana 2 Bloco 1: Saltos em <i>Split</i> , agachamento, prancha com rotação e escalador. Bloco 2: Elevação do joelho, <i>burpees</i> , polichinelo e <i>knee-to elbow</i> . Bloco 3: Elevação dos joelhos tocando os tornozelos, flexão de braço, salto estrela e <i>stutter steps</i> . Bloco 4: Salto, abdominal, salto canguru e <i>squat walk</i> . Semana 3 e 4 Bloco 1: Saltos em <i>Split</i> , salto vertical, prancha com rotação e escalador. Bloco 2: Elevação dos joelhos, <i>burpees</i> , <i>stutter steps</i> e <i>knee-to elbow</i> (dinâmico). Bloco 3: Elevação dos joelhos tocando os tornozelos, flexão, salto estrela e polichinelo. Bloco 4: Superman (extensão das costas), salto, salto canguru e <i>Squat Walk</i> .	HIIT-F ↑ $\dot{V}O_{2max}$ * ↑ $\dot{V}O_{2max}$ no segundo limiar ventilatório* ↑ números de <i>Burpees</i> ↓ FC _{máx} * *Resultados semelhantes ao grupo HIIT-R
Menz et al. 2019	Amostra: 15 voluntários saudáveis estudantes de esportes. 4 ♂ e 11 ♀ HIIT-F (n=7): 2 ♂ e 5 ♀ HIIT-R (n=7): 2 ♂ e 6 ♀ Idade HIIT-F: 24 ± 2 anos HIIT-R: 27 ± 3 anos		
	Amostra: 33 mulheres	Duração do protocolo: 5 semanas com frequência de 3 dias/sem, com	HICT
Micielska et al. 2019			

	<p>inativas (no último ano) sem diabetes. HICT: 20 ♀ GC: 13 ♀ Idade: 38 ± 12 anos HICT: 40 ± 11 anos GC: 45 ± 13 anos</p>	<p>total de 15 sessões.</p> <p>HICT: Foram realizados 3 circuitos com intervalo de 2 minutos entre eles. Cada circuito foi realizado com 30 segundos de estímulo para cada exercício em intensidade de 80 a 90% da FC_{max}, por 10 segundos de intervalo passivo. Os 9 exercícios realizadas foram: polichinelos, flexões, abdominais, prancha lateral, agachamento, prancha, corrida no lugar, estocadas e flexões com rotação.</p> <p>GC: Realizaram o HICT duas vezes no início do estudo e após 5 semanas.</p>	<p>↑ $\dot{V}O_{2max}$ ↓ Níveis de glicose ↓ Níveis de insulina ↓ Razão Insulina/IGF-1 ↓ HOMA-IR ↓ Miostatina sérica ↑ Níveis de irisina</p>
		<p>Duração do protocolo: 12 semanas com frequência de 3 dias/sem.</p>	
Scott et al. 2019	<p>Amostra: 32 adultos obesos sedentários 13 ♂ e 19 ♀ HIT-C (n=9): 4♂ e 5♀ MICT-C (n=13): 4♂ e 9♀ HIT-Lab (n=10): 5♂ e 5♀ Idade HIT-C: 32 ± 8 anos MICT-C: 32 ± 8 anos HIT-Lab: 32 ± 8 anos</p>	<p>HIT-C: 4-8 séries com 1 minuto de estímulo compostos de dois exercícios à escolha de 30 segundos cada sem intervalo entre eles com intensidade ≥80% FC_{max}, seguido de 1 minuto de intervalo passivo. Os seguintes exercícios foram sugeridos: levantamento turco, polichinelos, saltos, agachamento, escalador, elevação do joelho, corrida estacionária, <i>switch kicks</i>, meio <i>burpee</i>, <i>burpees</i>, <i>pike jumps</i>, <i>tuck jumps</i>, <i>split jumps</i>, salto vertical. Durante a semanas 1 a 4 realizaram 4 séries com aumento de 1 série a cada quinze dias até o máximo de 8 séries.</p> <p>MICT-C: Os participantes realizaram exercícios contínuos de sua escolha (natação, ciclismo ou caminhada/corrida), com intensidade de exercício recomendada de 65% da FC_{max} prevista. Durante as semanas 1 a 4, os participantes foram solicitados a se exercitar por 30 minutos, aumentando 5 minutos a cada quinze dias até 50 minutos.</p> <p>HIT-Lab: Os participantes completaram o mesmo protocolo do HIT-C, mas em cicloergômetro no laboratório. Durante o estímulo os participantes exercitaram-se a uma intensidade de 100% da W_{max} para obter uma FC de 80% da FC_{max}.</p>	<p>↑ $\dot{V}O_{2pico}$ e $\dot{V}O_{2max}^*$ ↑ Sensibilidade a insulina* ↑ dilatação mediada por fluxo* ↑ conteúdo total de eNOS nas arteríolas e capilares terminais* ↓ eNOS ser1177/eNOS nas arteríolas e capilares* ↑ capilarização* ↓ velocidade da onda de pulso aórtica* ↓ conteúdo de NOX2* ↓ % massa gorda* ↓ gordura visceral*</p> <p>*Resultados semelhantes ao grupo MICT-C e HIT-Lab</p>
		<p>Duração do protocolo: 12 semanas com frequência de 3 dias/sem.</p>	
Connolly et al. 2020	<p>Amostra: 24 ♀ inativas na pré-menopausa Idade: 39 ± 10 anos TFDDA (n=12): 41 ± 8 anos GC (12): 38 ± 11 anos</p>	<p>TFDDA: Sessão de exercício de 15 minutos consistindo em padrões de atividade física de baixa, moderada e alta intensidade. A sessão consistiu de 16 séries sendo 1 série para cada exercício. Os intervalos de estímulo foram de 30 e 60 segundos seguidos por transições de 5 segundos. Cada intervalo de 60 segundos exigia que a ação fosse concluída em baixa intensidade por 30 segundos, intensidade moderada por 20 segundos e alta intensidade por 10 segundos e cada intervalo era intercalado com intervalos de descanso ativo.</p> <p>Nível 1: 60 s. walk, jog, run, 60 s. Ankle, hip Mobility, 60 s. spinal Mobility, 60 s. skater, 60 s. side Mobility, 60 s. diagonal skip and turn, 60 s. brushes, 60 s. ¼ turn with fast feet, 60 s. quadruped Mobility, 60 s. folk step, 30 s. arrow balance, 60 s. side cut, 30 s. hip Mobility, 60 s. walk, jog, run and 30 s. spine Mobility.</p> <p>Nível 2: 60 s. fast walk, jog, run, 60 s. ankle, hip Mobility, 60 s. walk, jog, run, 60 s. spinal Mobility, 60 s. skater, 60 s. side Mobility, 60 s. diagonal skip and turn, 60 s. brushes, 60 s. ¼ turn with fast feet, 60 s. elevated quadruped, 60 s. folk step with jumps, 30 s. arrow balance, 60 s. dynamic side cut, 40 s. giant steps, 60 s. jog, run, sprint and 60 s. spine Mobility.</p>	<p>↑ HDL-C e bem-estar mental quando comparado ao GC.</p>
		<p>GC: Continuaram seu estilo de vida habitual sem exercícios físicos.</p> <p>Duração do protocolo: 10 semanas com frequência de 1 dia/sem.</p>	
Domaradzki et al. 2020	<p>Amostra: 58 meninos e meninas de uma escola secundária geral polonesa 28 ♂ e 30 ♀ Idade ♂: 16,2 ± 0,4 anos ♀: 16,2 ± 0,4 anos GE: baixo peso e sobrepeso GC: peso normal</p>	<p>HIIT: A sessão durou 14 minutos. Este treinamento foi dividido em 3 sessões, cada uma com duração de 4 min. Cada sessão baseada no protocolo Tabata (20 segundos de estímulo/10 segundos de descanso) consistiu em 8 ciclos de 2 exercícios. Cada ciclo começou com um exercício de intensidade "all out" com duração de 20 segundos seguido por um intervalo de 10 segundos na forma de exercício de baixa intensidade (pular sem corda, saltar e caminhar). Os ciclos foram repetidos sem pausa entre eles. ouve um descanso passivo de 1 minuto entre cada sessão durante o qual nenhum exercício foi realizado. O voluntário poderia escolher 2 exercícios entre: agachamento estreito, <i>butt kicker</i>, abdominal (toe touches), agachamento avanço, escalador, polichinelos, abdominal <i>twist</i> em pé, agachamento lateral.</p>	<p>↓ Massa corporal e IMC dos indivíduos com sobrepeso ↓ % massa gorda dos indivíduos com sobrepeso ↓ Relação cintura-quadril dos indivíduos com sobrepeso e peso normal ↑ capacidade aeróbia do grupo abaixo do peso e com sobrepeso (teste do <i>step</i>)</p>
		<p>Duração do protocolo: 6 semanas com frequência de 3 dia/sem, totalizando 18 sessões.</p>	
Archila et al. 2021	<p>Amostra: 19 sujeitos saudáveis e inativos 6 ♂ e 13 ♀ Idade T-PC (n=9): 20 ± 1 anos GC (n=10): 19 ± 0 anos</p>	<p>T-PC: Consistiu em um protocolo de 11 minutos que envolveu sessões alternadas de 60 segundos de exercícios vigorosos com intensidade "all out" seguido de 60 segundos de recuperação ativa leve (caminhada no local), além de um breve aquecimento e desaquecimento. O protocolo específico e a ordem dos exercícios foram: polichinelos; burpees modificados sem flexões; corrida com os joelhos altos no lugar; <i>split squat jumps</i>; corrida com os joelhos altos no lugar; agachamento com salto</p>	<p>↑ $\dot{V}O_{2pico}$ vs GC ↑ Potência pico (membros inferiores) vs GC</p>

GC: Sem treinamento.		
		Duração do protocolo: 6 semanas com frequência de 3 dia/sem.
Evangelista et al. 2021	<p>Amostra: 34 ♂ estudantes universitários</p> <p>Idade: 28,2 ± 6,7 anos</p> <p>HIIT-PC (n=21): 28.5 ± 6.7 anos</p> <p>GC (n=13): 27.8 ± 6.7 anos</p>	<p>HIIT-PC: Consistiu de 9 exercícios com 40 segundos de estímulo em intensidade "all out" divididos em 3 blocos com 2 séries cada. Os intervalos de descanso foram de 20 segundos entre os exercícios, 40 segundos entre as séries e 60 segundos entre os blocos (todos passivo). Os exercícios aplicados foram: Bloco 1: Agachamento, abdominal com rotação de tronco e <i>Skipping</i>; Bloco 2: Flexão de braços abertos, agachamento "sumô" e escalador; Bloco 3: polichinelo, flexão de braço e prancha aranha.</p> <p>↑ Espessura muscular (bíceps, tríceps e vasto lateral)</p> <p>↑ Performance no teste de flexão, abdominal, <i>burpee</i> e 1RM no leg press</p> <p>↑ $\dot{V}O_{2max}$</p>
		Duração do protocolo: 12 semanas com frequência de 3 dia/sem, totalizando 36 sessões com 19 minutos cada.
Lu et al. 2021	<p>Amostra: 20 ♀ saudáveis, não treinadas e fisicamente inativas.</p> <p>Idade: 20,2 ± 0,7 anos</p> <p>HIIT-F (n=10): 20.7 ± 0,6 anos</p> <p>HIIT-R (n=10): 20.7 ± 0,6 anos</p>	<p>HIIT-F: Realizaram 8 séries sendo 1 série para cada exercício. Cada série consistiu em 20 segundos de estímulo em intensidade "all out" seguido de 10 segundos de intervalo passivo (caminhada de baixa intensidade). Os seguintes exercícios foram realizados: Polichinelo, elevação do joelho, agachamento lateral, escalador, prancha, <i>burpees</i>, <i>Deep squat jumps</i> e <i>Butt kickers</i>. O tempo total de treinamento para cada sessão foi de 4 minutos.</p> <p>HIIT-R: Os participantes completaram 4 séries por sessão. Cada série incluiu uma corrida máxima de 30 segundos entre cones colocados a 20 metros de distância, com período de intervalo de 30 segundos entre as corridas. Completaram 144 repetições de corrida máxima durante o tempo total de exercício de 72 minutos.</p> <p>↓ % de massa gorda*</p> <p>↓ FC em repouso*</p> <p>↑ massa magra*</p> <p>↑ $\dot{V}O_{2max}$*</p> <p>↑ performance muscular (teste abdominal e salto em distância)</p> <p>*Resultado semelhante ao HIIT-R.</p>
		Duração do protocolo: 2 semanas com frequência de 4 dia/sem, intercalando os protocolos A e B por semana, com sessões de aproximadamente 30 minutos.
Müller et al. 2022	<p>Amostra: 13 ♀ atletas de rugby.</p> <p>Idade: 15,92 ± 0,76 anos</p>	<p>HIIT-PC-A: Consistiu em 2 ciclos de 8 séries, separados por 4 min, sendo 2 séries para cada exercício com estímulo de 20 segundos em intensidade "all out" intercalados de 10 segundos de intervalo passivo. Os seguintes exercícios foram utilizados: <i>Burpee</i>, agachamento com desenvolvimento, escalador e <i>skipping</i>.</p> <p>HIIT-PC-B: Consistiu de 6 séries sendo 3 para cada exercício. O estímulo de 60 segundos foi dividido em 30 segundos para cada exercício em intensidade "all out" intercalados de 60 segundos de intervalo passivo. Foi realizado um ciclo de 6 séries dos seguintes exercícios: <i>Hand walkout</i>, <i>burpees</i>, <i>cross jack</i>, polichinelo.</p> <p>↑ Desempenho físico no <i>burpee</i>, abdominal, flexão e salto</p> <p>↑ score no PACES</p>
		Duração do protocolo: 4 semanas com frequência de 3 dia/sem, com duração de 10 minutos a sessão com um total de 12 sessões.
Philippot et al. 2022	<p>Amostra: 28 estudantes do ensino superior.</p> <p>3 ♂ e 25 ♀</p> <p>Idade: 18 a 25 anos</p> <p>HIIT-PC (n=13): 20,69 ± 1,44 anos</p> <p>GC (n=15): 20,93 ± 1,94 anos</p>	<p>HIIT-PC: Consistiu em 2 circuitos de 10 séries sendo 1 para cada exercício de 30 segundos de exercício seguido de 30 segundos de intervalo ativo. Circuito 1: Caminhada de urso, agachamento com salto (para frente e trás), prancha, esquiador, agachamento, <i>burpee</i>, agachamento com braço estendido, estocada para frente e para trás (lado esquerdo), Superman e estocada para frente e para trás (lado direito). Circuito 2: Estocada lateral, corrida estacionária, estocada para trás, polichinelo, prancha aranha, <i>Diagonal knee kick</i>, <i>right and left hand/ankle touch</i>, agachamento, agachamento com salto e toque no chão.</p> <p>GC: Os participantes foram solicitados a continuar suas atividades habituais sem modificações particulares.</p> <p>↑ Adesão ao treinamento (87%)</p> <p>↓ Sintomas de estresse</p> <p>↓ Sintomas de depressão</p> <p>Melhora na saúde mental e física durante o isolamento por COVID-19 com os vídeos de HIIT-PC vs GC.</p>

Discussão

O HIIT-PC apresenta vantagens pelo menor tempo de execução, necessidade de pouco espaço e nenhum ou pouco material para a sua prática, o que aumenta o potencial como método de treinamento. Estudos com intervenção a longo prazo utilizando o HIIT-PC com duração em média de vinte minutos no período que variam de quatro até dezesseis semanas apresentam resultados significativos para melhora da aptidão cardiorrespiratória, composição corporal, aptidão músculo-esquelético e melhora nos fatores de risco

metabólico (Archila et al., 2021; Domaradzki et al., 2020; Lu et al., 2021). Além disso, a facilidade na aplicabilidade de sessões de HIIT-PC contribuiu para manutenção da atividade física em ambiente domiciliar durante o período de isolamento social pela epidemia do COVID, além de proporcionar melhora na saúde física e mental dos participantes (Philippot et al., 2022).

Gist et al. (2015) avaliaram o efeito de quatro semanas, com frequência de três dias durante a semana, de HIIT-PC sobre a aptidão e desempenho físico em cadetes do exército. Não foram observadas diferenças significativas nas variáveis

capacidade aeróbica ($\dot{V}O_{2\text{pico}}$) e capacidade anaeróbia quando o HIIT-PC foi comparado ao teste de desempenho físico típico do exército. Em relação ao peso corporal, o HIIT-PC conseguiu reduzir a massa corporal e o índice de massa corporal após quatro semanas de treino para os grupos que praticaram em uma frequência de três e cinco vezes por semana (Machado et al., 2018^c). O protocolo de HIIT-PC utilizado por Archila et al. (2021) mostrou aumento no pico de potência dos membros inferiores e embora não apresentando diferenças significativas ($p = 0,06$), houve uma tendência em aumentar a sensação de prazer após seis semanas de treinamento.

Em relação a indivíduos de meia-idade e idosos, alguns estudos apontam melhoras consideráveis em relação à aptidão física e qualidade de vida destes indivíduos. Blackwell et al. (2017) demonstraram que quatro semanas de HIIT-PC podem melhorar a aptidão cardiorrespiratória máxima e submáxima ($\dot{V}O_{2\text{máx}}$ e limiar anaeróbio) em indivíduos de meia-idade. Esses resultados contribuem para a melhora da autonomia no desenvolvimento das atividades de vida diária, bem como para a prevenção do risco de doenças cardiovasculares (Blackwell et al., 2017). Müller et al. (2022) avaliaram o efeito de duas semanas de HIIT-PC em jovens atletas encontrando melhora no desempenho físico e aumento na percepção de prazer após a intervenção. Cinco semanas de treinamento com HIIT-PC conseguiram melhorar a homeostase da glicose através da redução da concentração de glicose em repouso, nível de insulina, relação insulina/IGF-1, HOMA-IR e a concentração de miostatina de mulheres (Micielska et al., 2019).

O estudo de Connolly et al. (2020) sugere que o HIIT-PC por doze semanas pode melhorar o colesterol HDL e o bem-estar mental em mulheres inativas na pré-menopausa (Connolly et al., 2020). Scott et al. (2019) demonstraram que o HIIT-PC realizado por indivíduos obesos com alto risco de doenças cardiovasculares resulta em: (1) aumento do conteúdo de proteína eNOS (óxido nítrico sintase) endotelial do músculo esquelético em ambas as arteríolas terminais e capilares; (2) redução da fosforilação da eNOS ser1177 quando normalizada para aumentar o conteúdo de eNOS; (3) diminuição do conteúdo endotelial e da proteína NOX2 (NADPH oxidase isoforma 2) nas arteríolas e capilares terminais do músculo esquelético e (4) aumento da capilarização do músculo esquelético. Tais adaptações microvasculares coincidiram com melhorias no $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ e na sensibilidade à insulina de todo o corpo. Além disso, o treinamento causou melhorias significativas na dilatação dependente do endotélio da artéria braquial e na rigidez aórtica. Por fim, os resultados da biópsia muscular evidenciaram adaptações musculares esqueléticas tipicamente observadas após o treinamento de resistência, incluindo o aumento do conteúdo de eNOS na arteríola terminal e capilar, na densidade mitocondrial das fibras musculares, no conteúdo total do transportador de glicose 4 (GLUT-4) nas fibras do tipo II, no conteúdo intramuscular de triglicérides, na densidade capilar e na redução de NOX2 (Scott et al., 2019).

Redução da porcentagem de massa gorda e FC em repouso também foram observados com protocolo de doze semanas de HIIT-PC aplicando vinte segundos de estímulo e dez segundos de recuperação (Lu et al., 2021). O HIIT-PC proposto por Machado et al. (2018^b) comparado ao protocolo de TCIM apresentou reduções similares na massa corporal e no IMC após quatro semanas de treinamento. O protocolo de TCIM era realizado cinco vezes por semana, constituído de sessenta minutos de corrida a 75% da $FC_{\text{máx}}$. Vale ressaltar que o HIIT-PC, apesar de apresentar respostas semelhantes ao TCIM, foi mais eficiente para a perda de peso devido a uma menor frequência semanal (três vezes por semana) e baixo volume (trinta minutos por sessão e noventa minutos semanais). Evangelista et al. (2019) avaliaram e compararam o efeito de seis semanas de HIIT-PC e corrida contínua moderada (vinte minutos de corrida com intensidade de 80% $FC_{\text{máx}}$) sobre a composição corporal, hipertrofia e força. Quando comparado ao treinamento contínuo moderado, o HIIT-PC melhorou o desempenho no teste funcional de flexão, sem gerar mudanças na composição corporal e espessura muscular.

Em relação a parâmetros morfofuncionais, Moghaddam et al. (2020) encontraram aumento na área da secção transversal do músculo reto femoral (RF) e vasto lateral (VL) após quatro semanas em dois protocolos distintos de HIIT-PC (10:5 e 20:10 segundos de estímulo/intervalo). Tais resultados sugerem a eficiência em termos de tempo para adaptações morfológicas musculares nos músculos RF e VL. Adicionalmente, o protocolo com redução de tempo total de exercício de 50% (10:5 segundos) induziu efeitos similares quando comparado ao protocolo 20:10 segundos (Moghaddam et al., 2020).

Evangelista et al. (2021) avaliaram o efeito de seis semanas de HIIT-PC com frequência semanal de três dias sobre parâmetros de aptidão, morfológicos e funcionais de sujeitos não treinados. O protocolo de HIIT-PC utilizou nove exercícios com estímulo de quarenta segundos com intensidade “all-out” e vinte segundos de intervalo passivo divididos em três blocos com duas séries cada. O intervalo foi de quarenta e sessenta segundos entre as séries e blocos, respectivamente. Aumento na espessura muscular (bíceps, tríceps e vasto lateral), desempenho físico (teste de flexão, abdominal, *burpee* e 1RM) e $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ foram encontrados após o período de treinamento (Evangelista et al., 2021).

Quando comparadas sessões de HIIT-PC e HIIT utilizando corrida, melhorias semelhantes foram observadas após quatro semanas de treinamento no $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ e na resistência muscular (Menz et al., 2019). Quatro semanas de uma ou duas micro-sessões de seis minutos de HIIT-PC diariamente melhorou a aptidão do músculo esquelético e certas dimensões da qualidade de vida em indivíduos não treinados (Sperlich et al., 2018). O treinamento em circuito por doze semanas melhorou o peso corporal, IMC, percentual de gordura corporal, massa livre de gordura, capacidade de equilíbrio e função muscular e pulmonar em mulheres idosas (Jung et al., 2019).

Portanto, podemos sugerir o HIIT-PC como um

método de treinamento com potencial para atingir resultados benéficos à saúde geral do indivíduo, semelhantes ou superiores ao HIIT usando ergômetro e ao exercício contínuo de intensidade moderada. Além disso, é possível considerar que HIIT-PC apresenta maior adesão ao exercício, uma vez que resulta em uma melhor percepção de prazer e bem-estar em comparação com outras modalidades (HIIT usando ergômetro e exercício contínuo de intensidade moderada), contudo mais pesquisas devem ser realizadas para confirmar essa proposição. Além disso, mais estudos, considerando diferentes grupos etários, condições físicas, limitações motoras e comorbidades devem ser realizados para melhor entendimento da proposta e consistência do potencial da modalidade.

Algumas limitações podem ser mencionadas neste estudo. Embora o estudo se propôs em revisar sistematicamente as informações disponíveis na literatura sobre HIIT com peso corporal, foi notado uma alta variabilidade no design das sessões de treinamento, o que pode limitar generalizações. Assim, mais estudos devem ser realizados com programas de treinamento similares para que futuras análises possam ser conduzidas para esclarecer os desfechos crônicos deste tipo de programa de exercícios.

Conclusão

Os dados encontrados na literatura apontam que o HIIT-PC em longo prazo foi capaz de melhorar a aptidão cardiorrespiratória, o perfil metabólico e hormonal, a aptidão músculo esquelética, o desempenho físico e favoreceu a redução do peso corporal. Tais fatores ajudam a melhorar o estilo de vida e a saúde geral dos seus praticantes e contribui para que profissionais utilizem o HIIT-PC como estratégia de treinamento em seus programas de treinamento físico. Contudo, cabe mencionar que a variabilidade dos programas de treinamento, população, bem como a qualidade metodológica dos estudos apresentam algumas limitações que impossibilitam generalizações dos desfechos. Desta forma, mais estudos devem ser realizados para confirmação destes achados.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (projetos 637/2022 e 1007/2022) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela assistência científica. Os financiadores não tiveram nenhum papel no desenho do estudo, na coleta e análise de dados, na decisão de publicação ou na preparação do manuscrito.

Referências

- Archila, L. R., Bostad, W., Joyner, M. J., & Gibala, M. J. (2021). Simple bodyweight training improves cardiorespiratory fitness with minimal time commitment: a contemporary application of the 5bx approach. In *International Journal of Exercise Science* (Vol. 14, Issue 3). <http://www.intjexersci.com>
- Augustad, K. M., Berntsen, G., Lassen, K., Bellika, J. G., Wootton, R., & Lindsetmo, R. O. (2012). Standards for reporting randomized controlled trials in medical informatics: A systematic review of CONSORT adherence in RCTs on clinical decision support. In *Journal of the American Medical Informatics Association* (Vol. 19, Issue 1, pp. 13–21). <https://doi.org/10.1136/amiajnl-2011-000411>
- Blackwell, J., Atherton, P. J., Smith, K., Doleman, B., Williams, J. P., Lund, J. N., & Phillips, B. E. (2017). The efficacy of unsupervised home-based exercise regimens in comparison to supervised laboratory-based exercise training upon cardio-respiratory health facets. *Physiological Reports*, 5(17). <https://doi.org/10.14814/PHY2.13390>
- Connolly, L. J., Scott, S., Morencos, C. M., Fulford, J., Jones, A. M., Knapp, K., Krstrup, P., Bailey, S. J., & Bowtell, J. L. (2020). Impact of a novel home-based exercise intervention on health indicators in inactive premenopausal women: a 12-week randomised controlled trial. *European Journal of Applied Physiology*, 120(4), 771–782. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04315-7>
- Domaradzki, J., Cichy, I., Rokita, A., & Popowczak, M. (2020). Effects of tabata training during physical education classes on body composition, aerobic capacity, and anaerobic performance of under-, normal-and overweight adolescents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3). <https://doi.org/10.3390/ijerph17030876>
- Evangelista, A. L., Teixeira, C. L. S., Machado, A. F., Pereira, P. E., Rica, R. L., & Bocalini, D. S. (2019). Effects of a short-term of whole-body, high-intensity, intermittent training program on morphofunctional parameters. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 23(3), 456–460. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.01.013>
- Evangelista, A. L., Brigatto, F. A., DE Camargo, J. B., Braz, T. V., Bocalini, D. S., Teixeira, C. V., Paunksnis, M. R., Barros, B. M., Santos, L. M., & Carnevali, L. C. (2021). Effect of a short-term whole-body high-intensity interval training on fitness, morphological, and functional parameters in untrained individuals. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.21.12342-4>
- Gist, N. H., Freese, E. C., & Cureton, K. J. (2014). Comparison of responses to two high-intensity intermittent exercise protocols. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(11), 3033–3040. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000522>
- Gist, N. H., Freese, E. C., Ryan, T. E., & Cureton, K. J. (2015). Effects of Low-Volume, High-Intensity Whole-Body Calisthenics on Army ROTC Cadets. *Military Medicine*, 180(5), 492–498.

- <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-14-00277>
- Jadad, A. R., Moore, R. A., Carroll, D., Jenkinson, C., Reynolds, D. J., Gavaghan, D. J., & McQuay, H. J. (1996). Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary? *Controlled Clinical Trials*, 17(1), 1–12. [https://doi.org/10.1016/0197-2456\(95\)00134-4](https://doi.org/10.1016/0197-2456(95)00134-4)
- Lu, Y., Wiltshire, H. D., Baker, J. S., & Wang, Q. (2021). The effects of running compared with functional high-intensity interval training on body composition and aerobic fitness in female university students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(21). <https://doi.org/10.3390/ijerph182111312>
- Machado, A., Doro, M., Rocha, A. L. C., Reis, V. M., & Bocalini, D. S. (2018^c). Training frequency in HIIT body work and body mass reduction: a pilot study. *Motricidade*, 14(1), 179–183. <https://doi.org/10.6063/motricidade.14321>
- Machado, A. F., Baker, J. S., Figueira Junior, A. J., & Bocalini, D. S. (2017). High-intensity interval training using whole-body exercises: training recommendations and methodological overview. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 39(6), 378–383. <https://doi.org/10.1111/cpf.12433>
- Machado, A. F., Evangelista, A. L., Miranda, J. M. de Q., Teixeira, C. V. L. S., Leite, G. dos S., Rica, R. L., Figueira Junior, A., Baker, J. S., & Bocalini, D. S. (2018^b). Sweat rate measurements after high intensity interval training using body weight. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 24(3), 197–201. <https://doi.org/10.1590/1517-869220182403178641>
- Machado, A. F., Evangelista, A. L., Miranda, J. M. Q., Teixeira, C. V. L. S., Rica, R. L., Lopes, C. R., Figueira-Júnior, A., Baker, J. S., & Bocalini, D. S. (2018^a). Description of training loads using whole-body exercise during high-intensity interval training. *Clinics*, 73:e516. <https://doi.org/10.6061/CLINICS/2018/E516>
- Machado, A. F., Nunes, R. de A. M., Vale, R. G. de S., Rica, R. L., Junior, A. F., & Bocalini, D. S. (2017). Body weight based in high intensity interval training: the new calisthenics? *Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal*, 15(448), 1–4. <https://doi.org/10.17784/mtprehabjournal.2017.15.448>
- Machado, A. F., Reis, V. M., Rica, R. L., Baker, J. S., Junior, A. J. F., & Bocalini, D. S. (2020). Energy expenditure and intensity of HIIT bodywork® session. *Motriz*, 26(4). <https://doi.org/10.1590/S1980-6574202000040083>
- Machado, A. F., Vale, R. G. S., Leite, C. D. F. C., Santos, A. O. B., Rica, R. L., Baker, J. S., Gobbo, S., Bergamin, M., & Bocalini, D. S. (2023). Effects of different recovery times on training variable responses during high intensity interval training using body weight. *Retos*, 51, 109-115.
- Mcrae, G., Payne, A., Zelt, J. G. E., Scribbans, T. D., Jung, M. E., Little, J. P., & Gurd, B. J. (2012). Extremely low volume, whole-body aerobic- resistance training improves aerobic fitness and muscular endurance in females. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 37(6), 1124–1131. <https://doi.org/10.1139/H2012-093>
- Menz, V., Marterer, N., Amin, S. B., Faulhaber, M., Hansen, A. B., & Lawley, J. S. (2019). Running low-volume high-intensity interval training: effects on vo2 max and muscular endurance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 18(3):497-504.
- Moghaddam, M., Estrada, C. A., Baghurst, T., & Jacobson, B. H. (2020). Muscular morphological adaptations of two whole-body high intensity interval training configurations. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 60(7), 985–991. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.20.10526-7>
- Müller, C. B., da Veiga, R. S., dos Santos Pinheiro, E., Del Vecchio, F. B., & Zanesco, A. (2022). Home-based high-intensity interval training can improve physical performance in young female athletes during a quarantine. *Motriz*, 28(especial I): 1-6. <https://doi.org/10.1590/S1980-657420210012421>
- Ojeda, E., Castro, F. A. de S., Reich, M., Astorino, T. A., & Benítez-Flores, S. (2022). Burpee interval training is associated with a more favorable affective valence and psychological response than traditional high intensity exercise. *Perceptual and Motor Skills*, 129(3), 767–786. <https://doi.org/10.1177/00315125221083180>
- Philippot, A., Moulin, P., Charon, M. H., Balestra, C., Dubois, V., de Timary, P., De Volder, A., Bleyenheuft, Y., & Lambrechts, K. (2022). Feasibility of online high-intensity interval training (hiit) on psychological symptoms in students in lockdown during the covid-19 pandemic: a randomized controlled trial. *Frontiers in Psychiatry*, 21(13): 1-10. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.904283>
- Rosa, D. S., Meireles, T. A., Lopes Evangelista, A., Fernandes, A., Anthony de Oliveira, L., Silva-Grigoletto, M. E., Bocalini, D. S., & Rica, R. L. (2022). Changes in mood state and affective responses in healthy individuals undergoing a high-intensity interval training session using body weight, *RevIPI* 12(1): 1-9.
- Schaun, G. Z., & Del Vecchio, F. B. (2018). High-intensity interval exercises' acute impact on heart rate variability: Comparison between whole-body and cycle ergometer protocols. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(1), 223–229. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002180>
- Schaun, G. Z., Pinto, S. S., Silva, M. R., Dolinski, D. B., & Alberton, C. L. (2018). Whole-body high-intensity interval training induce similar cardiorespiratory adaptations compared with traditional high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training in healthy men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(10), 2730–2742.

- <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002594>
- Scott, S. N., Shepherd, S. O., Hopkins, N., Dawson, E. A., Strauss, J. A., Wright, D. J., Cooper, R. G., Kumar, P., Wagenmakers, A. J. M., & Cocks, M. (2019). Home-hit improves muscle capillarisation and eNOS/NAD(P)H oxidase protein ratio in obese individuals with elevated cardiovascular disease risk. *Journal of Physiology*, 597(16), 4203–4225. <https://doi.org/10.1113/JP278062>
- Scoubeau, C., Bonnechère, B., Cnop, M., Faoro, V., & Klass, M. (2022). Effectiveness of whole-body high-intensity interval training on health-related fitness: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15), 1–28. <https://doi.org/10.3390/ijerph19159559>
- Spiteri, K., Broom, D., Bekhet, A. H., De Caro, J. X., Laventure, B., & Grafton, K. (2019). Barriers and motivators of physical activity participation in middle-aged and older adults—a systematic review. *Journal of Aging and Physical Activity*, 27(6), 929–944. <https://doi.org/10.1123/japa.2018-0343>
- Thompson, W. R. (2023). Worldwide Survey of Fitness Trends for 2023. *ACSM's Health and Fitness Journal*, 27(1), 9–18. <https://doi.org/10.1249/FIT.0000000000000834>
- Von Elm, E., Altman, D. G., Egger, M., Pocock, S. J., Gøtzsche, P. C., Vandenbroucke, J. P., & STROBE Initiative. (2007). The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *Lancet (London, England)*, 370(9596), 1453–1457. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)61602-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61602-X)
- Whiting, P., Savović, J., Higgins, J. P. T., Caldwell, D. M., Reeves, B. C., Shea, B., Davies, P., Kleijnen, J., Churchill, R., & ROBIS group. (2016). ROBIS: A new tool to assess risk of bias in systematic reviews was developed. *Journal of Clinical Epidemiology*, 69, 225–234. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2015.06.005>

Datos de los/as autores/as:

Alexandre Fernandes Machado	xdmachado@gmail.com	Autor/a
Paulo Vinicios C. Zovico	vinicios_cz@hotmail.com	Autor/a
Carine Danielle F. C. Leite	carinecleite@gmail.com	Autor/a
Roberta L. Rica	robertarica@hotmail.com	Autor/a
Bruna M. Barros	massarotosaroto@gmail.com	Autor/a
Alexandre L. Evangelista	contato@alexandrelevangelista.com.br	Autor/a
Luciana Carletti	luciana.carletti@ufes.br	Autor/a
Danilo Sales Bocalini	bocaliniht@hotmail.com	Autor/a