

Efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade na aptidão física relacionada à saúde em crianças e adolescentes: uma revisão sistemática

Effects of high-intensity interval training on health-related physical fitness in children and adolescents: a systematic review

Rafael Luiz Mesquita Souza¹ , Felipe José Aidar^{1,2} , Sílvia Schütz¹ , Jymmys Lopes dos Santos² ,
Nara Michelle Moura Soares¹ , Silvan Silva de Araújo³ , Anderson Carlos Marçal¹ 

1. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil.

2. Grupo de Pesquisa em Desempenho, Esporte, Saúde e Esportes Paraolímpicos- GEPEPS, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil.

3. Secretaria de Estado da Educação de Sergipe (SEED / SE), Aracaju, SE, Brasil.

RESUMO

Introdução: O treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) é capaz de promover melhora da saúde e condicionamento físico e contribuir para o aumento da capacidade cardiorrespiratória (VO_{2max}), da resistência muscular localizada e melhora da composição corporal. No entanto, seus efeitos sobre a aptidão física relacionada a saúde de crianças e adolescentes ainda não são bem esclarecidos. **Objetivo:** O objetivo do estudo foi analisar a eficácia do HIIT na aptidão física relacionada a saúde de crianças e adolescentes. **Métodos:** O presente estudo analisou artigos das bases de dados (SportDiscus, Web of Science, Medline via PubMed, Scopus, Scielo e Bireme). Foi aplicada a estratégia PICO para selecionar os artigos e o CONSORT para avaliar a qualidade dos ensaios clínicos randomizados. Foram encontrados 511 artigos. Desse total, 101 artigos foram elegíveis para a análise do resumo. **Resultados:** Ao final do processo de seleção resultaram em 10 artigos que compuseram os critérios de inclusão. Os resultados sugerem que entre as variáveis analisadas pelos artigos referentes a aptidão física relacionada a saúde, o HIIT demonstrou eficácia na VO_{2max} , índice de massa corporal e percentual de gordura nessa população. **Conclusão:** Contudo, não foi possível afirmar que o HIIT promoveu ajustes na flexibilidade, na força e na resistência muscular localizada, sendo necessário maiores estudos para avaliar seus efeitos sobre a aptidão física relacionada a saúde.

Palavras-chave: Exercício físico, Adolescente, Atenção primária à saúde.

ABSTRACT

Introduction: High-intensity interval training (HIIT) can improve health and physical conditioning, and it also contributes to the increase of cardiorespiratory capacity (VO_{2max}), localized muscular resistance and improvement of body composition. However, its effects on health-related physical fitness in children and teenagers are not yet clear. **Objective:** The objective of this paper was to analyze the effectiveness of HIIT on health-related physical fitness with children and teenagers. **Methods:** This study analyzed papers from the following databases: SportDiscus, Web of Science, Medline by way of PubMed, Scopus, Scielo e Bireme. The PICO strategy was applied in order to select the papers, and CONSORT was applied to assess the quality of randomized clinical trials. 511 papers were found. Out of this number, 101 papers were eligible for abstract analysis. **Results:** At the end of the selection process, ten papers met the inclusion criteria. The results suggest that among the variables analyzed by the papers that addressed health-related physical fitness, HIIT demonstrated efficacy in VO_{2max} , body mass index and fat percentage in this population. **Conclusion:** However, it was not possible to state that HIIT promoted adjustments in flexibility, strength and localized muscular resistance, requiring further studies to assess its effects on health-related physical fitness.

Key-words: Exercise, Adolescent, Primary health care.

Recebido em: 18 de setembro de 2020; Aceito em: 5 de novembro de 2020.

Correspondência: Rafael Luiz Mesquita Souza, Rua Quintino de Lacerda, 648, 49500-004 Itabaiana SE, Brasil, e-mail: rlms2010@hotmail.com

Introdução

Crianças e adolescentes são acometidos por doenças decorrentes do comportamento sedentário, cerca de 23% da população mundial abaixo dos 18 anos realizam menos de 150 minutos de atividades físicas semanais [1-3]. Como consequência, a prevalência de doenças hipocinéticas como a hipertensão e obesidade tendem a aumentar nessa faixa etária, o que contribui para um maior risco de saúde e baixo nível de aptidão física [4].

A aptidão física relacionada à saúde (AFRS) é uma ferramenta preditiva da saúde infanto-juvenil [5]. Para crianças e adolescentes, os principais indicadores de AFRS são a composição corporal, condicionamento cardiorrespiratório, níveis de flexibilidade e força muscular [6-8].

Para melhorar a aptidão física, é recomendada por educadores físicos a prática de exercício físico em se tratando de crianças, jovens ou adolescentes, bem como por indivíduos pertencentes a outros grupos etários [9]. Nesse sentido, alguns estudos avaliam os efeitos do exercício de alta intensidade sobre a AFRS. Dentre as diferentes modalidades, o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) surge como uma alternativa que demanda curto período para a sua execução quando comparado ao modelo tradicional de treinamento aeróbio moderado [10].

O HIIT é um método de endurance caracterizado por períodos de alta intensidade, intercalados com períodos de baixa intensidade ou repouso para a recuperação. Os protocolos na maioria empregam 80-100% da potência aeróbia pico (VO_{2pico}) [11,12], considerado o volume máximo de oxigênio consumido pelo indivíduo durante a avaliação e não necessariamente o máximo da capacidade respiratória (VO_2) [13].

Alguns estudos sugerem que o HIIT é capaz de promover ajustes de marcadores biológicos como aumentos da capacidade aeróbia, da fração do volume de ejeção ventricular, da expressão da isoforma quatro do transportador de glicose (GLUT-4) nas células musculares, do $VO_{2máx}$ e ajustes de outros componentes, como a redução do percentual de gordura abdominal, maior capacidade de trabalho muscular e alteração na composição corporal em geral [9,14,15].

Apesar da existência de estudos que abordem os efeitos do HIIT em crianças e adolescentes, as evidências não são conclusivas se este tipo de treinamento é capaz de promover ajustes benéficos sobre a aptidão física nessa população. Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo avaliar o impacto do HIIT nos componentes da AFRS em crianças e adolescentes.

Métodos

Estratégia de pesquisa sistemática da literatura

A estratégia (PICO) (Paciente, Intervenção, Comparação e “Outcomes” (desfecho)) foi utilizada seguindo a metodologia Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). A busca dos artigos foi realizada por dois pesquisadores, utilizando as bases de dados Scielo, Pubmed, Scopus, Sports Discus e Medline. Na Scielo e Pubmed foram usadas palavras-chave para maior abrangência de estudos; na Sports Discus utilizou-se descritores em ciências da saúde (DeCS) e sinônimos; na Medline utilizaram-se títulos de assuntos médicos (MeSH) para artigos indexados. As palavras-chave utilizadas foram: adolescent, children, teenager, physical fitness, high intensity interval training e HIIT cruzados com os conectores booleanos AND, OR ou AND OR. Período de início sem data limite para seleção dos artigos, cujo término ocorreu em março de 2020. O artigo foi submetido na plataforma da York

University (<https://www.crd.york.ac.uk/prospero/>), cujo número de identificação na plataforma é CRD42020213497.

Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão adotados foram: estudos do tipo ensaio clínico randomizado envolvendo criança e/ou adolescentes dos 6-19 anos [16], ter aplicado o HIIT e analisado algum dos indicadores (flexibilidade, composição corporal, força e resistência muscular localizada) relacionados com a AFRS. Como critério de exclusão foi analisado o período de treinamento inferior a 4 semanas.

As intervenções de interesse foram aquelas que evidenciaram resultados após um período de 4 semanas de treinamento com o HIIT. Esta pesquisa verificou as diferenças entre os grupos de intervenção e controle relacionadas às variáveis aptidão cardiorrespiratória ($VO_{2máx}$ e VO_{2pico}) e percentual de gordura corporal (%G).

Extração dos dados

Para a extração dos dados foram utilizadas planilhas em Excel uniformizadas, respeitando as normas do CONSORT como guia de ensaios clínicos randomizados [17]. Foram utilizados por dois revisores informações sobre características, amostra, critérios de elegibilidade, métodos de intervenção e dos resultados encontrados. Para analisar o nível de concordância entre os revisores foi aplicado o teste Kappa. Houve 100% ($k = 1,00$, $P < 0,001$, 95% IC) e 81,0% ($k = 0,81$, $P < 0,001$ e 95% IC) de concordância para títulos e resumos, respectivamente. Durante a busca de artigos nas bases de dados, foram analisados os títulos, resumos, artigos completos e sua elegibilidade para esta revisão sistemática. Em caso de divergências, um terceiro revisor foi consultado.

Avaliação da qualidade dos estudos individuais

Nessa etapa foi verificada a qualidade de trabalhos originais de forma criteriosa e que utilizassem o treinamento físico HIIT. Foram selecionados artigos com percentual $\geq 80\%$, seguindo as diretrizes do CONSORT. Desta forma, foram analisadas a qualidade metodológica, risco de viés, bem como os critérios de inclusão e exclusão, dados estatísticos e resultados, sendo selecionados 10 artigos na última etapa (Figura 1).

A avaliação de risco de viés foi realizada utilizando a ferramenta Risk of bias, seguindo as características: geração da sequência aleatória; ocultação de alocação; cegamento de participantes e profissionais; cegamento de avaliadores e desfecho; desfechos incompletos; relato de desfecho seletivo e outras fontes de viés (Figura 2).

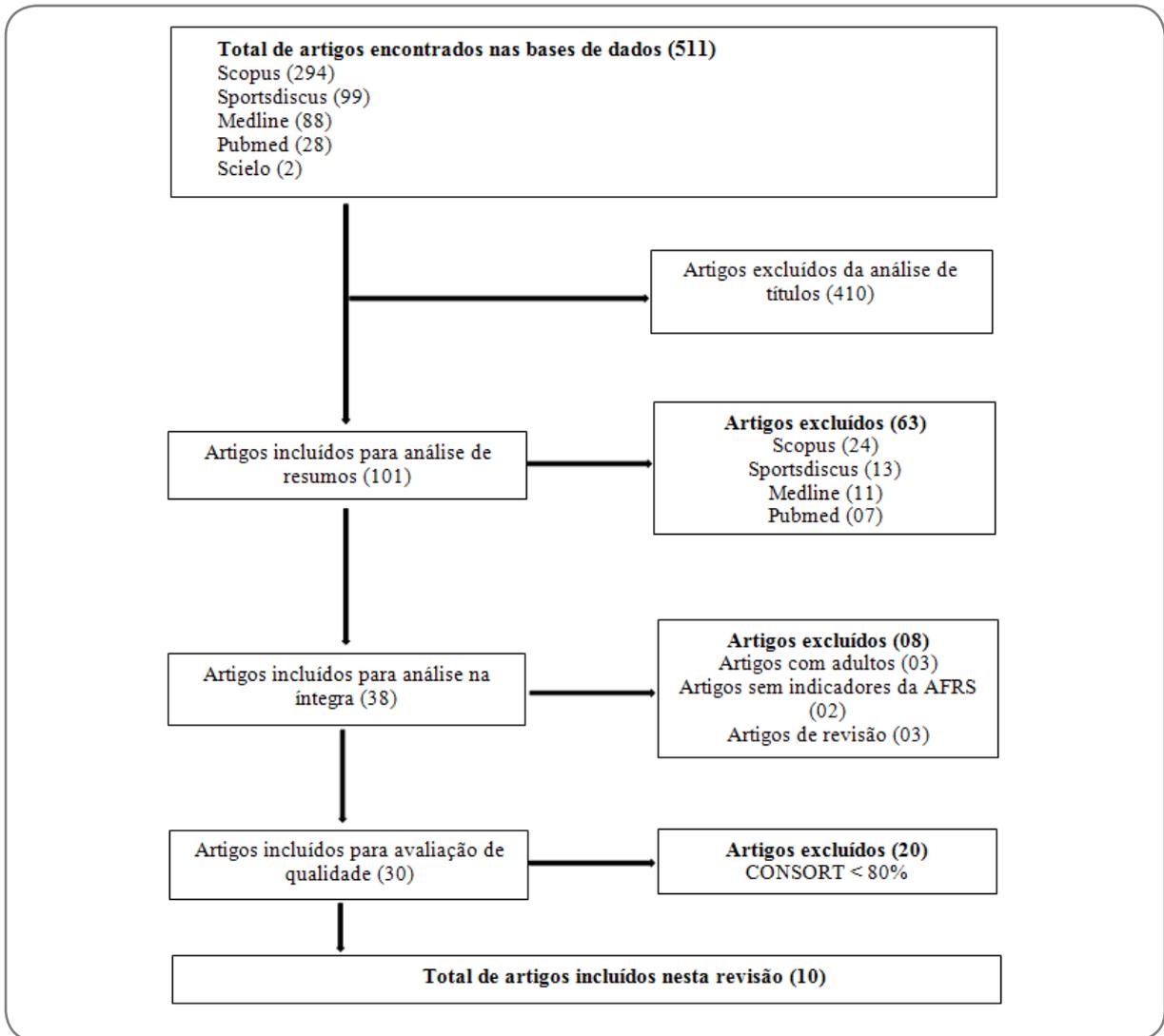
Resultados

Inclusão dos estudos

Foram encontrados 511 artigos, desse total 410 foram rejeitados conforme avaliação do título, restando 101 artigos elegíveis para a análise do resumo. Desses, 38 artigos foram elegíveis para a leitura completa. Ao final do processo de seleção da pesquisa restaram 10 artigos que preencheram os critérios de inclusão (ver Quadro 1 após as referências do artigo).

Projeto e amostra

Os estudos elegíveis apresentaram desenho experimental e randomização dos indivíduos para sua alocação, possuíam grupos de intervenção e controle. Os trabalhos continham um número de 19-197 participantes de ambos os sexos, cuja condição física variava entre obesos, atletas e escolares.



AFRS = Aptidão física relacionada a saúde; CONSORT: guia de ensaios clínicos randomizados; Fonte: Elaboração dos autores.

Figura 1 - Fluxograma da seleção dos estudos através dos critérios de inclusão.

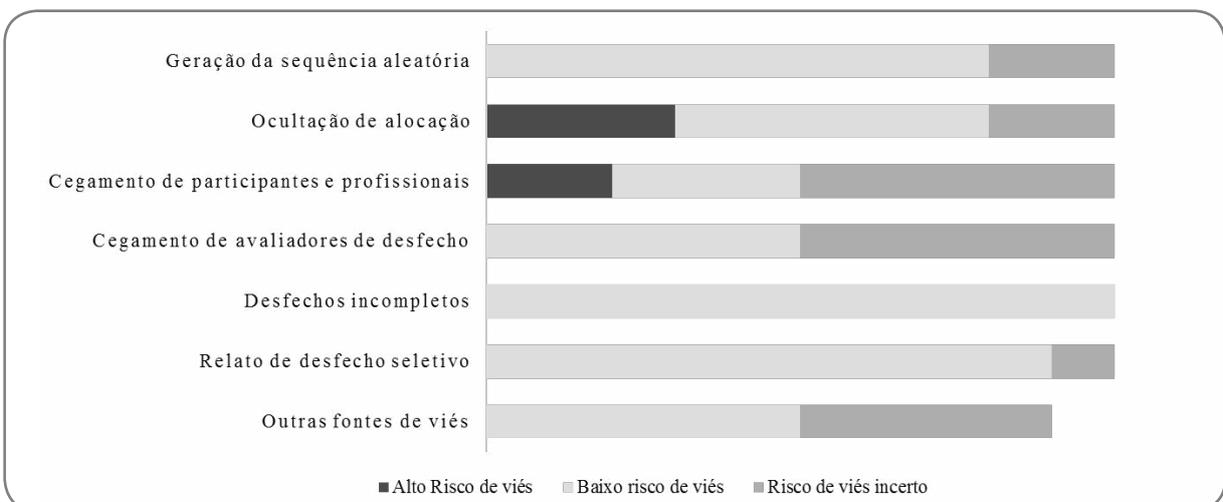


Figura 2 - Avaliação do risco de viés.

Intervenções

Alguns estudos apresentaram variação no tempo de duração das intervenções, contudo 5 estudos mantiveram a constância e empregaram 12 semanas [20,22,23,25,26]. Os demais autores utilizaram o HIIT durante 4 [18,27], 8 [19], 6 [21] e 28 semanas [24].

Os trabalhos também demonstraram diferentes formas de intervenção: HIIT longo e repeated sprint training (RST) com razão entre estímulo e descanso acima de 1 minuto de duração e intensidade de 90% VO_{2pico} e 30 segundos com intensidade de 170% do pico de potência [23]; apenas HIIT longo entre 90% e 100% da frequência cardíaca máxima (FC_{máx}), em forma de corrida na esteira ergométrica [27].

Houve comparações entre HIIT e dieta: HIIT longo na modalidade de corrida na esteira entre 80% e 90% da FC_{máx} no grupo intervenção e redução de 300 a 400 calorias no grupo controle [26]. Dois estudos [24,26] aplicaram HIIT longo no grupo intervenção e atividades nas aulas de educação física no grupo controle, com intensidades de 80-95% da FC_{máx} e 100% da velocidade aeróbia máxima, em corrida livre no campo de futebol, respectivamente. Também foram utilizados, o HIIT em forma de exercícios como agachamentos, saltos curtos e longos e sprints com esforços máximos no grupo principal, atividades esportivas nas aulas de educação física, e exercício aeróbio e atividades esportivas no grupo controle [20].

O HIIT longo a 140% da velocidade do limiar anaeróbio individual foi utilizado em small slided games, com características de treinamento intervalado com alta intensidade, em intensidade igual ao anterior [26]. O HIIT curto a 74% da FC_{máx} foi utilizado em treinamento resistido com agachamentos com peso corporal, saltos, flexões e skipping, além de atividades na aula de educação física para o grupo controle [19].

O HIIT longo entre 85-95% da FC_{máx} também foi utilizado, com descanso ativo entre 50-70% da FC_{máx} no grupo intervenção e no controle aplicou treinamento cardiorrespiratório de intensidade moderada, mantendo o mesmo volume de 40 min para ambos e 60-70% da FC_{máx}, de intensidade na modalidade de corrida na esteira [22]. Por fim, em outro estudo que utilizou corrida em esteira num HIIT longo no grupo principal de 80-95% FC_{máx}, conjuntamente com mensagens motivacionais [21]. Sendo no grupo secundário aplicado o mesmo modelo de HIIT, porém sem mensagens motivacionais. Apesar dos treinamentos serem em alta intensidade, nenhum estudo relatou efeitos controversos severos durante e após a temporada de intervenções.

Resultados e medidas de intervenção primárias

Da análise dos artigos selecionados, foram destacadas variáveis diretamente relacionadas com a AFRS, segundo as diretrizes preconizadas pelo Fitnessgram, American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance e Projeto Esporte Brasil [28-30]. A capacidade/aptidão cardiorrespiratória ($VO_{2máx}$ e VO_{2pico}), baseadas nos testes de Léger [31], mais conhecidos como Shuttle Run 20 m, Yo-Yo Intermittent Endurance test ou vai e vêm [12,19,20,25] e aqueles preconizados pela German National Teams [18].

As demais estimativas foram realizadas a partir de ergoespirometria em um protocolo de rampa em esteira [22,27]. Dois estudos empregaram o cicloergômetro de membros inferiores [23,26]. Entretanto, houve um artigo que aplicou o protocolo de teste TC6 walk test para avaliar a capacidade cardiorrespiratória [24].

Também foram analisadas as variáveis IMC e %G. Os métodos utilizados foram a classificação de Cole *et al.* [32] para o IMC e bioimpedância tetrapolar (BIA) [25]. Outros dois trabalhos utilizaram a fórmula $Kg/Altura^2$ para a aferir %G e IMC, respec-

tivamente [23,26]. Além disso, os demais estudos avaliaram estes mesmos parâmetros pelas equações diferenciadas quanto ao sexo [21,24].

Resultados e medidas de intervenção secundárias

Os trabalhos selecionados também avaliaram a circunferência de cintura (CC), a relação cintura quadril (RCA ou RCQ) e a razão RCA/RCQ [21,24], a RCA e a RCQ estão relacionadas com a obesidade e sobrepeso, assim como baixos índices de aptidão física [32]. A medida da CC foi aferida utilizando da linha do umbigo como referência [21,23], e como a menor circunferência abdominal, a região localizada entre a 10^a costela e a borda da crista ilíaca considerada como o ponto médio [20,21,24].

A frequência cardíaca máxima foi avaliada para se determinar a capacidade cardiorrespiratória [26,27] durante o teste de 6 minutos de corrida [21]; a partir da FC predita a partir da idade [23]; a média mais alta da FC após a realização dos exercícios em ambos os grupos [19] no teste Shuttle Run 20m [20], pela equação 220-idade [26] e pelo yoyo intermittent endurance test [25].

Qualidade dos estudos

Segundo o CONSORT, do total de 30 estudos, 20 possuíam classificação de 50-79,9% e 10 \geq 80%. Do total de 30 artigos, 25%, 60% e 70% indicaram o modelo de estudo no título; como a amostra foi calculada; e 70% descreveram o método usado para gerar a randomização, respectivamente. Além disso, 85%, 80% e 45% relataram os efeitos adversos das intervenções, as limitações dos estudos e informaram a fonte de financiamento do estudo, respectivamente.

Discussão

A presente revisão constatou que o HIIT independente do modelo aplicado promove ajustes benéficos na população infanto juvenil. Os principais foram: aumento da capacidade cardiorrespiratória [20,22,23,35]; diminuição do IMC [19,21,24-26]; redução do %G [21,24-26], melhora na frequência cardíaca máxima [23,25]; ampliação do limiar anaeróbio [18]; atenuação da relação cintura-quadril e circunferência de cintura [21,24].

Dos estudos avaliados, 4 apresentaram diferenças entre o pré e pós-treino na aptidão cardiorrespiratória [20,22,23,27]. Em relação a tais parâmetros, outros autores corroborando esses achados evidenciaram que o HIIT melhorou tanto parâmetros anaeróbios, quanto aeróbios, medidas preditivas de boa saúde cardiovascular em escolares saudáveis e obesos [18,36,37].

Para a AFRS, o condicionamento cardiorrespiratório é um preditor importante e está inversamente relacionado ao desenvolvimento de comorbidades como a obesidade, hipertensão e o diabetes, com isso o condicionamento cardiorrespiratório é o melhor indicador da aptidão física relacionado a longevidade [38,39]. Além disso, foi demonstrada uma relação inversa entre IMC e $VO_{2máx}$, esses resultados sugerem que a inatividade física contribui para uma maior propensão ao desenvolvimento de adiposidade corporal e obesidade nessa população amostral [40]. Todavia, o mecanismo envolvido ainda não está completamente elucidado e requer mais pesquisas para demonstrarem a relação entre o $VO_{2máx}$ e a gênese da adiposidade corporal nessa população.

Em relação a $FCmáx$, apesar de não ser diretamente envolvida na avaliação da AFRS, tem relação com o $VO_{2máx}$ [25,35]. O HIIT curto melhorou tanto a $FCmáx$ quanto o $VO_{2máx}$ [25]. Contudo, ainda não há consenso dos efeitos do HIIT sobre a

massa e composição corporal. O IMC e/ou %G foram reduzidos segundo alguns autores [19,20,24-26] bem como relataram o aprimoramento do nível de condicionamento físico e menor probabilidade de desenvolver doenças relacionadas com a AFRS. No entanto, em outros estudos, o HIIT não foi capaz de promover ajustes nessas variáveis [22,23]. Além disso, outros autores sugerem que quanto maior os valores de IMC, menor o nível de aptidão cardiorrespiratória e muscular [41].

Desta forma, esses resultados sugerem que existe a necessidade de mais investigações das influências destas variáveis sobre a aptidão física. É importante ressaltar que 60% dos trabalhos avaliados foram compostos por crianças e ou/adolescentes com sobrepeso ou obesos, indicando que outras patologias, assim como o aumento do risco cardiovascular, estão associadas à diminuição do nível de atividade física e/ou aumento do comportamento sedentário, condições antagônicas a AFRS [42,43].

O HIIT foi eficaz para a melhora dos parâmetros $VO_{2máx}$ e/ou IMC em crianças e adolescentes eutróficos [19]. Em outro estudo, em indivíduos obesos/sobrepesados, o HIIT foi mais eficaz em diminuir o IMC e %G [44]. Ratificamos a hipótese demonstrada por esses mesmos autores os quais sugerem que esse efeito se deve a maior liberação de catecolaminas, que poderia induzir um efeito lipolítico exacerbado nessa população após a prática do HIIT por mecanismos ainda desconhecidos.

O sexo é um fator que pode influenciar os parâmetros avaliados. Alguns autores sugerem que as respostas fisiológicas, níveis de percentual de gordura e massa muscular são distintos [45] nos estágios maturacionais de meninas e meninos. Um grupo masculino obteve melhores ajustes no $VO_{2máx}$, flexibilidade, força e resistência muscular, IMC e %G que o grupo feminino [46]. Neste mesmo artigo, os autores sugerem que devido ao menor nível de atividade física, as meninas apresentam uma resposta mais acentuada quando submetidas em algum tipo de exercício, que pode ter contribuído para melhora dos parâmetros IMC e $VO_{2máx}$.

Todavia, algumas evidências são contraditórias. Em outro trabalho que avaliou o nível de AFRS de adolescentes, os meninos apresentaram melhores scores de AFRS, exceto na flexibilidade [47]. Nesse estudo também foi proposto que devido à alta variabilidade na faixa etária das crianças e adolescentes, os diferentes níveis maturacionais podem ter influenciado na interpretação dos resultados.

Nesse sentido, apesar de ambos sexos apresentarem alterações no IMC e %G após o HIIT, as garotas obtiveram melhores resultados nestas variáveis [24]. Já o grupo controle misto que realizou atividades moderadas nas aulas de educação física, apresentaram um incremento do IMC. Entretanto a atividade física moderada não foi capaz de alterar o IMC e %G, em crianças e adolescentes, respectivamente [19,25].

É importante ressaltar que a influência do tempo de treinamento e duração das intervenções com o HIIT nas variáveis IMC, %G e $VO_{2máx}$ ainda necessitam de mais investigações. O período de treinamento capaz de induzir ajustes no organismo foi de 4 a 28 semanas, assim como no tempo da sessão entre 4-60 minutos de duração. Mesmo com essas variações, nota-se que houve melhora do IMC, %G ou $VO_{2máx}$ para a AFRS. No entanto, o estudo que utilizou o supra HIIT (RST) com duração de 4 minutos por sessão, apenas promoveu melhora do $VO_{2máx}$.

Destaca-se que a maioria dos protocolos que mantiveram intensidades entre 85 a 100% da frequência cardíaca ou velocidade aeróbia máxima, com duração média de 40 minutos, apresentaram efeitos positivos tanto na composição corporal quanto na capacidade cardiorrespiratória. Para esta última, os ajustes significativos ocorreram a partir de 4 semanas de treinamento [21-26].

Deve-se ressaltar que entre os diferentes tipos de HIIT existentes, os mais utilizados foram: HIIT longo, maior que 1 minuto de estímulo/descanso; HIIT curto, até

1 minuto de estímulo/descanso; Sprint Interval Training (SIT), até 30 seg de estímulo/4 min de descanso e o RST, 10 seg de estímulo/20seg de descanso. Dentre eles o que mais proporcionou alterações positivas para AFRS foi o HIIT longo que promoveu ajustes benéficos na capacidade cardiorrespiratória, IMC e %G [20-24,26,38-40]. O HIIT curto e o SIT, por sua vez, também foram capazes de promover ajustes no IMC, enquanto o RST modulou apenas o $VO_{2máx}$ [48]. Acerca das comparações feitas no trabalho citado anteriormente, é importante ressaltar que o tipo de exercício empregado na forma de HIIT (corrida, ciclismo ou remo) demonstrou influenciar na magnitude dos resultados, limitando assim generalizações e comparações mais precisas.

Conclusão

O HIIT foi eficaz na melhora do IMC, %G e $VO_{2máx}$, indicando que essa metodologia de treino, promove ajustes positivos nesses parâmetros da AFRS. Contudo, não foi possível afirmar que o HIIT foi eficaz no melhoramento da força e resistência muscular localizada, assim como da flexibilidade. Além disso, o HIIT longo foi mais eficaz em promover ajustes benéficos em alguns componentes da AFRS (índice de massa corpora, capacidade cardiorrespiratória e percentual de gordura) e em variáveis secundárias (frequência cardíaca, circunferência de quadril e relação cintura quadril). Sendo assim, sugere-se um tempo mínimo entre 4 e 8 semanas com intensidades mínimas de 85% da $FCmáx$ e tempo médio de 40 minutos de duração da sessão seja capaz de modular o IMC, %G e ou $VO_{2máx}$. Além disso, é necessário padronizar e/ou normalizar os grupos de acordo com as faixas etárias com menor intervalo, de acordo com o nível maturacional de cada participante.

Potencial conflito de interesse

Nenhum conflito de interesses com potencial relevante para este artigo foi reportado.

Fontes de financiamento

Não houve fontes de financiamento externas para este estudo.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Souza RLM, Aidar FJ, Schütz, S. **Obtenção de dados:** Souza RLMS, Lopes J, Soares NM, Marçal AC. **Análise e interpretação dos dados:** Souza RLM, Araújo SS, Soares NM. **Análise estatística:** Souza RLM, Araújo SS, Soares NM, Schütz S. **Obtenção de financiamento:** Não se aplica. **Redação do manuscrito:** Souza RLM, Aidar FJ, Schütz S. **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Souza RLMS, Lopes J, Soares NM, Marçal AC.

Referências

1. World Health Organization. Summary report of the update of systematic reviews of the evidence to inform the WHO guidelines on physical activity, sedentary behavior and sleep in children under 5 years of age. Geneva: World Health Organization; 2018. <https://doi.org/10.1123/jpah.2019-0457>
2. American College of Sports Medicine. Diretrizes do ACMS para os testes de esforço e sua prescrição. 9th ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2014. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000496000.56508.f6>
3. World Health Organization. WHO Guidelines on physical activity, sedentary behavior and sleep for children under 5 years of age. Geneva: WHO; 2019. <https://doi.org/10.1123/jpah.2019-0457>
4. Block KV, Klein CH, Szklo M, Kuschnir MCC, Abreu GA, Barufaldi LA et al. ERICA: prevalências de hipertensão arterial e obesidade em adolescentes brasileiros. Rev Saúde Pública 2016;50(Supl.1):1-13. <https://doi.org/10.1590/s01518-8787.2016050006685>
5. Vian F, Pedretti A, Gaya A, Gaya AR, Volkweis Junior JM. Aptidão física relacionada à saúde de

- escolares de Canoas/RS. Saúde (Santa Maria) 2018;44(2):1-14. <https://doi.org/10.5902/2236583432767>
6. World health organization. WHO Guidelines on physical activity, sedentary behaviour. 2019. ed. [s.l.] 2019, 2019. https://doi.org/10.1007/springerreference_70205
 7. Montoro APPN, Leite CR, Espíndola JA, Alexandre JM, Reis MS, Capistrano R *et al.* Aptidão física relacionada à saúde de escolares com idade de 7 a 10 anos TT - Physical fitness related to the health of 7-10 year-olds student. ABCS Health Sciences 2016;41(1):29-33. <https://doi.org/10.7322/abcshs.v41i1.842>
 8. Mancilla R, Torres P, Álvarez C, Schifferli I, Sapunar J, Díaz E. Ejercicio físico interválico de alta intensidad mejora el control glicémico y la capacidad aeróbica en pacientes com intolerancia a la glucosa. Revista Médica de Chile 2014;142(1):34-9. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872014000100006>
 9. Gomes PP, Silva HJG, Lira CTC, Lofrano-Prado MC, Prado WL. Efeitos de diferentes intensidades de treinamento aeróbio sobre a composição corporal em adolescentes obesos. Rev Bras Cineantrop De-sempenho Hum 2013;15(5):594-603. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2013v15n5p594>
 10. Gibala MJ, Gillen JB, Percival ME. Physiological and health-related adaptations to low-volume interval training: influences of nutrition and sex. Sports Med 2014;44(Suppl 2):S127-S137. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0259-6>
 11. Weston KS, Wisløff U, Coombes JS. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: A systematic review and meta-analysis. Br J Sports Med 2014;48(16):1227-34. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092576>
 12. Menezes Junior FJ, Jesus IC, Leite N. Predictive equations of maximum oxygen consumption by shuttle run test in children and adolescents: a systematic review. Rev Paul Pediatría 2019;37(2):241-251. <https://doi.org/10.1590/1984-0462/2019;37;2;00016>
 13. Keating SE, Machan EA, O'Connor HT, Gerofi JA, Sainsbury A, Caterson ID *et al.* Continuous exercise but not high intensity interval training improves fat distribution in overweight adults. J Obes 2014;2014:834865. <https://doi.org/10.1155/2014/834865>
 14. Del Vecchio FB, Galliano LM, Coswig VS. Aplicações do exercício intermitente de alta intensidade na síndrome metabólica. Rev Bras Ativ Física e Saúde 2013;18(6):669-87. <https://doi.org/10.12820/rbafs.v.18n6p669>
 15. World Health Organization. Young people's health – a challenge for society: report of a WHO study group on young people and health for all. Geneva: WHO; 1986. <https://doi.org/10.1002/hpm.4740050310>
 16. World Health Organization. WHO Guidelines on physical activity, sedentary behaviour; 2019. https://doi.org/10.1007/springerreference_70205
 17. Schulz KF, Altman DG, Moher D. CONSORT 2010 Statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. BMJ 2010;340:c332. <https://doi.org/10.1136/bmj.c332>
 18. Faude O, Steffen A, Kellmann M, Meyer T. The effect of short-term interval training during the competitive season on physical fitness and signs of fatigue: a crossover trial in high-level youth football players. Int J Sports Physiol Perform 2014;9(6):936-44. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0429>
 19. Costigan SA, Eather N, Plotnikoff RC, Taaffe DR, Lubans DR. High-intensity interval training for improving health-related fitness in adolescents: a systematic review and meta-analysis. Br J Sports Med 2015;49(19):1253-61. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094490>
 20. Martínez SR, Ríos LJC, Tamayo IM, Almeida LG, López-Gomez MA, Jara CC. An after-school, high-intensity, interval physical activity program improves health-related fitness in children. Motriz. Rev Educ Fis 2016;22(4):359-7. <https://doi.org/10.1590/s1980-6574201600040022>
 21. Herget S, Reichardt S, Grimm A, Petroff D, Käßlinger J, Haase M *et al.* High-intensity interval training for overweight adolescents: Program acceptance of a media supported intervention and changes in body composition. Int J Environ Res Public Health 2016;13(11). <https://doi.org/10.3390/ijerph13111099>
 22. Dias KA, Ingul CB, Tjønnå AE, Keating SE, Gomersall SR, Follestad T *et al.* Effect of high-intensity interval training on fitness, fat mass and cardiometabolic biomarkers in children with obesity: a randomized controlled trial. Sports Med 2018;48(3):733-46. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0777-0>
 23. Chuensiri N, Suksom D, Tanaka H. Effects of high-intensity intermittent training on vascular function in obese preadolescent boys. Child Obes 2018;14(1):41-9. <https://doi.org/10.1089/chi.2017.0024>
 24. Delgado-Floody P, Espinoza-Silva M, García-Pinillos F, Latorre-Román P. Effects of 28 weeks of high-intensity interval training during physical education classes on cardiometabolic risk factors

- in Chilean schoolchildren: a pilot trial. *Eur J Pediatr* 2018;177(7):1019–27. <https://doi.org/10.1007/s00431-018-3149-3>
25. Cvetković, N, E Stojanović E, Stojiljković N, Nikolić D, Scanlan AT, Milanović Z. Exercise training in overweight and obese children: Recreational football and high-intensity interval training provide similar benefits to physical fitness. *Scand J Med Sci Sports* 2018;28:18-32. <https://doi.org/10.1111/sms.13241>
26. Plavsic L, Knezevic OM, Sovtic A, Minic P, Vukovic R, Mazibrada I et al. Effects of high-intensity interval training and nutrition advice on cardiometabolic markers and aerobic fitness in adolescent girls with obesity. *Appl Physiol Nutr Metab* 2020;45(3):294-300. <https://doi.org/10.1139/apnm-2019-0137>
27. Seo MW, Lee JM, Jung HC, Jung SW, Song JK. Effects of various work-to-rest ratios during high-intensity interval training on athletic performance in adolescents. *Int J Sports Med* 2019;40(8):503-10. <https://doi.org/10.1055/a-0927-6884>
28. Plowman SA, Meredith MD, eds. *Fitnessgram/Activitygram reference guide*. 4th ed. Dallas: The Cooper Institute; 2013. <https://doi.org/10.1123/jpah.3.s2.s5>
29. Gaya A, Silva G. Projeto Esporte Brasil, observatório permanente dos indicadores de saúde e fatores de prestação esportiva em crianças e jovens: manual de aplicação de medidas e testes, normas e critérios de avaliação. Rio Grande do Sul: UFRGS; 2016.
30. American Alliance for Health, Physical Education, Recreation, and Dance. *Health related physical fitness test manual*. Washington: AAHPERD; 1980. <https://doi.org/10.1080/07303084.1982.10631187>
31. Léger L, Gadoury C. Validity of the 20 m shuttle run test with 1 min stages to predict VO₂ max in adults. *Canadian Journal of Sports Science* 1989;14(1):21-6.
32. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000;320(7244):1240-1243. <https://doi.org/10.1136/bmj.320.7244.1240>
33. Pelegrini A, Silva DAS, Silva JMFL, Grigollo L, Petroski EL. Anthropometric indicators of obesity in the prediction of high body fat in adolescents. *Rev Paul Pediatr* 2015;33(1):56–62. [https://doi.org/10.1016/s2359-3482\(15\)30031-2](https://doi.org/10.1016/s2359-3482(15)30031-2)
34. Moghiseh M, Habibi E, Aramesh N, Hasanzadeh A, Khorvash MK, Poorrahmatian AH. The association between VO₂max and heart rate of casting industry workers. *J Occup Health Epidemiol* 2013;2(1):20-6. <https://doi.org/10.18869/acadpub.johe.2.1.2.20>
35. Sharma VK, Subramanian SK, Radhakrishnan K, Rajendran R, Ravindran BS, Arunachalam V. Comparison of structured and unstructured physical activity training on predicted VO₂max and heart rate variability in adolescents - a randomized control trial. *J Basic Clin Physiol Pharmacol* 2017;28(3):225-38. <https://doi.org/10.1515/jbcpp-2016-0117>
36. Foster C, Farland CV, Guidotti F, Harbin M, Roberts B, Schuetle J et al. The effects of high intensity interval training vs steady state training on aerobic and anaerobic capacity. *J Sports Sci Med* 2015;14(4):747-55. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000476771.63318.52>
37. Alonso-Fernández D, Fernández-Rodríguez R, Taboada-Iglesias Y, Gutiérrez-Sánchez A. Impact of a HIIT protocol on body composition and VO₂max in adolescents. *Sci Sports* 2019;34(5):341-7. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2019.04.001>
38. Silva PR, Faria WF, Silva JM, Santos GC, Santos RG, Stabelini Neto A. Aptidão física e fatores de risco cardiometabólicos em adolescentes: um estudo longitudinal. *Revista Contexto & Saúde* 2020;20(38):170-6. <https://doi.org/10.21527/2176-7114.2020.38.170-176>
39. Buchan DS, Boddy LM, Young JD, Cooper SM, Noakes TD, Mahoney C et al. Relationships between cardiorespiratory and muscular fitness with cardiometabolic risk in adolescents. *Res Sports Med* 2015;23(3):227-39. <https://doi.org/10.1080/15438627.2015.1040914>
40. Borfe L, Rech DC, Benelli TES, Paiva DN, Pohl HH, Burgos MS. Associação entre a obesidade infantil e a capacidade cardiorrespiratória: revisão sistemática. *Rev Bras Promoç Saúde* 2017;30(1):118-124. <https://doi.org/10.5020/18061230.2017.p118>
41. Eddolls WTB, McNarry MA, Stratton G, Winn CON, Mackintosh KA. High-intensity interval training interventions in children and adolescents: a systematic review. *Sports Med* 2017;47(11):2363-74. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0753-8>
42. García-Hermoso A, Correa-Bautista JE, Olloquequi J, Ramírez-Vélez R. Health-related physical fitness and weight status in 13- to 15-year-old latino adolescents. A pooled analysis. *J Pediatr*

2019;95(4):435-42. <https://doi.org/10.1016/j.jpdp.2018.04.010>

43. Twig G, Reichman B, Afek A, Derazne E, Hamiel U, Furer A et al. Severe obesity and cardio-metabolic comorbidities: a nationwide study of 2.8 million adolescents. *Int J Obes* 2019;43(7):1391-9. <https://doi.org/10.1038/s41366-018-0213-z>

44. Maillard F, Pereira B, Boisseau N. Effect of high-intensity interval training on total, abdominal and visceral fat mass: a meta-analysis. *Sports Med* 2018;48(2):269-88. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0807-y>

45. Cordel PT, Souza WC, Lima VA, Hykavei Junior P, Danziato AVHA, Oliveira VM et al. Comparação da aptidão física relacionada à saúde e a prática esportiva em crianças. *Saúde (Santa Maria)* 2018;44(1). <https://doi.org/10.5902/2236583425765>

46. Bianchini JAA, Silva DF, Lopera CA, Antonini VDS, Nardo Junior N. Intervenção multiprofissional melhora a aptidão física relacionada à saúde de adolescentes com maior efeito sobre as meninas em comparação aos meninos. *Rev Bras Educação Física Esporte* 2016;30(4):1051-59. <https://doi.org/10.1590/1807-55092016000401051>

47. Weston KL, Azevedo LB, Bock S, Weston M, George KP, Batterham AM. Effect of novel, schoolbased high-intensity interval training on cardiometabolic health in adolescents: Project FFAB (Fun Fast Activity Blasts) - an exploratory controlled before-and-after trial. *PLoS One* 2016;11(8):e0159116. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159116>

48. Rosenblat MA, Perrotta AS, Thomas SG. Effect of high-intensity interval training versus sprint interval training on time-trial performance: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2020;50(6):1145-61. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01264-1>

Tabela I - Características dos estudos selecionados.

Estudos	Participantes (idade em anos)	Intervenção e caracterização do treinamento	Resultados*
Faude <i>et al.</i> [18]	19 jogadores jovens (17-19)	Grupo HIIT 4 semanas de treinamento; 4-5x/sem 2 blocos x12-15 rps; 1min/1min; 1min/1min; 140% vel. limiar anaeróbio individual Grupo Small slided games 4 semanas de treinamento; 4 – 5x/sem 4min/4min; 140% vel. limiar anaeróbio individual	Ambos os grupos ↑Limiar anaeróbio individual (4,3%, P<0,001) ↓FCpico (1,8%, P<0,001) ↓Tempo de recuperação (5%, P<0,02) Grupo SSG ↑VO ₂ pico (4,3%, P<0,001)
Costigan <i>et al.</i> [19]	65 adolescentes (≅15,6)	Grupos HIIT 8 semanas de treinamento; 3x semana; AEP (aeróbio): 30 seg/30 seg; 8 a 10 min; 74% (FCmáx) RAP (resistência e aeróbio): 30seg/30 seg + <i>skipping</i> ; 77,5% (FCmáx) Controle: 8 semanas de treinamento; 3x/sem 8 a 10 minutos de atividades nas aulas de educação física	Grupo AEP e RAP = Aptidão cardiorrespiratória para ambos os grupos ↓IMC (4,8%, P<0,037) Grupo controle Sem alterações significativas nas variáveis
Martínez <i>et al.</i> [20]	94 crianças (7-9)	Grupo HIIT 12 semanas de treinamento; 2x/sem 20 min de HIIT e 20 min de atividades esportivas; All out Grupo Controle 12 semanas de treinamento; 2x/sem 20 min de aeróbio moderado; 20 min de atividades esportivas	Grupo HIIT ↑VO ₂ máx (10,9%, P<0,001) ↑VO ₂ pico (12,7%, P<0,001) Grupo controle Sem alterações significativas nas variáveis
Herget <i>et al.</i> [21]	28 adolescentes; sobrepeso (13-18)	Grupo HIIT 6 meses de treinamento; 2x/sem 8 rps a 10 rps x 60seg /75seg, 80-95% (FCmáx) 60 min Com Mensagens motivacionais Grupo controle 6 meses de treinamento; 2x/sem 8 rps a 10 rps x 60seg /75seg, 80-95% (FCmáx) Sem Mensagens motivacionais;	Ambos os grupos apresentaram: ↓IMC (3,8%, P<0,04) ↓%G (2,8%, P<0,01) ↓CC (3,5%, P<0,07) ↓RCA (2%, P<0,002)
Dias <i>et al.</i> [22]	99 adolescentes obesos (7-16)	Grupo HIIT 12 semanas de treinamento; 3x/sem 4 min, 85-95% da FCmáx; 3 min de recuperação 50-70% da FCmáx; 40 min Grupo MICT 12 semanas de treinamento; 3x/sem 40 min, 60-70% da FCmáx	GRUPO HIIT ↑VO ₂ pico (3,6%, P<0,01) = %G GRUPO MICT Sem alterações significativas nas variáveis
Chuensiri, <i>et al.</i> [23]	48 crianças e adolescentes obesos (8-12)	Grupo HIIT 12 semanas de treinamento; 3x/sem 8 rps x 2min x1 min, 90% pico de potência; Grupo supra HIIT 12 semanas; 8 rps x 20seg x 10seg; 170% do pico de potência; Grupo controle 12 semanas; 3x/sem Atividades diárias extraclasse	Grupo HIIT e supra HIIT = IMC entre os grupos =%G entre os grupos =CC entre os grupos ↓FCmáx (10,5%, P<0,003; 8,2%, P<0,03, respectivamente) ↑VO ₂ pico (23%, P<0,001; 18%, P<0,001, respectivamente) Grupo controle Sem alterações significativas nas variáveis

Delgado-floody <i>et al.</i> [24]	197 escolares sobrepeso e obesidade (6-11)	4 Grupos HIIT 28 semanas de treinamento; 2x sem EG1- sobrepesos/EG2- obesos 4-5 blocos de 4 a 6 min de trabalho; 1-2 min de recuperação; divididos em 30 a 60 seg de atividade e 30 a 60 de recuperação (a cada 2 a 4 blocos) 80-95% da FCmáx 60 min; Grupo controle 28 semanas de treinamento; 2x sem GC1- 17 sobrepeso/ GC2- 29 obesos Submetidos as atividades desenvolvidas nas aulas de Educação física	Grupo EG1 E EG2- meninos e meninas ↓IMC (5%, P<0,001) ↓CC (2%, P<0,03) Grupo EG2- meninos ↓RCA (4%, P<0,02) Grupo EG2- meninas ↓%G (7,2%, P<0,0037) Grupo CG1 e CG2 Sem alterações significativas
Cvetković <i>et al.</i> [25]	42 adolescentes obesos/sobrepeso (11-13)	Grupo HIIT composto por três períodos: Semana de 0 a 4 12 semanas de treinamento; 3x semana; 5 rps x 10seg x 10seg/3 min Semana 5 a 8 12 semanas; 3x semana; 3 rps x 8 15seg x 15seg/3min Semana 9 a 12 12 semanas de treinamento; 3x semana; 3 rps x 10x 20seg x 20seg/3 min 100% velocidade aeróbia máxima Grupo futebol recreacional 12 semanas; 3x semana; Jogos- 4 rps x 8 min/ 2 min; 60 min 100% velocidade aeróbia máxima Grupo controle 12 semanas de treinamento; 3x semana; Atividades nas aulas de educação física	Grupo HIIT (média dos períodos) e futebol recreacional ↓IMC (1% (P<0,01) e 3,1% (P<0,01), respectivamente) ↓%G (5,2% (P<0,004) e 7,7% (P<0,006), respectivamente) ↓FCmáx (3%, P<0,003) ↑VO ₂ máx (7,8% (P<0,05) e 8,1% (P<0,05), respectivamente) Grupo controle Sem alterações significativas nas variáveis
Plavsic <i>et al.</i> [26]	44 meninas adolescentes obesas (13-19)	Grupo dieta+ HIIT 12 semanas de treinamento; 2x/sem HIIT 4 blc x 4 rps; 85-90% da FCmáx; 43 min Grupo dieta 12 semanas sem a prescrição de exercício físico Redução de 300-500 cal/dia	Grupo dieta + HIIT ↓IMC (5,2%, P<0,03) ↓%G (5,6%, P<0,02) Grupo dieta ↓IMC (3,0%, P<0,03) ↓%G (3,5%, P<0,02)
Seo <i>et al.</i> [27]	47 adolescentes atletas de taekwondo (15-18)	4 Grupos HIIT: 1:2 4 semanas de treinamento; 2 a 3x/sem; 10 sessões; 90-100% FCmáx; Sem 1-2: 6 rps x 30 sec/1 min descanso; Sem 3-4: 8 rps x 30 seg/1 min descanso; 1:4 4 semanas de treinamento; 2 a 3x/sem; 10 sessões; 90-100% FCmáx; Sem 1-2: 6 rps x 30sec/2 min de descanso; Sem 3-4: 8 rps x 30seg/2 min descanso; 1:8 4 semanas de treinamento; 2 a 3x/sem; 10 sessões; 90-100% FCmáx; Sem 1-2: 6 rps x 30 seg/4 min descanso; Sem 3-4: 6 rps x 30seg/4 min de descanso; Grupo Controle 4 semanas de treinamento; Submetidos apenas ao treinamento de taekwondo	Grupo HIIT 1:2 ↑VO ₂ máx (8%, P<0,05) Grupo HIIT 1:4 ↑VO ₂ máx (6,6%, P<0,05) Grupo HIIT 1:8 ↑VO ₂ máx (5,5%, P<0,05) Grupo controle Sem alterações significativas

vel = velocidade; All out = esforço máximo; ↑ aumento; ↓ diminuição; sem = semana; %G = percentual de gordura; MICT = treinamento cardiovascular de intensidade moderada; FCmáx = frequência cardíaca máxima; blcs = blocos; rps = número de repetições; FCpico = frequência cardíaca pico; IMC = índice de massa corporal; CC = circunferência de cintura; RCA = relação cintura altura; CG = grupo controle; AEP = grupo aeróbico; RAP = grupo resistência e aeróbico; seg = segundos; min = minutos; P<0,05 = efeito estatisticamente significativo; *Os resultados foram apresentados conforme informações contidas em cada artigo selecionado para compor esta revisão.