

HIIT nas escolas na promoção da atividade e condição física nos adolescentes: revisão sistemática

Autores

André Bento¹; Luis Carrasco²; Armando Raimundo¹

andresbento@uevora.pt

Resumo

Introdução: O HIIT apresenta-se como uma alternativa eficiente em relação ao tempo investido comparativamente ao treino aeróbio, que permite alavancar o impacto no número de praticantes de exercício físico resultando em melhorias dos índices e marcadores de saúde, principalmente dos adolescentes.

Objetivo: avaliar utilidade do HIIT implementado nas Aulas de Educação Física (AEF).

Métodos: pesquisa de janeiro de 2008 a março de 2020. **Crítérios de Inclusão:** aplicado em adolescentes dos 10-19 anos; aplicado em contexto escolar; os resultados se reportarem à condição física (CF), atividade física (AF) e motivação para a prática; pelo menos 4 semanas de intervenção; e RCTs.

Resultados: foram incluídos 14 estudos. Todos os estudos apresentam melhorias significativas na CF e AF. Melhorias na composição corporal registaram, no máximo, um *Effect Size*. O HIIT apresenta-se como um potente estímulo na melhoria da aptidão cardiorrespiratória. Melhorias na AF registaram, no mínimo, um *Effect Size* moderado.

Conclusão: o HIIT em contexto escolar tem um grande potencial na melhoria da CF e AF nos adolescentes. A eficiência do HIIT e a grande adaptação às instalações, refletem a grande aplicabilidade que estes protocolos podem ter nas AEF.

Palavras-chave: Condição Física, Saúde, HIIT, Educação Física, Sedentarismo

¹ CHRC - Comprehensive Health Research Centre, Departamento de Desporto e Saúde, Escola de Saúde e Desenvolvimento Humano, Universidade de Évora

² BIOFANEX, Universidade de Sevilha, Espanha

Introdução

Atividade física (AF) insuficiente, sobrepeso e obesidade, dieta pobre, baixa aptidão cardiorrespiratória (ACR), hipertensão, inflamação crónica e dislipidemias são evidentes em cada vez mais adolescentes [1]. Mais de 50% das crianças obesas tornar-se-ão adultos obesos [2]. Em Portugal, apenas 15% das crianças entre os 11 e 15 anos reportam a prática de AF diária [3], e na maioria dos países ocidentais, crianças e adolescentes passam demasiado tempo em comportamentos sedentários, cenário que piora a cada década [1, 4, 5]. O pouco de tempo de lazer, reduzido acesso a instalações e baixa motivação para a prática (MP), são as barreiras frequentemente reportadas para a fraca adesão a programas de exercício físico (EF) [6-8]. Neste sentido, o Treino Intervalado de Alta Intensidade (HIIT) apresenta-se como uma alternativa eficiente em relação ao tempo investido comparativamente ao treino aeróbio [1, 9-11], que permite alavancar o impacto no número de praticantes de EF resultando em melhorias dos índices e marcadores de saúde, principalmente dos adolescentes [12-14].

O HIIT é caracterizado por períodos relativamente curtos de EF muito intenso, intercalados com períodos de pausa ou EF de baixa intensidade [5, 15, 16]. O HIIT é um potente estímulo na melhoria da composição corporal (CC) e de risco cardiometabólicos em adultos [17], e dados preliminares em adolescentes são também promissores [4, 12, 18-20]. Esforços intensos têm sido considerados impróprios para a população geral/sedentária devido a sentimentos de incompetência [21, 22]. No entanto, crianças e adolescentes expressaram uma manifesta preferência relativamente à eficiência e prazer, e a natureza “para-arranca” do HIIT parece refletir as atividades tradicionalmente observadas na infância [1, 2, 4, 11]. Apesar do amplo interesse nas vantagens que a metodologia do HIIT apresenta, há uma escassez de estudos investigando o impacto nos adolescentes, principalmente desenhos que se aproximem da realidade das crianças, como as escolas [1, 5, 13]. A Escola e, concretamente, as Aulas de Educação Física (AEF) são espaços privilegiados, promotores de alterações positivas para o resto da vida [23].

Esta revisão sistemática de literatura que teve como questão de partida: Quais os efeitos do HIIT nas AEF na melhoria da Condição Física (CF) e MP, em adolescentes? O objetivo desta revisão foi 1) avaliar a utilidade do HIIT integrado nas AEF, na CF, AF e MP; e 2) avaliar os efeitos dos protocolos e periodizações nas variáveis anteriores.

Métodos

Estratégia de Pesquisa

Esta revisão foi elaborada aplicando as diretrizes do modelo PRISMA [24] e pré registada na PROSPERO com o número CRD42019138771. O autor realizou as pesquisas através das bases de dados eletrónicas PubMed, MEDLINE, SPORTDiscus, CINAHL, MEDICLATINA, COCHRANE, e Web of Science de janeiro 2008 a março 2020. Foi utilizada a seguinte chave de pesquisa: ((“High-Intensity Interval Training” OR “High-Intensity Interval Exercise” OR HIIT OR “High-Intensity Intermittent Exercise” OR “High-Intensity Intermittent Training” OR “Sprint Interval Training” OR “Sprint Interval Exercise” OR “sprint intermittent training” OR “sprint intermittent exercise” OR HIT) AND (Adolescents OR Adolescence OR Teens OR Teen OR Teenagers OR Teenager OR Youth OR Youths)) AND (motivation OR motivational OR behavior OR behavioral) OR (“Cardiorespiratory Fitness” OR Fitness OR Strength OR Endurance OR “Body composition” OR “Body mass” OR “Kinanthropometry” OR “Physical Conditioning” OR “Physical Fitness” OR “Physical Education” OR exertion OR “PHYSICAL endurance” OR “Physical Performance” OR “Athletic Ability”) OR (effect OR effects OR result OR results OR impact OR compared OR comparison)). Esta chave foi depois limitada a estudos publicados com revisão de pares, escritos em Inglês, Português e Espanhol.

Crítérios de Inclusão e Seleção de Estudos

Os estudos foram considerados elegíveis se: aplicados dos 10-19 anos; a intervenção HIIT na escola; os resultados se reportarem à CF, AF e MP; a intervenção maior ou igual a quatro semanas; randomizados e controlados

(RCT). Foram excluídos estudos em adolescentes com limitações física ou intelectuais que pudessem influenciar a intervenção, bem como outras intervenções paralelas ao HIIT. Artigos publicados sem revisão de pares não foram considerados.

Extração de dados e Avaliação da Qualidade

O autor realizou a extração de dados das principais características dos estudos, tais como: tamanho da amostra, idade e género, duração, variáveis da intervenção, e resultados respeitantes à CF, AF e MP.

Os estudos selecionados foram analisados quanto à qualidade metodológica por dois avaliadores independentes de acordo com a escala PEDro [25] e uma *check list* de sete itens da ferramenta colaborativa de análise de risco de viés dos RCTs da Cochrane [26].

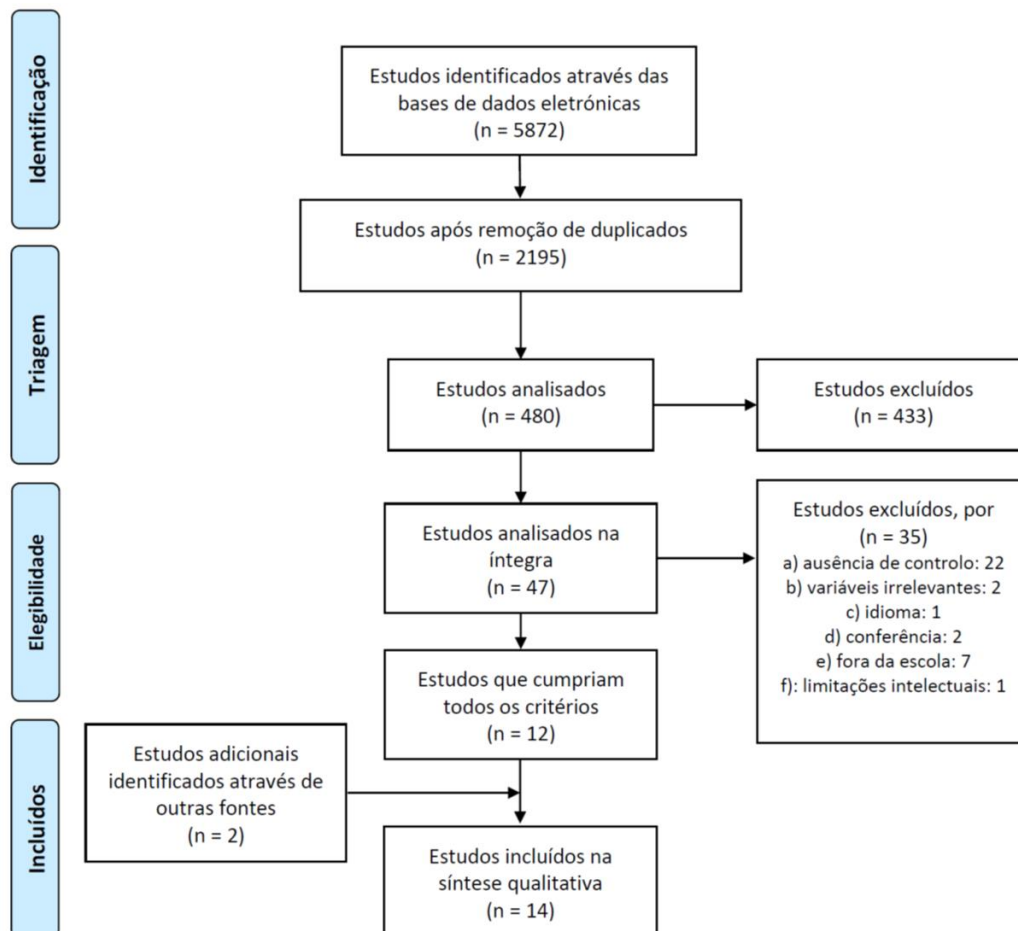


Figura 1. Diagrama de fluxo dos resultados da revisão ilustrando as diferentes fases da busca e seleção de estudos

Resultados

Resultados da Pesquisa

A pesquisa resultou em 5872 estudos (figura 1). Após aplicação dos critérios 12 estudos foram incluídos na revisão e adicionados mais dois artigos de outras fontes [6, 27]. As características descritivas dos protocolos e dos principais resultados ao nível da CF e AF, e MP estão disponíveis na tabela 1.

Apesar de todos os estudos terem sido implementados nas escolas, apenas 6 estudos [8, 28-32] foram aplicados nas AEF, sendo que dois substituíram toda a sessão pela intervenção [8, 29], e um foi aplicado em sala de aula noutras disciplinas [27].

Risco de Viés

Os resultados do risco de viés são apresentados na tabela 2. As penalizações deveram-se principalmente à participação cega de participantes, investigadores e avaliadores, na medida em seriam previamente informados do tipo de intervenção a serem sujeitos.

Condição Física

Todos os estudos apresentaram resultados relativamente à CF, principalmente ACR e dimensões corporais, com exceção da um [30] que reportou apenas níveis de AF.

Composição corporal

Quanto às dimensões e CC, apenas um estudo não reportou dados [30]. Reduções significativas observaram-se em 6 estudos [6, 31-35]; os outros sete não obtiveram alterações significativas. A massa corporal (MC) reduziu significativamente nos trabalhos de Racil et al. relativamente ao *baseline* [33-35], ao grupo de controlo (GC) [34, 35] e inclusivamente a outro grupo de intervenção de moderada intensidade [34]. O mesmo grupo de trabalho obteve reduções significativas no IMC relativamente ao *baseline* [33, 35], ao GC [33-35] e a um grupo de moderada intensidade [33]. Costigan et al. [31] observaram redução significativa nos *BMI z-score* relativamente ao GC. O perímetro da cintura (PC)

foi avaliado em cinco dos estudos [8, 28, 31, 33, 35], onde três apresentam reduções significativas relativamente ao *baseline* [33-35], três ao GC [31, 34, 35] e um a um grupo de moderada intensidade [34]. A CC foi avaliada em seis estudos: massa gorda [6, 7, 32-35], massa magra (MM) [7, 32, 35] e somatório de pregas adiposas [6]. A massa gorda (MG) reduziu significativamente relativamente ao *baseline* [33-35], ao GC [33-35] e a um grupo de moderada intensidade [33, 34]. O somatório das pregas, numa intervenção a 120%MAS, registou uma redução significativa relativamente ao *baseline* e a outro grupo de alta intensidade a 100%MAS [6]. Dois estudos registaram aumentos significativos da MM relativamente ao *baseline* [32, 35] e ao GC [35]. Destes, um protocolo que juntou pliometrias ao HIIT obteve também aumentos significativos relativamente ao grupo que fez apenas HIIT [35].

Aptidão física

A ACR aumentou significativamente relativamente ao *baseline* [6-8, 32-37] e GC [6, 28, 33-35, 37]. A agilidade registou melhorias significativas relativamente ao *baseline* [6, 7] e ao GC [28]. A velocidade aumentou significativamente relativamente ao *baseline* [27, 36] e ao CG [27]. A potência obteve melhorias significativas relativamente ao *baseline* [27, 35, 36] e ao GC [27, 35-37]. Destes, um protocolo que juntou pliometrias ao HIIT obteve também aumentos significativos relativamente ao grupo que fez apenas HIIT [35]. Somente a força média obteve aumentos significativos relativamente ao *baseline* e GC [27].

Atividade física

Apenas três estudos avaliaram o impacto do HIIT na AF diária, todos com melhorias significativas relativamente ao *baseline* no aumento de AF total [29], no aumento da AF moderada (AFM) e vigorosa (AFV) [8, 30], e redução da atividade sedentária [8].

Tabela 1. Resumo dos estudos incluídos na presente revisão sistemática

Referência, amostra, duração, e frequência	Participantes	PROGRAMA HIIT		RESULTADOS DO HIIT (dif. das médias)	EFFECT SIZE (ES)
		Modalidade / Intensidade	ON:OFF	Condição Física	
Buchan et al. (2012) 41 adolescentes 7 semanas 3x/sem	35♂, 6♀ 15-17 anos HIIT 15♂, 2♀ CG 20♂, 4♀	SPRINTS all-out bouts	Sem 1-2: 4x30s:30s Sem 3-4: 5x30s:30s Sem 5-6: 6x30s:30s Sem 7: 6x30s:20s	+7,06laps CRF (p<0.005 CG) -0.02s agility (p<0.05 CG)	
Buchan et al. (2013) 89 adolescentes 7 semanas 3x/sem	64♂, 25♀ 16.7 ± 0.6 anos HIIT 30♂, 12♀ CG 34♂, 13♀	SPRINTS all-out bouts	Sem 1-2: 4x30s:30s Sem 3-4: 5x30s:30s Sem 5-6: 6x30s:30s Sem 7: 6x30s:20s	-0.2kg BM -0.2 BMI -0.002cm WC +1.0cm CMJ (p<.05 baseline & CG) -0.09s 10mSprint (p<.05 baseline & CG) -0.05s Agility +4.6shuttles CRF (p<.001 baseline)	ES>0.5 clinical relevant change CMJ ES=0.49 SPRINT ES=0.78 CRF ES=0.78
Racil et al. (2013) 34 obese adolescentes girls 12 semanas 3x/sem	34♀ 15.9 ± 0.3 anos HIIT 11♀ MIIT 11♀ CG12♀	SPRINTS Sem 1-4: 100%MAS : 50% Sem 5-8: 105 %MAS : 50% Sem 9-12: 110%MAS : 50%	Sem 1-4: 2x(6x30s:30s):4min Sem 5-8: 2x(8x30s:30s):4min Sem 9-12: 2x(8x30s:30s):4min	↓BM (p<0.05 baseline) ↓BMiz (p<0.05 baseline & MIIT & CG) ↓WC (p<0.05 baseline) ↓%BF (p<0.05 baseline & MIIT & CG) ↑VO2 (p<0.05 baseline & CG) ↑MAS (p<0.05 baseline & CG)	0.5>ES<0.8 moderate effect BMiz ES=0.75 WC ES=0.59 %BF ES=0.72 VO2 ES=0.68
Lau et al. (2015) 48 overweight children 6 semanas 3x/sem	36♂, 12♀ 10.4 ± 0.9 anos HIIE 15 LIIE 21, CG 12	SPRINTS HIIE 120%MAs LIIE 100%MAs	HIIE 12x15s:15s LIIE 16x15s:15s	HIIE +2.3% BM (p<0.05 baseline) +1.1% BMI -12.2% SSF (p<0.05 baseline & LIIE & CG) -7.2% s FOP (p<0.05 baseline) -9.5% steps FOP (p<0.05 baseline & LIIE & CG) +21.1% CRF (p<0.05 baseline & CG) +0.8% MAS (p<0.05 CG) LIIE +1.5% BM (p<0.05 baseline) +0.4% BMI -0.4% SSF (p<0.05 HIIE) -2.9% s FOP +1.3% step FOP (p<0.05 HIIE) +10.4% CRF (p<0.05 CG) -0.1% MAS	0.5>ES<0.8 moderate effect BM ES=0.22/small BMI ES=0.24/small SSF ES=0.55/moderate s FOP ES=0.22/small steps FOP ES=0.65/moderate CRF ES=0.58/moderate MAS ES=0.47/small

AEP: Aerobic Exercise Program; CG: control group; BF: body fat; BM: Body mass; BMI: Body mass index; CG: control group; CI: confidence interval; CMJ: countermovement jump; CRF: cardio-respiratory fitness; FOP: functional obstacle performance; HC: hip circumference; HIIE: higher intensity intermittent exercise group; HIIT: high-intensity interval training; LBM: Lean body mass; LBMP: Lower body muscular power; LIIE: lower intensity intermittent exercise group; LJ: Lateral Jump; MAS: Maximal aerobic speed; MIIT: Moderate-Intensity Interval Training; MPA: Moderate Physical Activity; P+HIIT: Plyometric drills + HIIT; PU: push-ups; RAP: Resistance and Aerobic Program; SJ: Squat jump; SLJ: standing long jumps; SPA: Sedentary Physical Activity; SSF: sum of skinfolds; VPA: Vigorate Physical Activity; VO2: oxygen consumption; WC: waist circumference

Tabela 1. (continuação)

Referência, amostra, duração, e frequência	Participantes	PROGRAMA HIIT		RESULTADOS DO HIIT (díf. das médias)	EFFECT SIZE (ES)
		Modalidade / Intensidade	ON:OFF	Condição Física	
Martin et al. (2015) 43 adolescentes 7 semanas 3x/sem	31♂, 12♀	SPRINTS	Sem 1-2: 4x30s:30s Sem 3-4: 5x30s:30s Sem 5-7: 6x30s:30s	↓BM ↓BMI CRF	ES>0.5 clinical relevant change
	SIT 13♂, 7♀ 16.9 ± 0.3 anos CG 18♂, 5♀ 16.8 ± 0.6 anos	all-out bouts			PA ES=0.73 CRF ES=0.93
Costigan et al. (2015) 65 adolescentes 8 semanas 3x/sem	45♂, 20♀ 15.8 ± 0.6 anos	AEP – all-out Cardio exercises	Sem 1-3: 8x30s:30s Sem 4-6: 9x30s:30s Sem 7-8: 10x30s:30s	AEP-CG +2.5laps CRF -0.27 kg.m ² BMI -0.10 BMI z-scores (p<0.05 CG) -1.5cm WC +1.4cm SLJ +0.5rep PU RAP-CG +5.4laps CRF -0.28 kg.m ² BMI -0.08 BMI z-scores -2.1cm WC (p<0.05 CG) +3.6cm SLJ +0.7rep PU	0.5>ES<0.8 moderate effect
	AEP 16♂, 5♀ RAP 15♂, 7♀ CG 14♂, 8♀	RAP – all-out Resistance + Cardio			AEP BMI ES=0.53 BMiz ES=0.53 WC ES=0.5 RAP CRF ES=0.4 BMI ES=0.53 BMiz ES=0.5 WC ES=0.7
Racil et al. (2016a) 68 obese adolescentes girls 12 semanas 3x/sem	68♀ 16.6±1.3 anos HIIT 23 P+HIIT 26 CG19	HIIT - SPRINTS Sem 1-4: 100%MAS : 50% Sem 5-8: 105 %MAS : 50% Sem 9-12: 110%MAS : 50% P+HIIT Plyometric drills + HIIT	HIIT - SPRINTS Sem 1-4: 2x(6x30s:30s):4min Sem 5-8: 2x(8x30s:30s):4min Sem 9-12: 2x(8x30s:30s):4min P all out bouts	HIIT -3.8% BM (p<0.05 baseline & CG) -15.9% BMiz (p<0.05 baseline & CG) -7.1%% BF (p<0.05 baseline & CG) +0.6% LBM -3.2% WC (p<0.05 baseline & CG) +7% VO2 (p<0.05 baseline & CG) +10.9% MAS (p<0.05 baseline & CG) +10.4% SJ (p<0.05 baseline & CG) +11.8% CMJ (p<0.05 baseline & CG) P+HIIT -2.0% BM (p<0.05 baseline & CG) -9.6% BMiz (p<0.05 baseline & CG) -7.2%% BF (p<0.05 baseline & CG) +3.0% LBM (p<0.05 baseline & HIIT & CG) -4.0% WC (p<0.05 baseline & CG) +9.5% VO2 (p<0.05 baseline & CG) +11.7% MAS (p<0.05 CG) +22.2% SJ (p<0.05 baseline & HIIT & CG) +20.0% CMJ (p<0.05 baseline & CG)	

AEP: Aerobic Exercise Program; CG: control group; BF: body fat; BM: Body mass; BMI: Body mass index; CG: control group; CI: confidence interval; CMJ: countermovement jump; CRF: cardio-respiratory fitness; FOP: functional obstacle performance; HC: hip circumference; HIIE: higher intensity intermittent exercise group; HIIT: high-intensity interval training; LBM: Lean body mass; LBMP: Lower body muscular power; LIIE: lower intensity intermittent exercise group; LJ: Lateral Jump; MAS: Maximal aerobic speed; MIIT: Moderate-Intensity Interval Training; MPA: Moderate Physical Activity; P+HIIT: Plyometric drills + HIIT; PU: push-ups; RAP: Resistance and Aerobic Program; SJ: Squat jump; SLJ: standing long jumps; SPA: Sedentary Physical Activity; SSF: sum of skinfolds; VPA: Vigorate Physical Activity; VO2: oxygen consumption; WC: waist circumference

Tabela 1. (continuação)

Referência, amostra, duração, e frequência	Participantes	PROGRAMA HIIT		RESULTADOS DO HIIT (dif. das médias)	EFFECT SIZE (ES)
		Modalidade / Intensidade	ON:OFF	Condição Física	
Racil et al. (2016b) 47 obese adolescentes girls 12 semanas 3x/sem	47 ♀ 14.2±1.2 anos HIIT 11 MIIT 11 CG12	SPRINTS 100%MAS : 50%	Sem 1-4: 8x15s:15s Sem 5-8: 12x15s:15s Sem 9-12: 16x15s:15s	-3.7% BM (p<0.05 baseline & MIIT & CG) -9.22% BMlz (p<0.05 baseline & CG) -9.6% BF (p<0.05 baseline & MIIT & CG) -3.23% WC (p<0.05 baseline & MIIT & CG) +2.22% VO ₂ (p<0.05 baseline & CG)	0.5>ES<0.8 moderate effect BM ES=0.45 BMlz ES=0.57 BF ES=0.64 WC ES=0.42 VO2 ES=0.52
Cvetkovic et al (2018) 35 overweight and obese children 12 semanas 3x/sem	35 ♂ 11-13 anos HIIT 11 Football 10 CG 14	SPRINTS 100%MAS	Sem 0-4: 3x(5x10s:10s):3min Sem 5-8: 3x(8x15s:15s):3min Sem 9-12: 3x(10x20s:20s):3min	+0.1% BM, -1.0% BMI -5.2% %BF -4.9% BFM +2.5% LBM +2.5% %LBM +2.7% MM +2.8% %MM +6% CMJ -5.4% Agility (p<0.05 baseline) +81.3% CRF (p<0.05 baseline)	0.6>ES<1.2 moderate effect Agility ES=0.91 CRF ES=1.03
Costigan et al. (2018) 65 adolescentes 8 semanas 3x/sem	45 ♂, 20 ♀ 15.8 ± 0.6 anos AEP 21 RAP 22 CG PE 22	AEP – all-out Cardio exercises RAP – all-out Resistance + Cardio	Sem 1-3: 8x30s:30s Sem 4-6: 9x30s:30s Sem 7-8: 10x30s:30s		0.5>ES<0.8 moderate effect MPA ES=0.04 VPA ES=0.55
Leahy et al. (2019) 68 adolescentes 14 semanas 3x/sem	37 ♂, 31 ♀ 16.2 ± 0.4 anos HIIT 38 CG 30	RAP – all out Resistance + Cardio	8-16 x 30s:30s	+8.9laps CRF (p<0.05 baseline & CG) +1.7reps PU +10.1cm LBMP (p<0.05 CG) +0.4kg.m ⁻² BMI (p<0.05 CG)	0.5>ES<0.8 moderate effect CRF ES=0.69 PU ES=0.29 LBMP ES= 0.46 BMI ES=0.67 Intrinsic ES=0.09 Identified ES=0.06 Autonomy support ES=0.09 Relatedness support ES=0.27 Competence support ES=0.26

AEP: Aerobic Exercise Program; CG: control group; BF: body fat; BM: Body mass; BMI: Body mass index; CG: control group; CI: confidence interval; CMJ: countermovement jump; CRF: cardio-respiratory fitness; FOP: functional obstacle performance; HC: hip circumference; HIIE: higher intensity intermittent exercise group; HIIT: high-intensity interval training; LBM: Lean body mass; LBMP: Lower body muscular power; LIIE: lower intensity intermittent exercise group; LJ: Lateral Jump; MAS: Maximal aerobic speed; MIIT: Moderate-Intensity Interval Training; MPA: Moderate Physical Activity; P+HIIT: Plyometric drills + HIIT; PU: push-ups; RAP: Resistance and Aerobic Program; SJ: Squat jump; SLJ: standing long jumps; SPA: Sedentary Physical Activity; SSF: sum of skinfolds; VPA: Vigorate Physical Activity; VO2: oxygen consumption; WC: waist circumference

Tabela 1. (continuação)

Referência, amostra, duração, e frequência	Participantes	PROGRAMA HIIT		RESULTADOS DO HIIT (dif. das médias)	EFFECT SIZE (ES)
		Modalidade / Intensidade	ON:OFF	Condição Física	
Martin et al. (2019) 56 adolescentes 4 semanas 3x/sem	34 ♂, 22 ♀ 16.5 ± 0.5 anos HIIT 13 ♂, 9 ♀ CG 19 ♂, 11 ♀	SPRINTS all-out bouts	Sem 1-2: 5x30s:30s Sem 3-4: 6x30s:30s	+5.03ml/kg/min VO ₂ (p>0.05 baseline) -1.2cm WC -0.73cm HC	VO ₂ ES=0.92 WC ES=0.14 HC ES=0.11 SPA ES=1.8 MPA ES=1.5 VPA ES=1.2
Alonso-Fernández et al (2019) 26 adolescentes 7 semanas 2x/sem	13 ♂, 13 ♀ 15-16 anos HIIT 13 CG 13	CALISTHENICS all-out bouts	Sem 1: 8x20s:10s Sem 2-3: 10x20s:10s Sem 4-5: (8x20s:10s):1min+2x 20s:10s Sem 6-7: 2x(8x20s:10s):1min	+0.91% BM -0.88% BMI -7.81% %BF (p<0.001 baseline) -6.97% BF (p<0.001 baseline) +6.25% LBM (p<0.001 baseline) +10.21% VO ₂ (p<0.001 baseline)	%BF ES=0.58 BF ES=0.02 LBM ES=0.15 VO ₂ ES=0.33
Engel et al. (2019) 35 children 4 semanas 4x/sem	24 ♂, 11 ♀ 11.6 ± 0.2 anos HIIT 11 ♂, 6 ♀ CG 11 ♂, 7 ♀	CALISTHENICS all-out bouts	6min 20s:10s 30s:15s 45s:15s 50s:10s	+9.9% PU +3.1% SIT Ups (p<0.005 baseline & CG) +3.4% SLJ (p<0.005 baseline) +4.6% LJ (p<0.005 CG) -15.8% 20m Sprint (p<0.005 baseline & CG) +2.1% 6min run	Eta-square >0.14 large; <0.14 medium; >0.06 small BM ES=0.004 BMI ES=0.028 PU ES=0.017 SIT Ups ES=0.485 SLJ ES=0.015 LJ ES=0.382 20m Sprint ES=0.691 6min run ES=0.008

AEP: Aerobic Exercise Program; CG: control group; BF: body fat; BM: Body mass; BMI: Body mass index; CG: control group; CI: confidence interval; CMJ: countermovement jump; CRF: cardio-respiratory fitness; FOP: functional obstacle performance; HC: hip circumference; HIIE: higher intensity intermittent exercise group; HIIT: high-intensity interval training; LBM: Lean body mass; LBMP: Lower body muscular power; LIIE: lower intensity intermittent exercise group; LJ: Lateral Jump; MAS: Maximal aerobic speed; MIIT: Moderate-Intensity Interval Training; MPA: Moderate Physical Activity; P+HIIT: Plyometric drills + HIIT; PU: push-ups; RAP: Resistance and Aerobic Program; SJ: Squat jump; SLJ: standing long jumps; SPA: Sedentary Physical Activity; SSF: sum of skinfolds; VPA: Vigorate Physical Activity; VO₂: oxygen consumption; WC: waist circumference

Motivação

Unicamente dois estudos reportaram impacto do HIIT na MP dos adolescentes, sem alterações significativas [31, 37].

Protocolos e periodizações HIIT

A corrida/sprint [6-8, 28, 29, 33-36] foi a modalidade de EF mais utilizada. A intensidade do treino foi assegurada por percentagens da velocidade aeróbica máxima (MAS), 100%MAS [6, 7, 27, 34] a 120%MAS [6, 27], ou por *all out bouts* (AOB). A monitorização da frequência cardíaca (FC) foi utilizada em apenas sete estudos [7, 8, 30, 32, 33, 36, 37], mas apenas três definiram linhas de corte considerando como alta intensidade $>85\%FC_{\text{máx}}$ [30, 37] ou $>90\% FC_{\text{máx}}$ [7]. Somente dois estudos [27, 32] aplicaram escala subjetiva de esforço (PSE).

Quanto à frequência semanal, a maioria realizou três sessões por semana com exceção para dois estudos que realizaram duas [32] e quatro sessões [27]. A duração dos protocolos HIIT variou entre os cinco [28, 36] e os 35 minutos [35]. O tempo de cada intervalo variou entre os 10 [7] e os 50 segundos [27], e a recuperação entre os 10 [7, 32] e os 30 segundos [8, 28-31, 33, 35-37]. A grande maioria adotou um rácio on:off de 1:1 [6-8, 29-31, 33-35, 37], com apenas cinco estudos apresentarem densidades maiores: 3:2 [28, 36], 2:1 [27, 32]; 3:1 e 5:1 [27].

Discussão

Esta revisão procurou avaliar a utilidade do HIIT em programas escolares, na CF, AF e MP. Nenhum dos estudos reportou qualquer evento adverso, agudo ou crónico, resultante da aplicação dos protocolos de HIIT. Todos os trabalhos apresentam melhorias significativas em pelo menos duas das dimensões avaliadas: CF e AF.

Tabela 2 Avaliação do risco de viés

Estudo	PEDro ¹	Ferramenta colaborativa da Cochrane ²							Nível de Evidência	
	Total	1	2	3	4	5	6	7		Total
Buchan et al. (2012)	4	-	-	-	-	?	+	?	1	B
Buchan et al. (2013)	6	+	+	-	-	?	+	?	3	B
Racil et al. (2013)	6	-	-	-	-	?	+	?	1	B
Lau et al. (2015)	6	-	-	-	-	?	+	?	1	B
Martin et al. (2015)	5	+	+	-	-	?	+	?	3	B
Costigan et al. (2015)	7	+	+	?	+	?	+	?	4	B
Racil et al. (2016a)	6	-	-	-	-	?	+	?	1	B
Racil et al. (2016b)	6	-	-	-	-	?	+	?	1	B
Cvetkovic et al. (2018)	5	-	-	-	-	?	+	?	1	B
Costigan et al. (2018)	7	+	+	?	+	?	+	?	4	B
Leahy et al. (2019)	7	+	+	?	+	?	+	?	4	B
Martin et al. (2019)	7	+	+	-	-	?	+	?	3	B
Alonso-Fernández et al (2019)	6	-	-	-	-	?	+	?	1	B
Engel et al. (2019)	6	-	-	-	-	?	+	?	1	B

¹PEDro – Physiotherapy Evidence Database [25]

²Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias Criteria [26]: (1) Random sequence generation; (2) Allocation concealment; (3) Blinding of participants and personnel; (4) Blinding of outcome assessment; (5) Incomplete outcome data; (6) Selective reporting; (7) Other bias. Coding: 'clearly described' (+), 'absent' (-), or 'unclear or inadequately described' (?).

Condição Física

As melhorias na CC registaram, no máximo, um *Effect Size* moderado [6, 31-34, 37]. Registou-se ainda um aumento significativo de MM em duas intervenções, uma das quais com adolescentes obesos [32, 35]. Importa referir a não necessidade de cargas externas para aplicar este protocolo, o volume reduzido, e o uso da estratégia dos AOB e pliometrias. Alguns estudos onde a melhoria da CC não foi significativa [6, 36] verificou-se que o GC piorou significativamente, o que confere ao HIIT um eventual efeito protetor relativamente à CC nestas populações.

Efetivamente, o HIIT apresenta-se como um potente estímulo na melhoria da CF, principalmente ao nível da ACR na generalidade dos protocolos, e na potência e velocidade quando a modalidade é pliometrias. À semelhança da CC, observou-se um eventual efeito protetor do HIIT quando as melhorias da CF não eram significativas, na medida em que o GC piorou significativamente a performance [8, 28, 29, 36].

Apenas três estudos avaliaram o impacto do HIIT na AF diária, registando *Effect Sizes* moderados [29, 30] e grande [8]. Também aqui o HIIT parece apresentar um efeito protetor na medida em que os GC agravam os seus comportamentos sedentários [8, 29]. São resultados promissores na medida em que aumentos da AFV pode resultar na melhoria da ACR e CC [31].

Motivação

A MP não registou melhorias significativas, no entanto, apenas dois estudos avaliaram essa dimensão [31, 37]. Considerando que esforços intensos têm sido considerados impróprios para a população geral/sedentária devido a sentimentos de incompetência [21], não haver associações negativas nestes estudos é encorajador.

Protocolos e periodizações HIIT

Novos protocolos que incluem TR induzem grandes benefícios em adultos [38-45] e até idosos [46-48]. Em adolescentes, Lee et al. [49] reportaram diferenças no entusiasmo dos diferentes grupos, enquanto o grupo aeróbio considerou a intervenção aborrecida o grupo de TR considerou-a entusiasmante e prazerosa. No entanto, apenas o grupo de TR diminuiu significativamente a MC e aumentou a MM, o que reforça a importância de incluir TR nos protocolos HIIT aplicados nas AEF.

Nesta revisão, tal como em Eddolls et al. [20], a maioria optou por uma densidade 1:1 [6-8, 29-31, 33-35, 37], apesar da grande discrepância na aplicação dos protocolos quanto à intensidade, modalidade, e volume. Quando observamos o *Effect Size*, os únicos estudos que superaram os 10 minutos por sessão [7, 33, 37], durante 12 semanas, não foram além do efeito moderado na CC e CF, comparando com os protocolos abaixo dos 10min e com igual *Effect Size* [6, 31, 32, 34, 36]. Curiosamente, os únicos protocolos a registar *Large Effect Size* ao nível da ACR [8, 29], do nível de AF [8], força, potência e velocidade [27], necessitaram apenas de seis minutos três [8, 29] e quatro vezes [27] por semana, durante apenas quatro [8, 27] e sete semanas [29].

Ressalta ainda que, os mesmos três estudos a registar *Large Effect Sizes*, optaram por utilizar AOB em vez de %MAS, reforçando a importância de incluir TR nos protocolos HIIT.

Pontos Fortes e Limitações

Os pontos fortes deste estudo são a utilização dos critérios de avaliação do risco de viés [25, 26], e a inclusão de intervenções que substituíram as AEF o que permitiu duplicar o número de estudos a incluir na revisão.

A maior limitação do estudo foi o risco elevado de viés. Assim, há um risco elevado que os resultados sobrestimarão os benefícios e subestimar a ausência de efeitos.

Apenas 14 estudos foram incluídos na revisão, a maioria em adolescentes mais novos. Os adolescentes mais velhos estão sub-representados em estudos implementados em contexto escolar [37], portanto os resultados apresentados podem não representar todo o universo do ensino secundário, recomendando-se mais estudos com esta faixa etária.

Poucos estudos mediram objetivamente a carga interna através da monitorização da FC [7, 8, 30, 32, 33, 36, 37] ou PSE [27, 32]. A maioria dos estudos opta por balizar a intensidade através da carga externa expressa em velocidade ou distâncias. A metodologia HIIT mais tradicional traduz uma eficiência temporal na melhoria de diversos marcadores de saúde e da performance aeróbia/anaeróbia, mas reduzido impacto na força, potência e resistência muscular. Novos protocolos que incluam TR, poderão induzir maiores benefícios em jovens [50].

Em contexto escolar mais de sete semanas pode ser problemático devido às atividades e pausas letivas previstas no planeamento e calendário escolar [8]. No entanto, umas das lacunas da investigação sobre o HIIT são o número reduzido de voluntários e a curta duração das intervenções para que se possam inferir impactos significativos na saúde [22].

Conclusões

O HIIT demonstra grande potencial na CF e AF nos jovens. A aplicação do HIIT nas escolas é viável: a curta duração é aliciante aos jovens com baixa CF; os constrangimentos logísticos e de material são mínimos, e o HIIT é possível até numa sala de aula; a variedade de estímulos (dança, luta, jogos, individual, pares, etc.) permite protocolos agradáveis. Esta revisão sugere que a introdução do HIIT em contexto escolar tem um grande potencial na melhoria da CF e AF, e um efeito moderado na melhoria da CC em adolescentes. No limite, poderá servir como profilaxia atuando como um cordão sanitário na redução da capacidade funcional dos jovens, aumento de peso e fatores de risco associados ao sedentarismo, visto que os adolescentes tendem a tornar-se mais inativos com o aumento da idade. Considerando os resultados apresentados, parece evidente a eficiência que os protocolos HIIT aplicados nas escolas traduzem na melhoria da CF e redução de comportamentos sedentários, comparando com outro tipo de abordagens menos intensas e maior volume. Esta eficiência reflete a grande aplicabilidade que estes protocolos podem ter nas AEF, e a grande adaptação às instalações.

ACKNOWLEDGMENTS

We acknowledge financial support by the Portuguese national funding agency for science, research, and technology, Fundação para a Ciência e Tecnologia, with the grant number SFRH/BD/136869/2018.

Disclosure | Conflicts of interest

The authors report no conflicts of interest in this work.

Referências

1. Logan, G.R., et al., *A review of adolescent high-intensity interval training*. Sports medicine (Auckland, N.Z.), 2014. **44**(8): p. 1071-85.
2. Dias, K.A., et al., *Effects of exercise intensity and nutrition advice on myocardial function in obese children and adolescents: a multicentre randomised controlled trial study protocol*. BMJ Open, 2016. **6**(4): p. e010929.
3. Marques, A., et al., *Health complaints among adolescents: Associations with more screen-based behaviours and less physical activity*. Journal of Adolescence, 2015. **44**: p. 150-7.
4. Herget, S., et al., *High-Intensity Interval Training for Overweight Adolescents: Program Acceptance of a Media Supported Intervention and Changes in Body Composition*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2016. **13**(11).
5. Logan, G.R., et al., *Low-Active Male Adolescents: A Dose Response to High-Intensity Interval Training*. Medicine and Science in Sports and Exercise, 2016. **48**(3): p. 481-90.
6. Lau, P.W.C., et al., *Effects of high-intensity intermittent running exercise in overweight children*. European Journal of Sport Science, 2015. **15**(2): p. 182-190.
7. Cvetkovic, N., et al., *Exercise training in overweight and obese children: Recreational football and high-intensity interval training provide similar benefits to physical fitness*. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 2018. **28 Suppl 1**: p. 18-32.
8. Martin-Smith, R., et al., *Sprint Interval Training and the School Curriculum: Benefits Upon Cardiorespiratory Fitness, Physical Activity Profiles, and Cardiometabolic Risk Profiles of Healthy Adolescents*. Pediatric Exercise Science., 2019. **31**(3): p. 296-305.
9. Kong, Z., et al., *Short-Term High-Intensity Interval Training on Body Composition and Blood Glucose in Overweight and Obese Young Women*. Journal of Diabetes Research., 2016. **2016**: p. 4073618.
10. Zhang, H., et al., *Comparable Effects of High-Intensity Interval Training and Prolonged Continuous Exercise Training on Abdominal Visceral Fat Reduction in Obese Young Women*. Journal of Diabetes Research., 2017. **2017**: p. 9.

11. Kilian, Y., et al., *Markers of biological stress in response to a single session of high-intensity interval training and high-volume training in young athletes*. European Journal of Applied Physiology, 2016. **116**(11-12): p. 2177-2186.
12. Garcia-Hermoso, A., et al., *Is high-intensity interval training more effective on improving cardiometabolic risk and aerobic capacity than other forms of exercise in overweight and obese youth? A meta-analysis*. Obesity Reviews, 2016. **17**(6): p. 531-40.
13. Harris, N.K., et al., *ACUTE RESPONSES TO RESISTANCE AND HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING IN EARLY ADOLESCENTS*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2017. **31**(5): p. 1177-1186.
14. Lazzer, S., et al., *Effects of high-intensity interval training on physical capacities and substrate oxidation rate in obese adolescents*. Journal of Endocrinological Investigation, 2017. **40**(2): p. 217-226.
15. Fisher, G., et al., *Lymphocyte enzymatic antioxidant responses to oxidative stress following high-intensity interval exercise*. Journal of Applied Physiology, 2011. **110**(3): p. 730-7.
16. Gibala, M.J. and A.M. Jones, *Physiological and performance adaptations to high-intensity interval training*. Nestle Nutrition Institute Workshop Series., 2013. **76**: p. 51-60.
17. Sim, A.Y., et al., *Effects of High-Intensity Intermittent Exercise Training on Appetite Regulation*. Medicine and Science in Sports and Exercise, 2015. **47**(11): p. 2441-9.
18. Bluher, S., et al., *Cardiometabolic risk markers, adipocyte fatty acid binding protein (aFABP) and the impact of high-intensity interval training (HIIT) in obese adolescents*. Metabolism, 2017. **68**: p. 77-87.
19. Costigan, S.A., et al., *High-intensity interval training for improving health-related fitness in adolescents: a systematic review and meta-analysis*. British Journal of Sports Medicine, 2015. **49**(19): p. 1253-61.
20. Eddolls, W.T.B., et al., *High-Intensity Interval Training Interventions in Children and Adolescents: A Systematic Review*. Sports Medicine (Auckland, N.Z.), 2017. **47**(11): p. 2363-2374.
21. Hardcastle, S.J., et al., *Why sprint interval training is inappropriate for a largely sedentary population*. Frontiers in Psychology, 2014. **5**: p. 1505-1505.

22. Biddle, S.J.H. and A.M. Batterham, *High-intensity interval exercise training for public health: a big HIT or shall we HIT it on the head?* International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 2015. **12**(1): p. 95.
23. Mura, G., et al., *Physical activity interventions in schools for improving lifestyle in European countries.* Clinical Practice and Epidemiology in Mental Health : CP & EMH, 2015. **11**(Suppl 1 M5): p. 77-101.
24. Liberati, A., et al., *The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration.* British Medical Journal, 2009. **339**: p. b2700.
25. Sherrington, C., et al., *PEDro. A database of randomized trials and systematic reviews in physiotherapy.* Manual Therapy, 2000. **5**(4): p. 223-226.
26. Higgins, J.P.T., et al., *The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials.* British Medical Journal, 2011. **343**: p. d5928.
27. Engel, F.A., et al., *Classroom-Based Micro-Sessions of Functional High-Intensity Circuit Training Enhances Functional Strength but Not Cardiorespiratory Fitness in School Children-A Feasibility Study.* Frontiers in Public Health, 2019. **7**: p. 9.
28. Buchan, D.S., et al., *The effects of a novel high intensity exercise intervention on established markers of cardiovascular disease and health in Scottish adolescent youth.* Journal of Public Health Research, 2012. **1**(2): p. 155-7.
29. Martin, R., et al., *Sprint interval training (SIT) is an effective method to maintain cardiorespiratory fitness (CRF) and glucose homeostasis in Scottish adolescents.* Biology of Sport., 2015. **32**(4): p. 307-13.
30. Costigan, S.A., et al., *Exploring the impact of high intensity interval training on adolescents' objectively measured physical activity: findings from a randomized controlled trial.* Journal of Sports Sciences, 2018. **36**(10): p. 1087-1094.
31. Costigan, S.A., et al., *Preliminary efficacy and feasibility of embedding high intensity interval training into the school day: A pilot randomized controlled trial.* Preventive Medicine Reports., 2015. **2**: p. 973-9.
32. Alonso-Fernández, D., et al., *Impact of a HIIT protocol on body composition and VO2max in adolescents.* Science & Sports, 2019. **34**(5): p. 341-347.

33. Racil, G., et al., *Effects of high vs. moderate exercise intensity during interval training on lipids and adiponectin levels in obese young females*. European Journal of Applied Physiology, 2013. **113**(10): p. 2531-2540.
34. Racil, G., et al., *Greater effects of high- compared with moderate-intensity interval training on cardio-metabolic variables, blood leptin concentration and ratings of perceived exertion in obese adolescent females*. Biology of Sport., 2016. **33**(2): p. 145-152.
35. Racil, G., et al., *Plyometric exercise combined with high-intensity interval training improves metabolic abnormalities in young obese females more so than interval training alone*. Applied Physiology, Nutrition & Metabolism, 2016. **41**(1): p. 103-109.
36. Buchan, D.S., et al., *High intensity interval running enhances measures of physical fitness but not metabolic measures of cardiovascular disease risk in healthy adolescents*. BMC Public Health, 2013. **13**: p. 498.
37. Leahy, A.A., et al., *Feasibility and Preliminary Efficacy of a Teacher-Facilitated High-Intensity Interval Training Intervention for Older Adolescents*. Pediatric Exercise Science., 2019. **31**(1): p. 107-117.
38. McRae, G., et al., *Extremely low volume, whole-body aerobic-resistance training improves aerobic fitness and muscular endurance in females*. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 2012. **37**(6): p. 1124-31.
39. Schaun, G.Z., et al., *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, 2018. **32**(10): p. 2730-2742.
40. Schaun, G.Z. and C.L. Alberton, *Using Bodyweight as Resistance Can Be a Promising Avenue to Promote Interval Training: Enjoyment Comparisons to Treadmill-Based Protocols*. Research Quarterly for Exercise and Sport., 2020: p. 1-9.
41. Murawska-Cialowicz, E., et al., *Effect of HIIT with Tabata Protocol on Serum Irisin, Physical Performance, and Body Composition in Men*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020. **17**(10).

42. Paoli, A., et al., *High-Intensity Interval Resistance Training (HIRT) influences resting energy expenditure and respiratory ratio in non-dieting individuals*. Journal of Translational Medicine, 2012. **10**: p. 237.
43. Williams, B.M. and R.R. Kraemer, *Comparison of Cardiorespiratory and Metabolic Responses in Kettlebell High-Intensity Interval Training Versus Sprint Interval Cycling*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2015. **29**(12): p. 3317-25.
44. Asher Falatic, J., et al., *Effects of Kettlebell Training on Aerobic Capacity*. Vol. 29. 2015. 1.
45. Buckley, S., et al., *Multimodal high-intensity interval training increases muscle function and metabolic performance in females*. Applied Physiology, Nutrition & Metabolism, 2015. **40**(11): p. 1157-62.
46. Garcia-Pinillos, F., et al., *Effects of 12-Week Concurrent High-Intensity Interval Strength and Endurance Training Program on Physical Performance in Healthy Older People*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2019. **33**(5): p. 1445-1452.
47. Jiménez-García, J.D., et al., *Risk of Falls in Healthy Older Adults: Benefits of High-Intensity Interval Training Using Lower Body Suspension Exercises*. Journal of Aging and Physical Activity, 2019. **27**(3): p. 325-333.
48. Ballesta-Garcia, I., et al., *High-Intensity Interval Circuit Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training on Functional Ability and Body Mass Index in Middle-Aged and Older Women: A Randomized Controlled Trial*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2019. **16**(21).
49. Lee, S., et al., *Effects of aerobic versus resistance exercise without caloric restriction on abdominal fat, intrahepatic lipid, and insulin sensitivity in obese adolescent boys: a randomized, controlled trial*. Diabetes, 2012. **61**(11): p. 2787-95.
50. Bento, A. and V. Loureiro, *High-Intensity Interval Training: Monitoring and Effect Between Genders*. The Journal of Strength & Conditioning Research, 2018. **32**(9): p. e42-e43.