

Treinamento intervalado de alta intensidade: uma breve revisão sobre o conceito e diferentes aplicações

High-intensity interval training: a brief review on the concept and different applications

Alexandre Lopes Evangelista¹ , Cauê V. La Scala Teixeira² , Leandro Henrique Albuquerque Brandão^{3,5} , Alexandre Machado⁴ , Danilo Sales Bocalini⁴ , Letícia Menezes Santos¹ , Marzo Edir Da Silva-Grigoletto³ 

1. Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brasil

2. Instituto Valorize de Educação, Vila Velha, ES, Brasil

3. Functional Training Group (FTG by UFS), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil

4. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil

5. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

RESUMO

Introdução: Devido à sua característica altamente dinâmica e à eficiência do tempo gerado em relação a outros métodos de treinamento, o Treinamento Intervalo de Alta Intensidade (HIIT) tem se tornado uma estratégia utilizada em diferentes contextos. O HIIT é entendido como um método de treinamento que intercala períodos de esforço realizados em alta intensidade com períodos de recuperação ativa (quando uma atividade é realizada em baixa intensidade) ou passiva (quando nenhuma atividade é realizada). Partindo desse conceito que não discrimina tipos de exercícios, diferentes modelos de HIIT podem ser encontrados na literatura, como o HIIT clássico, *Sprint Interval Training* (SIT), HIIT com peso corporal, Treinamento Funcional de Alta Intensidade (HIFT), Treinamento em Circuito de Alta Intensidade (HICT), e Treinamento Resistido de Alta Intensidade (HIRT), ampliando as possibilidades de aplicação do HIIT para diferentes finalidades e públicos. **Objetivo:** a) revisar, através de uma breve atualização, o conceito de HIIT e seus diferentes aspectos; b) apresentar, do ponto de vista científico, diferentes protocolos que podem ser aplicados com base no conceito de HIIT e seus efeitos. **Conclusão:** Com base no conceito exposto e nas variáveis de controle de intensidade HIIT, esta abordagem pode ser aplicada a diferentes modalidades de treinamento. Além disso, pode ser usado como uma estratégia para fornecer treinamento seguro e eficiente para diferentes populações.

Palavras-chave: exercício físico; desempenho; saúde; aptidão física, treinamento intervalado de alta intensidade.

ABSTRACT

Introduction: Due to its highly dynamic characteristic and the time efficiency generated in relation to other training methods, High Intensity Interval Training (HIIT) has become a strategy used in different contexts. HIIT is understood as a training method that intersperses periods of effort performed at high intensity with periods of active (when an activity is performed at low intensity) or passive (when no activity is performed) recovery. Based on this concept that does not discriminate types of exercises, different HIIT models can be found in the literature, such as classic HIIT, *Sprint Interval Training* (SIT), HIIT with bodyweight, High Intensity Functional Training (HIFT), High Intensity Circuit Training (HICT), and High Intensity Resistance Training (HIRT), expanding the possibilities of applying HIIT to different purposes and audiences. **Aim:** a) to revisit, through a brief update, the concept of HIIT and its different aspects; b) present, from a scientific perspective, different protocols that can be applied based on the concept of HIIT and its effects. **Conclusion:** Based on the exposed concept and on the HIIT intensity control variables, this approach can be applied to different training modalities. In addition, it can be used as a strategy to provide safe and efficient training across different populations.

Keywords: physical exercise; performance; healthy; physical fitness; high intensity interval training.

Recebido em: 13 de agosto de 2020; Aceito em: 13 de setembro de 2021.

Correspondência: Marzo Edir Da Silva-Grigoletto, Rua Prof. Arício Guimarães Fortes, 321/902, 49037-060 Aracaju SE. medg@ufs.br

Introdução

A prática regular do exercício físico está associada a inúmeros benefícios que impactam positivamente a qualidade de vida e manutenção da capacidade funcional de seus praticantes [1]. O Colégio Americano de Medicina do Esporte [2] recomenda a todos os adultos que se engajem em treinamento cardiorrespiratório, acumulando um mínimo de 75 a 150 minutos semanais de atividades vigorosas ou moderadas, respectivamente. Se o objetivo for perda e/ou controle de peso, sugere-se, pelo menos, o dobro do volume semanal de atividade física de intensidade moderada (> 300 minutos). Associado a isso, o colegiado ainda postula que o treinamento de força seja realizado em torno de 2 a 3 vezes na semana.

No entanto, no Brasil, o percentual de adultos que atingem os mínimos recomendados para a prática semanal de atividade física ainda representa uma minoria. No conjunto das 27 capitais, a frequência da prática de atividade física no tempo livre equivalente a 150 minutos de atividade moderada por semana foi de apenas 39% [3]. Os principais motivos para isso, segundo estudo de Pinheiro *et al.* [4] são a jornada de trabalho excessivo e compromissos familiares, além de falta de companhia e interesse em praticar atividades mais tradicionais, como é o caso da musculação.

Dessa forma, estratégias mais dinâmicas e tempo eficientes de treinamento podem se tornar atrativas para muitas pessoas, o que pode ajudar a aumentar não só o nível de atividade física, como também a aderência de seus praticantes em longo prazo [5,6]. Dentre essas estratégias, o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) vem ganhando popularidade, ocupando posição de destaque nas listas de tendências atuais de mercado no Brasil [7] e no mundo [8]. O crescimento no número de adeptos está associado a possibilidade de se treinar com poucos ou sem recursos materiais [9], a realização de treinos com sessões de curta duração [10] e que podem ser realizadas fora do ambiente de academias [11], oferecendo vantagens para quem não dispõem de muito tempo para treinar [12].

Desde quando foi utilizado pela primeira vez, o HIIT possibilitou atletas e diferentes populações clínicas a desfrutarem dos benefícios provocados pelo acúmulo da alta intensidade, princípio que norteia o HIIT, durante longos períodos [13]. Nesse sentido, por conta da alta versatilidade e possibilidades de aplicação, o HIIT vem sendo utilizado de forma multifacetada [14], o que pode gerar conflito de conceitos e dificuldade no controle das variáveis, tanto nas pesquisas, como na prática. Sendo assim, os objetivos deste estudo foram: a) revisar, por meio de uma breve atualização, o conceito de HIIT e suas diferentes aplicações; b) apresentar, sob a ótica científica, diferentes protocolos de HIIT que podem ser aplicados com base no conceito, além dos efeitos relacionados a cada modalidade.

Definição do treinamento intervalado de alta intensidade

Treinamento intervalado de alta intensidade, por definição, é um método no qual se intercala período de estímulo (esforço) de alta intensidade com período de recuperação ativa ou passiva [13]. Essa proposta de treinamento tem sido aplicada há muitas décadas em diferentes populações e sua utilização se justifica, sobretudo,

em dois fatos: 1) possibilidade de simular situações cotidianas e/ou desportivas nas quais o esforço intermitente se faz presente (ex.: Aplicação do HIIT baseados em jogos reduzidos, utilizado em diferentes modalidades de esportes coletivos); 2) aumentar o tempo (volume) de estímulos em intensidades mais elevadas através da recuperação parcial das vias metabólicas, proporcionada pelos intervalos de recuperação entre cada período de esforço e entre conjuntos (séries) de estímulos [13,15].

A alta intensidade nesse método é caracterizada por um nível de esforço que leva diferentes sistemas fisiológicos a operarem acima de alguns limiares pré-estabelecidos [13], os quais possuem caráter submáximos, máximos ou supramáximos. A tabela I descreve as medidas de prescrição, taxas de intensidade e característica pelas quais os protocolos populares baseados no conceito de HIIT são prescritos.

De fato, a intensidade é um parâmetro fundamental para a prescrição do HIIT, por ser princípio importante do método [13]. No entanto, essa não é a única variável de controle da dose no HIIT. Bucheit e Laursen [16] descrevem nove variáveis relacionadas aos intervalos de estímulo e recuperação nas sessões de HIIT: 1) intensidade do esforço; 2) duração do esforço; 3) intensidade da recuperação; 4) duração da recuperação; 5) duração total da sessão de treinamento; 6) número de séries; 7) modalidade de exercício utilizado; 8) duração das séries; 9) intervalo entre as séries, além de variáveis relacionadas ao contexto (ambientais), que são capazes de alterar respostas agudas e crônicas [17,18].

Apesar de existirem inúmeros parâmetros manipuláveis, no contexto fitness a modalidade de exercício na qual o HIIT é aplicado tem sido bastante modificada em diferentes protocolos [17,19-21]. Embora não seja consenso, para nosso entendimento o que caracteriza o HIIT é a magnitude do esforço nos intervalos de estímulo e não a modalidade (ou tipo de exercício). Considerando essa mesma ótica, diferentes tipos de treinamento e exercícios têm sido utilizados para aplicação dessa proposta, fato que amplia o leque de opções para variação de treino, desde que haja pleno conhecimento das características das variáveis relacionadas ao controle da intensidade em cada modelo.

Tabela I - Parâmetros habitualmente utilizados na prescrição do treinamento intervalado e características associadas a taxa de intensidade

Medida de prescrição	Intensidade	Característica
Frequência cardíaca máxima	80 a 95%	Submáxima
	100%	Máxima
Frequência cardíaca de reserva	85%	Submáxima
Percepção de esforço (6 a 20)	17 a 19	Submáxima
	20	Máxima
Percepção de esforço (0 a 10)	8 a 9	Submáxima
	10	Máxima
Intensidade associada ao $VO_{2máx}$ ($iVO_{2máx}$)	85 a 95%	Submáxima
	100%	Máxima
	>100%	Supra máxima
Consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$)	75 a 90%	Submáxima
	100%	Máxima
All out	Máxima capacidade de execução de determinada atividade	Supra máxima (não parametrizado)

Tabela II - Principais modelos de aplicação do HIIT

Autores	Tipo de HIIT	Objetivos	Tipo de exercício	Parâmetro de esforço	Exemplos de aplicação mais usuais
Helgerud <i>et al.</i> , 2007 [57]	HIIT clássico*	Aptidão aeróbia	Exercícios cíclicos, realizados em ergômetros (bicicleta, esteira)	Percentual de frequência cardíaca e consumo máximo de oxigênio	4 x 4 minutos com 3 minutos de pausa
Gibala <i>et al.</i> , 2012 [21]	SIT*	Aptidão aeróbia e anaeróbia	Exercícios cíclicos, realizados em ergômetros	All-out	4 a 6 sprints de 30 segundos com 4,5 minutos de recuperação passiva
Machado <i>et al.</i> , 2018 [22]	HIIT com peso corporal*	Aptidão aeróbia, resistência muscular	Exercícios utilizando o peso corporal	Percepção subjetiva de esforço, all-out	30 segundos de estímulo por 30 segundos de recuperação
Feito <i>et al.</i> , 2018 ^a [20]	HIFT*	Adaptações multissistêmicas	Exercícios funcionais, utilizando peso corporal, pesos livres e acessórios	Percepção subjetiva de esforço, all-out	Diversos protocolos. Os mais comuns envolvem as AMRAP- (As Many Reps as Possible, que significa: o máximo de repetições ou rounds possíveis dentro de um determinado período) e os EMONS (vem da abreviação de "Every Minute On the Minute" (cada minuto em um minuto))
Batrakoulis <i>et al.</i> , 2018 [52]	HICT*	Adaptações multissistêmicas	Exercícios resistidos e funcionais, utilizando peso corporal, pesos livres e acessórios	Número máximo de movimentos possível, all out.	20 a 40 segundos de estímulo por 20 a 40 segundos de recuperação
Paoli <i>et al.</i> , 2012 [23]	HIRT*	Força máxima e hipertrofia	Exercícios resistidos, utilizando aparelhos de musculação	Percentual da carga máxima	6 séries com cargas em torno de 80-85% de 1RM seguidas de intervalos de 20" de recuperação passiva e retomada da execução até nova falha concêntrica. Esse procedimento de pausa e retomada da execução é repetido por 2 ou 3 vezes

HIIT = High-Intensity Interval Training (Treinamento intervalado de alta intensidade); SIT = Sprint interval training (Treinamento com sprint intervalado); HIFT = High Intensity Functional Training (Treinamento funcional de alta intensidade); HICT = High Intensity Circuit Training (Treinamento em circuito de alta intensidade); HIRT = High Intensity resistance training (Treinamento resistido de alta intensidade)

Baseado nesse fato, o HIIT tem sido executado por meio de exercícios cíclicos (pedalada, remo e corrida) [16], utilizando exercícios calistênicos [22], exercícios de força [23] e funcionais [20]. Quando realizadas tais modificações nas modalidades pelas quais é executado o HIIT, o modo pelo qual a intensidade é monitorada também sofre alterações, uma vez que determinadas medidas são inadequadas para alguns exercícios, os quais muitas vezes são realizados de maneira “all out” por conta da maior praticidade e adequação no controle da intensidade [19]. No entanto, a percepção de esforço também é uma estratégia utilizada para prescrição do HIIT em diferentes modalidades de exercício [13]. Tais modelos aparecem com frequência na literatura científica, de acordo com o descrito na tabela II.

Ao longo dos anos, o HIIT tem se mostrado uma importante estratégia de treinamento para melhora do desempenho, tanto para atletas competitivos, como para não atletas, e é muito eficaz em estimular adaptações fisiológicas permitindo aprimoramento de diferentes componentes da aptidão física [24-26]. Embora o risco de lesão musculoesquelética e eventos cardiovasculares aumentem com exercícios de maior intensidade, o HIIT realizado como componente de treinamento esportivo tem sido historicamente associado a um risco mínimo [27]. Além disso, tal método tem sido amplamente estudado em diferentes grupos especiais, demonstrando ampla segurança mesmo em populações com diferentes desordens [28] e durante a reabilitação cardíaca [29].

Dun *et al.* [30] utilizando sujeitos que haviam sofrido infarto do miocárdio sugerem que o HIIT pode oferecer até mais benefícios do que o treinamento contínuo de intensidade moderada, quando bem supervisionado. E, embora os pesquisadores continuem a avaliar a segurança do HIIT, parece que este método de treinamento pode ser realizado por pessoas com vários desafios de saúde. Modelo de prescrição de HIIT para populações com determinadas comorbidades também tem sido sugerido, baseado em diferentes intervalos de estímulo e cuidados que profissionais devem tomar antes, durante e após a realização da sessão [31]. Dessa forma, é recomendável a aplicação desse método, desde que a orientação e a supervisão (monitoramento) sejam apropriadas [32-34].

HIIT clássico

O HIIT clássico se caracteriza por estímulos cíclicos que podem ser realizados através de atividades como correr, pedalar, nadar ou remar. Independente da modalidade em que é realizado, há 2 formatos mais tradicionais aplicadas as sessões de HIIT [13]:

- HIIT longo: caracterizado pela realização de séries de estímulos superiores a 1 minuto de duração (normalmente entre 2 e 5 minutos) com intensidade entre 90% e 100% do $vVO_{2máx}$ (ou superior) e intervalos de recuperação passiva (em torno de 1 a 3 minutos de duração) ou ativa (2 a 4 minutos de corrida de baixa intensidade [$< 65\%$ do $vVO_{2máx}$]).

- HIIT curto: caracterizado pela realização de séries de estímulos entre 10 e 60 segundos de duração com intensidade $> 100\%$ do $vVO_{2máx}$ e intervalos de recuperação passiva que obedecem a proporção variando entre densidades com menor tempo de recuperação em relação ao trabalho (1:0,5) e maior tempo de recuperação em relação ao trabalho (1:4) de acordo com a intensidade utilizada.

Diferentes adaptações ao HIIT têm sido demonstradas, incluindo melhoras nos parâmetros de $VO_{2máx}$, capacidade anaeróbia e desempenho físico [35]. Tais melhoras a longo prazo estão associadas a reajustes centrais e periféricos provenientes da alta intensidade proporcionada pelo HIIT, melhorando o débito cardíaco, estrutura e função vascular periférica, incluindo aceleração na utilização do oxigênio periférico, dentre outros mecanismos que permitem o aumento da saúde cardiometabólica [36]. Além disso, seus benefícios também incluem diminuição da resistência à insulina [37], diminuição do percentual de gordura corporal [38] e redução de pressão arterial com concomitante aumentos da força em idosos [39].

Sprint interval training

O treinamento de sprints intervalados (*Sprint Interval Training* - SIT) é um método frequentemente utilizado para melhora em atividades esportivas em diferentes modalidades individuais [13]. A sessão é constituída por estímulos curtos em intensidade supra máxima não parametrizadas (*all-out*), o que requer grande contribuição do metabolismo anaeróbio para fornecimento de energia [40]. Geralmente, a duração de cada estímulo varia entre 30 e 45 segundos com intervalos de recuperação longos (em torno de 3 a 5 minutos ou superior) e realizados de maneira passiva [16,21]. Estímulos com intensidade “*all-out*” são entendidos como a máxima capacidade de realizar uma tarefa de corrida, remo, ou pedalada em esteira não motorizada ou sobre o solo (*over ground*) [16].

O SIT vem sendo aplicado em diferentes populações apresentando resultados promissores relacionados a indicadores de saúde, como aumento da aptidão cardiorrespiratória [24]. Embora não parametrizados, esses protocolos podem atingir valores altíssimos de intensidade, que estão altamente relacionados com a maior atividade de vias de sinalização celulares relacionadas a biogênese mitocondrial (aumento da quantidade de mitocôndrias por célula) [33,41]. Como resultado desse processo, ocorre o aumento do limiar de lactato permitindo assim que os indivíduos se exercitem por mais tempo e em percentuais de $VO_{2máx}$ mais elevados [41,42].

A alta intensidade e a não parametrização do estímulo são fatores complicadores que podem conduzir Profissionais de Educação Física à insegurança sobre a utilização do SIT em populações clínicas. Devido a isso, sugere-se que novos estudos sejam conduzidos para evidenciar a segurança e estabelecer recomendações sobre a condução e monitoramento de sinais complicadores durante a execução de protocolos com essas características em populações cujo objetivo seja a melhora da saúde geral.

HIIT com peso corporal

Assim como o HIIT tradicional, o HIIT com peso corporal também é caracterizado por sessões de treinamento com estímulos em alta intensidade seguidos de períodos de recuperação que podem ser passivos ou ativos, no qual utilizam apenas o peso corporal como resistência [11].

Os estudos com HIIT usando o peso do corpo adotam diferentes nomenclaturas, sendo elas: *whole-body training* [10], *high-intensity intermittent calisthenic training* [9], *whole-body High-intensity Interval Training* [43] e *HIIT body work* [19,44].

Na sessão de HIIT com peso do corpo, tem-se duas variáveis de importância: 1) a relação de carga entre o tempo de estímulo e o tempo de recuperação e 2) os exercícios selecionados na sessão. Didaticamente, é sugerido que os exercícios podem ser classificados como simples, aqueles que tem um padrão de movimento único (ex: *Jump jack*), ou como complexos, aqueles com padrões de movimentos combinados (ex: *Burpee*) [11].

A relação entre tempo de estímulo e recuperação da sessão pode apresentar três características, sendo elas: a) tempo de estímulo menor que tempo de recuperação (2:1), b) tempo de estímulo igual ao tempo de recuperação (1:1) e c) tempo de estímulo maior que o tempo de recuperação (2:1) [11].

A duração da sessão apresenta variação de ~4 a ~30 minutos [44] e o controle da intensidade é baseado no uso da PSE, no entanto o praticante deve ser orientado a executar a máxima quantidade possível de repetições de cada exercício nos intervalos de alta intensidade, obedecendo critérios de intensidade (PSE) previamente estabelecidos [11].

Em um estudo [22], foi observada redução significativa na massa corporal em um grupo de indivíduos que participou de um programa de HIIT com o peso corporal com quatro semanas de duração, frequência semanal de treinos de três vezes na semana e duração da sessão de 30 minutos. Esses resultados que vão de encontro aos observados no experimento proposto anteriormente [9], ao demonstrar que 6 semanas de treinamento, com frequência de três vezes na semana, duração da sessão de 20 minutos, não induziu melhora em parâmetros da aptidão física geral e na espessura muscular, contudo, limitações no que diz respeito a progressão bem como organização da sessão de treinamento foram indicadas como possíveis parâmetros a serem manipulados para melhor organização para otimização da sessão com objetivo de melhora da aptidão física e também promover alterações na composição corporal.

Outros dois estudos [10,43], baseados na aplicação de modelos extremamente curtos de HIIT com o peso corporal (8 séries de 20 segundos de estímulo “*all-out*” intercalados por 10 segundos de recuperação passiva), mostraram resultados interessantes sobre diferentes variáveis da aptidão física geral, destacando-se a aptidão cardiorrespiratória. Porém, em ambos os trabalhos, halteres (~3 kg) foram utilizados para execução de um dos exercícios propostos, o que descaracteriza o uso exclusivo do peso corporal. De qualquer forma, por apresentar resultados interessantes, esse modelo de HIIT deve ser considerado diante da disponibilidade de poucos implemen-

tos.

High-Intensity Functional Training

O treinamento funcional de alta intensidade (*high intensity functional training* – HIFT) é um modelo no qual os conceitos do HIIT (execução dos exercícios em alta intensidade) são utilizados enfatizando a aplicação de tarefas multisegmentares, multiplanares e integradas executadas em alta intensidade de esforço. Para isso, exercícios que utilizam padrões de movimentos funcionais tais como agachar, empurrar, puxar e transportar são selecionados para compor a sessão de treinamento do HIFT. O controle da alta intensidade de esforço nessa modalidade pode ser realizado por meio da PSE ou podem ser executados de maneira *all-out*. Tais estímulos também são intercalados por períodos de recuperação, que podem ou não seguir uma duração específica, que geralmente são realizadas de maneira passiva, assim como observado nos demais modelos de HIIT [45-49].

Em muitos contextos, as sessões de HIFT podem ser divididas em três blocos: 1) preparação para o movimento, 2) condicionamento neuromuscular e 3) condicionamento cardiometabólico [50]. Na literatura científica, o HIFT tem sido frequentemente associado a modalidades “cross” (*Cross Training, Mix Modalities Training* - MMT e *Fitness Funcional*), métodos que são capazes de promover adaptações multissistêmicas, por meio da melhora concomitante de diferentes parâmetros da aptidão física [45]. Baseado nisso, estudos têm demonstrando que o HIFT é capaz de promover benefícios positivos tanto na composição corporal [20], como na melhora do desempenho em diferentes capacidades biomotoras [48].

Ratificando, Sperlich *et al.* [49] verificaram o efeito de nove semanas de HIFT em comparação com treinamento associado a exercícios de alto volume e baixa intensidade. Após o período de intervenção, os autores verificaram melhora significativa na massa corporal, percentual de massa livre de gordura, massa adiposa, índice de massa corporal e força muscular em ambos os métodos de treinamento. No entanto, o HIFT apresentou melhoras superiores quando o consumo máximo de oxigênio foi analisado. Na mesma linha, Kliszczewicz *et al.* [48] observaram aumento da capacidade aeróbica e anaeróbica em indivíduos treinados submetidos a quatro semanas de HIFT.

Embora existam na literatura científica diferentes modelos de HIFT pré-estabelecidos (AMRAP e EMONS), a prescrição desse tipo de protocolo pode ser direcionada e específica, baseada em atividades laborais, esportivas, ou da vida diária, o que torna possível a aplicação do HIFT em diferentes populações, possibilitando o aumento da capacidade funcional, além de promover o aprimoramento de parâmetros fisiológicos, que são provenientes do acúmulo de tempo em alta intensidade, principal proposta do HIIT.

High-Intensity Circuit Training

De acordo com Clayton *et al.* [51], o treinamento em circuito de alta intensidade (*high-intensity circuit training* - HICT) é um modelo geralmente baseado na

aplicação de exercícios que imitam os movimentos usados nas atividades da vida diária (agachar, puxar, empurrar), os quais fornecem benefícios aos componentes da aptidão física relacionado com a funcionalidade. O HICT é usualmente aplicado com estímulo realizados em alta intensidade, por cerca de 20 a 40 segundos, seguidos por pausas com relação trabalho: recuperação variando entre 1:2 e 2:1 [52].

Como o nome leva a crer, a organização da sessão obedece ao modelo em circuito tradicional (toda sessão baseada em circuito) ou em blocos (minicircuitos), contemplando entre 6 e 12 exercícios [53]. Em ambas as situações (blocos ou circuito) é possível utilizar mais de uma passagem, sendo comum o uso de 2 a 3 passagens. A duração média das sessões de treino costuma possuir entre 20 e 40 minutos [52]. De forma geral, seus benefícios envolvem principalmente a melhora da aptidão cardiorrespiratória, da força e alterações de composição corporal [52,54].

High-Intensity Resistance Training

O treinamento resistido de alta intensidade (*High Intensity Resistance Training* – HIRT) tem sido utilizado, baseado no uso de métodos avançados de treinamento de força com o intuito de induzir ao praticante níveis de estresse/estímulos além dos proporcionados em séries máximas ou conduzidas até a falha concêntrica [55]. Como os modelos utilizam estímulos de alta intensidade intercalados por breves intervalos de recuperação passiva, o conceito de HIIT se faz presente.

O protocolo de HIRT mais popular foi proposto por Paoli *et al.* [23] e é baseado no modelo de rest-pause. Nesse protocolo, aplicam-se exercícios multiarticulares, nos quais são realizadas séries máximas (falha concêntrica) com altas cargas (80-85% de 1RM), seguidas de intervalos de 20" de recuperação passiva e retomada da execução até nova falha concêntrica. Esse procedimento de pausa e retomada da execução é repetido por 2 ou 3 vezes após a primeira série, caracterizando o rest-pause. Apesar de o estudo de Paoli *et al.* [23] ter avaliado somente questões relacionadas ao gasto energético, estudo de Prestes *et al.* [56] analisou os efeitos de 6 semanas de treinamento com protocolo semelhante e observou aumento da força e da resistência muscular nos membros superiores e inferiores, além de hipertrofia muscular na coxa de homens treinados.

Conclusão

O conceito do HIIT está pautado na alternância entre períodos de estímulo (realizados em alta intensidade) e recuperação. A partir desse ponto, é possível afirmar que, tendo como base o principal objetivo do HIIT (acúmulo do máximo de tempo de exercício em alta intensidade), diversos modelos de exercícios com diferentes estímulos neuromusculares podem ser aplicados utilizando a alta intensidade como princípio norteador. Obviamente que os impactos do HIIT e as adaptações sobre os sistemas fisiológicos a médio e longo prazos podem variar entre os protocolos utilizados, mas parece consenso que seus diferentes modelos podem promover diversos

benefícios à saúde e à aptidão física de maneira geral. Além disso, a versatilidade do HIIT permite que ele seja executado em diversas condições e populações, possibilitando amplos benefícios e mínimas complicações oriundas da prática desse método de treinamento, desde que observadas as informações sobre aplicação e monitoramento das variáveis. Isso torna essa abordagem extremamente atrativa para o contexto atual da sociedade. Não obstante, sugere-se que novos estudos sejam conduzidos no intuito de ampliar o conhecimento acerca da aplicação de diferentes protocolos baseados nos conceitos de HIIT mencionados ao longo deste manuscrito. Além disso, recomenda-se a condução de estudos com intuito de observar possíveis diferenças na resposta aguda e efeitos crônicos que as diferentes formas de aplicação do HIIT proporcionam em diferentes públicos.

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: Evangelista AL, La Scala Teixeira CV, Da Silva-Grigoletto ME; Redação do manuscrito: Evangelista AL, La Scala Teixeira CV, Brandão LHA, Machado AF, Bocalini DS, Santos LM, Da Silva-Grigoletto ME; Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Evangelista AL, La Scala Teixeira CV, Brandão LHA, Da Silva-Grigoletto ME.

Referências

1. Kokkinos P. Physical activity, health benefits, and mortality risk. *ISRN Cardiol* 2012;2012(1):1-14. doi: 10.5402/2012/718789
2. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, *et al.* Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43(7):1334-59. doi: 10.1249/MSS.0b013e318213fefb
3. 2019 BV Brasil. Estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no distrito federal em 2019. Secretaria de Gestão Estratégica e Participativa. In: Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde (MS); 2020.
4. Pinheiro KC, Augusto D, Silva S. Barreiras percebidas para prática de musculação em adultos desistentes da modalidade. *Rev Bras Ativ Fís Saúde* 2012;15(3):157-62. doi: 10.12820/rbafs.v.15n3p157-162
5. Heinrich KM, Patel PM, O'Neal JL, Heinrich BS. High-intensity compared to moderate-intensity training for exercise initiation, enjoyment, adherence, and intentions: An intervention study. *BMC Public Health* 2014;14(1):1-6. doi: 10.1186/1471-2458-14-789
6. La Scala Teixeira CV. Musculação time-efficient otimizando o tempo e maximizando os resultados. Vol1. São Paulo: Phorte; 2016. p.430-36.
7. Amaral PC, Palma DD. Brazil and Argentina survey of fitness trends for 2020. *ACSM's Heal Fit J* 2019;23(6):36-40. doi: 10.1249/FIT.0000000000000525
8. Thompson WR. Worldwide survey of fitness trends for 2020. *ACSM's Heal Fit J* 2019;23(6):10-8. doi: 10.1249/FIT.0000000000000526
9. Evangelista AL, La Scala Teixeira C, Machado AF, Pereira PE, Rica RL, Bocalini DS. Effects of a short-term of whole-body, high-intensity, intermittent training program on morphofunctional parameters. *J Bodyw Mov Ther* 2019;23(3):456-60. doi: 10.1016/j.jbmt.2019.01.013
10. Mcrae G, Payne A, Zelt JGE, Scribbans TD, Jung ME, Little JP, *et al.* Extremely low volume, whole-body aerobic- resistance training improves aerobic fitness and muscular endurance in females. *Appl Physiol Nutr Metab* 2012;37(6):1124-31. doi: 10.1139/h2012-093
11. Machado AF, Baker JS, Figueira Junior AJ, Bocalini DS. High-intensity interval training using whole-body exercises: training recommendations and methodological overview. *Clin Physiol Funct Imaging* 2017;378-83. doi: 10.1111/cpf.12433

12. Langton B, King J. Utilizing body weight training with your personal training clients. *ACSM's Heal Fit J* 2018;22(6):44-51. doi: 10.1249/FIT.0000000000000433
13. Laursen P, Buchheit M. Science and application of high-intensity interval training. Champaign: Human Kinetics Publishers; 2019. 672 p.
14. Buchheit M, Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. Part II: anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. *Sports Med* 2013;43(10):927-54. doi: 10.1007/s40279-013-0066-5
15. Laursen PB, Jenkins DG. The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sport Med* 2002;32(1):53-73. doi: 10.2165/00007256-200232010-00003
16. Buchheit M, Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle part I: Cardiopulmonary emphasis. *Sport Med* 2013;43(5):313-38. doi: 10.1007/s40279-013-0029-x
17. Gosselin L, Kozlowski K, DeVinney-Boymel L, Hambridge C. Metabolic response of different high-intensity aerobic interval training exercise protocols. *J Strength Cond Res* 2012;26(10):2866-71. doi: 10.1519/JSC.0b013e318241e13d
18. García-Pinillos F, Cámara-Pérez JC, Soto-Hermoso VM, Latorre-Román PA. A high intensity interval training (HIIT)- Based running plan improves athletic performance by improving muscle power. *J Strength Cond Res* 2017;31(1):146-53. doi: 10.1519/JSC.0000000000001473
19. Machado AF, Evangelista AL, Miranda JMQ, Teixeira CVS, Rica RL, Lopes CR, *et al.* Description of training loads using whole-body exercise during high-intensity interval training. *Clinics (São Paulo)* 2018;73:e516. doi: 10.6061/clinics/2018/e516
20. Feito Y, Hoffstetter W, Serafini P, Mangine G. Changes in body composition, bone metabolism, strength, and skill-specific performance resulting from 16-weeks of HIIT. *PLoS One*. 2018;13(6):1-15. doi: 10.1371/journal.pone.0198324
21. Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol* 2012;590(5):1077-84. doi: 10.1113/jphysiol.2011.224725
22. Machado AF, Miranda MLJ, Rica RL, Figueira Junior A, Bocalini DS, Carvalho F, *et al.* Frequênci-a de treinamento no HIIT body work e reduçã-o da massa corporal: um estudo piloto. *Motricidade* 2018;73(1):184-9. doi: 10.6063/motricidade.14321
23. Paoli A, Moro T, Marcolin G, Neri M, Bianco A, Palma A, *et al.* High-Intensity Interval Resistance Training (HIRT) influences resting energy expenditure and respiratory ratio in non-dieting individuals. *J Transl Med* 2012;10(1):1-8. doi: 10.1186/1479-5876-10-237
24. Weston M, Taylor KL, Batterham AM, Hopkins WG. Effects of low-volume high-intensity interval training (HIT) on fitness in adults: A meta-analysis of controlled and non-controlled trials. *Sport Med* 2014;44(7):1005-17. doi: 10.1007/s40279-014-0180-z
25. Milanović Z, Sporiš G, Weston M. Effectiveness of high-intensity interval training (HIT) and continuous endurance training for VO_{2max} improvements: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Sport Med* 2015;45:1469-81. doi: 10.1007/s40279-015-0365-0
26. Su LQ, Fu JM, Sun SL, Zhao GG, Cheng W, Dou CC, *et al.* Effects of HIIT and MICT on cardiovascular risk factors in adults with overweight and/or obesity: A meta-analysis. *PLoS One* 2019;14(1):1-21. doi: 10.1007/s40279-015-0365-0
27. Shiraev T. Evidence based exercise clinical benefits of high intensity interval training. *Aust Fam Phys* 2012;41(12):960-2. Available from: <https://www.racgp.org.au/afp/2012/december/evidence-based-exercise>
28. Grace F, Herbert P, Elliott AD, Richards J, Beaumont A, Sculthorpe NF. High intensity interval training (HIIT) improves resting blood pressure, metabolic (MET) capacity and heart rate reserve without compromising cardiac function in sedentary aging men. *Exp Gerontol* 2018;109:75-81. doi: 10.1016/j.exger.2017.05.010
29. Guiraud T, Gremeaux V, Meyer P, Juneau M. High-intensity interval training in cardiac rehabilitation. *Sport Med* 2012;42(7):587-605. doi: 10.1016/j.cger.2019.07.011
30. Dun Y, Thomas RJ, Medina-Inojosa JR, Squires RW, Huang H, Smith JR, *et al.* High-intensity interval training in cardiac rehabilitation: Impact on fat mass in patients with myocardial infarction. *Mayo Clin Proc* 2019;94(9):1718-30. doi: 10.1016/j.mayocp.2019.04.033
31. Ribeiro PAB, Boidin M, Juneau M, Nigam A, Gayda M. High-intensity interval training in patients with coronary heart disease: Prescription models and perspectives. *Ann Phys Rehabil Med* 2017;60(1):50-7. doi: 10.1016/j.rehab.2016.04.004
32. Batacan RB, Duncan MJ, Dalbo VJ, Tucker PS, Fenning AS. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: A systematic review and meta-analysis of intervention studies. *Br J Sports Med* 2017;51(6):494-503. doi: 10.1136/bjsports-2015-095841
33. Gibala MJ. Interval training for cardiometabolic health: Why such a HIIT? *Curr Sports Med Rep* 2018;17(5):148-50. doi: 10.1249/JSR.0000000000000483
34. Campbell WW, Kraus WE, Powell KE, Haskell WL, Janz KF, Jakicic JM, *et al.* High-intensity interval training for cardiometabolic disease prevention. *Med Sci Sports Exerc* 2019;51(6):1220-6. doi: 10.1249/MSS.0000000000001934

35. Laursen PB, Shing CM, Peake JM, Coombes JS, Jenkins DG. Influence of high-intensity interval training on adaptations in well-trained cyclists. *J Strength Cond Res* 2005;19(3):527-33. doi: 10.1519/15964.1
36. Gibala MJ, Gillen JB, Percival ME. Physiological and health-related adaptations to low-volume interval training: Influences of nutrition and sex. *Sport Med* 2014;44(2):127-37. doi: 10.1007/s40279-014-0259-6
37. Wormgoor SG, Dalleck LC, Zinn C, Harris NK. Effects of high-intensity interval training on people living with type 2 diabetes: A narrative review. *Can J Diabetes* 2017;41(5):536-47. doi: 10.1016/j.cjcd.2016.12.004
38. Nunes PRP, Martins FM, Souza AP, Carneiro MAS, Orsatti CL, Michelin MA, *et al.* Effect of high-intensity interval training on body composition and inflammatory markers in obese postmenopausal women: A randomized controlled trial. *Menopause* 2019;26(3):256-64. doi: 10.1097/GME.0000000000001207
39. Nemoto K, Gen-no H, Masuki S, Okazaki K, Nose H. Effects of high-intensity interval walking training on physical fitness and blood pressure in middle-aged and older people. *Mayo Clin Proc* 2007;82(7):803-11. doi: 10.4065/82.7.803
40. Keating SE, Johnson NA, Mielke GI, Coombes JS. A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity. *Obes Rev* 2017;18(8):943-64. doi: 10.1111/obr.12536
41. MacInnis MJ, Gibala MJ. Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *J Physiol* 2017;595(9):2915-30. doi: 10.1113/JP273196
42. Joyner MJ, Coyle EF. Endurance exercise performance: The physiology of champions. *J Physiol* 2008;586(1):35-44. doi: 10.1113/jphysiol.2007.143834
43. Schaun GZ, Pinto SS, Silva MR, Dolinski DB, Alberton CL. 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. *J Strength Cond Res* 2018;32(10):2730-42. doi: 10.1519/JSC.0000000000002594
44. Machado AF, Miranda MLJ, Rica RL, Figueira Junior A, Bocalini DS. Bodyweight high-intensity interval training: A systematic review. *Rev Bras Med do Esporte* 2018;24(3):234-7. doi: 10.1590/1517-869220182403176199
45. Feito Y, Heinrich K, Butcher S, Poston W. High-Intensity Functional Training (HIFT): Definition and research implications for improved fitness. *Sports* 2018;6(3):76. doi: 10.3390/sports6030076
46. Murawska-Cialowicz E, Wojna J, Zuwała-Jagiello J. Crossfit training changes brain-derived neurotrophic factor and irisin levels at rest, after wingate and progressive tests, and improves aerobic capacity and body composition of young physically active men and women. *J Physiol Pharmacol* [Internet] 2015 [cited 2021 Dec 23];66(6):811-21. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26769830/>
47. Willis EA, Szabo-Reed AN, Ptomey LT, Honas JJ, Steger FL, Washburn RA, Donnelly JE. Energy expenditure and intensity of group-based high-intensity functional training: a brief report. *J Phys Act Health* 2019;16(6):470-6. doi: 10.1123/jpah.2017-0585
48. Kliszczewicz B, McKenzie M, Nickerson B. Physiological adaptation following four-weeks of high-intensity functional training. *Mil Med Pharm J Serbia* 2017;76(3):272-7. doi: 10.2298/VSP170228095K
49. Sperlich B, Wallmann-sperlich B, Zinner C, Stauffenberg V Von. Functional high-intensity circuit training improves body composition, peak oxygen uptake, strength, and alters certain dimensions of quality of life in overweight women. *PLoS One* 2017;8:1-9. doi: 10.3389/fphys.2017.00172
50. Silva-Grigoletto ME, Resende-Neto AG, La Scala Teixeira CV. Treinamento funcional: um “update” conceitual. *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum* 2020. doi: 10.1590/1980-0037.2020v22e72646
51. Clayton BC, Tinius RA, Winchester LJ, Menke BR, Reece MC, Maples JM. Physiological and perceptual responses to high-intensity circuit training using body weight as resistance: Are there sex-specific differences? *Int J Exerc Sci* [Internet]. 2019 [cited 2021 Dec 23];12(4):245-55. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30899349/>
52. Batrakoulis A, Jamurtas AZ, Georgakouli K, Draganidis D, Deli CK, Papanikolaou K, *et al.* High intensity, circuit-type integrated neuromuscular training alters energy balance and reduces body mass and fat in obese women: A 10-month training-detraining randomized controlled trial. *PLoS One* 2018;13(8):1-21. doi: 10.1371/journal.pone.0202390
53. Muñoz-Martínez FA, Rubio-Arias J, Ramos-Campo DJ, Alcaraz PE. Effectiveness of resistance circuit-based training for maximum oxygen uptake and upper-body one-repetition maximum improvements: A systematic review and meta-analysis. *Sport Med* 2017;47(12):2553-68. doi: 10.1007/s40279-017-0773-4
54. Klika B, Jordan C. High-intensity circuit training using body weight: Maximum results with minimal investment. *ACSM's Heal Fit J* 2013;17(3):8-13. doi: 10.1249/FIT.0b013e31828cb1e8
55. Giessing J, Eichmann B, Steele J, Fisher J. A comparison of low volume “high-intensity-training” and high volume traditional resistance training methods on muscular performance, body composition, and subjective assessments of training. *Biol Sport* 2016;33(3):241-9. doi: 10.5604/20831862.1201813
56. Prestes J, Tibana RA, Sousa EA, Nascimento DC, Rocha PO, Camarço NF, *et al.* Strength and muscular adaptations after 6 weeks of rest-pause vs. traditional multiple-sets resistance training in trained subjects. *J Strength Cond Res* 2019;33:S113-21. doi: 10.1519/JSC.0000000000001923
57. Helgerud J, Høydal K, Wang E, Karlsen T, Berg P, Bjerkaas M, *et al.* Aerobic high-intensity intervals

