

Doze semanas de treinamento intervalado com resistência elástica aumenta a aptidão aeróbia: relato de caso

Twelve weeks of interval training with elastic resistance increases aerobic fitness: case report

Lenice Brum Nunes , Julienny Pita de Oliveira , Victor Hugo Gasparini Neto ,
Letícia Nascimento Santos Neves , Luciana Carletti 

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

RESUMO

Introdução: O treinamento intervalado de alta intensidade com resistência elástica (EL-HIIT) tem se destacado por promover estímulos cardiorrespiratórios em jovens ativos. Ainda não se sabe se indivíduos obesos apresentarão adaptações favoráveis de desempenho físico e na composição corporal. **Objetivo:** Avaliar os efeitos do EL-HIIT na aptidão cardiorrespiratória, composição corporal e resposta afetiva em uma mulher obesa. **Métodos:** Participante com IMC: 34,5 kg/m², 42 anos, fisicamente inativa. Foram aplicados antes e após 12 semanas de treinamento: Teste cardiorrespiratório de exercício na esteira, bioimpedância e o teste cardiorrespiratório com resistência elástica. O EL-HIIT foi aplicado 2x por semana por 12 semanas (60s:60s – esforço: recuperação), prescrito na intensidade do limiar ventilatório 2, iniciando com 6 séries, e progredindo para mais uma série/semana, até alcançar 10 séries. A intensidade e a valência afetiva (FC, PSE, OMNI-RES, Escala afetiva) foram monitoradas durante e até 30 min após sessão. **Resultados:** O EL-HIIT aumentou o VO_{2max} (21,5%) e o VO₂ do limiar ventilatório 1 (73,5%) e do limiar ventilatório 2 (46,6%). A massa livre de gordura aumentou (3,9%), e massa muscular esquelética aumentou (5,9%). A resposta afetiva aumentou durante (1^a = 1,2; 6^a = 1,5; 12^a = 2,3) e pós-sessão (1^a = 1,7; 6^a = 3,0; 12^a = 3,5). **Conclusão:** O EL-HIIT aplicado por 12 semanas em uma mulher obesa promoveu melhorias substanciais na aptidão cardiorrespiratória, resposta afetiva positiva além de melhora discreta na composição corporal.

Palavras-chave: afeto; treinamento intervalado de alta intensidade; aptidão cardiorrespiratória.

ABSTRACT

Introduction: High-intensity interval training with elastic resistance (EL-HIIT) has promoted cardiorespiratory stimuli in active young people. It is not yet known whether obese individuals will present favorable adaptations in physical performance and body composition. **Objective:** To evaluate the effects of EL-HIIT on cardiorespiratory fitness, body composition, and affective response in an obese woman. **Methods:** Participant with BMI: 34.5 kg/m², 42 years old, physically inactive. The following were applied before and after 12 weeks of training: Cardiorespiratory treadmill exercise test, bioimpedance, and cardiorespiratory test with elastic resistance exercise. EL-HIIT was applied twice a week for 12 weeks (60s:60s – effort: recovery), at VT₂, starting with 6 sets, and progressing to another set/week, until reaching 10 sets. Affective responses and intensity (feeling scale, HR, RPE, OMNI-RES-EB) were monitored during and up to 30 min after the session. **Results:** EL-HIIT increased VO_{2max} (21.5%) and VO₂ of ventilatory threshold 1 (73.5%) and ventilatory threshold 2 (46.6%). Fat-free mass increased (3.9%), and skeletal muscle mass increased (5.9%). The affective response increased during (1st = 1.2; 6th = 1.5; 12th = 2.3) and post-session (1st = 1.7; 6th = 3.0; 12th = 3.5). **Conclusion:** EL-HIIT applied for 12 weeks in an obese woman promoted substantial improvements in cardiorespiratory fitness, a positive affective response in addition to a slight improvement in body composition.

Keywords: affect; high-intensity interval training; cardiorespiratory fitness.

Introdução

A inatividade física e o comportamento sedentário, segundo a Organização Mundial da Saúde [1] são fortes preditores para o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, como por exemplo: diabetes tipo II, doenças cardiovasculares, hipertensão, alguns tipos de câncer e obesidade. A obesidade é uma doença crônica multifatorial que está atrelada a diversos fatores como, carga genética, determinantes sociais e biológicos, estilo de vida sedentário e maus hábitos alimentares [1]. Pensando em retardar o progresso da epidemia de obesidade, propõe-se programas e políticas que promovam melhorias dos hábitos alimentares e a prática regular atividade física [1,2].

O exercício físico tem um papel importante para o controle da obesidade e seus desfechos de morbidade. A Associação Brasileira para Estudos da Obesidade e Síndrome Metabólica sugere que seja realizada a combinação dos exercícios aeróbicos (contínuos ou intermitentes) com os exercícios resistidos [1]. A recomendação para a prática regular de exercícios aeróbicos para pessoas obesas é de 250 a 300 minutos semanais em intensidade moderada, já para os exercícios resistidos recomenda-se que seja realizado com a frequência semanal de 2-3 vezes na semana, utilizando exercícios para grandes grupos musculares [3].

Contudo, grande parte da população adulta não consegue atingir as recomendações determinadas pelas diretrizes. Ainda, as mulheres têm se mostrado mais propensas do que os homens a serem fisicamente inativas [4]. As principais barreiras físicas para a prática de atividade física são a dor/desconforto físico, fadiga/falta de energia e problemas de saúde. Já as barreiras socioecológicas para a prática de atividade física aparecem a falta de tempo e apoio social. Em relação às barreiras psicológicas para a prática de atividade física estão a falta de autodisciplina/motivação, falta de interesse/diversão, falta de habilidades/confiança e resposta afetiva negativa ao exercício [5-7].

Sabe-se que resposta afetiva (sensação de prazer/desprazer) é influenciada pela intensidade do exercício. Indivíduos obesos podem apresentar dificuldade em tolerar o exercício realizado em alta intensidade [8]. Isso porque a combinação do exercício contínuo em alta intensidade pode provocar sentimentos desagradáveis, dificultando a aderência ao exercício [9-11]. Este argumento é sustentado pela Teoria do Modelo Dual [12] que propõe que quando a intensidade do exercício é alta, ou seja, excede os marcos fisiológicos (e.g., limiar ventilatório 2), as respostas afetivas tendem a ser mais negativas e influenciadas por fatores interoceptivos (falta de ar, dor, fadiga) e impactar negativamente para participação futura no exercício. Apesar disso, há evidência de que o treinamento de alta intensidade, praticado no modelo intervalado (HIIT) pode proporcionar resposta afetiva positiva durante o exercício [13].

Neste sentido, o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) pode ser uma modalidade de exercício favorável para reduzir a barreiras para baixa adesão do

exercício físico tais como, a sensação de desprazer, falta de tempo, viabilizando adaptações fisiológicas favoráveis para saúde. O HIIT é caracterizado por esforços intermitentes em alta intensidade (85-100% $VO_{2máx}$ ou 90-100% $FC_{máx}$), seguido por períodos intercalados de descanso ativo ou passivo [14,15]. Estudos têm demonstrado que o HIIT pode promover melhoria da capacidade oxidativa, da sensibilidade à insulina e da aptidão cardiorrespiratória [14-16].

A maioria dos estudos que aplicaram o HIIT tradicional comumente utilizaram equipamentos de alto custo como esteiras e bicicletas ergométricas, o que pode dificultar o acesso amplo. Uma nova proposta de HIIT tem se mostrado interessante, por utilizar a resistência elástica (EL-HIIT), que é ferramenta de baixo custo, e permite a realização em diferentes espaços. Estudos recentes utilizando o exercício intervalado com resistência elástica demonstraram reduções importantes na pressão arterial, na glicemia após exercício [17,18] e apresenta um potencial para o desenvolvimento de aptidão cardiorrespiratória [19]. Gasparini-Neto *et al.* [17] demonstraram que uma sessão de exercício intervalado com resistência elástica reduziu a pressão arterial e a glicemia em mulheres idosas com e sem hipertensão. Entretanto, ainda não se sabe a efetividade do treinamento intervalado de alta intensidade com resistência elástica (EL-HIIT) na promoção de melhorias cardiorrespiratórias a longo prazo, bem como não foram encontrados estudos desse treinamento em indivíduos obesos.

Portanto o objetivo deste estudo é avaliar os efeitos de um programa de treinamento intervalado de alta intensidade com resistência elástica (EL-HIIT) na aptidão cardiorrespiratória, composição corporal e resposta afetiva ao longo de 12 semanas em uma mulher obesa. E o objetivo secundário é descrever as respostas agudas da frequência cardíaca (FC), percepção subjetiva de esforço (PSE) e resposta afetiva (RA) durante uma sessão de EL-HIIT.

Métodos

Desenho do estudo

Foi realizado um estudo de caso de caráter longitudinal. Os procedimentos e o protocolo de treinamento foram explicados à voluntária, após esta etapa foi assinado o termo de consentimento livre e esclarecido. Esse subprojeto trata-se de um estudo suplementar do projeto aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Espírito Santo (CAAE 09109319.2.0000.5542). Estudo OBHIIT (PRPPG/UFES, Nº 9306/2019).

Amostra

A amostra foi selecionada por conveniência. Uma mulher com obesidade grau I (IMC 34,5 kg/m²), 42 anos, fisicamente inativa (≤ 150 min/semana de exercício físico).

Procedimentos

Para as avaliações de triagem, a voluntária realizou 2 (duas) visitas com intervalos de pelo menos uma semana ao laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFEX/UFES). As 2 primeiras visitas serviram para a familiarização dos procedimentos, avaliação da composição corporal, seguido de testes máximos específicos: teste cardiopulmonar na esteira para avaliar aptidão cardiorrespiratória, e teste incremental com resistência elástica, este último, foi aplicado para prescrição da sessão de exercício, no estágio correspondente ao limiar ventilatório 2. Em seguida, aconteceu o período de treinamento de doze semanas, onde foram monitoradas as respostas fisiológicas e afetivas, para acompanhamento no estudo. Após seis semanas repetiu-se o teste incremental com resistência elástica, para realinhamento do treinamento. E finalmente, após doze semanas foram reaplicadas as avaliações, para caracterizar os efeitos crônicos do EL-HIIT.

Avaliação antropométrica e composição corporal

A massa corporal e a estatura foram avaliadas por meio de balança antropométrica digital com estadiômetro de precisão de um milímetro (Marte Científica, L200, São Paulo), para calcular o Índice de Massa Corporal (IMC). Para análise da composição corporal foi realizada em balança digital tetrapolar com 8 eletrodos (modelo InBody 270), com capacidade máxima de 250kg e frequência de 20 e 100 kHz.

Teste cardiopulmonar de exercício (TCPE)

O TCPE foi realizado antes e após o EL-HIIT para avaliar a aptidão cardiorrespiratória. O teste foi aplicado em esteira rolante motorizada (Inbra Sport Super ATL, Porto Alegre, Brasil) mantida com inclinação de 1% com aquecimento de 3 minutos de caminhada a $3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, a velocidade foi incrementada $0,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a cada minuto até que a voluntária chegasse à exaustão. O protocolo utilizado tinha por objetivo uma duração entre 6 e 12 minutos [20]. A voluntária recebeu incentivo verbal para avançar nas etapas do teste, a fim de se atingir o esforço máximo. As variáveis ventilatórias e de troca gasosa foram mensuradas utilizando o analisador metabólico de gases (modelo Cortex Metamax 3B, Alemanha), com coleta respiração a respiração, e em seguida calculadas médias de 20 segundos, sendo analisados pelo programa Metasoft. A unidade do Cortex foi calibrada pelo método de circuito fechado, através de gás de calibração (cilindro de 16 %O₂ e 5 %CO₂ original, fornecido pelo fabricante), o que permitiu uma nova calibragem antes de cada teste. Os critérios para identificar o teste como máximo consistiu em aceitar pelo menos três dos seguintes critérios: a) exaustão voluntária; b) FC máxima atingida de pelo menos 90% da prevista para a idade ($220 - \text{idade}$); c) razão de troca respiratória igual ou acima de 1,1; d) consumo máximo pelo platô ou pico de oxigênio.

Teste de esforço cardiopulmonar com resistência elástica (TCPEe)

O TCPEe foi administrado seguindo o protocolo proposto por Gasparini-Neto *et al.* [21]. O teste foi executado sobre um tapete emborrachado com 4,5 metros de

comprimento, 11 demarcações em linha (0 a 10) tendo espaçamento de 30 centímetros entre elas e com cores branco e preto (Figura 1). Foi utilizado um cinto ajustável com fecho reforçado colocado na altura da crista ilíaca, acoplado a um tubo elástico prateado de 2 m (Thera Band®, Akron, OH, EUA) (Figura 2). O tubo elástico foi checado nos aspectos de segurança a cada sessão e substituído, quando apresentou alguma fragilidade ou sofreu aumento de 2 cm em relação ao seu tamanho original.

O teste consistiu em passos alternados para frente e para trás contra uma resistência elástica presa a um cinto. Antes de iniciar o teste foram colocados o cinto, a máscara facial de silicone para coleta de gases e o sensor de frequência cardíaca (Polar, T31 CODED). Após um aquecimento de 3 minutos (S_0), foi realizado um protocolo composto por incrementos de 1 estágio (60cm) por minuto seguindo uma cadência de 132bpm (batimentos por minuto) em um tapete de borracha de 8 estágios. Durante o teste, a voluntária foi incentivada a seguir o ritmo emitido por um metrônomo (Aplicativo de Celular - ®Cifraclub). A cadência foi controlada com metrônomo a 112 bpm no aquecimento, 132 bpm durante os estágios.

Um novo teste incremental com resistência elástica, foi realizado na sexta semana de treinamento, a fim de ajustar a intensidade do exercício. A intensidade foi mantida, e as sessões seguintes foram realizadas no mesmo estágio, seguindo com o mesmo valor obtido no teste inicial.

Determinação dos limiares ventilatórios

O limiar ventilatório 1 (LV1) foi identificado no momento do ponto mais baixo seguido de aumento exponencial no equivalente ventilatório de oxigênio (VE/VO_2), sem aumento do equivalente ventilatório de dióxido de carbono (VE/VCO_2). Também foi utilizado, como critério secundário, o aumento abrupto da pressão parcial do oxigênio no ar expirado ($PetO_2$). Para identificação do limiar ventilatório 2 (LV2), foi considerado o momento do ponto mais baixo do VE/VCO_2 com posterior elevação além do momento da queda gradual da $PetCO_2$.

Para as identificações dos limiares ventilatórios três avaliadores, de maneira independente e cega, definiram os resultados, sendo considerados os pontos de concordância de pelo menos dois dos avaliadores.

Frequência cardíaca

A frequência cardíaca foi monitorada de forma contínua durante as sessões, utilizando o frequencímetro POLAR H10 (Polar Electro Oy, Kempele, Finland). Com os valores obtidos foi calculado a intensidade atingida durante as sessões, que foi expressa em valores de $\%FC_{m\acute{a}x}$.

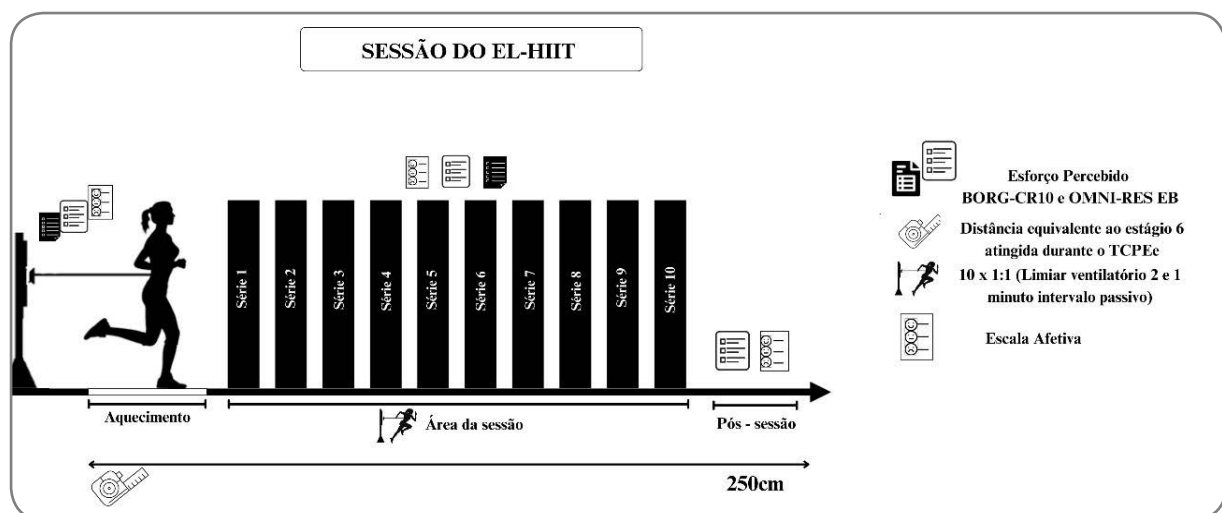
Programa de treinamento - EL-HIIT

O programa EL-HIIT teve uma duração de doze semanas, consistiu em duas sessões semanais, totalizando vinte e quatro sessões. Na primeira sessão de EL-HIIT foram realizadas seis séries no total. A partir da segunda até a quinta semana de treinamento, foi acrescentado uma nova série, totalizando dez séries por sessão. Essa configuração de dez séries foi mantida durante todo o treinamento até a décima se-

gunda semana (Figura 1). Após seis semanas repetiu-se o teste incremental com resistência elástica, para realinhamento do treinamento, porém nesse período não se observou a necessidade de modificações na carga de treinamento.

As sessões ocorreram em uma sala de ginástica climatizada. A voluntária utilizou um cinto ajustável de fechamento reforçado, no qual esteve acoplado um tubo elástico de 2 metros (®Thera-band Tubing, Malásia). O tubo elástico foi checado nos aspectos de segurança a cada sessão e substituído, quando apresentou alguma fragilidade ou sofreu aumento de 2 cm em relação ao seu tamanho original, o que ocorreu na terceira, oitava e última semana de treinamento. A frequência cardíaca foi monitorada durante toda sessão com uso do frequencímetro

As séries de exercício tiveram duração de um minuto executados na intensidade equivalente ao LV2 determinada pelo TCPEe (Estágio 6), com intervalo passivo de um minuto entre as séries, protocolo 10 x 60s:60s [19]. A voluntária foi incentivada a seguir o ritmo emitidos por um metrônomo (Aplicativo de Celular - ®Cifraclub). A cadência foi controlada com metrônomo a 112 bpm no aquecimento, 132 bpm durante as séries.



Escalas afetiva, esforço percebido BORG-CR10 e OMNI-RES EB; Área da sessão - distância em centímetros: equivalente ao estágio 6 atingida pela voluntária durante o TCPEe

Figura 1 - Esquema das sessões de EL-HIIT, aquecimento de 3 minutos, 6-10 x 1 minuto (Limiar ventilatório 2) e 1 minuto intervalo passivo

Resposta afetiva (RA)

A RA foi avaliada pela escala afetiva (EA). A EA é uma escala de 11 pontos que variam de -5 (“muito mal”) até +5 (“muito bem”), que avalia a sensação de prazer/desprazer proporcionada pelo exercício físico [22]. A voluntária respondeu a seguinte pergunta “Como você está se sentindo agora? A escala foi aplicada no início (antes da sessão), durante (ao final de cada série) e no final de sessão (imediatamente após e 10/30 minutos após) durante todo o programa EL-HIIT.

Percepção subjetiva de esforço (escalas de BORG CR-10 e OMNI-RES EB)

A escala de percepção subjetiva de esforço (BORG- CR-10) [23,24] foi aplicada

ao final de cada série e no final da sessão (imediatamente e 10/30 minutos após). A voluntária classificou o esforço percebido em relação ao esforço geral.

A escala OMNI-RES 0–10 desenvolvida para avaliar a percepção do esforço periférico, sendo feito uma adaptação da mesma com uso de banda elástica [25,26], foi aplicada ao final de cada série da sessão de EL-HIIT. A voluntária classificou o esforço percebido em relação ao esforço periférico.

Análise dos dados

Os dados de $VO_{2\text{máx}}$, $FC_{\text{máx}}$, BORG-CR10, OMNI-RES EB, escala afetiva e de composição corporal foram apresentados em valores absolutos e percentuais.

Resultados

EL-HIIT promoveu um aumento de 21,5% no $VO_{2\text{máx}}$ comparados as medidas pré-treinamento, sem nenhum impacto na velocidade máxima ($V_{\text{máx}}$) e na frequência cardíaca máxima ($FC_{\text{máx}}$) (Tabela I). Nos parâmetros submáximos avaliados pelo TCPE, apresentaram aumentos de 73,5% no $VO_{2\text{,}}$, 85,7% na velocidade e 40% na FC do limiar ventilatório 1, e aumentos de 46,6% no $VO_{2\text{,}}$, 16,6% na velocidade e 21,3% na frequência cardíaca, no limiar ventilatório 2 (Tabela II). As medidas da composição corporal apresentaram alteração durante o período de pré e pós-treinamento. Foi identificado um aumento na massa corporal de 3,7%, acompanhado de aumento de 2% da massa de gordura. Apesar disso, houve um aumento de 3,9% da massa livre de gordura, da massa muscular esquelética 5,9%, com redução de 1,7% no percentual de gordura (Tabela III).

Tabela I - Efeitos crônicos do EL-HIIT nos parâmetros cardiorrespiratórios máximos

	Pré	(%) Máx	Pós	(%) Máx	Dif.(%)
$VO_{2\text{máx}}$ (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	20,9	57,4	25,4	70,5	+4,5 (21,5)
$V_{\text{máx}}$ (km·h ⁻¹)	9,0	0	9,0	0	0 (0)
$FC_{\text{máx}}$ (bpm)	174	97,2	176	98,3	+2 (1,14)

$VO_{2\text{máx}}$ = consumo máximo de oxigênio; $V_{\text{máx}}$ = velocidade máxima atingida no TCPE; $FC_{\text{máx}}$ = frequência cardíaca máxima; (%) Máx previsto = % do $VO_{2\text{máx}}$ previsto para sexo e faixa etária; Dif. (%) diferença entre pré e pós-treinamento em valor absoluto e relativo

Na análise da RA ao longo da 1^a, 6^a e 12^a semana de treinamento EL-HIIT, foi percebido um aumento da RA no decorrer das sessões ao comparar o valor médio entre as sessões (1^a = 1,2 vs. 6^a = 1,5 vs. 12^a = 2,3) e pós-sessão (1^a = 1,7 vs. 6^a = 3,0 vs. 12^a = 3,5) (Figura 2).

Tabela II - Efeitos crônicos do EL-HIIT nos parâmetros cardiorrespiratórios submáximos

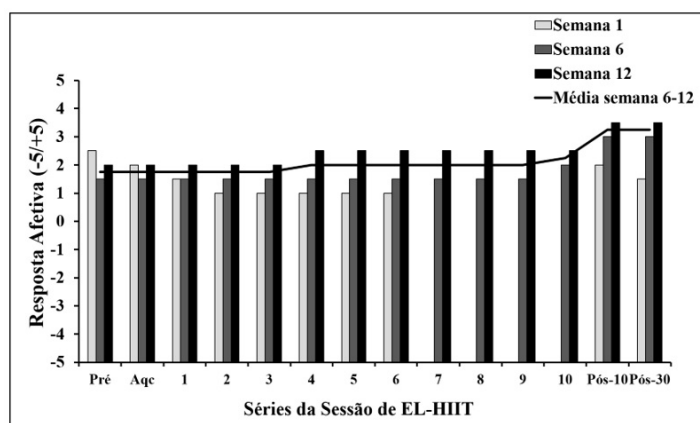
Medidas	Pré	%Máx.	Pós	%Máx.	Dif. (%)
$VO_{2\text{LV1}}$ (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	8,7	41,8	15,1	59,4	+6,4 (73,5)
$vLV1$ (km·h ⁻¹)	3,5	38,9	6,5	72,2	+3 (85,7)
FCLV1 (bpm)	95	54,6	133	75,6	+38 (40)
$VO_{2\text{LV2}}$ (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	13,3	55,6	19,5	76,6	+6,2 (46,6)

vLV2 (km·h ⁻¹)	6,0	66,6	7,0	77,7	+1 (16,6)
FCLV2 (bpm)	122	70,1	148	84,1	+26 (21,3)

VO₂LV1 = consumo de oxigênio no limiar ventilatório 1; VO₂LV2 = Consumo de oxigênio no limiar ventilatório 2; FCLV1 = Frequência cardíaca no limiar ventilatório 1; FCLV2 = Frequência cardíaca no limiar ventilatório 2; vLV1 = velocidade atingida no limiar ventilatório 1; vLV2 = velocidade atingida no limiar ventilatório 2; %Máx = Percentual dos valores máximos avaliados; Dif. (%). Diferença entre pré e pós-treinamento valor absoluto e percentual de diferença

Tabela III - Efeitos crônicos do EL-HIIT na composição corporal

Parâmetros	Pré	Pós	Dif. Abs. (%)
Peso (kg)	86,2	89,4	+3,2 (3,7)
Massa muscular esquelética (kg)	23,1	24,4	+1,3 (5,6)
Massa de gordura (kg)	44,2	45,1	+0,9 (2,0)
Massa livre de gordura (kg)	42,0	43,3	+1,3 (3,9)
Percentual de gordura (%)	51,3	50,4	-0,9 (1,7)

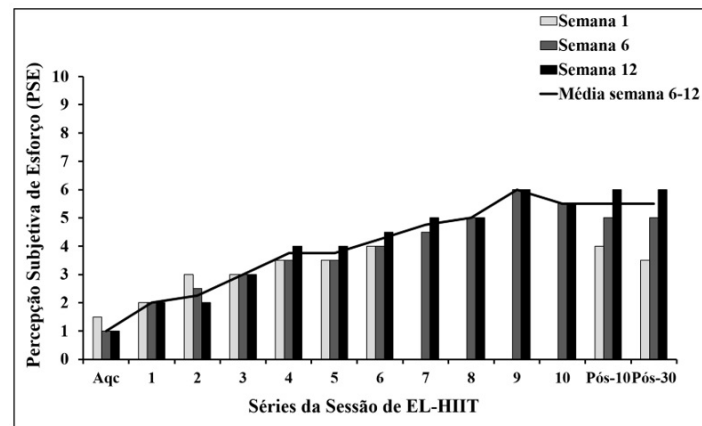


Pré = Pré-sessão; Aqc = Aquecimento; Séries =1 a 10; Pós-10 e Pós-30 = pós dez e trinta minutos finalizados da sessão

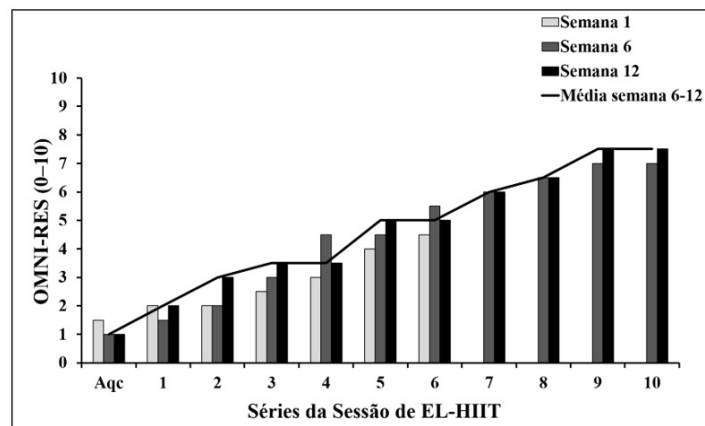
Figura 2 - Valores médios da resposta afetiva durante a 1^a, 6^a e 12^a semana do programa de treinamento

Através das médias da PSE durante a sessão nas semanas 1^a, 6^a e 12^a houve um aumento na percepção de esforço ao longo do programa EL-HIIT (1^a = 3,3 vs. 6^a = 4,1 vs. 12^a = 4,4). O que também pode ser notado nos momentos 10 e 30 minutos pós exercício (1^a = 3,8 vs. 6^a = 5,0 vs. 12^a = 6,0) (Figura 3).

A mesma análise das médias foi realizada com a escala de OMNI-RES EB, coletada durante realização da sessão, e foi possível identificar um aumento da percepção de esforço periférico durante as sessões de EL-HIIT (1^a = 3,0 vs. 6^a = 4,7 vs. 12^a = 4,9) (Figura 4).

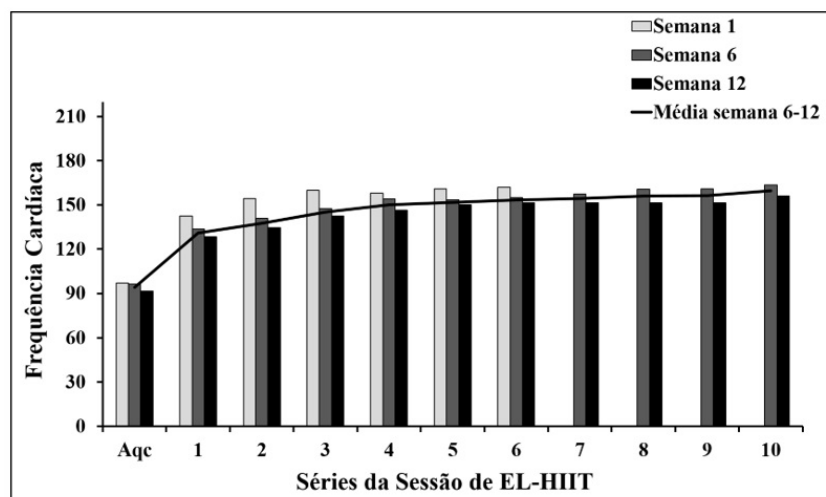


Aqc = Aquecimento; Séries = 1 a 10; Pós-10 e Pós-30 = pós dez e trinta minutos finalizados da sessão
Figura 3 - Valores médios da percepção subjetiva de esforço geral durante a 1^a, 6^a e 12^a semana do programa de treinamento



Aqc = Aquecimento; Séries = 1 a 10
Figura 4 - Valores médios da percepção subjetiva de esforço periférico durante a 1^a, 6^a e 12^a semana do programa de treinamento

Na análise média da frequência cardíaca (FC), ao longo da 1^a, 6^a e 12^a semana de treinamento EL-HIIT, foi percebida uma discreta redução da FC no decorrer das sessões, principalmente ao comparar a 6^a e 12^a semana de treinamento (1^a = 148 bpm vs. 6^a = 148 bpm vs. 12^a = 141 bpm) (Figura 5).



Aqc = Aquecimento; Séries = 1 a 10
Figura 5 - Valores médios da frequência cardíaca durante a 1^a, 6^a e 12^a semana do programa de treinamento

Discussão

Este estudo investigou o efeito de um programa de treinamento intervalado de alta intensidade com resistência elástica (EL-HIIT) na aptidão cardiorrespiratória, composição corporal e resposta afetiva ao longo de 12 semanas em um estudo de caso com uma mulher obesa. Os principais achados foram: a) A aplicação do EL-HIIT promoveu aumentos importantes na aptidão cardiorrespiratória tanto em níveis máximos ($VO_{2máx}$) quanto submáximos (LV1 e LV2). Ainda, foram encontrados aumentos no trabalho submáximo realizado, expresso pela velocidade executada nos respectivos limiares ventilatórios. b) Em relação aos parâmetros de composição corporal, não foi encontrada redução na gordura corporal. Apesar disso, houve um aumento da massa livre de gordura e da massa muscular esquelética. c) Além disso, o programa proporcionou uma resposta afetiva (RA) positiva durante as 12 semanas de treinamento, com um aumento na RA quando comparada a 1ª com a 6ª e a 12ª semanas.

O efeito do EL-HIIT nos aumentos dos parâmetros cardiorrespiratórios é um achado bem importante, uma vez que é bem descrito na literatura que melhorias no $VO_{2máx}$ é um indicador chave na redução de risco de morbidade e mortalidade por todas as causas [27]. Esses autores apontam que um aumento no $VO_{2máx}$ de 3,5 mL/kg/min está associado a redução do risco de mortalidade entre 10% e 25% em homens e mulheres. Reljic *et al.* [28] mostraram que um protocolo de HIIT de baixo volume com duração de 12 semanas (2 sessões semanais) em pessoas com obesidade, promoveu um aumento no $VO_{2máx}$ de 4,5 mL·kg⁻¹·min⁻¹. Esse resultado é semelhante ao encontrado no presente estudo, que aplicou um programa de HIIT com resistência elástica (EL-HIIT- 12 semanas – 2 sessões semanais) e que proporcionou um aumento no $VO_{2máx}$ de 4,5 mL·kg⁻¹·min⁻¹.

Além disso, Kaminky *et al.* [29] reforçam o valor clínico da aptidão cardiorrespiratória, expressa pelo $VO_{2máx}$ para a estimativa de risco relacionado à saúde, ao estimar o risco para eventos cardíacos e mortalidade prematura. Importante ressaltar que $VO_{2máx}$ diminui com a idade, e, portanto, o aumento do $VO_{2máx}$ tem um efeito reverso no processo de envelhecimento. Adaptações do $VO_{2máx}$ estão associadas a incremento na função cardíaca como o aumento do débito cardíaco máximo (determinado pelo produto da frequência cardíaca pelo volume sistólico) e por adaptações periféricas na oferta de oxigênio (diferença arteriovenosa de O₂) [30]. Neste estudo não foi possível investigar a função cardíaca, mas as adaptações periféricas referentes ao componente muscular podem ser interpretadas pela associação do limiar anaeróbio, que pode ser mensurado pelo limiar ventilatório, com o incremento do metabolismo glicolítico [31,32]. Portanto, o aumento percentual no VO_2 observado nos limiares ventilatórios 1 e 2 (73,5% VO_{2LV1} e 46,6% VO_{2LV2}), demonstram melhoria na função oxidativa muscular, pois a colaboração da via glicolítica para realizar trabalho, foi deslocada para intensidade mais elevada de esforço [31]. Isso é confirmado pelo aumento no trabalho submáximo realizado, expresso pela velocidade executada nos respectivos limiares ventilatórios (vLV1 de 85,7% e vLV2 16,6%), o que reflete o aumento na capacidade

de realizar trabalho, com mais conforto, antes de submeter o organismo às respostas ventilatórias exacerbadas, que se observa durante o mecanismo de tamponamento da acidose metabólica, pertinente ao limiar anaeróbio [32,33].

Sabe-se que incrementos nos limiares ventilatórios também estão ligados a adaptações periféricas como o aumento da densidade de capilares nos músculos treinados, isso acontece devido ao fluxo sanguíneo máximo aumentar nos músculos. Esse aumento na densidade proporciona um trânsito lento das hemácias no músculo o que ocasiona tempo necessário para difusão do oxigênio que é beneficiada pelo aumento mitocondrial do músculo esquelético [34].

Além disso, o EL-HIIT provocou mudanças na composição corporal. Apesar de ter havido um aumento de peso corporal de ~3,7%. Este resultado pode estar associado ao aumento da massa esquelética e massa livre de gordura. Estudos apontam que o HIIT pode promover hipertrofia e ganho de massa muscular, isso porque fibras do tipo II são bastantes recrutadas nesta modalidade [35,36]. No entanto, não foi encontrada redução na massa de gordura (kg) no presente estudo. Batacan *et al.* [37], em um estudo de meta-análise, demonstraram que o HIIT (≤ 12 semanas) não foi capaz de promover melhorias na perda de gordura, em pessoas com sobrepeso e obesidade. Ramírez-Vélez *et al.* [38] aplicaram o HIIT e encontraram uma redução da gordura corporal, utilizando um protocolo de treinamento com uma frequência semanal maior (3x na semana) associado a um controle dietético com restrição calórica, além disso, não controlamos a ingestão calórica, o que pode explicar esses achados.

Com relação a RA, a teoria do modelo dual postula que quando o exercício contínuo é realizado em alta intensidade, os fatores interoceptivos como dor, fadiga, acidose são pronunciados. Isso poderia proporcionar uma RA negativa e dificultar a prática regular de exercício físico [12]. Isso se aplica principalmente em indivíduos menos treinados e sedentários, porque o exercício em alta intensidade pode provocar um efeito estressor exacerbado, dificultando a aderência a um programa de exercício vigoroso [39]. Apesar do HIIT ser realizado em alta intensidade, diversos estudos mostraram que o HIIT pode proporcionar uma RA positiva ao exercício em diferentes populações [40-42]. Esses achados podem ser explicados, em parte, pela característica intermitente do HIIT, pois os períodos de recuperação entre as séries podem reduzir a sensação de dor e desconforto, tornando o HIIT mais tolerável [43]. Ainda, a constante mudança entre estímulos e intervalos pode diminuir a monotonia da sessão, tornando o HIIT mais agradável [44]. Além disso, estudos que avaliaram RA em protocolos de HIIT, ao longo de várias sessões, também encontraram RA positiva para o HIIT e uma alta taxa de aderência ao treinamento. Corroborando esses achados, nosso estudo demonstrou que apesar da alta intensidade durante as sessões do EL-HIIT a RA aumentou durante o programa, mesmo com o aumento da PSE e OMNI-RES EB.

Limitações e perspectivas futuras

Embora os achados sejam bastante promissores para os efeitos na aptidão cardiorrespiratória, na composição corporal e na valência afetiva, é importante observar que se trata de um estudo de caso e, portanto, não é possível generalizar esses resultados. Ainda, é importante ressaltar que embora o monitoramento da intensidade da sessão tenha acontecido com muito rigor, os hábitos alimentares não tiveram o mesmo acompanhamento, o que pode ter incluído vieses aos achados da composição corporal, entretanto, este estudo abre portas para novos estudos de intervenção que utilizem a resistência elástica em diferentes populações apresentando um adequado desenho de estudo, especialmente para ensaios clínicos randomizados.

Conclusão

O EL-HIIT aplicado em uma mulher com obesidade promoveu melhorias substanciais na aptidão cardiorrespiratória, acompanhado de adaptações discretas na composição corporal. Além disso, o treinamento foi bem tolerado por 12 semanas com boa aderência apresentando resposta afetiva positiva e crescente.

Vinculação acadêmica

Este artigo é fruto do Programa Institucional de Iniciação Científica da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), da aluna de graduação Julienny Pita de Oliveira, orientada pela professora Luciana Carletti, doutora em Ciências Fisiológicas, UFES - Avenida Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras, CEP: 29075-910, Vitória - Espírito Santo - Brasil.

Conflito de interesses

Os autores declaram que não há conflitos de interesses financeiros concorrentes conhecidos ou relacionamentos pessoais que possam ter influenciado o trabalho relatado neste artigo.

Fonte de financiamento

Não se aplica.

Contribuições dos autores:

Concepção e desenho da pesquisa: Nunes LB, Carletti L, Neves LNS, Gasparini-Neto VH; **Obtenção de dados:** Neves LNS, Gasparini-Neto VH; **Análise e interpretação dos dados:** Oliveira JP, Neves LNS, Carletti L, Gasparini-Neto VH, Nunes LB; **Análise estatística:** Nunes LB Oliveira J P; **Redação do manuscrito:** Oliveira JP, Carletti L, Neves LNS, Gasparini-Neto VH, Nunes LB; **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Carletti L, Neves LNS, Gasparini-Neto VH, Nunes LB.

Referências

1. WHO - World Health Organization. Health service delivery framework for prevention and management of obesity. 2023.
2. ABESO - Associação brasileira para o estudo da obesidade e síndrome metabólica. Diretrizes Brasileiras de Obesidade. 2016. [citado 2023 Jun 12]. Disponível em: <https://abeso.org.br/wp-content/uploads/2019/12/Diretrizes-Download-Diretrizes-Brasileiras-de-Obesidade-2016.pdf>
3. Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM, Rankin JW, Smith BK. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41:459-71. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181949333

4. Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1.9 million participants. *Lancet Glob Health*. 2018;6:e1077–86. doi: 10.1016/S2214-109X(18)30357-7
5. Baillot A, Chenail S, Polita NB, Simoneau M, Libourel M, Nazon E, *et al*. Physical activity motives, barriers, and preferences in people with obesity: A systematic review. *PLoS One*. 2021;16. doi: 10.1371/journal.pone.0253114
6. Lakerveld J, IJzelenberg W, Van Tulder MW, Hellemans IM, Rauwerda JA, Van Rossum AC, *et al*. Motives for (not) participating in a lifestyle intervention trial. *BMC Med Res Methodol*. 2008;8. doi: 10.1186/1471-2288-8-17
7. Rhodes RE, Kates A. Can the affective response to exercise predict future motives and physical activity behavior? A systematic review of published evidence. *Annals of Behavioral Medicine*. 2015;49:715–31. doi: 10.1007/s12160-015-9704-5
8. Decker ES, Ekkekakis P. More efficient, perhaps, but at what price? Pleasure and enjoyment responses to high-intensity interval exercise in low-active women with obesity. *Psychol Sport Exerc*. 2017;28:1–10. doi: 10.1016/j.psychsport.2016.09.005
9. Ekkekakis P, Hall EE, Petruzzello SJ. The relationship between exercise intensity and affective responses demystified: To crack the 40-year-old nut, replace the 40-year-old nutcracker! *Annals of Behavioral Medicine*. 2008;35:136–49. doi: 10.1007/s12160-008-9025-z
10. Hall EE, Ekkekakis P, Petruzzello SJ. The affective beneficence of vigorous exercise revisited. *Br J Health Psychol* 2002;7:47–66. doi: 10.1348/135910702169358
11. Hardcastle SJ, Ray H, Beale L, Hagger MS. Why sprint interval training is inappropriate for a largely sedentary population. *Front Psychol*. 2014;5. doi: 10.3389/fpsyg.2014.01505
12. Ekkekakis P. Pleasure and displeasure from the body: Perspectives from exercise. *Cogn Emot* 2003;17:213–39. doi: 10.1080/02699930244000282
13. Marillier M, Borowik A, Chacaroun S, Baillieul S, Doutreleau S, Guinot M, *et al*. High-intensity interval training to promote cerebral oxygenation and affective valence during exercise in individuals with obesity Rehabilitative exercise training in obesity. *J Sports Sci*. 2022. doi: 10.1080/02640414.2022.2086658
14. Buchheit M, Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: Cardiopulmonary emphasis. *Sports Med*. 2013;43:313–38. doi: 10.1007/s40279-013-0029-x
15. Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol*. 2012;590:1077–84. doi: 10.1113/jphysiol.2011.224725
16. Way KL, Sabag A, Sultana RN, Baker MK, Keating SE, Lanting S, *et al*. The effect of low-volume high-intensity interval training on cardiovascular health outcomes in type 2 diabetes: A randomised controlled trial. *Int J Cardiol*. 2020;320:148–54. doi: 10.1016/j.ijcard.2020.06.019
17. Gasparini-Neto VH, Caldas LC, de Lira CAB, Carletti L, Leite RD, Nikolaidis PT, *et al*. Profile of blood pressure and glycemic responses after interval exercise in older women attending (in) a public health physical activity program. *J Bodyw Mov Ther*. 2021;25:119–25. doi: 10.1016/j.jbmt.2020.10.011
18. Alves RS, Neves LNS, Gasparini Neto VH, Carletti L. Hipotensão pós-exercício intervalado de alta intensidade com resistência elástica: um estudo piloto. *Rev Bras Fisiol Exerc*. 2023;21:352–64. doi: 10.33233/rbfex.v21i6.5410
19. Neves LNS, Gasparini-Neto VH, Leite RD, Carletti L. Acute cardiopulmonary response of high-intensity interval training with elastic resistance vs. high-intensity interval training on a treadmill in healthy adults. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20:6061. doi: 10.3390/ijerph20126061
20. Yoon B-K, Kravitz L, Robergs R. VO₂max, Protocol Duration, and the VO₂ Plateau. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39:1186–92. doi: 10.1249/mss.0b13e318054e304
21. Gasparini-Neto VH, Neves LNS, Kalva-Filho CA, Schwingel PA, Leite RD, Carletti L. Cardiopulmonary exercise testing with elastic resistance: a new reproducible proposal for determination of ventilatory thresholds and maximum oxygen consumption. *J Sports Sci Med*. 2022;21:426–34. doi: 10.52082/jssm.2022.426
22. Hardy JC, Rejeski Jack W. Not what, but how one feels: the measurement of affect during exercise. *J Sport Exerc Psychol*. 1989;11:304–17. [citado 2023 Jun 10]. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/1990-06392-001>
23. Borg GA V. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 1982;14:377–81. [citado 2023 Jul 12]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7154893/>
24. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, *et al*. A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res*. 2001;15:109–15. [citado Jul 30]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11708692/>
25. Lagally KM, Robertson RJ. Construct Validity of the OMNI Resistance Exercise Scale. *The J Strength Cond Res*. 2006;20:252. doi: 10.1519/R-17224.1.

26. Colado JC, Garcia-Masso X, Triplett NT, Calatayud J, Flandez J, Behm D, *et al.* Construct and concurrent validation of a new resistance intensity scale for exercise with Thera-Band® Elastic Bands. *J Sports Sci Med.* 2014;13:758–66. [citado 2023 Aug 12]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25435767/>
27. Myers J, McAuley P, Lavie CJ, Despres JP, Arena R, Kokkinos P. Physical activity and cardiorespiratory fitness as major markers of cardiovascular risk: their independent and interwoven importance to health status. *Prog Cardiovasc Dis.* 2015;57:306–14. doi: 10.1016/j.pcad.2014.09.011
28. Reljic D, Lampe D, Wolf F, Zopf Y, Herrmann HJ, Fischer J. Prevalence and predictors of dropout from high-intensity interval training in sedentary individuals: A meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports.* 2019;29:1288–304. doi: 10.1111/sms.13452
29. Kaminsky LA, Myers J, Arena R. Determining cardiorespiratory fitness with precision: compendium of findings from the FRIEND Registry. *Prog Cardiovasc Dis.* 2019;62:76–82. doi: 10.1016/j.pcad.2018.10.003
30. Levine BD. VO₂: What do we know, and what do we still need to know? *J Physiol.* 2008;586:25–34. doi: 10.1113/jphysiol.2007.147629
31. Poole DC, Rossiter HB, Brooks GA, Gladden LB. The anaerobic threshold: 50+ years of controversy. *J Physiol.* 2021;599:737–67. doi: 10.1113/JP279963
32. Brooks GA, Arevalo JA, Osmond AD, Leija RG, Curl CC, Tovar AP. Lactate in contemporary biology: a phoenix risen. *J Physiol.* 2022;600:1229–51. doi: 10.1113/JP280955
33. Poole L, Hamer M, Wawrzyniak AJ, Steptoe A. The effects of exercise withdrawal on mood and inflammatory cytokine responses in humans. *Stress.* 2011;14:439–47. doi: 10.3109/10253890.2011.557109
34. MacInnis MJ, Gibala MJ. Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *J Phys.* 2017;595:2915–30. doi: 10.1113/JP273196
35. Krstrup P, Söderlund K, Mohr M, Bangsbo J. The slow component of oxygen uptake during intense, sub-maximal exercise in man is associated with additional fibre recruitment. *Pflugers Arch.* 2004;447:855–66. doi: 10.1007/s00424-003-1203-z
36. Poon ETC, Sheridan S, Chung APW, Wong SHS. Age-specific affective responses and self-efficacy to acute high-intensity interval training and continuous exercise in insufficiently active young and middle-aged men. *J Exerc Sci Fit.* 2018;16:106–11. doi: 10.1016/j.jesf.2018.09.002
37. 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;51:494–503. doi: 10.1136/bjsports-2015-095841
38. Ramírez-Velez R, Castro-Astudillo K, Correa-Bautista JE, González-Ruiz K, Izquierdo M, García-Hermoso A, *et al.* The effect of 12 weeks of different exercise training modalities or nutritional guidance on cardiometabolic risk factors, vascular parameters, and physical fitness in overweight adults: cardiometabolic high-intensity interval training-resistance training randomized controlled study. *J Strength Cond Res.* 2020;34(8):2178–88. doi: 10.1519/JSC.0000000000003533
39. Parfitt G, Hughes S. The exercise intensity–affect relationship: evidence and implications for exercise behavior. *J Exerc Sci Fit.* 2009;7:S34–41. doi: 10.1016/S1728-869X(09)60021-6.
40. Heisz JJ, Tejada MGM, Paolucci EM, Muir C. Enjoyment for high-intensity interval exercise increases during the first six weeks of training: Implications for promoting exercise adherence in sedentary adults. *PLoS One.* 2016;11. doi: 10.1371/journal.pone.0168534
41. Ram A, Marcos L, Jones MD, Morey R, Hakansson S, Clark T, *et al.* The effect of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on aerobic fitness and body composition in males with overweight or obesity: A randomized trial. *Obes Med.* 2020;17. doi: 10.1016/j.obmed.2020.100187
42. Nunes LB, Zimerer C, Alves SP, Soares ZV, Leite RD, Carletti L. Respostas afetivas de um programa de treinamento de alta intensidade com kettlebell: estudo piloto. *Rev Bras Fisiol Exerc.* 2022;21:340–51. doi: 10.33233/rbfex.v21i6.5408
43. Bartlett JD, Close GL, Maclaren DPM, Gregson W, Drust B, Morton JP. High-intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: Implications for exercise adherence. *J Sports Sci.* 2011;29:547–53. doi: 10.1080/02640414.2010.545427
44. Tavares VD de O, Schuch FB, Tempest G, Parfitt G, Oliveira Neto L, Galvão-Coelho NL, *et al.* Exercisers' affective and enjoyment responses: a meta-analytic and meta-regression review. *Percept Mot Skills.* 2021;128:2211–36. doi: 10.1177/00315125211024212

