

Frequência cardíaca e volume de treinamento no High-Intensity Interval Resistance Training com diferentes intervalos entre estímulos

Heart rate and training volume responses in High-Intensity Interval Resistance Training with different intervals between stimuli

Andressa Fidalgo¹ , Rui Pilon¹ , Lenifran Matos-Santos¹ , Adriano Oliveira¹ , Rodrigo Baladán² ,
Rodrigo Medeiros² , Paulo Farinatti¹ , Wallace Monteiro^{1,2} 

1. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
2. Universidade Salgado de Oliveira, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

RESUMO

Introdução: Dentre as variáveis de prescrição do *High Intensity Interval Resistance Training* (HIRT), destaca-se o intervalo entre estímulos. Uma interessante estratégia de intervalo entre estímulos que ainda não foi investigada na aplicação do HIRT diz respeito ao intervalo autosselecionado (AS). **Objetivo:** O estudo comparou as respostas da frequência cardíaca (FC) e do volume de treinamento em sessões de HIRT aplicadas com intervalos entre estímulos fixos e AS. **Métodos:** A amostra foi composta por 12 homens treinados, que foram submetidos a três sessões de HIRT, aplicadas em ordem randomizada, com diferentes intervalos entre estímulos (10 s, 30 s, e AS). **Resultados:** As respostas de FC não se diferenciaram mediante a aplicação dos diferentes intervalos ($P > 0,05$), o mesmo não ocorrendo com o volume de treinamento, que foi superior na sessão com intervalo AS ($P < 0,05$). **Conclusão:** As respostas de FC nas sessões de HIRT foram similares em todas as estratégias de intervalo entre estímulos investigadas. Devido à eficiência e praticidade, intervalos AS podem ser aplicados para controlar a intensidade do esforço em sessões de HIRT. Todavia, quando o objetivo da sessão recair em um maior volume de treinamento, intervalos de 30 s devem ser aplicados.

Palavras-chave: treinamento intervalado de alta intensidade; frequência cardíaca; exercício físico.

ABSTRACT

Introduction: Among the prescription variables of the *High Intensity Interval Resistance Training* (HIRT), the rest interval between stimuli stands out. The self-selected interval (SS) is an interesting rest interval strategy between stimuli that has not yet been investigated in HIRT sessions. **Objective:** The study compared the heart rate (HR) and training volume responses in HIRT sessions applied with fixed and SS intervals between stimuli. **Methods:** The sample consisted of 12 trained men, who underwent three HIRT sessions in randomized order, with different rest intervals between stimuli (10 s, 30 s, and SS). **Results:** HR responses did not differ by applying the different intervals ($P > 0.05$), and the same did not occur with the training volume, which was higher in the session with SS interval ($P < 0.05$). **Conclusion:** HR responses in HIRT sessions were similar in all investigated rest interval strategies. Due to efficiency and practicality, SS intervals may be applied to control the exercise intensity in HIRT sessions. However, when the purpose of the session falls on a greater training volume, 30 s intervals should be applied.

Keywords: high-intensity interval training; heart rate; exercise.

Recebido em 26 de agosto de 2021; Aceito em 22 de outubro de 2021.

Correspondência: Wallace Monteiro, UERJ, Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde (LABSAU), Instituto de Educação Física e Desportos, Rua São Francisco Xavier, 524, sala 8121F Maracanã 20550-900 Rio de Janeiro, RJ, Brasil. walacemonteiro@uol.com.br

Introdução

O *High-Intensity Interval Resistance Training* (HIRT) consiste em uma modalidade de treinamento intervalado, conduzida com exercícios contra resistência. No HIRT, os exercícios são realizados em intensidade all out e organizados em formato de circuito, cujo objetivo é manter a alta intensidade do esforço durante toda a sessão. Dentre as vantagens da aplicação do HIRT, destaca-se o aprimoramento simultâneo da aptidão cardiorrespiratória e da força muscular [1,2]. Contudo, dependendo da forma pela qual as variáveis metodológicas de prescrição do treinamento são combinadas no HIRT, o tempo de permanência do indivíduo na alta intensidade pode ser afetado negativamente [3]. Dentre estas variáveis, o intervalo entre estímulos influencia em diversos aspectos, incluindo o acúmulo de metabólitos e a fadiga, acarretando interrupção precoce das sessões [4,5] caso não seja adequadamente aplicado. Apesar de alguns estudos terem investigado as respostas agudas ao esforço em sessões de HIRT, suas atenções não foram centradas na manipulação dos intervalos entre estímulos e seu efeito em indicadores de intensidade do esforço e desempenho, como a frequência cardíaca (FC) e o volume de treinamento [6,7].

Uma interessante estratégia de recuperação entre estímulos que vem sendo investigada, diz respeito à adoção de intervalos de recuperação autosselecionados (AS) pelos praticantes. Nesta forma de intervalo, os indivíduos descansam o tempo que julgam necessário para executar o estímulo consecutivo. Schoenmakers e Reed [8] investigaram as respostas fisiológicas agudas ao esforço aplicando intervalos AS no treinamento intervalado, e verificaram que esta estratégia de intervalo foi efetiva no controle da intensidade do esforço. Todavia, a aplicação de intervalos AS foi investigada em protocolo conduzido com corrida, que envolve um único gesto motor. Por outro lado, os circuitos HIRT são conduzidos com diferentes exercícios, implicando em diferentes gestos motores, que são executados em diferentes ordens. Em adição, envolvem exercícios com diferentes tamanhos de grupamentos musculares e sobrecargas utilizadas. Logo, os resultados de estudos, envolvendo atividades cíclicas como corrida e pedalada, não podem ser extrapolados para os circuitos HIRT. Infelizmente, a literatura ainda é escassa no que se refere à aplicação dos intervalos AS no HIRT, e não se sabe até que ponto esta estratégia de intervalo entre estímulos é eficiente no controle da intensidade do esforço neste tipo de circuito.

Outro aspecto a ser destacado nas sessões de HIRT refere-se às respostas do volume de treinamento. Quando se pensa na elaboração de programas de condicionamento direcionados ao aprimoramento da força muscular, as respostas do volume de treinamento podem fornecer informações importantes. Até onde foi possível verificar na literatura, pouco se sabe do comportamento do volume de treinamento em sessões de HIRT [9]. Em adição, no que diz respeito à aplicação de diferentes estratégias de intervalos entre estímulos nos HIRT algumas ainda permanecem sem resposta. Logo, a elucidação destas questões pode ser importante no delineamento de sessões de HIRT. Portanto, o objetivo do presente estudo foi comparar as respostas da

frequência cardíaca e do volume de treinamento em sessões de HIRT executadas com intervalos entre estímulos fixos e AS.

Métodos

Amostra

Trata-se de um estudo quase-experimental, cuja amostra foi composta por 12 homens, com idades de $27,1 \pm 3,9$, estatura de $179,7 \pm 6,6$ cm, massa corporal de $84,6 \pm 9,0$ kg e pico de consumo de oxigênio ($VO_{2\text{pico}}$) de $56,6 \pm 7,5$ ml.kg⁻¹.min⁻¹, praticantes de circuitos mistos de alta intensidade, por no mínimo seis meses. Os fatores limitantes à prática de exercícios físicos foram identificados através da aplicação de um questionário estruturado pelos pesquisadores (Anexo X). Desta forma, foram adotados os seguintes critérios de exclusão do estudo: a) existência de problemas osteomioarticulares que pudessem limitar a prática dos exercícios executados nos circuitos, bem como em esteira rolante; b) existência de doenças cardiovasculares que pudessem interferir na aquisição das variáveis cardiorrespiratórias; c) uso de medicamentos que interferissem nas respostas cardiorrespiratórias ao esforço. Antes de ingressar no experimento, os indivíduos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e o projeto foi aprovado pelo comitê de ética institucional (CAEE: 08275619.6.0000.5289).

Coleta de dados

O experimento consistiu em cinco visitas ao Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde (LABSAU – Universidade do Estado do Rio de Janeiro), com intervalo de 48 a 72 horas entre cada visita. Cada participante foi submetido individualmente a três sessões experimentais, sempre no período da manhã, sendo as visitas agendadas conforme disponibilidade. No primeiro dia, os sujeitos passaram por exame clínico, realizado por médico cardiologista. Ainda neste dia, foram realizadas medidas antropométricas de massa corporal e estatura. Para medir a massa corporal, foi utilizada uma balança mecânica Filizola® (São Paulo, Brasil). A estatura foi aferida através de um estadiômetro em alumínio fixado à mesma balança. Para tanto, os indivíduos foram orientados a adotarem a posição ereta, com pés unidos e cabeça orientada no plano de Frankfurt, após inspiração máxima. Em adição, os indivíduos realizaram uma anamnese padrão desenvolvida no LABSAU-UERJ, a fim de identificar as atividades físicas realizadas, bem como possíveis fatores limitantes à prática de exercícios. Para aqueles que foram selecionados, posteriormente, foi realizado teste cardiopulmonar de exercício (TCPE). No segundo dia, os sujeitos realizaram uma familiarização com o circuito HIRT. Após randomização simples, utilizando o programa de planilha de dados *Microsoft Excel for Windows*, do terceiro ao quinto dia, foram aplicadas três sessões de HIRT para cada sujeito, com diferentes intervalos de recuperação entre os estímulos.

Teste cardiopulmonar de exercício

O teste foi realizado em esteira utilizando protocolo de rampa desenvolvido com base nos valores de consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) estimados pelo questionário de Matthews *et al.* [10]. A partir desses valores, foram calculadas as velocidades inicial e final do protocolo, utilizando a equação proposta pelo *American College Sports Medicine* (ACSM) [11]. O protocolo foi programado para durar entre oito e 12 minutos [12]. Antes do início do teste, os sujeitos permaneceram monitorados até que o quociente respiratório e o VO_2 assumissem valores de aproximadamente 0,75 a 0,85 e 3,5 $ml.kg^{-1}.min^{-1}$, respectivamente [13]. Os indivíduos foram estimulados a realizar o esforço máximo durante o TCPE, e o maior VO_{2pico} foi registrado ao final do teste. O protocolo foi realizado com o analisador de gases VO2000 (*Medical Graphics, Saint Paul, Estados Unidos*), os dados monitorados continuamente e arquivados a cada 20 segundos. O monitor de frequência cardíaca Polar (*RS-800, Kempele, Finlândia*) foi usado para obter as medidas de FC. O teste foi considerado máximo quando o sujeito atingiu pelo menos três entre os cinco critérios [14]: a) exaustão voluntária máxima, b) nota 9 ou 10 na escala Borg CR-10; c) obtenção de pelo menos 90% da FC máxima ($FC_{máx}$) prevista para a idade ou presença de platô de FC por meio do aumento da velocidade ao final do teste; d) Platô do VO_2 com aumento da velocidade ao final do teste, e) quociente respiratório $\geq 1,10$.

Sessão de familiarização

A familiarização foi conduzida após 48 horas da aplicação do TCPE, tendo como objetivo habituar os sujeitos ao circuito de exercícios, bem como para seleção da carga nos diferentes exercícios. Para tanto, os voluntários realizaram duas passagens pelo circuito, adotando-se uma das estratégias de intervalos entre séries utilizados no estudo (20 s de estímulo de pico, alternado com 30 s de recuperação). Como as cargas nos diferentes exercícios foram autosselecionadas, caso algum indivíduo julgasse que o valor selecionado para a condução dos exercícios na adaptação não era adequado, o mesmo poderia ser ajustado para a condução das sessões experimentais.

Sessões de exercício

Todos os indivíduos da amostra foram submetidos às três sessões experimentais e conforme disponibilidade no turno da manhã, cada sujeito foi agendado. Inicialmente, os indivíduos realizaram aquecimento composto por uma passagem pelo circuito, com carga escolhida na sessão de familiarização. Após o aquecimento, foi dado um minuto para os indivíduos se posicionarem no local onde os exercícios foram conduzidos. As sessões de HIRT foram realizadas em forma de circuito, composto pelos seguintes exercícios e sequências: 1) *Thruster*; 2) *Swing*; 3) *Snatch Unilateral* 4) *Mountain Climber*. A sobrecarga nos exercícios foi aplicada através da utilização do *Kettlebell* (exercício *Swing*) e *Halter* (exercício *Thruster* e *Snatch unilateral*). A escolha da sobrecarga foi autosselecionada em cada exercício, por cada praticante, em função da sua experiência com os exercícios e uso dos equipamentos. Em todas

as sessões, foram realizados quatro rounds por exercício, com 20 s de duração nos estímulos de pico. Em todos os rounds, os sujeitos foram motivados verbalmente a imprimir o maior número de repetições possíveis nos exercícios. A FC foi monitorada durante as sessões e o número de repetições foi contabilizado para posterior cálculo do volume de treinamento. O volume de treinamento correspondeu ao número de repetições realizadas em todos os exercícios dentro dos diferentes rounds do circuito, que foi obtido por meio da filmagem das sessões de HIRT.

A duração dos intervalos foi diferenciada em cada sessão, a saber: 10 s, 30 s e AS. Quanto ao intervalo AS, o mesmo foi determinado individualmente, no qual cada voluntário descansou o tempo que julgou necessário para realizar o exercício seguinte. Apesar desta estratégia de intervalo ser individual, um avaliador anotou os tempos aplicados por cada indivíduo para analisar o perfil adotado pelos sujeitos ao longo da sessão. Os avaliados não tinham conhecimento de que os intervalos entre estímulos seriam anotados.

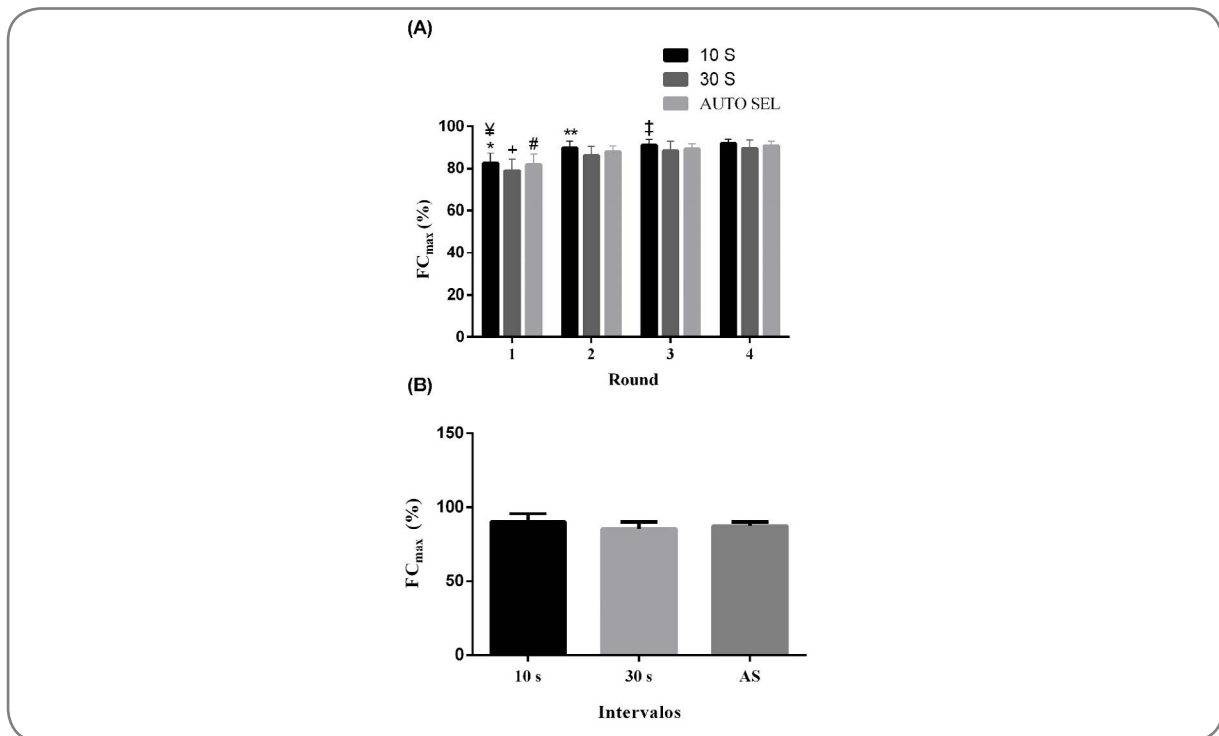
Tratamento estatístico

Para a realização do cálculo amostral, do efeito do tamanho e do poder estatístico, foi utilizado o software *G*Power*, versão 3.1.9.6. (*Universitat Düsseldorf, Düsseldorf, Alemanha*). Foram estabelecidos os valores mínimos de 0,05 e 0,80 para a significância e o poder estatístico, respectivamente. A fim de testar a normalidade de todos os dados, inicialmente foi realizado o teste de Shapiro-Wilk. Para comparar a duração da sessão com intervalo AS com cada estratégia de intervalo fixo, foi utilizado teste t de Student pareado. Posteriormente, a comparação das respostas de $FC_{\text{máx}}$ e do volume de treinamento nos diferentes rounds foi realizada através de ANOVA de dupla entrada (estratégia de intervalo versus rounds), seguidas de teste post-hoc de Bonferroni, aplicado para encontrar onde residiram as diferenças encontradas entre os experimentos. Para comparar os valores médios da FC e do volume de treinamento obtidos nas sessões de HIRT, bem como os valores médios do volume de treinamento obtidos nos diferentes exercícios, foi utilizada ANOVA de uma entrada seguida de teste post-hoc de Bonferroni, aplicado para encontrar onde residiram as diferenças encontradas entre os experimentos. Os dados foram analisados com auxílio do pacote estatístico SPSS versão 20 (*IBM, Nova Iorque, Estados Unidos*) e ilustrados pelo *GraphPad Prism*, versão 6.01 (*GraphPad Software, San Diego, Califórnia*).

Resultados

Considerando as quatro passagens pelo circuito, a duração das sessões foi de oito min (HIRT com intervalo de 10 s entre estímulos), 13,50 min (HIRT com intervalo de 30 s entre estímulos) e 9,16 min (HIRT com intervalo AS). A comparação da duração das sessões de HIRT evidenciou diferença entre a sessão com intervalo AS e sessão com 10 s de intervalo ($P < 0,0001$), bem como entre a sessão com intervalo AS e sessão com 30 s de intervalo ($P = 0,01$).

A figura 1 ilustra o percentual da $FC_{\text{máx}}$ nos rounds das sessões de HIRT com diferentes intervalos entre estímulos (A), bem como o percentual médio da $FC_{\text{máx}}$ em cada sessão (B). Ao comparar as repostas de FC nos diferentes rounds das sessões de HIRT, algumas diferenças foram detectadas entre sessões ($P < 0,05$). Contudo, em relação aos valores médios da FC obtidos nas sessões de HIRT (B), não foi detectada diferença entre os mesmos ($P > 0,05$).

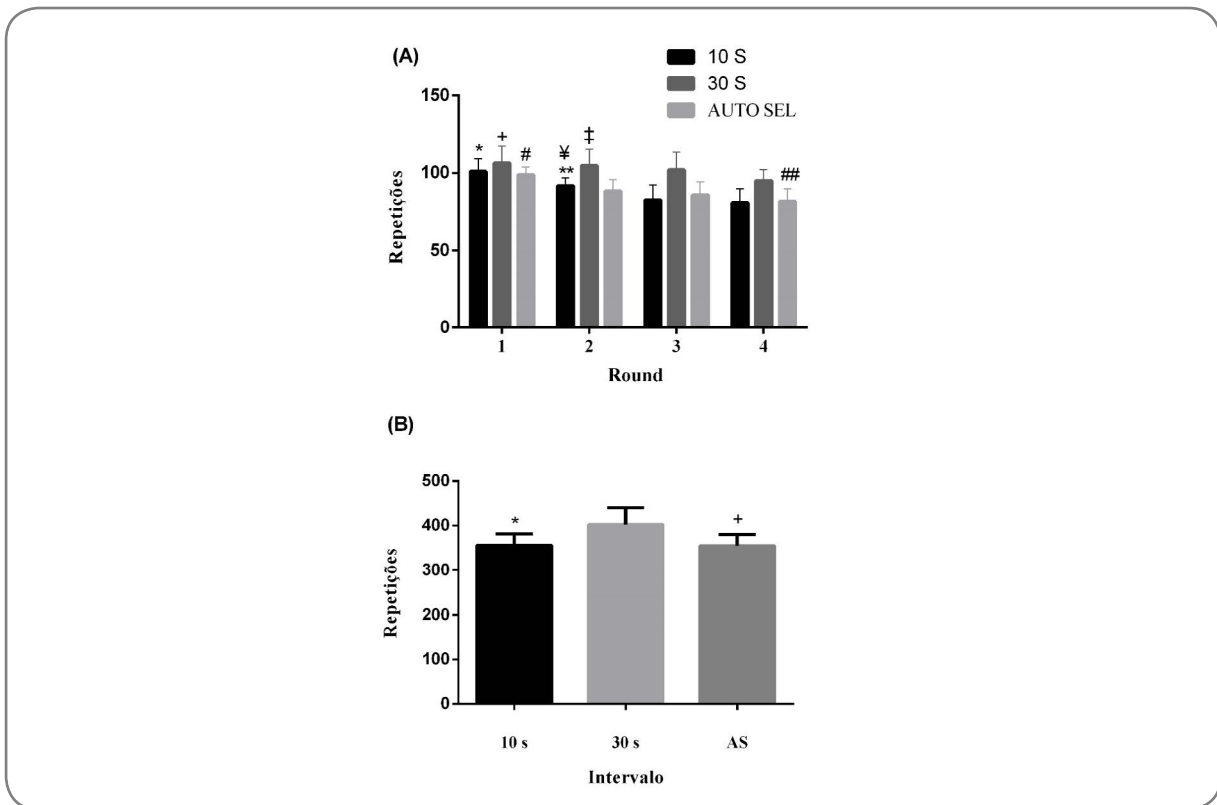


(A): * = diferença do primeiro round da sessão com 10 s de intervalo em relação aos demais ($P < 0,05$); ** = diferença do segundo round da sessão com 10 s de intervalo em relação aos demais ($P < 0,05$); + e # = diferença entre todos os rounds da sessão com 30 s de intervalo entre estímulos e intervalo AS, respectivamente ($P < 0,05$); ‡ = diferença no primeiro e segundo round entre as sessões com 10 s de intervalo e 30 s de intervalo ($P = 0,05$ e $0,02$, respectivamente); † = diferença entre as sessões com 10 s de intervalo e intervalo AS no terceiro round ($P = 0,05$)

Figura 1 - Percentuais da $FC_{\text{máx}}$ obtidos nos rounds das sessões de HIRT com diferentes intervalos entre estímulos (A), e valor médio de FC obtido nas sessões (B)

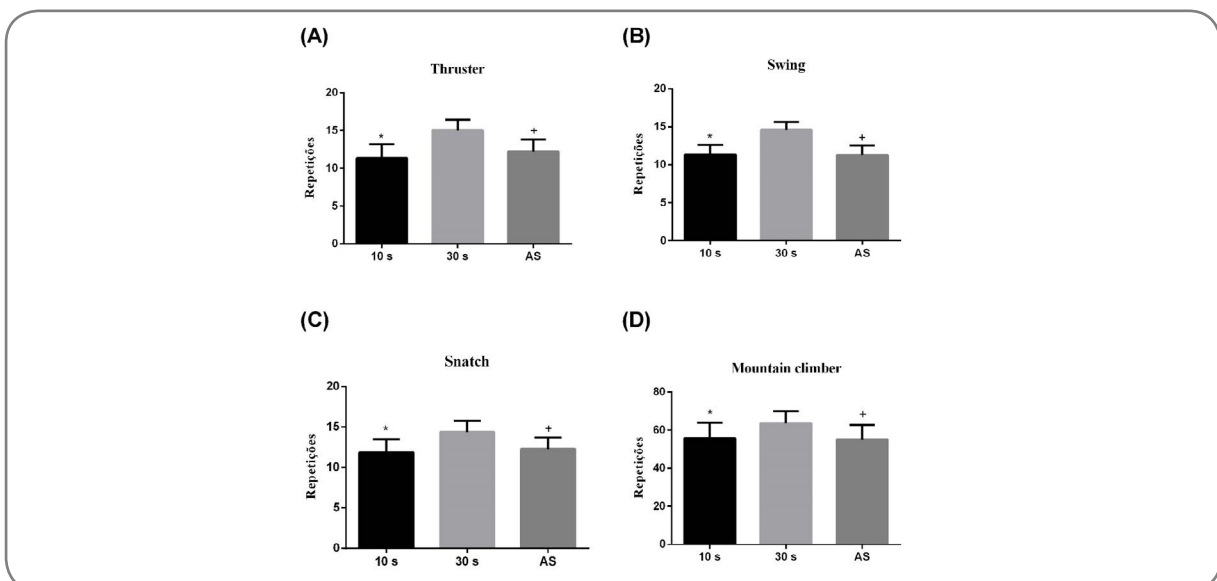
A figura 2 ilustra o número de repetições nos rounds das sessões de HIRT com diferentes intervalos entre estímulos (A), bem como a média de repetições de cada sessão (B). Em relação à comparação do número de repetições obtido nos diferentes rounds das sessões de HIRT (A), algumas diferenças foram detectadas entre sessões ($P < 0,05$). Em adição, ao comparar a média de repetições obtidas em cada sessão, a sessão com 30 s de intervalo produziu um maior número de repetições comparado às sessões com 10 s de intervalo e intervalo AS ($P < 0,05$).

A figura 3 ilustra o valor médio de repetições obtido em cada exercício nas sessões de HIRT executadas com diferentes intervalos entre estímulos. Em todos os exercícios o valor médio de repetições da sessão com 30 s de intervalo entre estímulos diferenciou-se das sessões com 10 s de intervalo ($P < 0,001$), e com intervalo AS ($P < 0,001$).



(A): * e ** = diferença do primeiro e segundo round da sessão com 10 s de intervalo em relação aos demais ($P < 0,05$); + = diferença entre todos os rounds da sessão com 30 s de intervalo entre estímulos ($P < 0,05$); # e ## = diferença do primeiro round em relação aos demais na sessão com intervalo AS ($P < 0,05$); ¶ = diferença no segundo, terceiro e quarto round entre as sessões com 10 s de intervalo e 30 s de intervalo ($P=0,003$; $P= 0,001$ e $P<0,001$, respectivamente); ‡ = diferença entre as sessões com 10 s de intervalo e intervalo AS no segundo, terceiro e quarto round ($P = 0,01$, $P = 0,007$ e $P = 0,006$, respectivamente). (B): * = diferença entre as sessões de HIRT com 10 s de intervalo e 30 s de intervalo ($P = 0,02$); ** = diferença entre as sessões de HIRT com 30 s de intervalo e intervalo AS ($P = 0,01$)

Figura 2 - Número de repetições nos rounds das sessões de HIRT com diferentes intervalos entre estímulos (A), e valor médio de repetições obtido em cada sessão (B)



* = diferença entre a sessão com 30 s de intervalo entre estímulos e sessão com 10 s de intervalo entre estímulos ($P < 0,001$); + = diferença entre a sessão com 30 s de intervalo entre estímulos e sessão com intervalo AS

Figura 3 - Valor médio de repetições no exercício *Thruster* (A), *Swing* (B), *Snatch* (C) e *Mountain Climber* (D), obtida nas sessões de HIRT com diferentes intervalos entre estímulos

Discussão

O presente estudo comparou as respostas da FC e do volume de treinamento em sessões de HIRT executadas com intervalos entre estímulos fixos e AS. Os principais achados revelaram que a FC se diferenciou apenas entre os rounds de cada sessão, não exibindo diferença entre as distintas sessões. Quanto às respostas do volume de treinamento, quando o mesmo foi comparado em cada sessão isoladamente, verificou-se diferença entre os rounds de cada sessão. Por outro lado, a comparação do volume de treinamento entre as diferentes sessões revelou que a sessão com 30 s de intervalo entre estímulos produziu um maior número de repetições quando comparada às sessões com intervalo de 10 s e intervalo AS. Ao comparar o volume de treinamento em cada exercício isoladamente, considerando os quatro rounds do circuito, a sessão com 30 s de intervalo acarretou maior número de repetições quando comparada às sessões com 10 s de intervalo e intervalo AS. Esse comportamento foi verificado em todos os exercícios.

A FC é uma das principais variáveis utilizadas para monitorar a intensidade das sessões de exercício [15]. As respostas da FC obtidas neste experimento indicaram que ambas as estratégias de intervalo entre estímulos investigadas foram eficientes em manter elevadas intensidades de esforço durante toda a sessão. Tomando-se como base a classificação preconizada pelo American College of Sports Medicine [11], os valores de FC obtidos durante as sessões de HIRT permitem classificar a intensidade como vigorosa. Cabe destacar que, apesar da intensidade das sessões de HIRT mostrar-se vigorosa, todos os participantes do estudo conseguiram finalizar as sessões sem interrupções. Este aspecto pode estar relacionado ao elevado grau de condicionamento físico dos praticantes, uma vez que todos eram experientes na prática de atividades mistas, e apresentavam elevado grau de aptidão cardiorrespiratória ($VO_{2pico} 56,6 \pm 7,5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$).

A manutenção de elevadas intensidades do esforço durante as sessões de exercício é um aspecto fundamental em programas de condicionamento que visam o aprimoramento da aptidão cardiorrespiratória [15-17]. A partir das respostas de FC verificadas em todas as sessões de HIRT, adicionadas à duração das mesmas, chamamos a atenção para a sessão de exercício com 30 s de intervalo entre estímulos. Nesta estratégia de intervalo, a alta intensidade do esforço foi mantida por um maior período de tempo. Apesar de o objetivo deste estudo centrar-se nas respostas agudas ao esforço, é possível que esse maior tempo de sustentação da atividade na intensidade mais elevada, possa associar-se a maiores aprimoramentos na condição cardiorrespiratória, em comparação às sessões com outros intervalos entre estímulos. Para elucidar esta hipótese, estudos com acompanhamento longitudinal devem ser realizados. Por outro lado, a sessão com intervalo AS também foi efetiva em manter a FC elevada durante a sessão de HIRT. Isso mostrou que a percepção do indivíduo quanto ao tempo necessário de recuperação entre cada estímulo pode ser considerada no controle da intensidade do esforço em indivíduos treinados. Logo, estratégias de intervalos AS entre estímulos podem ser aplicadas devido à facilidade na condução das sessões.

Outro aspecto a ser discutido refere-se às respostas do volume de treinamento provenientes das sessões de HIRT investigadas. Apesar de diversos estudos analisarem as respostas agudas em sessões de HIRT, o volume de treinamento tem sido uma variável negligenciada em prol das variáveis fisiológicas [6,18,19]. Até onde se pode verificar na literatura, o único estudo que direcionou seu foco no volume de treinamento em sessões de HIRT, além das respostas fisiológicas, foi conduzido por Machado *et al.* [9]. Esses autores acompanharam o volume de treinamento em diferentes exercícios. Contudo, o estudo teve cunho descritivo, abordando apenas o volume de treinamento alcançado em exercícios com diferentes grupamentos musculares. Cabe destacar que, em nosso experimento, foi comparado o volume de treinamento em sessões de HIRT mediante a aplicação com diferentes estratégias de intervalos entre estímulos.

No que diz respeito às respostas do volume de treinamento obtidas neste experimento, a sessão com intervalo de 30 s se mostrou mais efetiva em produzir um maior número de repetições, quando comparada às sessões com intervalo de 10 s e intervalo AS. Este resultado era esperado, uma vez que o intervalo fixo de 10 s proposto por Tabata *et al.* [20] é três vezes menor que o tempo de intervalo fixo de 30 s. Em adição, embora na sessão com intervalos AS os indivíduos pudessem descansar o tempo que julgassem necessário para a realização do estímulo seguinte, o tempo médio de recuperação dos sujeitos foi de 15 s, o que também impactou negativamente na recuperação em comparação à sessão com 30 s de intervalo entre estímulos. Portanto, quando o objetivo da sessão recair na obtenção de um maior volume de treinamento, a sessão com 30 s deve ser preferida. Cabe destacar que a comparação do volume de treinamento proveniente das sessões de HIRT com intervalo fixo de 10 s versus intervalo AS não exibiu diferença. Isso implica dizer que ambas as estratégias podem ser utilizadas sem prejuízo no volume de treinamento.

Por fim, este estudo apresentou algumas limitações que devem ser destacadas. A carga utilizada para a realização de alguns exercícios foi autosselecionada pelo praticante. Apesar de não ter sido aplicado nenhum teste específico para a determinação das cargas, os indivíduos eram habituados ao treinamento com os exercícios utilizados em nosso experimento, o que pode ter minimizado possíveis erros. Em adição, embora os indivíduos tenham sido instruídos a realizar os exercícios em intensidade all-out, não podemos garantir que isso tenha ocorrido efetivamente. No entanto, o esforço máximo é inerente a todas as sessões de HIRT e não há razão para pensar que a intensidade do exercício foi superestimada.

Conclusão

As respostas de FC nas sessões de HIRT foram similares em todas as estratégias de intervalo entre estímulos investigadas. Intervalos AS foram tão efetivos quanto os intervalos fixos para controlar a intensidade do esforço, e, devido à sua praticidade, podem ser aplicados. Por outro lado, no que diz respeito ao volume de treinamento, quando objetivo da sessão recair na obtenção de maiores valores, intervalos de 30 s devem ser aplicados.

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: Monteiro W, Farinatti P; **Coleta de Dados:** Fidalgo A, Pilon R, Oliveira A, Medeiros R; **Análise e interpretação dos dados:** Fidalgo A, Matos-Santos L, Baladán R. **Análise estatística:** Fidalgo A, Pilon R, Matos-Santos L; **Redação do manuscrito:** Fidalgo A, Monteiro W; **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Monteiro W, Farinatti P.

Referências

1. Sperlich B, Wallmann-Sperlich B, Zinner C, Von Stauffenberg V, Losert H, Holmberg HC. Functional high-intensity circuit training improves body composition, peak oxygen uptake, strength, and alters certain dimensions of quality of life in overweight women. *Front Physiol* 2017;8:1-9. doi: 10.3389/fphys.2017.00172
2. Buckley S, Knapp K, Lackie A, Lewry C, Horvey K, Benko C, et al. Multimodal high-intensity interval training increases muscle function and metabolic performance in females. *Appl Physiol Nutr Metab* 2015;40(11):1157-62. doi: 10.1139/apnm-2015-0238
3. Laursen P, Buchheit M. Science and application of high-intensity interval training: solutions to the programming puzzle. *Human Kinetics*; 2019.
4. Smilios I, Myrkos A, Zafeiridis A, Toubekis A, Spassis A, Tokmakidis SP. The effects of recovery duration during high-intensity interval exercise on time spent at high rates of oxygen consumption, oxygen kinetics, and blood lactate. *J Strength Cond Res* 2018;32(8):2183-9. doi: 10.1519/JSC.0000000000001904
5. Piero DW, Valverde-Esteve T, Redondo-Castán JC, Pablos-Abella C, Díaz-Pintado JVSA. Effects of work-interval duration and sport specificity on blood lactate concentration, heart rate and perceptual responses during high intensity interval training. *PLoS One* 2018;13(7):1-12. doi: 10.1371/journal.pone.0200690
6. Nuñez TP, Amorim FT, Beltz NM, Mermier CM, Moriarty TA, Nava RC, et al. Metabolic effects of two high-intensity circuit training protocols: Does sequence matter? *J Exerc Sci Fit* 2020;18(1):14-20. doi: 10.1016/j.jesf.2019.08.001
7. Gist NH, Freese EC, Cureton KJ. Comparison of responses to two high-intensity intermittent exercise protocols. *J Strength Cond Res* 2014;28(11):3033-40. doi: 10.1519/JSC.0000000000000522
8. Schoenmakers PPJM, Reed KE. The effects of recovery duration on physiological and perceptual responses of trained runners during four self-paced HIIT sessions. *J Sci Med Sport* 2019;22(4):462-6. doi: 10.1016/j.jsams.2018.09.230
9. Machado AF, Evangelista AL, Miranda JMQ, Teixeira CVLS, Rica RL, Lopes CR, et al. Description of training loads using whole-body exercise during high-intensity interval training. *Clinics (Sao Paulo)* 2018;73(12):e516. doi: 10.6061/clinics/2018/e516
10. Matthews CE, Heil DP, Freedson PS, Pastides H. Classification of cardiorespiratory fitness without exercise testing. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31(3):486-93. doi: 10.1097/00005768-199903000-00019
11. ACSM Guidelines for exercise testing and prescription. 10th ed. Alphen aan den Rijn: Wolters Kluwer; 2018.
12. Silva SC, Monteiro WD, Cunha FA, Myers J, Farinatti PTV. Determination of best criteria to determine final and initial speeds within ramp exercise testing protocols. *Pulm Med* 2012;2012:9-12. doi: 10.1155/2012/542402
13. Weisman IM, Weisman IM, Marciniuk D, Martinez FJ, Sciruba F, Sue D, et al. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;167(2):211-77. doi: 10.1164/rccm.167.2.211
14. Howley ET, Bassett DR, Welch HG. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27(9):1292-301.
15. Mann T, Lamberts RP, Lambert MI. Methods of prescribing relative exercise intensity: Physiological and practical considerations. *Sport Med* 2013;43(7):613-25. doi: 10.1007/s40279-013-0045-x
16. 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
17. Helgerud J, Høydal K, Wang E, Karlsen T, Berg P, Bjerkaas M, et al. Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(4):665-71. doi: 10.1249/mss.0b013e3180304570
18. Falcone PH, Tai C-Y, Carson LR, Joy JM, Mosman MM, McCann TR, et al. Caloric expenditure of aerobic, resistance, or combined high-intensity interval training using a hydraulic resistance system in healthy men. *J Strength Cond Res* 2015;29(3):779-85. doi: 10.1519/JSC.0000000000000661
19. Williams BM, Kraemer RR. Comparison of cardiorespiratory and metabolic responses in kettlebell high-intensity interval training versus sprint interval cycling. *J Strength Cond Res* 2015;29(12):3317-25. doi: 10.1519/JSC.0000000000001193
20. Tabata I, Nishimura K, Kouzaki M, Hirai Y, Ogita F, Miyachi M, et al. Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO₂max. *Med Sci Sport Exerc* 1996;28(10):1327-30. doi: 10.1097/00005768-199610000-00018