
COMPARAÇÃO ENTRE HIIT E EXERCÍCIO AERÓBIO CONTÍNUO MODERADO NA MELHORA DO CONDICIONAMENTO CARDIORRESPIRATÓRIO EM PROGRAMAS DE REABILITAÇÃO CARDÍACA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICAMateus do Carmo Bardella¹, Thiago Ribeiro Lopes²**RESUMO**

Introdução. Baixo condicionamento cardiorrespiratório está associado ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares que são a principal causa de morte de idosos no mundo. A reabilitação cardíaca surge como meio de recuperar a saúde desses pacientes com o EACM, porém novos estudos mostram que a escolha do HIIT também pode ser uma estratégia eficiente. **Objetivo.** Comparar o efeito dos modelos de treinamento HIIT e EACM em programas de reabilitação cardíaca na melhora do condicionamento cardiorrespiratório sob a observação da variável $\dot{V}O_2\text{máx}$. **Materiais e Métodos.** Foi utilizada a metodologia PRISMA. Foram buscados ensaios clínicos randomizados no intervalo entre 2012 e 2022 publicados em inglês por meio da plataforma PubMed. Foram selecionados estudos com população em reabilitação cardíaca, grupo intervenção treinado com HIIT e grupo controle treinado com EACM, outros tipos de exercício foram descartados. A extração de dados coletou sexo e idade da amostra, tempo de intervenção em semanas e quantidade de treinos semanais e resultado da variação percentual do $\dot{V}O_2\text{máx}$. Ainda foi utilizada a escala PEDro para avaliar a qualidade metodológica dos estudos. **Resultados.** 12 estudos foram selecionados, com maioria dos participantes do sexo masculino e idosos. As intervenções variaram de 3 a 24 semanas com frequência de treinos predominantemente de 3 vezes na semana para a maioria dos estudos selecionados. Grupo HIIT apresentou melhora do condicionamento cardiorrespiratório maior que o grupo EACM na maioria dos estudos. **Conclusão.** Ambos os modelos são eficientes, mas parece que a escolha do HIIT é mais eficiente na melhora do condicionamento cardiorrespiratório quando comparado ao EACM.

Palavras-chave. Reabilitação Cardíaca. Exercício Físico. Terapia por Exercício. Treino Aeróbico.

ABSTRACT

Comparison between hiit and moderate continuous aerobic exercise in improving cardiorespiratory conditioning in cardiac rehabilitation programs: a systematic review

Introduction. Low cardiorespiratory fitness is associated with the development of cardiovascular diseases, which are the leading cause of death in the elderly worldwide. Cardiac rehabilitation emerges as a means of recovering the health of these patients with EACM, but new studies show that choosing HIIT can also be an efficient strategy. **Goal.** To compare the effect of HIIT and EACM training models in cardiac rehabilitation programs in improving cardiorespiratory fitness under the observation of the $\dot{V}O_2\text{max}$ variable. **Materials and Methods.** The PRISMA methodology was used. Randomized clinical trials between 2012 and 2022 published in English through the PubMed platform were sought. Studies with population undergoing cardiac rehabilitation, intervention group trained with HIIT and control group trained with EACM were selected, other types of exercise were discarded. The tolerance of collected data, gender and age of the sample, intervention time in weeks and number of weekly trainings and result of the percentage variation of $\dot{V}O_2\text{max}$. The PEDro scale was also used to assess the methodological quality of the studies. **Results.** 12 studies were selected, with most participants being male and elderly. Complications ranged from 3 to 24 weeks with training frequency predominantly 3 times a week for most selected studies. The HIIT group showed a greater improvement in cardiorespiratory fitness than the EACM group in most studies. **Conclusion.** Both models are efficient, but it seems that choosing HIIT is more efficient in improving cardiorespiratory fitness when compared to EACM.

Key words. Cardiac Rehabilitation. Exercise. Exercise Therapy. Endurance Training.

INTRODUÇÃO

O condicionamento cardiorrespiratório é definido como a capacidade do sistema cardiovascular e respiratório em fornecer sangue rico em oxigênio para ser transportado e utilizado pelos tecidos a fim de produzir energia (Booth et al., 2012) e tem como variável de referência o consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_2\text{máx}$) (Shephard et al., 1968).

Valores baixos de $\dot{V}O_2\text{máx}$ estão associados a 35 doenças crônicas (Booth et al., 2012), com destaque para as doenças cardiovasculares que de 1990 até 2019 a partir de 50 anos, foram a principal causa de morte no mundo (GBD, 2019).

Surgindo como meio de recuperar o condicionamento cardiorrespiratório de pessoas com doenças cardiovasculares, a reabilitação cardíaca é composta por sessões que enfatizam a educação e a modificação dos fatores de risco e tem como componentes: aconselhamento nutricional, avaliação médica, controle do peso e de lipídeos, cessação do tabagismo, avaliação e monitoramento do diabetes, avaliação psicossocial, aconselhamento de atividades e treinamento físico (Fletcher et al., 2001).

Esse programa é recomendado após cirurgia cardíaca, infarto do miocárdio, angina, doença arterial periférica, insuficiência cardíaca entre outras causas (Simon et al., 2018).

Diversos são os benefícios de se exercitar e com a finalidade de melhorar o condicionamento cardiorrespiratório e alcançar valores altos de $\dot{V}O_2\text{máx}$ como a melhora no conteúdo mineral ósseo em idosos com risco de fratura (Blumenthal et al., 1989), redução dos sintomas de infecção do trato respiratório superior e aumento da atividade das células natural Killer do sistema imunológico (Nieman et al., 1990), melhora geral da percepção de bem-estar psicológico e redução dos fatores de risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares como percentual de massa gorda, colesterol e pressão sanguínea (Dunn et al., 1997).

A reabilitação cardíaca está associada com a redução significativa de todas as causas de mortalidade, do colesterol total e níveis de triglicérides, da pressão arterial sistólica, do uso de cigarro pelos pacientes, e melhora da qualidade de vida (Taylor et al., 2004).

O exercício aeróbio contínuo moderado (EACM) é amplamente utilizado em programas de reabilitação cardíaca e se mostra uma

ferramenta útil para melhorar o condicionamento cardiorrespiratório dos pacientes, porém há estudos mostrando que a utilização do treinamento intervalado de alta intensidade, conhecido por sua sigla em inglês HIIT (High Intensity Interval Training) caracterizado por repetições curtas ou longas de exercício em alta intensidade, fisiologicamente igual ou superior a máxima fase estável de lactato, separados por intervalos de recuperação ativa ou descanso (Billat, 2001), também se mostra uma ferramenta útil na melhora do condicionamento cardiorrespiratório tão satisfatório quando o EACM ou mesmo superior em intervenções com duração de poucas semanas (Ramos et al., 2015).

Ambos os modelos de treinamento HIIT e EACM são ferramentas úteis a serem usadas nos programas de reabilitação cardíaca a fim de aumentar o $\dot{V}O_2\text{máx}$ dos pacientes, mas será que treinar em alta intensidade é mais eficiente do que treinar em intensidade moderada?

O objetivo desse trabalho foi comparar o efeito dos modelos de treinamento HIIT e EACM em programas de reabilitação cardíaca na melhora do condicionamento cardiorrespiratório sob a observação da variável $\dot{V}O_2\text{máx}$.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia foi elaborada seguindo as recomendações PRISMA (Page et al., 2021) e a busca dos estudos foi norteada pelo uso do acrônimo PICO como ferramenta estratégica de pesquisa (Eriksen et al., 2018).

Estratégia de Busca em Base de Dados

Foi utilizada a base de dados PubMed com os termos e operadores booleanos em inglês: ("Cardiac Rehabilitation" OR "Cardiovascular Diseases" OR "Heart Failure") AND ("High-Intensity Interval Training" OR "Moderate-Intensity Continuous Training" OR "Aerobic Exercise") AND ("Heart Rate" OR "Heart Rate Control" OR "Autonomic Nervous System" OR "Vagus Nerve" OR "Autonomic Nervous System Diseases" OR "Cardiorespiratory Fitness").

Foram selecionados apenas estudos publicados em inglês para leitura dos títulos e resumos com a finalidade de verificar se os critérios de seleção estavam presentes, então

os textos completos dos estudos selecionados foram retidos para análise. Foi feita uma análise das referências dos textos selecionados na intenção de encontrar novos estudos elegíveis.

A busca dos estudos se deu entre os meses de maio e novembro de 2022.

Critérios de seleção

Os critérios de seleção incluíam ensaios clínicos controlados e randomizados publicados entre 2012 e 2022 com a população formada por pessoas com problemas cardíacos, intervenção contendo o modelo de treinamento HIIT, grupo controle/comparação deveria ser treinado com exercício aeróbio contínuo moderado e o desfecho deveria conter a variável fisiológica de condicionamento cardiorrespiratório $\dot{V}O_2\text{máx}$ medida de forma direta.

Foi adotado como critério de exclusão estudos que envolviam a comparação do modelo de treinamento HIIT ou EACM com outros tipos de treinamento sem exercício aeróbio, falta de supervisionamento nos treinos, falta de descrição do protocolo da sessão de treinamento, grupo controle sem treino, populações com outras doenças além das cardiopatologias contempladas nos programas de reabilitação cardíaca, estudo que subdividissem uma mesma amostra em níveis diferentes e que não apresentassem o resultado para o grupo como uma unidade, falta de padrão na apresentação dos valores pré e pós intervenção e medida indireta de $\dot{V}O_2\text{máx}$.

Coleta de Dados

Os dados extraídos em relação a população foram, sexo e média de idade. Em relação aos grupos intervenção e comparação foram coletadas informações sobre o tempo de treinamento supervisionado em semanas, a frequência semanal de treinos e o equipamento de treino.

O desfecho coletado em ambos os grupos foi o resultado do cálculo da variação percentual do $\dot{V}O_2\text{máx}$ feito pelo autor principal desta revisão e feito pelo segundo autor de forma independente. A equação para calcular variação percentual se dá: $[(VF \div VI) - 1] \times 100$, onde VF é o valor final e VI o valor inicial. Esta equação permite calcular quando há dois valores em momentos diferentes, o quando houve de variação ao longo do tempo.

Análise Metodológica e Risco de Viés

Foi utilizada a escala PEDro na versão traduzida para o português disponível no site PEDro - Physiotherapy Evidence Database (PEDro, 2022) ferramenta válida para mensurar a qualidade metodológica de ensaios clínicos (Elkins et al., 2010) por meio de 11 itens que investigam desde o desenho do estudo até a forma como os resultados são apresentados.

RESULTADOS

Por meio da busca feita na plataforma PubMed entre os meses de maio e novembro de 2022, 385 estudos foram encontrados dos quais 101 se tratava de ensaios clínicos controlados e randomizados com 26 estudos elegíveis. Após análise completa dos estudos apenas 12 foram incluídos nessa revisão ao passarem por todas as etapas de seleção (Figura 1).

No total 832 pacientes em programas de reabilitação cardíaca com média de idade entre 53 e 70 anos foram submetidos a intervenções variando entre 3 e 24 semanas, com frequência de 3 sessões de treinamento na semana para maioria dos estudos. A máquina mais usada nos treinos foi o ciclo ergômetro.

Todos os estudos mostraram melhora do condicionamento cardiorrespiratório em ambos os grupos de treinamento HIIT e EACM através da análise da variação percentual com exceção de um estudo que mostrou variação percentual negativa no grupo EACM de -0,6.

Além disso, exceto um estudo que mostrou o contrário, todos os demais estudos mostraram variação percentual maior no grupo HIIT em relação ao grupo EACM e dentre esses estudos 5 demonstraram uma variação percentual de mais de 8% em relação ao grupo EACM (Tabela 1).

Com base na análise metodológica dos estudos por meio da escala PEDro foi possível verificar que os estudos compartilhavam em comum: informações claras sobre os critérios de seleção, alocação aleatória dos sujeitos, grupos inicialmente semelhantes em relação aos indicadores de prognóstico mais importantes, todos receberam tratamento e acompanhamento adequado, houve comparação estatística entre os grupos apresentando resultados com medidas de precisão e variabilidade, mas os sujeitos e terapeutas não foram cegos nos estudos selecionados (Tabela 2).

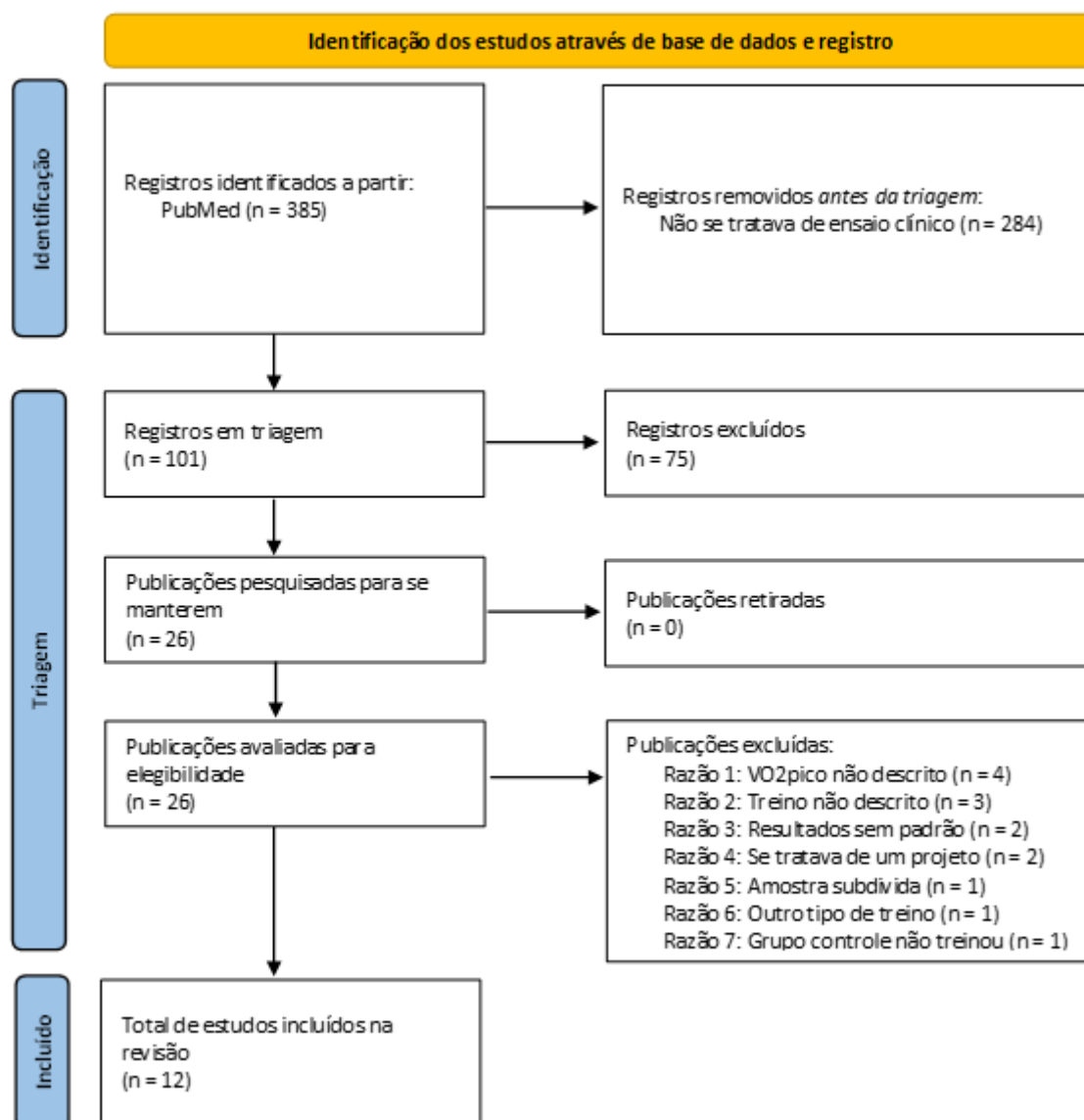


Figura 1 - Diagrama de fluxo PRISMA 2020 para novas revisões sistemáticas que incluíram pesquisas de bancos de dados

Tabela 1 - Características da população, intervenção nos grupos HIIT e EACM e o resultado do desfecho $\dot{V}O_2$ máx.

Estudo	População			Grupos					
	Tipo de Estudo	n (♀/♂)	Idade média	HIIT			EACM		
				S./F.	máquina	Variação percentual do $\dot{V}O_2$ máx	S./F.	máquina	Variação percentual do $\dot{V}O_2$ máx
Marcin e colaboradores 2022	ECCA	69 (00/69)	-	9/3	Ciclo ergômetro	11,7	9/3	Ciclo ergômetro	8,3
Mueller e colaboradores 2021	ECCA	116 (76/40)	70	12/3	Ciclo ergômetro	6,9	12/5	Ciclo ergômetro	8,8
Wehmer e colaboradores 2020	ECCA	46 (00/46)	53	3/-	Ciclo ergômetro	17,7	3/-	Ciclo ergômetro	4,4
Besnier e colaboradores 2019	ECCA	31 (09/22)	59	3/-	Ciclo ergômetro	17,4	3/-	Ciclo ergômetro	4,7
Villela-Jaitia-Jaureguizar e colaboradores 2019	ECCA	110 (18/92)	58	8/3	Ciclo ergômetro	20,1	8/3	Ciclo ergômetro	14,9
Ellingsen e colaboradores 2017	ECCA	142 (26/116)	60	12/3	Ciclo ergômetro Esteira	8,3	12/3	Ciclo ergômetro Esteira	4,9
Ansari e colaboradores 2015	ECCA	15 (03/12)	70	4/3	Esteira	9,4	4/3	Esteira	-0,6
Cooreads e colaboradores 2015	ECCA	200 (20/180)	58	12/3	Ciclo ergômetro	21,7	12/3	Ciclo ergômetro	19,6
Jalano e colaboradores 2014	ECCA	36 (05/31)	68	12/3	Esteira	19,0	12/3	Esteira	16,0
Ketevian e colaboradores 2014	ECCA	28 (05/23)	59	10/3	Esteira	16,1	10/3	Esteira	7,8
Koufaki e colaboradores 2014	ECCA	17 (03/14)	59	24/3	Ciclo ergômetro	15,7	24/3	Ciclo ergômetro	7,4
Currie e colaboradores 2013	ECCA	22 (02/20)	65	12/2	Ciclo ergômetro	23,7	12/2	Ciclo ergômetro	19,3

Legenda: ♀ e ♂ representam o sexo feminino e masculino respectivamente; EACM exercício aeróbio contínuo moderado; ECCA ensaio clínico controlado aleatório; HIIT high intensity interval training; S./F. representam o tempo de intervenção em semanas e frequência semanal de treinos respectivamente; - representa que o valor não foi apresentado.

Tabela 2 - Risco de viés metodológico dos estudos com base na escala PEDro.

Estudo	Critérios de elegibilidade	Alocação aleatória	Alocação secreta	Grupos semelhantes	Sujeitos cegos	Terapeutas cegos	Avaliadores cegos	Acompanhamento adequado	Intenção de tratamento	Comparação entre os grupos	Medidas de precisão e variabilidade
Marcin e colaboradores 2022	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1
Mueller e colaboradores 2021	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1
Wehmeier e colaboradores 2020	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1
Bespier e colaboradores 2019	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
Vilela-Neto, Jansen e colaboradores 2019	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1
Ellingsen e colaboradores 2017	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1
Angadi e colaboradores 2015	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1
Conraads e colaboradores 2015	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1
Jellano e colaboradores 2014	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1
Katavounis e colaboradores 2014	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1
Koufaki e colaboradores 2014	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1
Currie e colaboradores 2013	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1

Legenda: 1 representa que o critério foi atingido; 0 representa que o critério não foi atingido.

DISCUSSÃO

A presente revisão buscou verificar a efetividade dos modelos de treinamento HIIT e EACM em programas de reabilitação cardíaca, observados através do tempo de intervenção e da variação percentual na melhora do condicionamento cardiorrespiratório.

Em relação aos estudos selecionados, foi verificada a melhora no condicionamento cardiorrespiratório dos pacientes em ambos os modelos de treinamento HIIT e EACM com variação percentual maior encontrada no grupo HIIT.

Fatores como sedentarismo e envelhecimento podem levar a diminuição do $\dot{V}O_2$ máx. Saltin et al., (1968) mostraram no estudo clássico "Dallas Bed Rest" que 5 jovens submetidos a 20 dias de inatividade física sofreram uma diminuição de 28% do $\dot{V}O_2$ máx.

Quarenta anos mais tarde, avaliando os mesmos voluntários, já idosos, foi observado que ao longo dos anos houve diminuição do $\dot{V}O_2$ máx e que no intervalo dos últimos 10 anos de acompanhamento essa queda foi mais acentuada (McGavock et al., 2009).

Fleg et al., (2005) confirmaram esses resultados após realizarem diversas avaliações de condicionamento cardiorrespiratório com

indivíduos entre 20 e 80 anos mostrando que o declínio do $\dot{V}O_2$ máx não acontece de forma linear com o avanço da idade, mas é acentuado conforme o envelhecimento advém.

Segundo a equação de Fick, o $\dot{V}O_2$ máx se refere ao produto do débito cardíaco pela diferença arteriovenosa de oxigênio (Levine, 2008).

Por trás dessa equação existem diversos caminhos fisiológicos interligados que podem levar a mudanças no $\dot{V}O_2$ máx, esses caminhos são divididos em adaptações centrais e periféricas.

Em suma, as adaptações centrais se referem as capacidades de trocas gasosas, débito cardíaco máximo e capacidade de transportar oxigênio pelo sangue, enquanto as adaptações periféricas estão relacionadas ao trabalho muscular em captar oxigênio dos capilares e sua subsequente utilização pelas mitocôndrias (Rosenblat et al., 2022).

A maneira como o HIIT melhora o pico de consumo de oxigênio ($\dot{V}O_{2pico}$) em pessoas com doenças cardiovasculares pode ser descrita por sua influência nos sistemas respiratório, cardiovascular e músculo esquelético.

A respeito do sistema respiratório, é visto que indivíduos com doenças

cardiovasculares sofrem com disfunção da musculatura respiratória e esse é um fator de peso para intolerância ao exercício (Meyer et al., 2001; Olson et al., 2010), de acordo com Tasoulis et al., (2010) 12 semanas de HIIT melhorou significativamente a função dos músculos respiratórios em idosos que sofrem de insuficiência cardíaca, entretanto Dunham et al., (2012) mostraram que em 4 semanas, tanto HIIT quanto EACM melhoraram significativamente a função dos músculos inspiratórios em aproximadamente 43% e 25% para cada modelo de treinamento respectivamente.

Em relação ao sistema cardiovascular, volume sistólico, frequência cardíaca, débito cardíaco e volume sanguíneo são fatores que tem influência sobre o $\dot{V}O_{2pico}$ (Boyle, 1984), Astorino et al., (2018) demonstraram que 10 sessões de HIIT aumentaram o pico do débito cardíaco e esses resultados são suportados por outros estudo que demonstraram que 6 semanas de HIIT aumentaram o débito cardíaco e volume sistólico em repouso, débito cardíaco em exercício, volume plasmático e concentração de hemoglobina com mais ênfase no grupo HIIT (Matsuo et al., 2014; Baekkerud et al., 2016) ou com ganhos similares em ambos os grupos HIIT e EACM (Warburton et al., 2004; Esfandiari et al., 2014).

Sobre o sistema musculo esquelético, a quantidade total de fibras musculares e a proporção de cada tipo de fibra, a densidade capilar, o conteúdo mitocondrial e sua função, todos juntos trabalham para eficiência da extração e utilização de oxigênio além da utilização de substratos energéticos que podem contribuir significativamente para tolerância ao exercício (Baum et al., 2016).

HIIT aumenta significativamente a quantidade total de fibras musculares do tipo I e diminui a quantidade de fibras do tipo IIb enquanto a quantidade de fibras tipo IIa não se altera no musculo vasto lateral em adultos saudáveis (Simonau et al., 1985).

Alterações na estrutura muscular mostram que HIIT aumenta a desoxigenação musculo esquelética (indicativo de extração de oxigênio), assim como o conteúdo e a atividade oxidativa de glicose e gordura em pessoas obesas (Guadalupe-Grau et al., 2018; Matos et al., 2018) e com insuficiência cardíaca (Spee et al., 2016).

São necessários estudos com idosos (público mais frequente em reabilitação

cardíaca) para investigar o efeito do HIIT nas adaptações do sistema musculo esquelético.

Destaca se a importância do exercício físico para a saúde de pacientes em programas de reabilitação cardíaca devido ao fato de que pessoas mais ativas fisicamente apresentam melhor saúde cardiometabolica quando comparadas com pessoas que apresentam comportamento sedentário (Farrahi et al., 2022).

Existem evidências moderadas apontando que o HIIT induz melhora na sensibilidade à insulina (Kessler et al., 2012; Jelleyman et al., 2015), na pressão arterial (Kessler et al., 2012; Batacan et al., 2017) e na composição corporal (Kessler et al., 2012; Batacan et al., 2017; porém essas melhoras por meio do HIIT são comparáveis com as melhoras alcançáveis por meio do EACM (Jelleyman et al., 2015) o que sinaliza a eficiência de ambos os modelos de treinamento.

Além dos resultados demonstrados nesse estudo, outros autores também confirma tais achados conforme Cardozo et al., (2015) demonstraram, pacientes com doença arterial coronariana após 16 semanas de treinamento tiveram melhora significativa do $\dot{V}O_{2máx}$ no grupo HIIT comparado ao EACM e Maturana et al., (2021) demonstraram uma melhora significativa do $\dot{V}O_{2máx}$ no grupo HIIT em intervenções menores que 3 semanas e maiores que 10 semanas em pessoas submetidas a programas de reabilitação cardíaca.

Segundo Gillen et al., (2014) é possível que a intensidade muito alta característica do HIIT seja um estímulo para mudanças rápidas de condicionamento cardiorrespiratório, enquanto as mudanças induzidas pelo EACM possam ocorrer mais tardiamente, esse fato pode justificar a melhora do grupo HIIT em relação ao grupo EACM em intervenções curtas.

Para que novos estudos sejam feitos com o objetivo de melhorar a qualidade dos resultados apresentados, alguns cuidados metodológicos devem ser levados em consideração.

Faz-se necessário o cegamento dos avaliadores, pois saber em que grupo o sujeito treinou pode gerar uma expectativa do avaliador em relação ao desempenho do sujeito no teste e possivelmente comprometer o resultado do estudo.

Os sujeitos precisam ser cegos, pois é importante que não saibam a qual grupo pertencem além de não ter capacidade de distinguir sobre as diferenças no tratamento que vão receber.

Por fim, mesmo tendo características semelhantes e serem alocados aleatoriamente, ainda se faz necessário a alocação secreta dos sujeitos para evitar saber no momento inicial do estudo a qual grupo eles pertencem.

Devido a característica desse tipo de estudo com intervenção por meio de exercício físico, não é possível que os terapeutas que aplicam as sessões de treinamento sejam cegos, mas é importante criar mecanismos para que não haja troca de informações sobre o desempenho dos pacientes com outros participantes do estudo.

CONCLUSÃO

Parece que a escolha do HIIT causa maior variação percentual favorável a melhora do condicionamento cardiorrespiratório quando comparado ao EACM, mas ambos os modelos de treinamento são eficientes na melhora do $\dot{V}O_2$ máx e nesse sentido, cabe levar em conta as preferências do paciente na escolha do modelo de treinamento que será usado.

REFERÊNCIAS

- 1-Angadi, S.S.; Mookadam, F.; Lee, C.D.; Tucker, W.J.; Haykowsky, M.J.; Gaesser, G.A. High-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous exercise training in heart failure with preserved ejection fraction: a pilot study. *J Appl Physiol*. Vol. 119. Núm. 6. p.753-758. 2015.
- 2-Astorino, T.A.; Edmunds, R.M.; Clark, A.; King, L.; Gallant, R.M.; Namm, S.; Fischer, A.; Wood, K.A. Increased cardiac output and maximal oxygen uptake in response to ten sessions of high intensity interval training. *J Sports Med Phys Fitness*. Vol. 58. Núm. 1-2. p.164-171. 2018.
- 3-Baekkerud, F.H.; Solberg, F.; Leinan, I.M.; Wisloff, U.; Karlsen, T.; Rognmo, O. Comparison of Three Popular Exercise Modalities on $\dot{V}O_2$ max in Overweight and Obese. *Med Sci Sports Exerc*. Vol. 48. Núm. 3. p. 491-498. 2016.
- 4-Batacan, R.B.; Duncan, M.J.; Dalbo, V.J.; Tucker, P.S.; Fenning, A.S. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. *Br J Sports Med*. Vol. 51. p.494-503. 2017.
- 5-Baum, O.; Torchetti, E.; Malik, C.; Hoier, B.; Walker, M.; Walker, P.J.; Odriozola, A.; Graber, F.; Tschanz, S.A.; Bangsbo, J.; Hoppeler, H.; Askew, C.D.; Hellsten, Y. Capillary ultrastructure and mitochondrial volume density in skeletal muscle in relation to reduced exercise capacity of patients with intermittent claudication. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. Vol. 310. Núm. 10. p. 943-951. 2016.
- 6-Besnier, F.; Labrunée, M.; Richard, L.; Faggianelli, F.; Kerros, H.; Soukarié, L.; Bousquet, M.; Garcia, J.L.; Pathak, A.; Gales, C.; Guiraud, T.; Sénard, J.M. Short-term effects of a 3-week interval training program on heart rate variability in chronic heart failure. A randomised controlled trial. *Ann Phys Rehabil Med*. Vol. 62. Núm. 5. p. 321-328. 2019.
- 7-Billat, L.V. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: aerobic interval training. *Sports Med*. Vol. 31. Núm. 1. p. 13-31. 2001.
- 8-Blumenthal, J.A.; Emery, C.F.; Madden, D.J.; George, L.K.; Coleman, R.E.; Riddle, M.W.; McKee, D.C.; Reasoner, J.; Williams, R.S. Cardiovascular and behavioral effects of aerobic exercise training in healthy older men and women. *J Gerontol*. Vol. 44. Núm. 5. p. 147-157. 1989.
- 9-Booth, F.W.; Roberts, C.K.; Laye, M.J. Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Compr Physiol*. Vol. 2. Núm. 2. p. 1143-1211. 2012.
- 10-Boyle, J. 3rd. Graphic analysis of the Fick equation to evaluate oxygen transport. *Respiration*. Vol. 45. Núm. 4. p.353-359. 1984.
- 11-Cardozo, G.G.; Oliveira, R.B.; Farinatti, P.T. Effects of high intensity interval versus moderate continuous training on markers of ventilatory and cardiac efficiency in coronary heart disease patients. *Scientific World Journal*. p. 1-8. 2015.

- 12-Conraads, V.M.; Pattyn, N.; De Maeyer, C.; Beckers, P.J.; Coeckelberghs, E.; Cornelissen, V.A.; Denollet, J.; Frederix, G.; Goetschalckx, K.; Hoymans, V.Y.; Possemiers, N.; Schepers, D.; Shivalkar, B.; Voigt, J.U.; Van Craenenbroeck, .M.; Vanhees, L. Aerobic interval training and continuous training equally improve aerobic exercise capacity in patients with coronary artery disease: the SAINTEX-CAD study. *Int J Cardiol.* Vol. 179. p. 203-210. 2015.
- 13-Cramer, R.; Nieman, D.C.; Lee, J.W.; The effects of moderate exercise training on psychological well-being and mood state in women. *J Psychosom Res.* Vol. 35. Núm. 4-5. p.437-449. 1991.
- 14-Currie, K.D.; Dubberley, J.B.; McKelvie, R.S.; MacDonald, M.J. Low-volume, high-intensity interval training in patients with CAD. *Med Sci Sports Exerc.* Vol. 45. Núm. 8. p. 1436-1442. 2013.
- 15-Dunham, C.; Harms, C.A. Effects of high-intensity interval training on pulmonary function. *European Journal of Applied Physiology.* Vol. 112. Núm. 8. p. 3061-3068. 2012.
- 16-Dunn, A.L.; Marcus, B.H.; Kampert, J.B.; Garcia, M.E.; Kohl, H.W.; Blair, S.N. Reduction in cardiovascular disease risk factors: 6-month results from Project Active. *Prev Med.* Vol. 26. Núm. 6. p. 883-892. 1997.
- 17-Elkins, M.R.; Herbert, R.D.; Moseley, A.M.; Sherrington, C.; Maher, C. Rating the quality of trials in systematic reviews of physical therapy interventions. *Cardiopulm Phys Ther J.* Vol. 21. Núm. 3. p. 20-6. 2010.
- 18-Ellingsen, Ø.; Halle, M.; Conraads, V.; Støylen, A.; Dalen, H.; Delagardelle, C.; Larsen, A.I.; Hole, T.; Mezzani, A.; Van Craenenbroeck, E.M.; Videm, V.; Beckers, P.; Christle, J.W.; Winzer, E.; Mangner, N.; Woitek, F.; Höllriegel, R.; Pressler, A.; Monk-Hansen, T.; Snoer, M.; Feiereisen, P.; Valborgland, T.; Kjekshus, J.; Hambrecht, R.; Gielen, S.; Karlsen, T.; Prescott, E.; Linke, A. SMARTEX Heart Failure Study (Study of Myocardial Recovery After Exercise Training in Heart Failure) Group. High-Intensity Interval Training in Patients With Heart Failure With Reduced Ejection Fraction. *Circulation.* Vol. 135. Núm. 9. p. 839-849. 2017.
- 19-Eriksen, M.B.; Frandsen, T.F. The impact of patient, intervention, comparison, outcome (PICO) as a Search strategy tool o literature Search quality: a systematic review. *JMLA.* Vol. 106. Núm. 4. p. 420-431. 2018.
- 20-Esfandiari, S.; Sasson, Z.; Goodman, J.M. Short-term high-intensity interval and continuous moderateintensity training improve maximal aerobic power and diastolic filling during exercise. *Eur J Appl Physiol.* Vol. 114. Núm. 2. p. 331-343. 2014.
- 21-Farrahi, V.; Rostami, M.; Dumuid, D.; Chastin, S.F.M.; Niemelä, M.; Korpelainen, R.; Jämsä, T.; Oussalah, M. Joint Profiles of Sedentary Time and Physical Activity in Adults and Their Associations with Cardiometabolic Health. *Med Sci Sports Exerc.* Vol. 54. Núm. 12. p. 2118-2128. 2022.
- 22-Fleg, J.L.; Morrell, C.H.; Bos, A.G.; Brant, L.J.; Talbot, L.A.; Wright, J.G.; Lakatta, E.G. Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. *Circulation.* Vol. 112. Núm. 5. p.674-682. 2005.
- 23-Fletcher, G.F.; Balady, G.J.; Amsterdam, E.A.; Chaitman, B.; Eckel, R.; Fleg, J.; Froelicher, V.F.; Leon, A.S.; Piña, I.L.; Rodney, R.; Simons-Morton, D.A.; Williams, M.A.; Bazzarre, T. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation.* Vol. 104. Núm. 14. p. 1694-740. 2001.
- 24-GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet.* Vol. 396. Núm. 10258. p. 1204-1222. 2020.
- 25-Gillen, J.B.; Gibala, M.J. Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Appl Physiol Nutr Metab.* Vol. 39. Núm. 3. p. 409-412. 2014.
- 26-Guadalupe-Grau, A.; Fernandez-Elias, V.E.; Ortega, J.F.; Dela, F.; Helge, J.W.; Mora-Rodriguez, R. Effects of 6-month aerobic interval training on skeletal muscle metabolism in middle-aged metabolic syndrome patients.

Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. Vol. 28. Núm. 2. p. 585-595. 2018.

27-Iellamo, F.; Caminiti, G.; Sposato, B.; Vitale, C.; Massaro, M.; Rosano, G.; Volterrani, M. Effect of High-Intensity interval training versus moderate continuous training on 24-h blood pressure profile and insulin resistance in patients with chronic heart failure. *Intern Emerg Med*. Vol. 9. Núm. 5. p.547-552. 2014.

28-Jelleyman, C.; Yates, T.; O'Donovan, G.; Gray, L.J.; King, J.A.; Khunti, K.; Davies, M.J. The effects of high-intensity interval training on glucose regulation and insulin resistance: a meta-analysis. *Obes Rev*. Vol. 16. Núm. 11. p.942-961. 2015.

29-Kessler, H.S.; Sisson, S.B.; Short, K.R. The potential for high-intensity interval training to reduce cardiometabolic disease risk. *Sports Med*. Vol. 42. Núm. 6. p. 489-509. 2012.

30-Keteyian, S.J.; Hibner, B.A.; Bronsteen, K.; Kerrigan, D.; Aldred, H.A.; Reasons, L.M.; Saval, M.A.; Brawner, C.A.; Schairer, J.R.; Thompson, T.M.; Hill, J.; McCulloch, D.; Ehrman, J.K. Greater improvement in cardiorespiratory fitness using higher-intensity interval training in the standard cardiac rehabilitation setting. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. Vol. 34. Núm. 2. p. 98-105. 2014.

31-Koufaki, P.; Mercer, T.H.; George, K.P.; Nolan, J. Low-volume high-intensity interval training vs continuous aerobic cycling in patients with chronic heart failure: a pragmatic randomised clinical trial of feasibility and effectiveness. *J Rehabil Med*. Vol. 46. Núm. 4. p.348-356. 2014.

32-Levine, B.D. $\dot{V}O_2$ máx: what do we know, and what do we still need to know? *J Physiol*. Vol. 586. Núm. 1. p. 25-34. 2008.

33-Matos, M.A.; Vieira, D.V.; Pinhal, K.C.; Lopes, J.F.; Dias-Peixoto, M.F.; Pauli, J.R.; Castro Magalhães, F.; Little, J.P.; Rocha-Vieira, E.; Amorim, F.T. High-Intensity Interval Training Improves Markers of Oxidative Metabolism in Skeletal Muscle of Individuals With Obesity and Insulin Resistance. *Front Physiol*. Vol. 31. Núm. 9. p.1451. 2018.

34-Marcin, T.; Trachsel, L.D.; Dysli, M.; Schmid, J.P.; Eser, P.; Wilhelm, M. Effect of self-tailored

high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous exercise on cardiorespiratory fitness after myocardial infarction: A randomised controlled trial. *Ann Phys Rehabil Med*. Vol. 65. Núm. 1. p.1-7. 2022.

35-Matsuo, T.; Saotome, K.; Seino, S.; Shimojo, N.; Matsushita, A.; Iemitsu, M.; Ohshima, H.; Tanaka, K.; Mukai, C. Effects of a low-volume aerobic-type interval exercise on VO_2 max and cardiac mass. *Med Sci Sports Exerc*. Vol. 46. Núm. 1. p. 42-50. 2014.

36-Maturana, F.M.; Martus, P.; Zipfel, S.; Nieb, A.M. Effectiveness of HIIE versus MICT in Improving Cardiometabolic Risk Factors in Health and Disease: A Meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*. Vol. 53. Núm. 3. p.559-573. 2021.

37-McGavock, J.M.; Hastings, J.L.; Snell, P.G.; McGuire, D.K.; Pacini, E.L.; Levine, B.D.; Mitchell, J.H. A forty-year follow-up of the Dallas Bed Rest and Training study: the effect of age on the cardiovascular response to exercise in men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. Vol. 64. Núm. 2. p. 293-299. 2009.

38-Meyer, F.J.; Borst, M.M.; Zugck, C.; Kirschke, A.; Schellberg, D.; Kübler, W.; Haass, M. Respiratory muscle dysfunction in congestive heart failure: clinical correlation and prognostic significance. *Circulation*. Vol. 103. Núm. 17. p.2153-2158. 2001.

39-Mueller, S.; Winzer, E.B.; Duvinage, A.; Gevaert, A.B.; Edelmann, F.; Haller, B.; Pieske-Kraigher, E.; Beckers, P.; Bobenko, A.; Hommel, J.; Van de Heyning, C.M.; Esefeld, K.; Von Korn, P.; Christle, J.W.; Haykowsky, M.J.; Linke, A.; Wisløff, U.; Adams, V.; Pieske, B.; Van Craenenbroeck, E.M.; Halle, M.; Optim Ex-Clin Study Group. Effect of High-Intensity Interval Training, Moderate Continuous Training, or Guideline-Based Physical Activity Advice on Peak Oxygen Consumption in Patients With Heart Failure With Preserved Ejection Fraction: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. Vol. 325. Núm. 6. p. 542-551. 2021.

40-Nieman, D.C.; Nehlsen-Cannarella, S.L.; Markoff, P.A.; Balk-Lamberton, A.J.; Yang, H.; Chritton, D.B.; Lee, J.W.; Arabatzis, K. The effects of moderate exercise training on natural killer cells and acute upper respiratory tract

infections. *Int J Sports Med.* Vol. 11. Núm. 6. p. 467-473. 1990.

41-Olson, T.P.; Joyner, M.J.; Dietz, N.M.; Eisenach, J.H.; Curry, T.B.; Johnson, B.D. Effects of respiratory muscle work on blood flow distribution during exercise in heart failure. *J Physiol.* Vol. 588. Núm. 13. p.2487-2501. 2010.

42-Page, M.J.; Moher, D.; Bossuyt, P.M.; Boutron, I.; Hoffmann, T.C.; Mulrow, C.D.; Shamseer, L.; Tetzlaff, J.M.; Akl, E.A.; Brennan, S.E.; Chou, R.; Granville, J.; Grimshaw, J.M.; Hróbjartsson, A.; Lalu, M.M.; Li, T.; Loder, E.W.; Wilson, E.M.; McDonald, S.; McGuinness, L.A.; Stewart, L.A.; Thomas, J.; Tricco, A.C.; Welch, V.A.; Whiting, P.; McKenzie, J.E. PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ.* Vol. 372. Núm.160. p. 1-36. 2021.

43-PEDro. Physiotherapy Evidence Database. Disponível em: <[PEDro scale - PEDro](#)>. Acesso em 11/2022.

44-Ramos, J.S.; Dalleck, L.C.; Tjonna, A.E.; Beetham, K.S.; Coombes JS. The impact of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* Vol. 45. Núm. 5. p. 679-692. 2015.

45-Rosenblat, M.A.; Granata, C.; Thomas, S.G. Effect of Interval Training on the Factors Influencing Maximal Oxygen Consumption: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* Vol. 52. Núm. 6. p. 1329-1352. 2022.

46-Saltin, B.; Blomqvist, G.; Mitchell, J.H.; Johnson, R.L.; Wildenthal, K.; Chapman, C.B. Response to exercise after bed rest and after training. *Circulation.* Vol. 38. p.VII1-VII78. 1968.

47-Shephard, R.J.; Allen, C.; Benade, A.J.; Davies, C.T.; Di Prampero, P.E.; Hedman, R.; Merriman, J.E.; Myhre, K.; Simmons, R. The maximum oxygen intake. An international reference standard of cardiorespiratory fitness. *Bull World Health Organ.* Vol. 38. Núm. 5. p. 757-764. 1968.

48-Simon, M.; Korn, K.; Cho, L.; Blackburn, G.G.; Raymond, C. Cardiac rehabilitation: A class 1 recommendation. *Cleve Clin J Med.* Vol. 85. Núm. 7. p. 551-558. 2018.

49-Spee, R.F.; Niemeijer, V.M.; Wijn, P.F.; Doevendans, P.A.; Kemps, H.M. Effects of high-intensity interval training on central haemodynamics and skeletal muscle oxygenation during exercise in patients with chronic heart failure. *Eur J Prev Cardiol.* Vol. 23. Núm. 18. p. 1943-1952. 2016.

50-Tasoulis, A.; Papazachou, O.; Dimopoulos, S.; Gerovasili, V.; Karatzanos, E.; Kyprianou, T.; Drakos, S.; Anastasiou-Nana, M.; Roussos, C.; Nanas, S. Effects of interval exercise training on respiratory drive in patients with chronic heart failure. *Respir Med.* Vol. 104. Núm. 10. p. 1557-1565. 2010.

51-Taylor, R.S.; Brown, A.; Ebrahim, S.; Jolliffe, J.; Noorani, H.; Rees, K.; Skidmore, B.; Stone, J.A.; Thompson, D.R.; Oldridge, N. Exercise-based rehabilitation for patients with coronary heart disease: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Med.* Vol. 116. Núm. 10. p. 682-692. 2004.

52-Villelabeitia-Jaureguizar, K.; Vicente-Campos, D.; Berenguel Senen, A.; Hernández Jiménez, V.; Ruiz Bautista, L.; Barrios Garrido-Lestache, M.E.; López Chicharro, J. Mechanical efficiency of high versus moderate intensity aerobic exercise in coronary heart disease patients: A randomized clinical trial. *Cardiol J.* Vol. 26. Núm. 2. p. 130-137. 2019.

53-Warburton, D.E.; Haykowsky, M.J.; Quinney, H.A.; Blackmore, D.; Teo, K.K.; Taylor, D.A.; McGavock, J.; Humen, D.P. Blood volume expansion and cardiorespiratory function: effects of training modality. *Med Sci Sports Exerc.* Vol. 36. Núm. 6. p. 991-1000. 2004.

54-Wehmeier, U.F.; Schweitzer, A.; Jansen, A.; Probst, H.; Grüter, S.; Hähnchen, S.; Hilberg, T. Effects of high-intensity interval training in a three-week cardiovascular rehabilitation: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* Vol. 34. Núm. 5. p. 646-655. 2020.

1 - Mestrando em Educação Física pela Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo-EEFERP-USP, Ribeirão Preto-SP, Brasil.

2 - Departamento de Fisiologia da Universidade Federal de São Paulo-UNIFESP, Brasil; Laboratório de Fisiologia do Exercício, Centro Olímpico de Treinamento e Pesquisa (COTP), São Paulo-SP, Brasil.

E-mail dos autores:

bardellamateus@usp.br

thilopes82@gmail.com

Autor Correspondente:

Mateus do Carmo Bardella.

bardellamateus@usp.br

Avenida Leão XIII, 3905 (ap.303, bl.06).

Ribeirania, Ribeirão Preto-SP, Brasil.

Recebido para publicação em 27/01/2023

Aceito em 17/03/2023