



# Diferentes intensidades de exercício físico e capacidade funcional na DPOC: revisão sistemática e meta-análise

Juliano Rodrigues Adolfo<sup>1,a</sup>, William Dhein<sup>1,b</sup>, Graciele Sbruzzi<sup>1,2,3,c</sup>

1. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Porto Alegre (RS) Brasil.
  2. Curso de Fisioterapia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Porto Alegre (RS) Brasil.
  3. Programa de Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Porto Alegre (RS) Brasil.
- a. <http://orcid.org/0000-0003-4041-2838>  
b. <http://orcid.org/0000-0002-8476-7342>  
c. <http://orcid.org/0000-0002-4677-3098>

Recebido: 21 junho 2018.

Aprovado: 8 fevereiro 2019.

Trabalho realizado no Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS) Brasil.

## INTRODUÇÃO

Devido a seu acometimento sistêmico e por ser um importante fator de risco para outras comorbidades, a DPOC apresenta um impacto crescente a nível mundial,<sup>(1)</sup> e a limitação crônica do fluxo aéreo devido à anormalidade das vias alveolares é a sua característica mais marcante, cujo principal sintoma é a dispneia,<sup>(2)</sup> resultante de deficiência genética (alfa-1 antitripsina), poluição do ar externo ou interno (relacionado à combustão da queima de lenha), significativa exposição a partículas ou gases nocivos (como no tabagismo, por exemplo), dentre outros. Entretanto, a DPOC já não pode ser considerada uma doença com envolvimento exclusivamente pulmonar.<sup>(3)</sup>

A intolerância ao exercício é uma consequência da doença, o que leva o paciente a um estilo de vida sedentário para evitar a dispneia resultante da atividade. A associação da inatividade física aos distúrbios metabólicos e alterações estruturais causadas pela DPOC, assim como o fato de o tabagismo também ser uma causa primária, tornam múltiplos os fatores de risco para doenças cardiovasculares nessa população.<sup>(4)</sup> Além disso, a DPOC é um poderoso fator de risco independente para morbidade e mortalidade cardiovascular,<sup>(5)</sup> uma vez que os principais fatores de risco para doenças cardiovasculares também estão presentes nesses pacientes.<sup>(6)</sup>

O exercício físico é parte integrante dos programas de reabilitação pulmonar. Os princípios de treinamento são a duração do exercício, sua frequência, progressão, modalidade, individualidade e, principalmente, a

## RESUMO

**Objetivo:** Avaliar e comparar os efeitos do *high-intensity interval training* (HIIT, treinamento intervalado de alta intensidade) aos do exercício contínuo sobre a capacidade funcional e variáveis cardiovasculares em pacientes com DPOC por meio de revisão sistemática e meta-análise de estudos controlados randomizados. **Métodos:** A busca incluiu as bases PubMed, *Physiotherapy Evidence Database*, *Cochrane Central Register of Controlled Trials* e EMBASE, além de busca manual, até janeiro de 2017. Foram incluídos estudos que compararam os efeitos de diferentes intensidades de exercício em pacientes com DPOC sobre a capacidade funcional e variáveis cardiovasculares. **Resultados:** Dos 78 artigos identificados, 6 foram incluídos na revisão sistemática e meta-análise. Em relação ao consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ), foi observado que não houve diferenças entre o HIIT e outra intervenção no  $VO_{2max}$  relativo (0,03 ml/kg/min; IC95%: -3,05 a 3,10) e  $VO_{2max}$  absoluto (0,03 l/min; IC95%: -0,02 a 0,08). **Conclusões:** O HIIT e o exercício contínuo atuam de maneira semelhante em relação a respostas funcionais e cardiovasculares. Entretanto, os resultados apresentados devem ser analisados com cautela, pois os estudos incluídos apresentaram alto risco de viés, podendo influenciar diretamente seus resultados.

**Descritores:** Doença pulmonar obstrutiva crônica; Exercício; Consumo de oxigênio.

intensidade, reconhecida como determinante fundamental em relação aos benefícios fisiológicos adquiridos na reabilitação.<sup>(7)</sup> De acordo com o *American College of Sports Medicine*,<sup>(8)</sup> o exercício aeróbico contínuo de intensidade moderada, de 20 a 60 min de duração por sessão, apresenta benefícios fisiológicos, seja em esteira, seja em cicloergômetro, esse último resultando em menor dessaturação de oxigênio induzida pelo exercício no treinamento de pacientes com DPOC. Já o *high-intensity interval training* (HIIT, exercício intervalado de alta intensidade) pode ser uma alternativa aos treinamentos com exercícios contínuos para indivíduos com DPOC que possuem dificuldade em conseguir atingir a duração alvo em razão de dispneia, fadiga ou outro sintoma.<sup>(9)</sup>

Apesar de existirem alguns estudos, ainda há escassez de pesquisas científicas relacionando a DPOC e o efeito do HIIT na reabilitação pulmonar quanto a variáveis cardiovasculares e capacidade funcional. Um estudo que apresentou os efeitos de dois programas de treinamento em pacientes com DPOC apontou melhora na capacidade funcional após o período de 12 semanas de treinamento de alta intensidade.<sup>(10)</sup> Outro estudo que avaliou a melhora da função sistólica em pacientes com DPOC apresentou que os efeitos de HIIT e de exercícios moderados alteram positivamente os valores cardiovasculares.<sup>(11)</sup> Já outro estudo que analisou a variabilidade da frequência cardíaca após HIIT em pacientes com DPOC referiu melhora na função autonômica cardíaca após o treinamento de três meses de HIIT.<sup>(12)</sup> Ainda, uma revisão sistemática de

## Endereço para correspondência:

Juliano Rodrigues Adolfo. Rua Dom João Becker, 1852, apto. 253, Bloco N, Fátima, CEP 92200-722, Canoas, RS, Brasil.  
Tel.: 55 51 99804-1164. E-mail: juliano.adolfo@ufrgs.br  
Apoio financeiro: Nenhum.

estudos sobre mudanças nos parâmetros ventilatórios em pacientes com DPOC moderada a grave, participantes de programas de reabilitação pulmonar, avaliou o modo de exercício, sua frequência, duração e intensidade. Foi demonstrado que os pacientes suportaram a realização do HIIT, resultando em mudanças positivas nos parâmetros ventilatórios e na diminuição da dispneia associada à atividade física.<sup>(13)</sup>

Dessa forma, o presente estudo assume um importante papel na ampliação do conhecimento científico acerca das contribuições do exercício aeróbio e suas diferentes intensidades na saúde cardiovascular de indivíduos com DPOC, já que a última revisão sistemática publicada sobre o assunto é de 2014 e avaliou apenas desfechos ventilatórios. O objetivo do presente estudo foi revisar sistematicamente os efeitos do HIIT comparados aos do exercício aeróbio contínuo ou de outra intervenção sobre a capacidade funcional e as variáveis cardiovasculares em pacientes com DPOC.

## MÉTODOS

O estudo seguiu as recomendações propostas pelo PRISMA Statement<sup>(14)</sup> e foi registrado no *International Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO; Protocolo no. 42017056753).

### **Critérios de elegibilidade e estratégia de busca**

Foram incluídos estudos controlados randomizados que abordaram o uso do HIIT em pacientes com DPOC comparado com o uso do exercício aeróbio contínuo de intensidade moderada ou de outra intervenção sobre a capacidade funcional, avaliada através do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ), distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos (DTC6), e escalas de Borg para dispneia e para percepção de esforço em membros inferiores; e sobre variáveis cardiovasculares, tais como função endotelial, índice tornozelo-braquial,

pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica, FC, FR e  $SpO_2$ . Foram incluídos estudos que utilizaram diferentes modalidades de HIIT, como treino em esteira ou bicicleta ergométrica. Como critérios de exclusão os artigos não deveriam avaliar pacientes com doença ou condição médica que limitasse o exercício.

Foram pesquisados os seguintes bancos de dados eletrônicos (desde seu início até janeiro de 2017): PubMed, *Physiotherapy Evidence Database*, *Cochrane Central Register of Controlled Trials* e EMBASE. Além disso, foi realizada uma busca manual nas referências de estudos já publicados sobre o assunto. A busca foi realizada em 27 de janeiro de 2017 e compreendeu os descritores em inglês "high intensity interval training" e "pulmonary disease, chronic obstructive", assim como os descritores correspondentes em português "treinamento intervalado de alta intensidade" e "doença pulmonar obstrutiva crônica". Os descritores foram associados a uma lista sensível de termos para a busca de ensaios controlados randomizados, elaborada por Robinson e Dickersin.<sup>(15)</sup> Não houve restrição de idioma na busca. A busca foi realizada após o registro do estudo no PROSPERO. Foram levados em conta artigos completos publicados em periódicos e artigos submetidos aceitos. A busca completa utilizada no PubMed pode ser observada no Quadro S1.

### **Seleção dos estudos e extração dos dados**

Os títulos e resumos de todos os artigos identificados pela estratégia de busca foram avaliados independentemente em duplicata por dois investigadores. Todos os resumos que não forneciam informações suficientes sobre os critérios de inclusão e exclusão foram selecionados para a avaliação do texto completo. Nessa segunda fase, os mesmos revisores avaliaram independentemente os textos completos dos artigos e fizeram suas seleções de acordo com os critérios de elegibilidade pré-especificados. Discordâncias entre os revisores foram resolvidas por consenso.

**Quadro S1.** Estratégia de busca.

#1	"Pulmonary Disease, Chronic Obstructive"[Mesh] OR "Pulmonary Disease, Chronic Obstructive" OR "COPD, Severe Early-Onset" OR "COPD" OR "Chronic Obstructive Pulmonary Disease" OR "COAD" OR "Chronic Obstructive Airway Disease" OR "Chronic Obstructive Lung Disease" OR "Airflow Obstruction, Chronic" OR "Airflow Obstructions, Chronic" OR "Chronic Airflow Obstructions" OR "Chronic Airflow Obstruction"
#2	"High-Intensity Interval training"[Mesh] OR "High-Intensity Interval Training" OR "High Intensity Interval Training" OR "High-Intensity Interval Trainings" OR "Interval Training, High-Intensity" OR "Interval Trainings, High-Intensity" OR "Training, High-Intensity Interval" OR "Trainings, High-Intensity Interval" OR "High-Intensity Intermittent Exercise" OR "Exercise, High-Intensity Intermittent" OR "Exercises, High-Intensity Intermittent" OR "High-Intensity Intermittent Exercises" OR "Sprint Interval Training" OR "Sprint Interval Trainings" OR "Interval Training" OR "Interval Exercise" OR "Intermittent Exercise" OR "High Intensity Interval Exercise" OR "High Intensity Exercise" OR "High Intensity Training" OR "High Intensity Intermittent Exercises" OR "High-Intensity Exercise"
#3	(randomized controlled trial[pt] OR controlled clinical trial[pt] OR randomized controlled trials[mh] OR random allocation[mh] OR double-blind method[mh] OR single-blind method[mh] OR clinical trial[pt] OR clinical trials[mh] OR ("clinical trial"[tw]) OR ((singl*[tw] OR doubl*[tw] OR trebl*[tw] OR tripl*[tw]) AND (mask*[tw] OR blind*[tw])) OR ("latin square"[tw]) OR placebos[mh] OR placebo*[tw] OR random*[tw] OR research design[mh:noexp] OR follow-up studies[mh] OR prospective studies[mh] OR cross-over studies[mh] OR control*[tw] OR prospectiv*[tw] OR volunteer*[tw]) NOT (animal[mh] NOT human[mh])
#4	#1 AND #2 AND #3

Utilizando formulários eletrônicos padronizados, os mesmos dois revisores, de forma independente, conduziram a extração de dados com relação às características metodológicas dos estudos, intervenções e resultados; diferenças também foram resolvidas por consenso.

Os seguintes dados dos estudos foram inicialmente verificados: autores, ano de publicação, amostra (número total de sujeitos), metodologia, protocolo de intervenção de HIIT, grupo controle, protocolo comparador (caso existisse), desfechos avaliados, resultados e conclusões. O principal resultado extraído foi o  $VO_{2m\acute{a}x}$  (em ml/kg/min e l/min). Os desfechos secundários avaliados no presente estudo foram a DTC6 e as variáveis cardiovasculares citadas anteriormente.

### Avaliação do risco de viés e análise dos dados

A avaliação da qualidade dos estudos foi realizada de forma descritiva e incluiu as seguintes características: geração da randomização adequada, sigilo da alocação, cegamento, cegamento dos avaliadores dos desfechos, análise da intenção de tratar, descrição de perdas e exclusões. Estudos sem uma clara descrição dessas características foram considerados como “não informado”.

A análise da intenção de tratar foi considerada como confirmação na avaliação do estudo de que o número de participantes randomizados e o número analisado eram idênticos. Estudos sem essa característica foram considerados como não atendendo esse critério. A avaliação da qualidade foi realizada de forma independente pelos mesmos dois revisores.

A meta-análise foi realizada utilizando o modelo de efeitos randômicos, e as medidas de efeito foram obtidas pela diferença entre as médias em relação aos valores finais e basais. Considerou-se estatisticamente significativo um valor  $\alpha = 0,05$ . A heterogeneidade estatística do efeito do tratamento entre os estudos foi avaliada por meio do teste de inconsistência ( $I^2$ ), em que valores acima de 25% e 50% foram considerados como indicativo de moderada e alta heterogeneidade, respectivamente. Todas as análises foram conduzidas usando o software *Review Manager*, versão 5.3 (RevMan 5; Cochrane Collaboration, Oxford, Reino Unido).

## RESULTADOS

A busca inicial identificou 78 artigos, dos quais 49 estudos foram recuperados para análise detalhada. Desses, 17 foram considerados potencialmente relevantes. No entanto, 11 estudos foram excluídos: Nasis et al.,<sup>(16)</sup> Hsieh et al.,<sup>(17)</sup> Pitta et al.,<sup>(18)</sup> Rodríguez et al.<sup>(19)</sup> e Varga et al.,<sup>(20)</sup> por serem estudos quase-experimentais; Camilo et al.,<sup>(10)</sup> por não relatar os desfechos de interesse; Probst et al.,<sup>(11)</sup> Puhan et al.<sup>(12)</sup> e Pomidori et al.,<sup>(21)</sup> por realizarem treinamento não condizente com a definição de HIIT; Mador et al.,<sup>(22)</sup> por não se encaixar nos limites superiores da definição de HIIT; e Coppoolse et al.,<sup>(23)</sup> por realizar

HIIT associado a outra intervenção. Dessa forma, restaram 6 estudos que foram incluídos na revisão sistemática e meta-análise, totalizando 295 pacientes. A Figura 1 mostra o fluxograma dos estudos incluídos, e a Tabela 1 resume as características desses estudos.

De acordo com os critérios de inclusão nos estudos, o estadiamento dos indivíduos com DPOC selecionados, segundo a *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease*,<sup>(1)</sup> foi de valores entre  $\geq 30\%$  e  $< 80\%$  do  $VEF_1$  após o uso de broncodilatador e relação  $VEF_1/CVF < 70\%$ , sendo classificados como DPOC moderada e grave (graus II e III), respectivamente.<sup>(24-29)</sup>

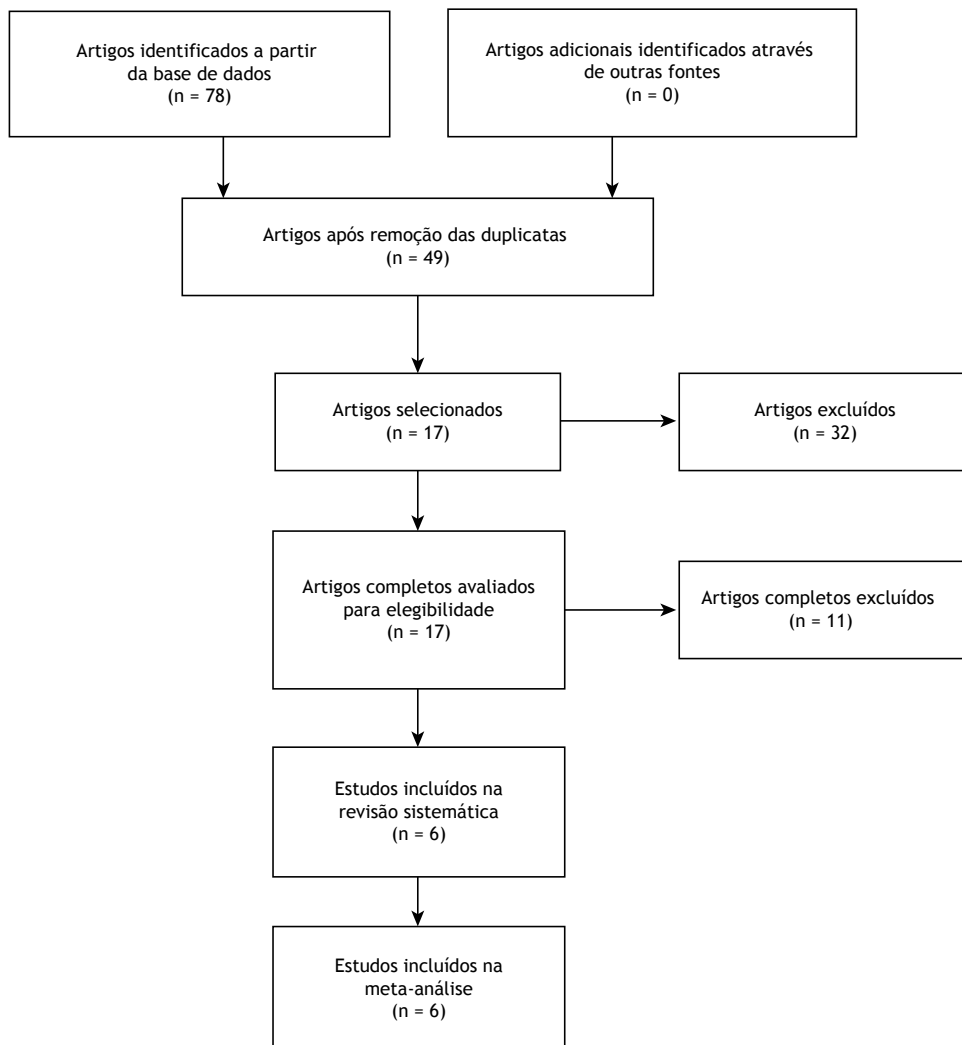
Quatro estudos compararam o HIIT com um programa de reabilitação que incluía apoio psicológico, treinamento de resistência, exercícios respiratórios, educação para a DPOC e relaxamento (amostra total de 238 indivíduos, dos quais 140 estavam no grupo HIIT).<sup>(24-27)</sup> Um estudo comparou o HIIT com exercício contínuo de baixa intensidade,<sup>(28)</sup> enquanto outro comparou o HIIT com exercício contínuo de moderada intensidade.<sup>(29)</sup>

Dos estudos incluídos na revisão sistemática, 4 (67%) apresentaram randomização adequada ou informada, apresentando baixo risco de viés; apenas 1 dos estudos informou a ocultação da alocação, bem como 1 dos estudos relatou o cegamento dos avaliadores dos desfechos, mas somente sobre uma variável, apresentando alto risco de viés; 5 dos estudos descreveram perdas no acompanhamento e exclusões, sendo baixo o risco de viés; e nenhum dos estudos realizou ou informou sobre análise por intenção de tratar, com alto risco de viés (Tabela 2).

Em relação aos efeitos das intervenções, 3 estudos<sup>(24,25,29)</sup> avaliaram o  $VO_{2m\acute{a}x}$  relativo ( $n = 200$ ) e 3 estudos<sup>(26-28)</sup> avaliaram o  $VO_{2m\acute{a}x}$  absoluto ( $n = 95$ ). Foi observado que, em ambas as análises, não houve diferença significativa entre os grupos HIIT e os grupos controle ( $VO_{2m\acute{a}x}$  relativo =  $0,03$  ml/kg/min; IC95%:  $-3,05$  a  $3,10$ ;  $I^2$ : 92%; e  $VO_{2m\acute{a}x}$  absoluto =  $0,03$  l/min; IC95%:  $-0,02$  a  $0,08$ ;  $I^2$ : 34%; Figuras 2A e 2B).

Sobre o  $VO_{2m\acute{a}x}$  relativo é possível identificar semelhanças entre os estudos,<sup>(24,25,29)</sup> principalmente em relação ao tempo de cada sessão (40, 39 e 38 minutos, respectivamente). Já o tempo de intervenção variou de 22 a 28 sessões. O tipo de treinamento no grupo intervenção foi semelhante entre os estudos: exercício aeróbico com ciclismo,<sup>(25)</sup> esteira rolante<sup>(29)</sup> e cicloergômetro<sup>(24)</sup>; entretanto, nos chamam a atenção os grupos controle: 2 estudos<sup>(25,29)</sup> utilizaram a mesma intervenção, mas com moderada intensidade no grupo controle, sem apresentar diferenças entre os grupos intervenção e controle. Porém, outro estudo<sup>(24)</sup> utilizou um misto de intervenções no grupo controle: educação do paciente, terapia medicamentosa, exercícios respiratórios, fisioterapia e nutrição, mostrando que o grupo HIIT foi superior ao grupo controle.

Os estudos<sup>(26-28)</sup> que avaliaram o  $VO_{2m\acute{a}x}$  absoluto apresentaram um tempo total de treinamento variando de 30-45 min e um tempo de intervenção de 16-30



**Figura 1.** Fluxograma dos estudos incluídos. ECR: ensaio controlado randomizado; e HIIT: *high-intensity interval training* (exercício intervalado de alta intensidade).

sessões. Com exceção de 1 estudo,<sup>(28)</sup> no qual o grupo controle realizou exercício contínuo de baixa intensidade, 2 estudos<sup>(26,27)</sup> realizaram treinamento em cicloergômetro com parâmetros muito próximos dos do grupo intervenção. Esses estudos não observaram diferenças em relação aos grupos; porém, 1 dos estudos<sup>(26)</sup> teve uma tendência de o grupo HIIT ser superior ao grupo controle (exercício de baixa intensidade).

Nenhum dos estudos incluídos avaliou a DTC6, índice tornozelo-braquial, escala de Borg de dispneia e SpO<sub>2</sub>. Apenas 1 estudo<sup>(29)</sup> avaliou a função endotelial, e os autores observaram que não houve alteração nessa variável intra e intergrupos.

Em relação a pressão arterial sistólica e pressão arterial diastólica, apenas 1 estudo<sup>(29)</sup> avaliou essas variáveis, e foi observado que não houve alteração em cada grupo pré- e pós-intervenção e entre os grupos. Em relação a FC, 2 estudos<sup>(24,29)</sup> avaliaram essa variável,

e 1 dos estudos<sup>(29)</sup> encontrou alteração significativa com redução da FC de repouso em ambos os grupos ( $p < 0,05$ ); entretanto, não houve alteração entre os grupos. No outro estudo<sup>(24)</sup> houve aumento da FC no grupo intervenção ( $p < 0,01$ ), mas sem alteração entre os grupos.

Um dos estudos<sup>(24)</sup> avaliou a FR, e foi observado que houve aumento da FR no grupo intervenção ( $p < 0,05$ ); no entanto, não houve diferença entre os grupos. No mesmo estudo<sup>(24)</sup> foi avaliada a escala de Borg para percepção de esforço em membros inferiores, observando-se uma diminuição do escore no grupo intervenção ( $p < 0,01$ ), mas sem alteração entre os grupos.

## DISCUSSÃO

No presente estudo verificou-se que o HIIT comparado ao exercício contínuo ou a outra intervenção atua de maneira semelhante em relação a VO<sub>2máx</sub> relativo,

Tabela 1. Características dos estudos incluídos.

Autores	Parâmetros no grupo intervenção	Tempo de intervenção	Parâmetros no grupo controle	Pacientes I/C, n	Idade I/C, anos; média $\pm$ dp
Arnardóttir et al. (25)	Tipo de treinamento: ciclismo; intensidade do exercício: $\geq$ 80% do máximo (3 min) e intervalos de 30-40% do máximo (3 min); tempo total: 39 min	16 semanas (2 x por semana)	Tipo de treinamento: ciclismo (treinamento de resistência com intensidade de exercício $\geq$ 65% do máximo) + exercícios respiratórios e de relaxamento	28/32	65 $\pm$ 7/64 $\pm$ 8
Brønstad et al. (29)	Tipo de treinamento: esteira rolante; intensidade: 4 x 4 min 90-95% da $FC_{max}$ (aquecimento de 10 min de 50-60% do $VO_{2max}$ e 60-70% da $FC_{max}$ ); cada intervalo foi separado por 3 min de pausas ativas com 50-70% da $FC_{max}$ ; tempo total de exercício: 38 min.	10 semanas (3 x por semana); pelo menos 26 das 32 sessões	Tipo de treinamento: esteira rolante; intensidade: 70% da $FC_{max}$ (exercício contínuo de moderada intensidade); tempo total de exercício: 47 min	10/7	65 $\pm$ 7/65 $\pm$ 5
Hentschel et al. (24)	Tipo de treinamento: cicloergômetro; intensidade: carga de treinamento = potência no limiar anaeróbio + 40% da diferença à potência máxima (de pico do exercício); tempo total de exercício: 40 min	4 semanas (no mínimo 22 sessões)	Tipo de treinamento: reabilitação, educação, medicamentos, nutrição, fisioterapia e exercícios respiratórios	84/39	48 $\pm$ 10/49 $\pm$ 12
Normandin et al. (28)	Tipo de treinamento: esteira rolante e cicloergômetro; intensidade: 80% da carga máxima (2 min de aquecimento e tempo para resfriamento não contabilizados); tempo total de exercício: 30 min; intensidade aumentada se Borg = 4 e diminuída se Borg = 7 ou FC próxima do máximo	8 semanas (2 x por semana); 16 sessões	Tipo de treinamento: exercícios em sala/calistenia com 8-10 repetições (45-60 s; exercício contínuo de baixa intensidade); tempo total de exercício: 40 min; tempo total da aula: 45 min	20/20	69 $\pm$ 7/67 $\pm$ 9
Vogiatzis et al. (26)	Tipo de treinamento: ciclismo; intensidade: 100% do máximo (30 s) e 45% do máximo (30 s) nas semanas 1-4; 120% do máximo nas semanas 5-8; 140% do máximo nas semanas 9-12; tempo total de exercício: 40 min	12 semanas (2 x por semana)	Tipo de treinamento: exercício em cicloergômetro a 50%, 60% e 70% do máximo + educação, exercícios respiratórios, apoio psicológico e relaxamento	18/18	67 $\pm$ 2/69 $\pm$ 2
Vogiatzis et al. (27)	Tipo de treinamento: ciclismo; intensidade: 100% do máximo (30 s) e 45% do máximo (30 s); tempo total de exercício: 45 min	10 semanas (3 x por semana)	Tipo de treinamento: exercício em cicloergômetro a 60%, 70% e 80% do máximo + educação, exercícios respiratórios, apoio psicológico e relaxamento	10/9	64 $\pm$ 3/67 $\pm$ 2

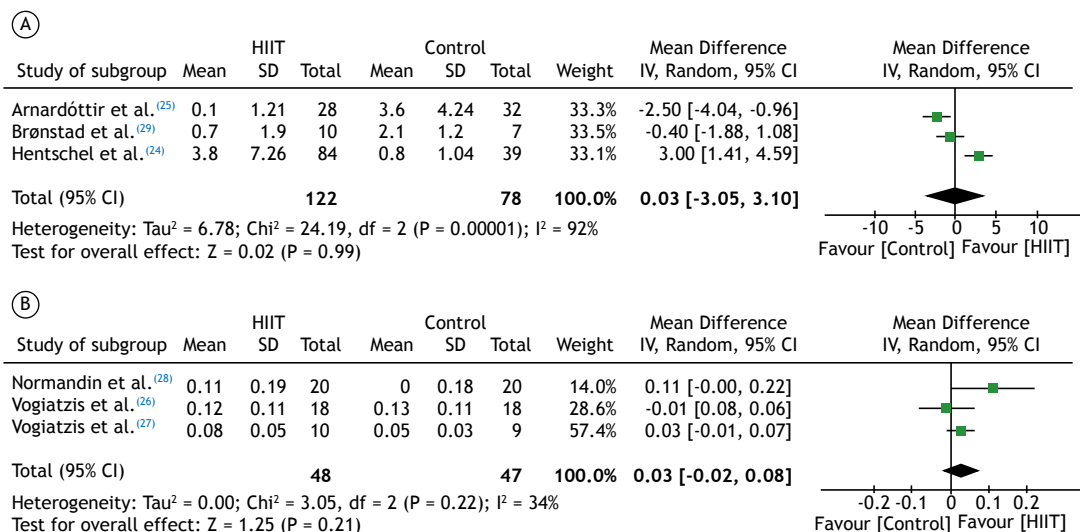
I/C: intervenção/controle ; e  $VO_{2max}$ : consumo máximo de oxigênio.



**Tabela 2.** Avaliação do risco de viés.

Estudo, ano	Geração de sequência aleatória	Alocação sigilosa	Cegamento dos avaliadores dos desfechos	Descrição de perdas e exclusões	Análise por intenção de tratar
Arnardóttir et al. <sup>(25)</sup>	Sim	Não informado	Não informado	Sim	Não
Brønstad et al. <sup>(29)</sup>	Sim	Sim	Não informado	Sim	Não informado
Hentschel et al. <sup>(24)</sup>	Não informado	Não informado	Não informado	Sim	Não informado
Normandin et al. <sup>(28)</sup>	Não informado	Não informado	Não informado	Sim	Não
Vogiatzis et al. <sup>(26)</sup>	Sim	Não informado	Não informado	Não	Não informado
Vogiatzis et al. <sup>(27)</sup>	Sim	Não informado	Sim <sup>a</sup>	Sim	Não

<sup>a</sup>Sim para a definição dos limiares.



**Figura 2.** Comparação entre HIIT e exercício contínuo e reabilitação sobre o VO<sub>2máx</sub> relativo (em A) e absoluto (em B). HIIT: *high-intensity interval training* (exercício intervalado de alta intensidade); VO<sub>2máx</sub>: consumo máximo de oxigênio.

VO<sub>2máx</sub> absoluto e variáveis cardiovasculares em pacientes com DPOC.

Em relação ao tipo e à intensidade de exercício físico que deve ser incluído em um programa de reabilitação pulmonar, estudos demonstram efeitos positivos tanto no uso do HIIT quanto no de exercício contínuo de moderada intensidade em pacientes com DPOC.<sup>(30,31)</sup> Um estudo<sup>(20)</sup> que comparou o treinamento contínuo com o intervalado também indicou que os efeitos fisiológicos dos dois tipos de treinamento são semelhantes nesses pacientes.

Um ensaio clínico<sup>(32)</sup> demonstrou redução na percepção de dispneia, aumento da capacidade de exercício avaliada pelo VO<sub>2máx</sub> e melhor qualidade de vida em pacientes com DPOC submetidos a ambas as intensidades de exercício. Ainda, uma revisão sistemática<sup>(33)</sup> apresentou que tanto os exercícios intervalados quanto os exercícios contínuos proporcionaram melhora na capacidade de exercício avaliada através da DTC6 e qualidade de vida. Um estudo<sup>(34)</sup> que comparou as diferentes intensidades de exercício mostrou que tanto o exercício contínuo quanto o intervalado parecem ser igualmente eficazes em melhorar a DTC6, os sintomas e a qualidade de vida em pacientes com DPOC.

Contrários aos resultados obtidos aqui, estudos<sup>(17,35,36)</sup> que avaliaram os efeitos fisiológicos do treinamento

parecem indicar que tais efeitos são mais benéficos naqueles pacientes que são capazes de treinar em intensidades mais elevadas do que aqueles em menor intensidade. Além disso, uma revisão sistemática<sup>(37)</sup> encontrou um aumento significativo na capacidade máxima de exercício na DTC6 e diminuição de dor nos membros inferiores apenas durante exercícios intervalados em pacientes com DPOC. Ainda, outro estudo<sup>(30)</sup> que avaliou o VO<sub>2máx</sub> em diferentes intensidades de exercício demonstrou que a resposta após HIIT foi de duas a três vezes maior do que a resposta após treinamento de baixa intensidade (85-95% e 70% da FC máxima, respectivamente) em indivíduos saudáveis.

Hsieh et al.<sup>(17)</sup> relatou que apenas os pacientes que conseguiram realizar o treinamento físico de alta intensidade melhoraram sua capacidade máxima de exercício no VO<sub>2máx</sub> e na DTC6, CVF e eficiência do trabalho. Outro estudo<sup>(11)</sup> concluiu que programas de alta intensidade tendem a resultar em melhoras fisiológicas significativas, sendo especialmente eficientes para aumentar a capacidade de exercício e força muscular.

De modo geral, a intensidade ideal do treinamento físico depende dos objetivos individuais de cada indivíduo, e, caso o objetivo seja aumentar a capacidade de executar tarefas que estão acima do atual nível de tolerância, o HIIT parece provocar um maior aumento do desempenho, pois envolve energia anaeróbica

significativa capaz de imitar melhor as exigências fisiológicas das atividades do dia a dia, ser tolerável para os pacientes e, de fato, reduzir o grau de dispneia e de hiperinsuflação dinâmica através de uma demanda ventilatória reduzida.<sup>(38)</sup>

A formulação do problema de pesquisa e o desenvolvimento de critérios de elegibilidade seguiram um rigor metodológico. A seleção dos estudos, a avaliação da qualidade metodológica e a concordância na inclusão e exclusão de estudos foram realizadas por dois avaliadores independentes. O emprego da meta-análise aumenta o poder de evidência sobre a influência do HIIT sobre variáveis funcionais e cardiovasculares.

Podemos observar que grande parte dos estudos incluídos na presente revisão apresentaram alto ou baixo risco de viés e que nenhum dos estudos contemplou todos os itens avaliados. Por exemplo, apenas 1 estudo informou o sigilo da alocação e o cegamento dos avaliadores dos desfechos, características que podem influenciar diretamente os resultados. Dessa forma,

é possível que a realização de novos estudos com maior qualidade metodológica envolvendo as variáveis estudadas poderá alterar os resultados encontrados até o momento. Ainda assim, poucos ensaios randomizados controlados foram encontrados, sendo que grande parte dos estudos realizados envolvendo HIIT e pacientes com DPOC são do tipo quase-experimental.

Apesar de termos encontrado heterogeneidade moderada e alta nas meta-análises de  $VO_{2\text{máx}}$ , provavelmente devido aos protocolos de intervenção e aos grupos controle (diferentes intensidades de exercício contínuo), não foi possível realizar análises de sensibilidade pelo pequeno número de estudos incluídos em cada análise, o que dificulta análises adicionais.

Em conclusão, os resultados apresentados aqui devem ser analisados com cuidado, pois os estudos incluídos apresentam alto risco de viés, principalmente quanto a sigilo da alocação, cegamento dos avaliadores dos desfechos e análise por intenção de tratar. A falta dessas características metodológicas pode influenciar diretamente os resultados dos estudos.

## REFERÊNCIAS

- Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) [homepage on the Internet]. Bethesda: GOLD [cited 2018 Jun 10]. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of COPD - 2018 Report. [Adobe Acrobat document, 155p.]. Available from: [https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2017/11/GOLD-2018-v6.0-FINAL-revised-20-Nov\\_WMS.pdf](https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2017/11/GOLD-2018-v6.0-FINAL-revised-20-Nov_WMS.pdf)
- Borel B, Provencher S, Saey D, Maltais F. Responsiveness of Various Exercise-Testing Protocols to Therapeutic Interventions in COPD. *Pulm Med*. 2013;2013:410748. <https://doi.org/10.1155/2013/410748>
- Carreiro A, Santos J, Rodrigues F. Impact of comorbidities in pulmonary rehabilitation outcomes in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Rev Port Pneumol*. 2013;19(3):106-13. <https://doi.org/10.1016/j.rppneu.2012.12.004>
- Gale N, Duckers JM, Enright S, Cockcroft JR, Shale DJ, Bolton CE. Does pulmonary rehabilitation address cardiovascular risk factors in patients with COPD? *BMC Pulm Med*. 2011;11:20. <https://doi.org/10.1186/1471-2466-11-20>
- Castagna O, Boussuges A, Nussbaum E, Marqueste L, Brisswalter J. Peripheral arterial disease: an underestimated aetiology of exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease patients. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2008;15(3):270-7. <https://doi.org/10.1097/HJR.0b013e3282f009a9>
- Müllerova H, Agusti A, Ergou S, Mapel DW. Cardiovascular comorbidity in COPD: systematic literature review. *Chest*. 2013;144(4):1163-1178. <https://doi.org/10.1378/chest.12-2847>
- Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol*. 2001;37(1):153-6. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(00\)01054-8](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(00)01054-8)
- Ferguson B. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. *J Can Chiropr Assoc [serial on the Internet]*. 2014 Sep [cited 2018 Jun 10];58(3):[about 3 p.]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4139760>
- Spruit MA, Singh JS, Garvey C, ZuWallack R, Nici L, Rochester C, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;188(8):e13-64. <https://doi.org/10.1164/rccm.201309-1634ST>
- Camilo CA, Luburu Vde M, Gonçalves NS, Cavalheri V, Tomasi FP, Hernandes NA, et al. Improvement of heart rate variability after exercise training and its predictors in COPD. *Respir Med*. 2011;105(7):1054-62. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2011.01.014>
- Probst VS, Kovels D, Hernandes NA, Camilo CA, Cavalheri V, Pitta F. Effects of 2 exercise training programs on physical activity in daily life in patients with COPD. *Respir Care*. 2011;56(11):1799-807. <https://doi.org/10.4187/respcare.01110>
- Puhan MA, Büsching G, Schünemann HJ, VanOort E, Zaugg C, Frey M. Interval versus continuous high-intensity exercise in chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Intern Med*. 2006;145(11):816-25. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-145-11-200612050-00006>
- Osterling K, MacFadyen K, Gilbert R, Dechman G. The effects of high intensity exercise during pulmonary rehabilitation on ventilatory parameters in people with moderate to severe stable COPD: a systematic review. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2014;9:1069-78. <https://doi.org/10.2147/COPD.S68011>
- Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JP, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Med*. 2009;6(7):e1000100. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>
- Robinson KA, Dickersin K. Development of a highly sensitive search strategy for the retrieval of reports of controlled trials using PubMed. *Int J Epidemiol*. 2002;31(1):150-3. <https://doi.org/10.1093/ije/31.1.150>
- Nasis I, Kortianou E, Vasilopoulou M, Spetsioti S, Louvaris Z, Kaltsakas G, et al. Hemodynamic effects of high intensity interval training in COPD patients exhibiting exercise-induced dynamic hyperinflation. *Respir Physiol Neurobiol*. 2015;217:8-16. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2015.06.006>
- Hsieh MJ, Lan CC, Chen NH, Huang CC, Wu YK, Cho HY, et al. Effects of high-intensity exercise training in a pulmonary rehabilitation programme for patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respirology*. 2007;12(3):381-8. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1843.2007.01077.x>
- Pitta F, Brunetto AF, Padovani CR, Godoy I. Effects of isolated cycle ergometer training on patients with moderate-to-severe chronic obstructive pulmonary disease. *Respiration*. 2004;71(5):477-83. <https://doi.org/10.1159/000080632>
- Rodríguez DA, Arbillaga A, Barberan-García A, Ramirez-Sarmiento A, Torralba Y, Vilaró J, et al. Effects of interval and continuous exercise training on autonomic cardiac function in COPD patients. *Clin Respir J*. 2016;10(1):83-9. <https://doi.org/10.1111/crj.12189>
- Varga J, Porszasz J, Boda K, Casaburi R, Somfay A. Supervised high intensity continuous and interval training vs. self-paced training in COPD. *Respir Med*. 2007;101(11):2297-304. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2007.06.017>
- Pomodori L, Contoli M, Mandolesi G, Cogo A. A simple method for home exercise training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2012;32(1):53-7.

- <https://doi.org/10.1097/HCR.0b013e31823be0ce>
22. Mador MJ, Krawza M, Alhajhusian A, Khan Al, Shaffer M, Kufel TJ. Interval training versus continuous training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2009;29(2):126-32. <https://doi.org/10.1097/HCR.0b013e31819a024f>
  23. Coppoolse R, Schols AM, Baarends EM, Mostert R, Akkermans MA, Janssen PP, et al. Interval versus continuous training in patients with severe COPD: a randomized clinical trial. *Eur Respir J.* 1999;14(2):258-63. <https://doi.org/10.1034/f.1399-3003.1999.14b04.x>
  24. Hentschel M, Becker J, Lepthn HJ. Effects of a high intensity training program on patients with chronic obstructive airways disease (COAD) [Article in German]. *Pneumologie.* 2002;56(4):240-6. <https://doi.org/10.1055/s-2002-25073>
  25. Arnardóttir RH, Boman G, Larsson K, Hedenström H, Emtner M. Interval training compared with continuous training in patients with COPD. *Respir Med.* 2007;101(6):1196-204. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2006.11.004>
  26. Vogiatzis I, Nanas S, Roussos C. Interval training as an alternative modality to continuous exercise in patients with COPD. *Eur Respir J.* 2002;20(1):12-9. <https://doi.org/10.1183/09031936.02.01152001>
  27. Vogiatzis I, Terzis Z, Nanas S, Stratakos G, Simoes DC, Geordiadou O, et al. Skeletal muscle adaptations to interval training in patients with advanced COPD. *Chest.* 2005;128(6):3838-45. <https://doi.org/10.1378/chest.128.6.3838>
  28. Normandin EA, McCusker C, Connors M, Vale F, Gerardi D, ZuWallack RL. An evaluation of two approaches to exercise conditioning in pulmonary rehabilitation. *Chest.* 2002;121(4):1085-91. <https://doi.org/10.1378/chest.121.4.1085>
  29. Brønstad E, Tjønnå AE, Rognmo Ø, Dalen H, Heggli AM, Wisloff U, et al. Aerobic exercise training improves right- and left ventricular systolic function in patients with COPD. *COPD.* 2013;10(3):300-6. <https://doi.org/10.3109/15412555.2012.745843>
  30. Helgerud J, Høydal K, Wang E, Karlsen T, Berg P, Bjerkaas M, et al. Aerobic high-intensity intervals improve VO<sub>2</sub>max more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(4):665-71. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180304570>
  31. Xu QF, Yuan W, Zhao XJ, Li B, Wang HY. Exercise-related risk at anaerobic threshold in patients with chronic obstructive pulmonary disease [Article in Chinese]. *Zhonghua Jie He He Hu Xi Za Zhi.* 2016;39(2):110-2. <https://doi.org/10.3760/cma.j.isn.1001-0939.2016.02.008>
  32. Stefanelli F, Meoli I, Cobuccio R, Curcio C, Amore D, Casazza D, et al. High-intensity training and cardiopulmonary exercise testing in patients with chronic obstructive pulmonary disease and non-small-cell lung cancer undergoing lobectomy. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2013;44(4):e260-5. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezt375>
  33. Beauchamp MK, Nonoyama M, Goldstein RS, Hill K, Dolmage TE, Mathur S, et al. Interval versus continuous training in individuals with chronic obstructive pulmonary disease—a systematic review. *Thorax.* 2010;65(2):157-64. <https://doi.org/10.1136/thx.2009.123000>
  34. Zainuldin R, Mackey MG, Alison JA. Optimal intensity and type of leg exercise training for people with chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011;(11):CD008008. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008008.pub2>
  35. Casaburi R, Patessio A, Ioli F, Zanaboni S, Donner CF, Wasserman K. Reductions in exercise lactic acidosis and ventilation as a result of exercise training in patients with obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis.* 1991;143(1):9-18. <https://doi.org/10.1164/ajrccm/143.1.9>
  36. Maltais F, LeBlanc P, Jobin J, Berube C, Bruneau J, Carrier R, et al. Intensity of training and physiologic adaptation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997;155(2):555-61. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.155.2.9032194>
  37. Puhan MA, Schünemann HJ, Frey M, Scharplatz M, Bachmann LM. How should COPD patients exercise during respiratory rehabilitation? Comparison of exercise modalities and intensities to treat skeletal muscle dysfunction. *Thorax.* 2005;60(5):367-75. <https://doi.org/10.1136/thx.2004.033274>
  38. Butcher SJ, Jones RL. The impact of exercise training intensity on change in physiological function in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Sports Med.* 2006;36(4):307-25. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636040-00003>