

## Quais protocolos de TIAI são mais utilizados em pessoas com síndrome metabólica? uma revisão sistemática

### Which HIIT protocols are most used in people with metabolic syndrome? a systematic review

### ¿Qué protocolos de TIAI se utilizan más en personas con síndrome metabólico? una revisión sistemática

\*Bruno Cicero Teixeira, \*Carlos Eduardo Vaz Lopes, \*,\*\*Marcelo Colonna, \*,\*\*\*Raman Reis, \*Veronica Moura, \*Rodolfo Nunes, \*Rodrigo Vale, \*Gustavo Casimiro-Lopes

\*Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Brasil), \*\*Centro Universitário Augusto Motta (Brasil), \*\*\*Universidade Federal do Rio de Janeiro (Brasil)

**Resumo.** A síndrome metabólica (SM) é uma condição que afeta grande parte da população mundial, sendo composta por fatores de risco que aumentam a chance de mortalidade por doenças cardiovasculares. O treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI) é um tipo de exercício físico utilizado no tratamento dessa condição. Diante disso o objetivo desse estudo é identificar quais são os protocolos de TIAI utilizados para tratar pessoas com SM. Foram incluídos ensaios controlados randomizados que compararam o efeito do TIAI em pessoas com SM, foi realizada uma busca nas bases de dados MEDLINE, Scielo, LILACS, Science Direct, SPORTDiscus, CINAHL, SCOPUS, Cochrane e Web of Science. Foram utilizados como descritores as palavras “*high intensity interval training*” e “*metabolic syndrome*”. A qualidade metodológica foi verificada utilizando a escala de Jadad e o risco de viés com a ferramenta da colaboração Cochrane. Observamos que apenas um estudo utilizou o sprint interval training de alto volume, dois estudos utilizaram o TIAI de baixo volume e oito estudos utilizaram o TIAI de alto volume. O protocolo de TIAI mais utilizado em pessoas com SM é o TIAI de alto volume, que foi eficiente para o tratamento da SM, observamos também que poucos estudos utilizaram o TIAI de baixo volume, mas também foram eficientes no tratamento da SM. Mais estudos utilizando protocolos de curta duração e baixo volume são necessários para que possamos comparar quais dos protocolos são mais eficientes para o tratamento de pessoas com SM ou se afetam de forma diferente os componentes da SM.

**Palavras-chave:** Síndrome metabólica, TIAI, Treinamento intervalado de alta intensidade, TIAI de alto volume, TIAI de baixo volume, SIT.

**Abstract.** Metabolic syndrome (MS) is a condition that affects a large part of the world population, being composed of risk factors that increase the chance of mortality from cardiovascular diseases. High-intensity interval training (HIIT) is a type of physical exercise used in the treatment of this condition. Therefore, the objective of this study is to identify which HIIT protocols are used to treat people with MS. Randomized controlled trials that compared the effect of HIIT in people with MS were included, a search was performed in the MEDLINE, Scielo, LILACS, Science Direct, SPORTDiscus, CINAHL, SCOPUS, Cochrane and Web of Science databases. The words “*high intensity interval training*” and “*metabolic syndrome*” were used as descriptors. Methodological quality was verified using the Jadad scale and risk of bias with the Cochrane collaboration tool. We observed that only one study used high-volume sprint interval training, two studies used low-volume HIIT, and eight studies used high-volume HIIT. The HIIT protocol most used in people with MS is high-volume HIIT, which was efficient for the treatment of MS, we also observed that few studies used low-volume HIIT, but they were also efficient in the treatment of MS. More studies using short-term, low-volume protocols are needed so that we can compare which of the protocols are more efficient for the treatment of people with MS or if they affect the components of MS differently.

**Keywords:** Metabolic Syndrome, HIIT, High Intensity Interval Training, High Volume HIIT, Low Volume HIIT, SIT.

**Resumen.** El síndrome metabólico (SM) es una condición que afecta a gran parte de la población mundial, estando compuesto por factores de riesgo que aumentan la probabilidad de mortalidad por enfermedades cardiovasculares. El entrenamiento interválico de alta intensidad (TIAI) es un tipo de ejercicio físico utilizado en el tratamiento de esta afección. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es identificar qué protocolos TIAI se utilizan para tratar a personas con EM. Se incluyeron ensayos controlados aleatorios que compararon el efecto del TIAI en personas con EM, se realizó una búsqueda en las bases de datos MEDLINE, Scielo, LILACS, Science Direct, SPORTDiscus, CINAHL, SCOPUS, Cochrane y Web of Science. Se utilizaron como descriptores las palabras “*entrenamiento interválico de alta intensidad*” y “*síndrome metabólico*”. La calidad metodológica se verificó mediante la escala de Jadad y el riesgo de sesgo con la herramienta de colaboración Cochrane. Observamos que solo un estudio usó entrenamiento de intervalos de sprint de alto volumen, dos estudios usaron TIAI de bajo volumen y ocho estudios usaron TIAI de alto volumen. El protocolo TIAI más utilizado en personas con EM es el TIAI de alto volumen, el cual fue eficiente para el tratamiento de la EM, también observamos que pocos estudios utilizaron TIAI de bajo volumen, pero también fueron eficientes en el tratamiento de la EM. Se necesitan más estudios que utilicen protocolos a corto plazo y de bajo volumen para que podamos comparar cuáles de los protocolos son más eficientes para el tratamiento de personas con EM o si afectan los componentes de la EM de manera diferente.

**Palabras clave:** Síndrome Metabólico, TIAI, Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad, TIAI de Alto Volumen, TIAI de Bajo Volumen, SIT.

Fecha recepción: 02-11-22. Fecha de aceptación: 18-06-23

Gustavo Casimiro-Lopes  
gustavo.casimiro@gmail.com

## Introdução

A síndrome metabólica (SM) é caracterizada por um conjunto de fatores de risco, que aumentam a chance de mortalidade por doenças cardiovasculares e diabetes mellitus tipo 2, os fatores de risco que compõem a SM são obesidade central, dislipidemia, hiperglicemia e hipertensão arterial (Zafar et al., 2018). Entidades como a Organização Mundial da Saúde (OMS), Programa Nacional de Educação do Colesterol (NCEP) e Federação Internacional de Diabetes (IDF) reconhecem os fatores de

risco que compõem a SM (Ahmed et al., 2012). Na população brasileira existe registro de prevalência de SM na população adulta de 29,6% (Carvalho Vidigal et al., 2013), atingindo valores de aproximadamente 40% em indivíduos maiores de 60 anos (Vieira et al., 2014).

A inatividade física é o terceiro maior fator de risco para mortalidade (Stringhini et al., 2017), mas a prática regular de atividade física pode reduzir em 31% a chance de desenvolver SM (Katzmarzyk et al., 2003) e também ajudar a reduzir o índice de massa corporal, os níveis de triglicerídeos e a circunferência da cintura (Cc) (Chávez

Valenzuela et al., 2022), no entanto um dos principais motivos relatados pelos indivíduos para não realizar atividade física é a falta de tempo (Stutts, 2002). Um tipo de treinamento que vem emergindo como alternativa para solucionar esse problema é o Treinamento Intervalado de Alta Intensidade (TIAI), que pode ser uma estratégia eficaz para melhorar a saúde e prevenir doenças (Kilpatrick et al., 2014; Montes de Oca García et al., 2019; Dávila Grisalez et al., 2021; García, 2022; Suárez Manzano et al., 2022). O TIAI geralmente é definido como sessões repetidas de sessões vigorosas de exercício submáximos em aproximadamente 80% da frequência cardíaca máxima, separadas por períodos de recuperação. Podemos observar uma variação grande nos protocolos de treinamento intervalados de alta intensidade utilizados na literatura, uns mais curtos conhecidos como sprint interval training (SIT) e outros mais extensos, conhecidos como TIAI (Macinnis & Gibala, 2017). Diante da proposta inicial da utilização de protocolos mais curtos para aumentar o número de pessoas fisicamente ativas, o objetivo desse estudo é verificar quais são os protocolos de TIAI utilizados para tratar indivíduos com SM.

## Métodos

O presente trabalho foi redigido conforme as recomendações PRISMA (Page et al., 2021).

### *Critério de inclusão dos estudos*

Foram incluídos no estudo ensaios controlados randomizados realizados em indivíduos com síndrome metabólica submetidos ao tratamento com TIAI e cujo desfecho era a avaliação dos componentes da síndrome metabólica (circunferência abdominal, triglicerídeos, HDL-colesterol, pressão arterial e glicemia) destes indivíduos pré e pós intervenção, comparado aos indivíduos que não realizaram exercício físico durante o período de intervenção.

### *Estratégia de busca*

Foi realizada de forma sistemática uma busca sem filtro de idioma ou tempo nas seguintes bases de dados: MEDLINE, Scielo, LILACS, Science Direct, SPORTDiscus, CINAHL, SCOPUS, Cochrane e Web of Science. Foram utilizados como descritores as palavras “high intensity interval training” e “metabolic syndrome” e seus respectivos sinônimos nos descritores DeCS e MeSH. As frases de busca foram desenvolvidas com os operadores booleanos “OR” entre os sinônimos e “AND” entre os descritores.

Foi realizada uma análise preliminar dos títulos e resumos que atendiam os critérios de inclusão e, em seguida, da versão completa dos que foram mais relevantes para o presente estudo.

### *Qualidade metodológica dos estudos*

Foi utilizada a escala de Jadad (1996), aplicada

separadamente por dois dos pesquisadores e solicitado ao terceiro pesquisador para decidir sobre avaliações discordantes. Foram considerados os seguintes critérios metodológicos: 1a) a descrição do estudo como randomizado; 1b) a randomização foi realizada corretamente; 2a) foi um ensaio duplo cego; 2b) a ocultação foi realizada adequadamente; 3) descrição da perda de amostra. Caso os itens 1a, 2a e 3 foram atendidos, o estudo obteve 1 ponto por item. Se os itens 1b e 2b foram observados, o estudo obteve outro ponto por item. Além disso, no caso dos itens 1b e 2b não serem atendidos, o estudo perdeu um ponto em relação 1a e 2a, respectivamente. O total de pontos a ser obtido varia de zero a cinco. São considerados estudos de boa qualidade metodológica aqueles com três ou mais pontos.

### *Risco de viés dos estudos*

Dois avaliadores analisaram o risco de viés em cada estudo incluído nesta metanálise e um terceiro pesquisador decidiu sobre as avaliações discordantes. Foi utilizada a ferramenta Cochrane Collaboration para avaliar o risco de viés em ensaios clínicos randomizados (De Carvalho et al., 2013). Esse instrumento é baseado em sete domínios, são eles: Geração da sequência de randomização, sigilo da alocação, mascaramento de participantes e equipe, mascaramento na avaliação de desfecho, dados incompletos de desfecho, relato seletivo de desfecho e outras fontes de vieses. Para cada um desses domínios é avaliado o risco de viés, sendo classificado como alto, incerto ou baixo risco de viés. O julgamento depende do conhecimento prévio do avaliador acerca dos critérios estabelecidos.

### *Extração dos dados dos estudos*

Foram extraídos os seguintes dados dos estudos selecionados: número de participantes, idade, sexo. Além disso foram extraídos os dados referentes ao protocolo de intervenção como: ergômetro utilizado, tempo de intervenção, frequência semanal, duração da sessão e intensidade.

## Resultados

### *Seleção dos estudos*

A estratégia de busca resultou em 501 artigos. Desses, 163 foram removidos por serem duplicados e 325 foram removidos após a avaliação do título e resumo. Mais dois foram removidos após a leitura completa, um estudo a avaliação após a intervenção demorou para ser realizada e o último excluído não apresentava dados suficientes para a realização da metanálise. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão restaram onze estudos (Gyorkos et al., 2019; Morales-Palomo, Ramirez-Jimenez et al., 2019; Mora-Rodrigues et al., 2017; Mora-Rodrigues et al., 2018a; Mora-Rodrigues et al., 2018b; Moreno-Cabañas et al., 2021; Ramirez-Jimenez et al., 2020; Reljic et al., 2020; Sari-Sarraf et al., 2015; Stensvold et al., 2010;

Tjonna et al., 2008). A Figura 1 mostra o fluxograma do processo de seleção dos estudos.

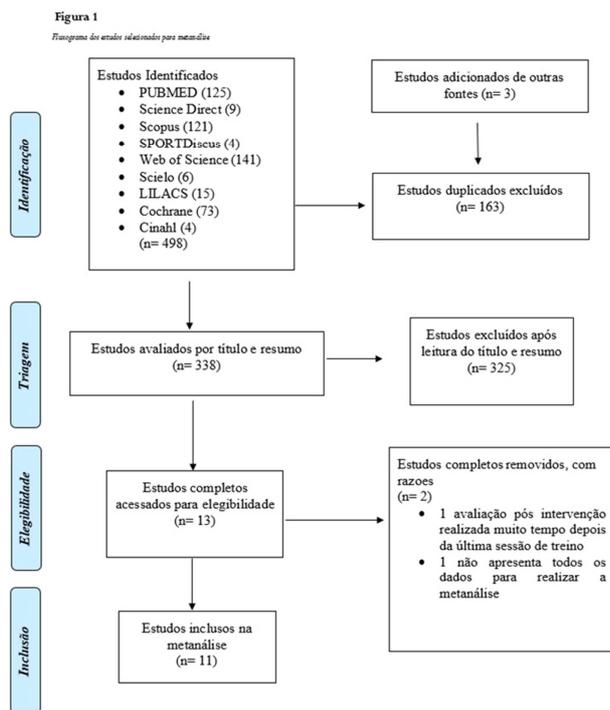


Figura 1. Fluxograma dos estudos selecionados para metanálise

### Característica dos estudos

As características principais de cada estudo são apresentadas no quadro 3. Os estudos selecionados foram conduzidos entre 2008 e 2020. O número total de participantes do grupo TIAI e controle variou dependendo do desfecho avaliado. Dois estudos utilizaram apenas homens (Sari-Sarraf et al., 2015; Ramirez-Jimenez et al., 2020) e nove estudos incluíram homens e mulheres (Gyorkos et al., 2019; Morales-Palomo et al., 2019;

Mora-Rodrigues et al., 2017; Mora-Rodrigues et al., 2018a; Mora-Rodrigues et al., 2018b; Moreno-Cabañas et al., 2021; Reljic et al., 2020; Stensvold et al., 2010; Tjonna et al., 2008). A duração da intervenção variou de três a 24 semanas, um estudo três semanas (Ramirez-Jimenez et al., 2020), um estudo quatro semanas (Gyorkos et al., 2019), dois estudos 12 semanas (Reljic et al., 2020; Stensvold et al., 2010), cinco estudos por 16 semanas (Mora-Rodrigues et al., 2018b; Morales-Palomo et al., 2019; Moreno-Cabañas et al., 2021; Sari-Sarraf et al., 2015; Tjonna et al., 2008) e dois estudos por 24 semanas (Mora-Rodrigues et al., 2017; Mora-Rodrigues et al., 2018). A frequência semanal variou de duas a três vezes por semana, apenas o estudo do Reljic et al., (2020) utilizou a frequência de duas vezes por semana. Em sete estudos o protocolo de exercício foi realizado em bicicleta (Gyorkos et al., 2019; Morales-Palomo et al., 2019; Mora-Rodrigues et al., 2017; Mora-Rodrigues et al., 2018; Moreno-Cabañas et al., 2021; Ramirez-Jimenez et al., 2020; Reljic et al., 2020), três em esteira (Sari-Sarraf et al., 2015; Stensvold et al., 2010; Tjonna et al., 2008) e um não especificou o ergômetro (Mora-Rodrigues et al., 2018b).

### Qualidade metodológica e risco de viés dos estudos selecionados

Todos os estudos incluídos foram considerados de baixa qualidade metodológica e risco de viés incerto pois não relataram informações suficientes para a classificação em alto ou baixo risco de viés, por exemplo, apenas dois estudos descreveram o processo de randomização (Stensvold et al., 2010; Reljic et al., 2020), apenas um estudo descreveu o processo para ocultar a alocação dos participantes (Stensvold et al., 2010) apenas um estudo relatou cegamento de avaliador de desfecho (Reljic et al., 2020). A avaliação de cada estudo pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1.

Avaliação da qualidade metodológica dos estudos segundo Jadad (1996) e risco de viés segundo a Cochrane (2013)

Estudos	QUALIDADE METODOLÓGICA						RISCO DE VIES							
	1a	1b	2a	2b	3	Total	1	2	3	4	5	6	7	Total
Gyorkos (2019)	1	-1	0	0	1	1	?	?	?	?	?	+	+	?
Morales-Palomo (2019)	1	-1	0	0	1	1	?	?	?	?	+	+	+	?
Mora-Rodrigues (2017)	1	-1	0	0	1	1	?	?	?	?	+	+	+	?
Mora-Rodrigues (2018) a	1	-1	0	0	1	1	?	?	?	?	+	+	+	?
Mora-Rodrigues (2018) b	1	-1	0	0	1	1	?	?	?	?	+	+	+	?
Moreno-Cabañas (2020)	1	-1	0	0	0	0	?	?	?	?	?	+	+	?
Ramires-Jimenez (2020)	1	-1	0	0	1	1	?	?	?	?	+	+	+	?
Reljic (2020)	1	1	0	0	1	3	+	?	?	+	+	+	+	?
Sari-Sarraf (2015)	1	-1	0	0	1	1	?	?	?	?	+	+	+	?
Stensvold (2010)	1	1	0	0	1	3	+	+	?	?	+	+	+	?
Tjonna (2008)	1	-1	0	0	1	1	?	?	?	?	+	+	+	?

Qualidade metodológica: 1 - Randomização 2 – Mascaramento duplo cego 3 – perdas e exclusões.

Risco de viés: 1 - Geração de sequência aleatória 2 – Ocultação de alocação 3 – Cegamento de participantes e profissionais 4 – Cegamento de avaliadores de desfecho 5 – Desfechos incompletos 6 – Relato de desfecho seletivo 7 – outras fontes de viés. Avaliação do risco de viés: (+) indica baixo risco de viés, (?) indica risco de viés incerto, (-) indica alto risco de viés.

### Protocolos de TIAI utilizados nos estudos

Podemos observar que apenas um estudo utilizou o SIT de alto volume (Morales-Palomo et al., 2019), dois estudos utilizaram o TIAI de baixo volume (Gyorkos et al., 2019;

Reljic et al., 2020) e oito estudos utilizaram o TIAI de alto volume (Mora-Rodrigues et al., 2017; Mora-Rodrigues et al., 2018a; Mora-Rodrigues et al., 2018b; Moreno-Cabañas et al., 2021; Ramirez-Jimenez et al., 2020; Sari-

Sarraf et al., 2015; Stensvold et al., 2010; Tjonna et al., 2008), como descrito na Tabela 2.

Tabela 2

Características dos estudos incluídos na metanálise.

Autor	Participantes/ Sexo	Duração (semanas)	Frequência (dias por semana)	Características do treinamento	Resultados
Gyorkos et al. 2019	n <sub>Total</sub> = 12 H= 4 M= 8	4 semanas	3x semana	Bicicleta estacionária Aquecimento: 3min em 50 W. Parte principal: 10 x 60s em ~90% da FC <sub>Max</sub> separados por 60s de recuperação em 50 W. Volta a calma: 3min em 50 W. Duração da sessão: 25min	TIAI de baixo volume
Morales-Palomo et al. 2019 – 1TIAI	n <sub>Total</sub> = 32 H= 21 M= 11	16 semanas	3x semana	Bicicleta estacionária Aquecimento: 5min em 70% a 75% da FC <sub>Max</sub> . Parte principal: 10 x 1min em 100% da FC <sub>Max</sub> separados por 1,5 min de intervalo em 65% da FC <sub>Max</sub> . Volta a calma: 5min. Duração da sessão: 35min	SIT de alto volume
Morales-Palomo et al. 2019 – 4TIAI	n <sub>Total</sub> = 32 H= 22 M= 10	16 semanas	3x semana	Bicicleta estacionária Aquecimento: 10min em 70% da FC <sub>Max</sub> . Parte principal: 4 x 4min em 90% da FC <sub>Max</sub> separados por 3min de intervalo em 70% da FC <sub>Max</sub> . Volta a calma: 5min Duração da sessão: 43min	TIAI de alto volume
Mora-Rodrigues et al. 2017	n <sub>Total</sub> = 34 H= 28 M= 6	24 semanas	3x semana	Bicicleta estacionária Aquecimento: 10min. Parte principal: 4 x 4min em 90% da FC <sub>Max</sub> separados por 3min de recuperação em 70% da FC <sub>Max</sub> . Duração da sessão: 45min	TIAI de alto volume
Mora-Rodrigues et al. 2018a	n <sub>Total</sub> = 46 relatou quantidade equilibrada no momento da randomização	24 semanas	3x semana	Bicicleta estacionária Aquecimento: 10min. Parte principal: 4 x 4min em 90% da FC <sub>Max</sub> separados por 3min de recuperação em 70% da FC <sub>Max</sub> . Duração da sessão: 45min	TIAI de alto volume
Mora-Rodrigues et al. 2018b	n <sub>Total</sub> = 160 H= 80 M= 80	16 semanas	3x semana	Bicicleta estacionária Aquecimento: 10 min em 70% da FC <sub>Max</sub> . Parte principal: 4 x 4min em 90% da FC <sub>Max</sub> separados por 3min de recuperação em 70% da FC <sub>Max</sub> . Volta a calma: 5min Duração da sessão: 43min.	TIAI de alto volume
Moreno-Cabañas et al. 2020	n <sub>Total</sub> = 87 H= 61 M= 26	16 semanas	3x semana	Bicicleta estacionária Aquecimento: 10min em 70% da FC <sub>Max</sub> . Parte principal: 5 x 4min em 90% da FC <sub>Max</sub> separados por 3min de recuperação em 70% da FC <sub>Max</sub> . Volta a calma: 5min. Duração da sessão: 50min.	TIAI de alto volume
Ramirez-Jimenez et al. 2020	n <sub>Total</sub> = 38 Toda a amostra foi composta de homens.	3 semanas	3x semana	Bicicleta estacionária Aquecimento: 10 min em 70% da FC <sub>Max</sub> . Parte principal: 4 x 4min em 90% da FC <sub>Max</sub> separados por 3min de recuperação em 70% da FC <sub>Max</sub> . Volta a calma: 5min Duração da sessão: 43min.	TIAI de alto volume
Reljic et al. 2020	n <sub>Total</sub> = 49 Não deixaram clara a quantidade de pessoas de ambos os sexos que concluíram o estudo.	12 semanas	2x semana	Bicicleta estacionária Aquecimento: 2min. Parte principal: 5 x 1min em 80-95% da FC <sub>Max</sub> separados por 1min de recuperação. Volta a calma: 3min. Duração da sessão: 14min	TIAI de baixo volume
Sari-Sarraf et al. 2015	n <sub>Total</sub> = 22 Toda a amostra foi composta por homens	16 semanas	3x semana	Esteira Aquecimento: 5min em 50% da FC <sub>Max</sub> . Parte principal: 10 minutos contínuos em 70% da FC <sub>Max</sub> + 4 x 3min em 90% da FC <sub>Max</sub> separados por 3min de recuperação em 70% da FC <sub>Max</sub> . Volta a calma: 5min em 50% da FC <sub>Max</sub> . Duração da sessão: 54min	TIAI de alto volume

Stensvold et al. 2010	$n_{\text{Total}} = 43$ H= 26 M= 17	12 semanas	3x semana	Esteira Aquecimento: 10min em ~70% da $FC_{\text{Pico}}$ . Parte principal: 4 x 4min em 90-95% da $FC_{\text{Pico}}$ separados por 3min de recuperação em ~70% da $FC_{\text{Pico}}$ . Volta a calma: 5min. Duração da sessão: 43min.	TIAI de alto volume
Tjonna et al. 2008	$n_{\text{Total}} = 32$ Não disse a quantidade de homens e mulheres.	16 semanas	3x semana	Esteira Aquecimento: 10min em 70% da $FC_{\text{Max}}$ . Parte principal: 4 x 4min em 90% da $FC_{\text{Max}}$ separados por 3min de recuperação em 70% da $FC_{\text{Max}}$ . Volta a calma: 5min. Duração da sessão: 40min.	TIAI de alto volume

M: mulher; H: homem;  $n_{\text{Total}}$ : número total de participantes do estudo;  $FC_{\text{Pico}}$ : frequência cardíaca de pico;  $FC_{\text{Max}}$ : frequência cardíaca máxima; PA: pressão arterial; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; PAM: pressão arterial média; HDL: lipoproteína de alta densidade; TG: triglicerídeos; CT: colesterol total; Cc: circunferência da cintura; SM: síndrome metabólica

## Discussão

O principal achado dessa revisão sistemática foi que o protocolo de treinamento intervalado de alta intensidade mais utilizado em pessoas com SM é o TIAI de alto volume. Observamos que apenas dois estudos apresentaram protocolos considerados de baixo volume, um com duração de vinte e cinco minutos, contendo na parte principal 10 estímulos de um minuto a 90% da  $FC_{\text{Max}}$  separados por um minuto de recuperação a 50W (Gyorkos et al., 2019) e outro com duração de 14 minutos que fez na sua parte principal cinco estímulos de um minuto separados por um minuto de recuperação (Reljic et al., 2020), todos os outros estudos apresentaram protocolos de longa duração que variaram de 35 minutos (Morales-Palomo et al., 2019) a 54 minutos (Sari-Sarraf et al., 2015), a maioria dos estudos de TIAI de alto volume utilizaram em sua parte principal quatro estímulos de quatro minutos (Morales-Palomo et al., 2019; Mora-Rodrigues et al., 2017; Mora-Rodrigues et al., 2018a; Mora-Rodrigues et al., 2018b; Ramirez-Jimenez et al., 2020; Stensvold et al., 2010; Tjonna et al., 2008). O fato de protocolos mais volumosos serem mais frequentes nos estudos chamou nossa atenção por ser um protocolo de longa duração e como mencionado anteriormente, uma das justificativas utilizadas para a aplicação do TIAI é o fato de não precisar de um tempo longo de sessão de treino para gerar adaptações importantes para a saúde (Gillen & Gibala, 2014). Outro fato interessante observado foi a utilização de protocolos semelhantes em pessoas com SM, esses protocolos estão de acordo com as recomendações feitas por Taylor et al. (2019) na qual fornecem um guia de como aplicar o TIAI em populações clínicas, além de reforçarem que o TIAI de alto volume pode gerar benefícios para o condicionamento cardiorrespiratório e outros processos cardiometabólicos, maximizando a segurança.

Morales-Palomo et al. (2019) aplicou tanto o TIAI de alto volume, como o SIT de alto volume, e ambos os grupos apresentaram diminuições da Cc e da pressão arterial média, e mesmo reduções pequenas na pressão arterial, como por exemplo, de 2mmHg na PAD podem diminuir o número de acidentes vasculares encefálicos e eventos coronarianos (Cook et al., 1995), uma possível

justificativa para o efeito do TIAI na PA é que algumas semanas de treinamento podem reduzir as concentrações de norepinefrina de repouso, durante o exercício e no período de recuperação, podemos observar também um efeito positivo na função endotelial com o exercício devido a uma diminuição na concentração de substâncias vasoconstritoras (Ciolac et al., 2010) e aumento na biodisponibilidade de óxido nítrico que é conhecido por seus efeitos vasodilatadores (Tjonna et al., 2008). As reduções na Cc podem ser explicadas por uma maior capacidade do músculo esquelético para oxidar gordura (Burgomaster et al., 2005; Talanian et al., 2007)

Quando analisamos a resposta glicêmica, o grupo SIT de alto volume apresentou uma redução da concentração de glicose circulante (Gyorkos et al., 2019), o TIAI de alto volume também apresentou alterações pré e pós intervenção (Sari-Sarraf et al., 2015). O TIAI pode ajudar a melhorar a função das células beta-pancreáticas e o controle glicêmico (Madsen et al., 2015), estudos em animais sugerem que o TIAI pode ser capaz de aumentar tanto a sinalização da insulina no músculo esquelético como também a concentração do transportador de insulina GLUT-4 (Chavanelle et al., 2017).

Em uma abordagem um pouco diferente Gyorkos et al. (2019) realizou um ensaio controlado randomizado crossover de duas fases com um controle da dieta em ambas as fases, mas aplicou em uma delas o TIAI de baixo volume com duração de 25 minutos, o grupo que fez exercício apresentou redução nas concentrações de colesterol total e triglicerídeos, e um aumento nas concentrações de HDL quando comparados ao grupo que realizou apenas dieta com restrição de carboidratos, o que sugere um efeito adicional do TIAI para o tratamento da SM. Os mecanismos que explicam as reduções de triglicerídeos com o exercício físico ainda não são completamente conhecidos e a maior parte do efeito hipotrigliceridêmico associado ao treinamento é atribuído à última sessão de exercício, em vez de ser resultado de uma adaptação metabólica ao treinamento (Holloszy et al., 1964; Hardman et al., 1998).

O TIAI de alto volume com protocolo de 45 minutos realizado três vezes por semana por 24 semanas parece ser capaz de melhorar os componentes da SM. Mora-Rodrigues et al. (2017) observou no seu protocolo, uma

redução na Cc, pressão arterial média e também no score Z de SM de homens e mulheres portadores da síndrome, o mesmo autor em outro estudo utilizando o mesmo protocolo observou uma redução da Cc, PAS e PAD.

Outros protocolos de TIAI de alto volume com períodos de seguimento um pouco menores como 12 semanas e 16 semanas, mas também realizados três vezes por semana geraram melhora nos componentes da SM como Cc (Morales-Palomo et al., 2019; Sari-Sarraf et al., 2015; Stensvold et al., 2010; Tjonna et al., 2008), PAS e PAD (Sari-Sarraf et al., 2015; Tjonna et al., 2008), glicemia (Sari-Sarraf et al., 2015), triglicerídeos (Moreno-Cabañas et al., 2021; Sari-Sarraf et al., 2015) e HDL (Tjonna et al., 2008).

O TIAI de baixo volume com duração da sessão de treino de apenas 14 minutos e realizado duas vezes por semana foi capaz de reduzir a Cc, PAS, PAD e PAM, o que sugere que volumes bem inferiores ao observado no TIAI de alto volume também podem ser utilizados para o tratamento de pessoas com SM (Reljic et al., 2020).

Talvez o TIAI precise ser aplicado por um período maior do que três semanas para que os pacientes apresentem melhora no seu quadro clínico, Ramirez-Gimenez et al. (2020) realizou um TIAI de alto volume com duração da sessão de 43 minutos e não observou melhora dos componentes da SM, mas mesmo não observando uma melhora dos componentes da SM, o grupo que fez a intervenção não apresentou piora do seu quadro, já o grupo controle que não realizou qualquer intervenção piorou seu quadro clínico, o que sugere um efeito protetor precoce do TIAI já com poucas sessões de treinamento.

Apenas uma sessão de TIAI e SIT pode ativar vias de sinalização que estão associadas com a biogênese mitocondrial, como por exemplo a fosforilação da p38 MAPK e AMPK e pode também aumentar a expressão do RNA mensageiro de PGC-1 $\alpha$ , que é uma molécula diretamente relacionada com biogênese mitocondrial, logo várias sessões de TIAI podem aumentar a densidade mitocondrial, o que pode contribuir para o aumento no condicionamento cardiovascular de indivíduos com SM, melhorando o prognóstico desses indivíduos (Gibala et al., 2009; Little et al., 2011; Metcalfe et al., 2015; Coffey & Hawley, 2007).

É importante ressaltamos que nosso estudo apresenta limitações, como por exemplo a baixa qualidade metodológica da maiorias dos estudos incluídos nessa revisão, além disso todos os estudos apresentaram risco de viés incerto, por esses motivos a interpretação desses resultados deve ser realizada com cautela.

Fizemos uma revisão abrangente da literatura utilizando nove bases de dados e trouxemos informações muito importantes sobre os principais protocolos de TIAI utilizados, vale ressaltar que mesmo que os estudos incluídos apresentem problemas metodológicos, nenhum deles gerou prejuízo para os participantes, sendo assim, a utilização do exercício físico deve ser recomendada para

ajudar a tratar esses pacientes.

## Conclusão

Após análise dos protocolos de TIAI utilizados para o tratamento de pessoas com SM, podemos observar que há uma semelhança muito grande entre eles, sendo a maioria classificados como TIAI de alto volume. Esses protocolos de TIAI alto volume gerou melhora no quadro clínico de pessoas com SM. Apesar de observarmos poucos estudos utilizando protocolos de curta duração esses protocolos foram eficazes para melhorar a saúde de pessoas com SM.

Foi observado também que o TIAI de baixo volume parece já exercer um efeito protetor logo nas três primeiras semanas de intervenção pois fez com que o quadro clínico dos pacientes já se estabilizasse nesse período.

Mais estudos utilizando protocolos de curta duração e baixo volume são necessários para que possamos comparar quais dos protocolos são mais eficientes para o tratamento de pessoas com SM ou se afetam de forma diferente os componentes da SM.

Esse estudo pode ser utilizado como base para nortear a utilização do TIAI na prática clínica pois apresentamos quais protocolos são mais utilizados na literatura de forma eficaz e segura, o que pode ajudar os profissionais que trabalham com prescrição de exercício e escolherem da melhor forma a intervenção que deve ser utilizada para tratar seus pacientes.

## Referências

- Ahmed, A., Khan, T. E., Yasmeen, T., Awan, S., & Islam, N. (2012). Metabolic syndrome in type 2 diabetes: comparison of WHO, modified ATP III & IDF criteria. *Journal of the Pakistan Medical Association*, 62(6), 569. [https://jpma.org.pk/article-details/3465?article\\_id=3465](https://jpma.org.pk/article-details/3465?article_id=3465)
- Burgomaster, K. A., Hughes, S. C., Heigenhauser, G. J., Bradwell, S. N., & Gibala, M. J. (2005). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *Journal of applied physiology*, 98(6), 1985-1990. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01095.2004>
- Carvalho Vidigal, F., Bressan, J., Babio, N., & Salas-Salvadó, J. (2013). Prevalence of metabolic syndrome in Brazilian adults: a systematic review. *BMC public health*, 13(1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-1198>
- Chávez Valenzuela, M. E., Valdez García, M., Bautista Jacobo, A., Hoyos Ruiz, G., Barahona Herrejón, N. C., & Ogarrío Perkins, C. E. (2022). Evaluación del efecto de un programa de ejercicio físico sobre la capacidad cardiorrespiratoria en académicos de la Universidad de Sonora con síndrome metabólico: un estudio piloto. *Retos: Nuevas Perspectivas de Educación*

- Física, Deporte y Recreación*, 44, 264-275. <https://doi.org/10.47197/retos.v44i0.89062>
- Coffey, V. G., & Hawley, J. A. (2007). The molecular bases of training adaptation. *Sports medicine*, 37, 737-763. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737090-00001>
- Cook, N. R., Cohen, J., Hebert, P. R., Taylor, J. O., & Hennekens, C. H. (1995). Implications of small reductions in diastolic blood pressure for primary prevention. *Archives of internal medicine*, 155(7), 701-709. <http://doi:10.1001/archinte.1995.00430070053006>
- Dávila Grisalez, A. A., Mazuera Quiceno, C. A., Carreño Herrera, A. L., & Henao Corrales, J. L. (2021). Efeito de um programa de treinamento intervalado aeróbico de alta intensidade em uma população escolar feminina com sobrepeso ou obesidade. *Retos*, 39, 453-458.
- De Carvalho, A., Silva, V., & Grande, A. J. (2013). Avaliação do risco de viés de ensaios clínicos randomizados pela ferramenta da colaboração Cochrane. *Diagn Tratamento*, 18(1), 38-44. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/fr/lil-670595?lang=pt>
- García, C. G. (2022). Decifrando o papel do treinamento intervalado de alta intensidade no câncer de mama: uma revisão sistemática. *Retos*, 44, 136-145. <https://doi.org/10.47197/retos.v44i0.90566>
- Gibala, M. J., McGee, S. L., Garnham, A. P., Howlett, K. F., Snow, R. J., & Hargreaves, M. (2009). Brief intense interval exercise activates AMPK and p38 MAPK signaling and increases the expression of PGC-1 $\alpha$  in human skeletal muscle. *Journal of applied physiology*, 106(3), 929-934. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.90880.2008>
- Gillen, J. B., & Gibala, M. J. (2014). Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness?. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 39(3), 409-412. <https://doi.org/10.1139/apnm-2013-0187>
- Gyorkos, A., Baker, M. H., Miutz, L. N., Lown, D. A., Jones, M. A., & Houghton-Rahrig, L. D. (2019). Carbohydrate-restricted diet and high-intensity interval training exercise improve cardio-metabolic and inflammatory profiles in metabolic syndrome: a randomized crossover trial. *Cureus*, 11(9). <https://doi.org/10.7759/cureus.5596>
- Hardman, A. E., Lawrence, J. E., & Herd, S. L. (1998). Postprandial lipemia in endurance-trained people during a short interruption to training. *Journal of Applied Physiology*, 84(6), 1895-1901. <https://doi.org/10.1152/jappl.1998.84.6.1895>
- Holloszy, J. O., Skinner, J. S., Toro, G., & Cureton, T. K. (1964). Effects of a six month program of endurance exercise on the serum lipids of middle-aged men. *The American journal of cardiology*, 14(6), 753-760. [https://doi.org/10.1016/0002-9149\(64\)90004-9](https://doi.org/10.1016/0002-9149(64)90004-9)
- Jadad, A. R., Moore, R. A., Carroll, D., Jenkinson, C., Reynolds, D. J. M., Gavaghan, D. J., & McQuay, H. J. (1996). Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary? *Controlled clinical trials*, 17(1), 1-12. [https://doi.org/10.1016/0197-2456\(95\)00134-4](https://doi.org/10.1016/0197-2456(95)00134-4)
- Katzmarzyk, P. T., Leon, A. S., Wilmore, J. H., Skinner, J. S., Rao, D. C., Rankinen, T., & Bouchard, C. (2003). Targeting the metabolic syndrome with exercise: evidence from the HERITAGE Family Study. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(10), 1703-1709. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000089337.7324.4.9B>
- Kilpatrick, M. W., Jung, M. E., & Little, J. P. (2014). High-intensity interval training: A review of physiological and psychological responses. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 18(5), 11-16. DOI: 10.1249/FIT.0000000000000067
- Little, J. P., Safdar, A., Bishop, D., Tarnopolsky, M. A., & Gibala, M. J. (2011). An acute bout of high-intensity interval training increases the nuclear abundance of PGC-1 $\alpha$  and activates mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 300(6), 1303-1310. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00538.2010>
- MacInnis, M. J., & Gibala, M. J. (2017). Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *The Journal of physiology*, 595(9), 2915-2930. <https://doi.org/10.1113/JP273196>
- Madsen, S. M., Thorup, A. C., Overgaard, K., & Jeppesen, P. B. (2015). High intensity interval training improves glycaemic control and pancreatic  $\beta$  cell function of type 2 diabetes patients. *PloS one*, 10(8), e0133286. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133286>
- Metcalfe, R. S., Koumanov, F., Ruffino, J. S., Stokes, K. A., Holman, G. D., Thompson, D., & Vollaard, N. B. J. (2015). Physiological and molecular responses to an acute bout of reduced-exertion high-intensity interval training (REHIT). *European journal of applied physiology*, 115, 2321-2334. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3217-6>
- Montes de Oca García, A., Gutiérrez Manzanedo, J., & Ponce González, J. G. (2019). Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad (HIIT) como herramienta terapéutica en pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2: Una revisión narrativa. *Retos*, 36, 633-639. <https://doi.org/10.47197/retos.v36i36.69762>
- Mora-Rodriguez, R., Fernández-Eliás, V. E., Morales-Palomo, F., Pallares, J. G., Ramirez-Jimenez, M., & Ortega, J. F. (2017). Aerobic interval training reduces vascular resistances during submaximal exercise in obese metabolic syndrome individuals. *European journal of applied physiology*, 117(10), 2065-2073.

- <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3697-7>
- Mora-Rodríguez, R., Ramírez-Jimenez, M., Fernandez-Elias, V. E., Guio de Prada, M. V., Morales-Palomo, F., Pallares, J. G., ... & Ortega, J. F. (2018). Effects of aerobic interval training on arterial stiffness and microvascular function in patients with metabolic syndrome. *The Journal of Clinical Hypertension*, 20(1), 11-18. <https://doi.org/10.1111/jch.13130>
- Mora-Rodríguez, R., Ortega, J. F., Morales-Palomo, F., & Ramírez-Jimenez, M. (2018). Weight loss but not gains in cardiorespiratory fitness after exercise-training predicts improved health risk factors in metabolic syndrome. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 28(12), 1267-1274. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2018.08.004>
- Morales-Palomo, F., Ramírez-Jimenez, M., Ortega, J. F., & Mora-Rodríguez, R. (2019). Effectiveness of Aerobic Exercise Programs for Health Promotion in Metabolic Syndrome. *Medicine and science in sports and exercise*, 51(9), 1876-1883. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001983>
- Moreno-Cabañas, A., Ortega, J. F., Morales-Palomo, F., Ramírez-Jimenez, M., Alvarez-Jimenez, L., & Mora-Rodríguez, R. (2021). Substitution of parts of aerobic training by resistance training lowers fasting hyperglycemia in individuals with metabolic syndrome. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 46(1), 69-76. <https://doi.org/10.1139/apnm-2020-0281>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ (Clinical research ed.)*, 372(71), 10(1), <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Ramírez-Jimenez, M., Morales-Palomo, F., Ortega, J. F., Moreno-Cabañas, A., Guio de Prada, V., Alvarez-Jimenez, L., & Mora-Rodríguez, R. (2020). Effects of exercise training during christmas on body weight and cardiometabolic health in overweight individuals. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(13), 4732. <https://doi.org/10.3390/ijerph17134732>
- Reljic, D., Frenk, F., Herrmann, H. J., Neurath, M. F., & Zopf, Y. (2020). Low-volume high-intensity interval training improves cardiometabolic health, work ability and well-being in severely obese individuals: A randomized-controlled trial sub-study. *Journal of translational medicine*, 18(1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s12967-020-02592-6>
- Sari-Sarraf, V., Aliasgarzadeh, A., Naderali, M. M., Esmaeili, H., & Naderali, E. K. (2015). A combined continuous and interval aerobic training improves metabolic syndrome risk factors in men. *International Journal of General Medicine*, 8, 203-210. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S81938>
- Stensvold, D., Tjønnå, A. E., Skaug, E. A., Aspenes, S., Stølen, T., Wisløff, U., & Slørdahl, S. A. (2010). Strength training versus aerobic interval training to modify risk factors of metabolic syndrome. *Journal of applied physiology*, 108(4), 804-810.
- Stringhini, S., Carmeli, C., Jokela, M., Avendaño, M., Muennig, P., Guida, F., ... & Tumino, R. (2017). Socioeconomic status and the 25 x 25 risk factors as determinants of premature mortality: a multicohort study and meta-analysis of 1· 7 million men and women. *The Lancet*, 389(10075), 1229-1237. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)32380-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)32380-7)
- Stutts, W. C. (2002). Physical activity determinants in adults: perceived benefits, barriers, and self efficacy. *Aaohn Journal*, 50(11), 499-507.
- Suárez Manzano, S., Belchior de Oliveira, P., Rusillo Magdaleno, A., & Ruiz Ariza, A. (2022). Efeito do C-HIIT no controle inibitório e comportamento de jovens diagnosticados com TDAH. *Retos*, 45, 878-885. <https://doi.org/10.47197/retos.v45i0.92903>
- Talanian, J. L., Galloway, S. D., Heigenhauser, G. J., Bonen, A., & Spriet, L. L. (2007). Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women. *Journal of applied physiology*, 102(4), 1439-1447. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01098.2006>
- Taylor, J. L., Holland, D. J., Spathis, J. G., Beetham, K. S., Wisløff, U., Keating, S. E., & Coombes, J. S. (2019). Guidelines for the delivery and monitoring of high intensity interval training in clinical populations. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 62(2), 140-146. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2019.01.004>
- Tjønnå, A. E., Lee, S. J., Rognmo, Ø., Stølen, T. O., Bye, A., Haram, P. M., ... & Wisløff, U. (2008). Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. *Circulation*, 118(4), 346-354. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.772822>
- Vieira, E. C., Peixoto, M. D. R. G., & Silveira, E. A. D. (2014). Prevalência e fatores associados à Síndrome Metabólica em idosos usuários do Sistema Único de Saúde. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 17, 805-817. <https://doi.org/10.1590/1809-4503201400040001>
- Zafar, U., Khaliq, S., Ahmad, H. U., Manzoor, S., & Lone, K. P. (2018). Metabolic syndrome: an update on diagnostic criteria, pathogenesis, and genetic links. *Hormones*, 17(3), 299-313. <https://doi.org/10.1007/s42000-018-0051-3>