

## Efeitos causados pelo treinamento intervalado de alta intensidade em idosos sarcopenicos

Effects caused by high-intensity interval training in sarcopenic elderly people

Efectos causados por el entrenamiento interválico de alta intensidad en ancianos sarcopénicos

Recebido: 26/11/2024 | Revisado: 01/11/2024 | Aceitado: 02/12/2024 | Publicado: 04/12/2024

**Rosiane dos Santos Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7146-4206>

Centro Universitário do Norte, Brasil

E-mail: [rosianessouzaa@gmail.com](mailto:rosianessouzaa@gmail.com)

**Francisco Wagner Parcianello de Mesquita**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9948-1278>

Centro Universitário do Norte, Brasil

E-mail: [wagnerparcianello@gmail.com](mailto:wagnerparcianello@gmail.com)

**Fernanda Ferreira dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7695-5353>

Centro Universitário do Norte, Brasil

E-mail: [fernandaferriradosantos022@gmail.com](mailto:fernandaferriradosantos022@gmail.com)

**Joaquim Albuquerque Viana**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4124-6272>

Centro Universitário do Norte, Brasil

E-mail: [joaquimaviana@gmail.com](mailto:joaquimaviana@gmail.com)

**Alessandra Bárbara César de Freitas Boaventura**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0413-7947>

Centro Universitário do Norte, Brasil

E-mail: [03120007@prof.uninorte.com.br](mailto:03120007@prof.uninorte.com.br)

### Resumo

A sarcopenia representa um desafio significativo à saúde pública, afetando predominantemente indivíduos idosos. Estratégias preventivas e terapêuticas frequentemente combinam aulas nutricionais com programas regulares de atividade física. Nesse contexto, o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) surge como uma intervenção promissora para a melhoria da função muscular em idosos com sarcopenia. Com isso, o objetivo do presente estudo é avaliar através da revisão da literatura os efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) na força muscular, com foco na prevenção e tratamento da sarcopenia em idosos. Este estudo realizou uma revisão integrativa para avaliar o impacto do HIIT sobre a força muscular e sua eficácia na prevenção e manejo da sarcopenia em adultos mais velhos. A pesquisa incluiu bases de dados renomadas, como PubMed, Scopus, SPORTDiscus e Web of Science, com intervalo literário entre 2017 e 2023, foram identificados 224 estudos, dos quais cinco atenderam aos critérios de inclusão específicos. Os resultados indicam que o HIIT promove melhorias na composição corporal, capacidade funcional e cardiorrespiratória, além de benefícios na força, qualidade e arquitetura muscular, sendo associado à hipertrofia em idosos saudáveis. Contudo, as limitações metodológicas da literatura, incluindo o número limitado de estudos e o elevado risco de vida, destacam a necessidade de investigações adicionais para corroborar esses achados.

**Palavras-chave:** Exercício físico; Sarcopenia; Idoso; Treinamento intervalado de alta intensidade.

### Abstract

Sarcopenia represents a significant public health challenge, predominantly affecting elderly individuals. Preventive and therapeutic strategies often combine nutritional classes with regular physical activity programs. In this context, high-intensity interval training (HIIT) emerges as a promising intervention for improving muscle function in elderly people with sarcopenia. Therefore, the objective of the present study is to evaluate, through a literature review, the effects of high-intensity interval training (HIIT) on muscle strength, with a focus on the prevention and treatment of sarcopenia in the elderly. This study performed an integrative review to evaluate the impact of HIIT on muscle strength and its effectiveness in preventing and managing sarcopenia in older adults. The search included renowned databases, such as PubMed, Scopus, SPORTDiscus, and Web of Science, with a literary interval between 2017 and 2023, 224 studies were identified, of which five met the specific inclusion criteria. The results indicate that HIIT promotes improvements in body composition, and functional and cardiorespiratory capacity, and benefits in strength, quality, and muscular architecture, associated with hypertrophy in healthy elderly people. However, the methodological limitations of the literature, including the limited number of studies and the high risk to life, highlight the need for additional investigations to corroborate these findings.

**Keywords:** Exercise; Sarcopenia; Aged; High-intensity interval training.

## Resumen

La sarcopenia representa un importante desafío de salud pública que afecta predominantemente a personas de edad avanzada. Las estrategias preventivas y terapéuticas suelen combinar clases de nutrición con programas regulares de actividad física. En este contexto, el entrenamiento en intervalos de alta intensidad (HIIT) surge como una intervención prometedora para mejorar la función muscular en personas mayores con sarcopenia. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es evaluar, a través de una revisión de la literatura, los efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) sobre la fuerza muscular, con enfoque en la prevención y tratamiento de la sarcopenia en adultos mayores. Este estudio realizó una revisión integradora para evaluar el impacto del HIIT en la fuerza muscular y su efectividad en la prevención y el manejo de la sarcopenia en adultos mayores. La búsqueda incluyó bases de datos de renombre, como PubMed, Scopus, SPORTDiscus y Web of Science, con un intervalo literario entre 2017 y 2023, se identificaron 224 estudios, de los cuales cinco cumplieron con los criterios de inclusión específicos. Los resultados indican que el HIIT promueve mejoras en la composición corporal, capacidad funcional y cardiorrespiratoria, así como beneficios en la fuerza, calidad y arquitectura muscular, asociándose con hipertrofia en personas mayores sanas. Sin embargo, las limitaciones metodológicas de la literatura, incluido el número limitado de estudios y el alto riesgo para la vida, resaltan la necesidad de investigaciones adicionales para corroborar estos hallazgos.

**Palabras clave:** Ejercicio físico; Sarcopenia; Anciano; Entrenamiento de intervalos de alta intensidad.

## 1. Introdução

A sarcopenia, uma condição multifatorial caracterizada pela perda progressiva de massa e função muscular com o envelhecimento, representa um desafio médico de elevação relevante, especialmente em populações idosas. As consequências desse declínio funcional vão além das limitações físicas, abrangendo desde a perda de independência até o aumento de morbidades metabólicas e cardiovasculares (Baker et al., 2019). Dada a complexidade de sua etiologia, abordagens terapêuticas integradas têm sido amplamente investigadas, destacando-se o treinamento de força e programas de atividade física estruturados como estratégias de primeira linha para mitigar seus impactos negativos (Kakehi et al., 2022).

Os resultados de estudos recentes apontam que o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) tem emergido como uma intervenção potencialmente eficaz para a melhoria da função muscular em adultos idosos. Caracterizado por exercícios intermitentes em alta intensidade (acima de 80–85% da frequência cardíaca máxima [FCM]) alternados com períodos de recuperação em baixa intensidade, o HIIT demonstra benefícios notáveis na capacidade aeróbica máxima e no recrutamento muscular, mesmo em indivíduos com comorbidades significativo (Padilla et al., 2014; Ito et al., 2009). No entanto, há uma lacuna no conhecimento sobre a sua aplicação em idosos acima de 90 anos, exigindo mais investigações nessa faixa etária específica.

Em termos de adaptações fisiológicas, o HIIT promove mudanças significativas no sistema neuromuscular, com aumento do recrutamento progressivo de fibras musculares do tipo I, IIa e IIx. Essa ativação ocorre em um ambiente metabolicamente desafiador, marcado por acentuada acidose celular e metabolismo glicolítico elevado (Hayes et al., 2021). Além disso, o HIIT apresenta vantagens únicas sobre o treinamento contínuo moderado, incluindo a otimização do consumo de oxigênio e a capacidade oxidativa muscular, bem como a indução de adaptações mitocondriais, evidenciadas pelo aumento da atividade enzimática de citrato sintase e citocromo oxidase (Keating et al., 2020).

No contexto da sarcopenia, o treinamento resistido permanece como uma abordagem mais amplamente determinada devido à sua capacidade de promoção muscular e melhorias funcionais substanciais. Estudos demonstram que exercícios realizados a 80% de uma repetição máxima (1RM) aumentam significativamente a área muscular e a força das fibras do tipo I e II, ao mesmo tempo que reduzem a gordura corporal e aumentam a densidade mineral óssea (Rubio del Peral et al., 2017). Embora os benefícios do HIIT sejam promissores, sua eficácia máxima é alcançada quando combinada com outros componentes, como treinamento aeróbico e de flexibilidade, para abordar integralmente as limitações específicas da população idosa (Cruz-Jentoft et al., 2019).

Além disso, o treinamento de vibração mecânica, que requer menor esforço físico e progressivo motor, apresenta-se

como uma alternativa viável para idosos frágeis, promovendo aumentos na força muscular por meio de melhorias na coordenação inter e intramuscular (Kirschner et al., 2010). Esta modalidade, quando integrada a programas de HIIT ou de resistência, pode complementar as intervenções tradicionais, particularmente em ambientes com capacidade funcional reduzida.

No que diz respeito à dosagem ideal do HIIT, os componentes fundamentais incluem a intensidade do intervalo (controlada pela FCM ou esforço percebido), a duração do intervalo (90–150 segundos), a intensidade e duração da recuperação (60% FCM e baseada na percepção subjetiva de esforço), além do número de repetições adequadas ao nível de condicionamento do indivíduo (López et al., 2018). Essas variações, ajustadas metodologicamente, garantem segurança e eficácia mesmo em populações idosas.

Os efeitos do HIIT no sistema neuroendócrino também são dignos de destaque, com uma estimulação pronunciada do sistema simpático-adrenal, resultando em maior produção de catecolaminas e suporte metabólico durante exercícios intensos. Essa resposta, essencial para a manutenção do exercício em altas intensidades, está diretamente associada ao aumento da glicogenólise muscular e hepática, fornecimento de substratos energéticos críticos para o desempenho sustentado (Redín et al., 2008).

Por fim, os benefícios cardiovasculares do HIIT, como o aumento da ventilação minuto e da capacidade oxidativa muscular, reforçam seu potencial como intervenção multifacetada para o manejo da sarcopenia e de outras condições associadas ao envelhecimento. Apesar disso, a literatura destaca a necessidade de investigações mais robustas e específicas sobre os efeitos de longo prazo do HIIT em populações idosas, especialmente aquelas acima de 80 anos, para consolidar suas restrições clínicas (Liu et al., 2022).

O objetivo do presente estudo é avaliar por meio de revisão da literatura, os efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) na força muscular, com foco na prevenção e tratamento da sarcopenia em idosos.

Em resumo, os resultados disponíveis até o momento demonstram que o HIIT, quando aplicado com critérios rigorosos de prescrição e associado a estratégias complementares, possui um papel promissor na prevenção e tratamento da sarcopenia. Estudos futuros devem focar na identificação de protocolos ideais e nas adaptações interindividuais a essas intervenções, contribuindo para o desenvolvimento de abordagens mais personalizadas e eficazes.

## 2. Metodologia

Este estudo foi conduzido utilizando o método de revisão integrativa da literatura, com o objetivo de avaliar os efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) sobre a força muscular e sua eficácia na prevenção e manejo da sarcopenia em indivíduos idosos. A revisão integrativa foi selecionada como estratégia metodológica devido à sua capacidade de sintetizar o conhecimento científico existente, permitindo uma análise abrangente e prática de descobertas provenientes de diferentes delineamentos metodológicos. Essa abordagem contempla estudos experimentais e não experimentais, oferecendo uma perspectiva ampliada sobre a temática investigada (Souza et al., 2010).

Os critérios de inclusão e exclusão dos estudos analisados foram sistematicamente estruturados com base na estratégia "População, Intervenção, Comparação/Comparador, Resultado e Desenho do Estudo" (PICOS). Esta estrutura garantiu a delimitação precisa dos parâmetros para elegibilidade dos estudos, promovendo clareza e rigor metodológico durante o processo de seleção. A adesão ao modelo PICOS foi fundamental para garantir a consistência e a transparência em todas as etapas da revisão, conforme descrito por Liberati et al. (2009). Os critérios detalhados são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** - Critérios de inclusão e exclusão de acordo com a abordagem “População, Intervenção, Comparação/Comparador, Resultado, Desenho do estudo”.

	<b>Critérios de inclusão</b>	<b>Critérios de exclusão</b>
<b>População</b>	Populações sem qualquer lesão ou doença, com visão normal e sem histórico de comprometimento neuropsicológico e/ou outras condições especiais	Estudos realizados com animais. Populações com condições especiais (alguns tipos de patologias além da sarcopenia, diabetes tipo II, patologia cardiovascular e obesidade). Populações com menos de 65 anos.
<b>Intervenção</b>	Estudos com protocolos de treinamento intervalado de alta intensidade estudando os efeitos de exercícios de força projetados com um grupo de intervenção e um grupo de controle	Estudos com protocolos de treinamento intervalado de alta intensidade combinados com outro tipo de intervenção que poderiam mascarar os resultados da intervenção anterior (outro tipo de treinamento, auxílios ergogênicos nutricionais ou farmacológicos).
<b>Comparação/comparador</b>	Condições de controle passivo	Condições de intervenção diferentes das condições passivas.
<b>Desenho do estudo</b>	Melhorias na força muscular	Condições fisiológicas ou físicas não relacionadas aos resultados incluídos.
<b>Critérios adicionais</b>	Delineamento cruzado contrabalanceado (randomizado ou não randomizado, pois nenhum deles revela diferenças significativas nas condições de controle)	Desenhos de estudo que não permitem comparações dentro dos sujeitos para as duas condições.
<b>Critérios adicionais</b>	Apenas estudos indexados, originais e de texto completo	Artigos que não sejam pesquisas originais (por exemplo, revisões, cartas aos editores, registros de ensaios, propostas de protocolos, editoriais, capítulos de livros e resumos de conferências).

Fonte: Autores.

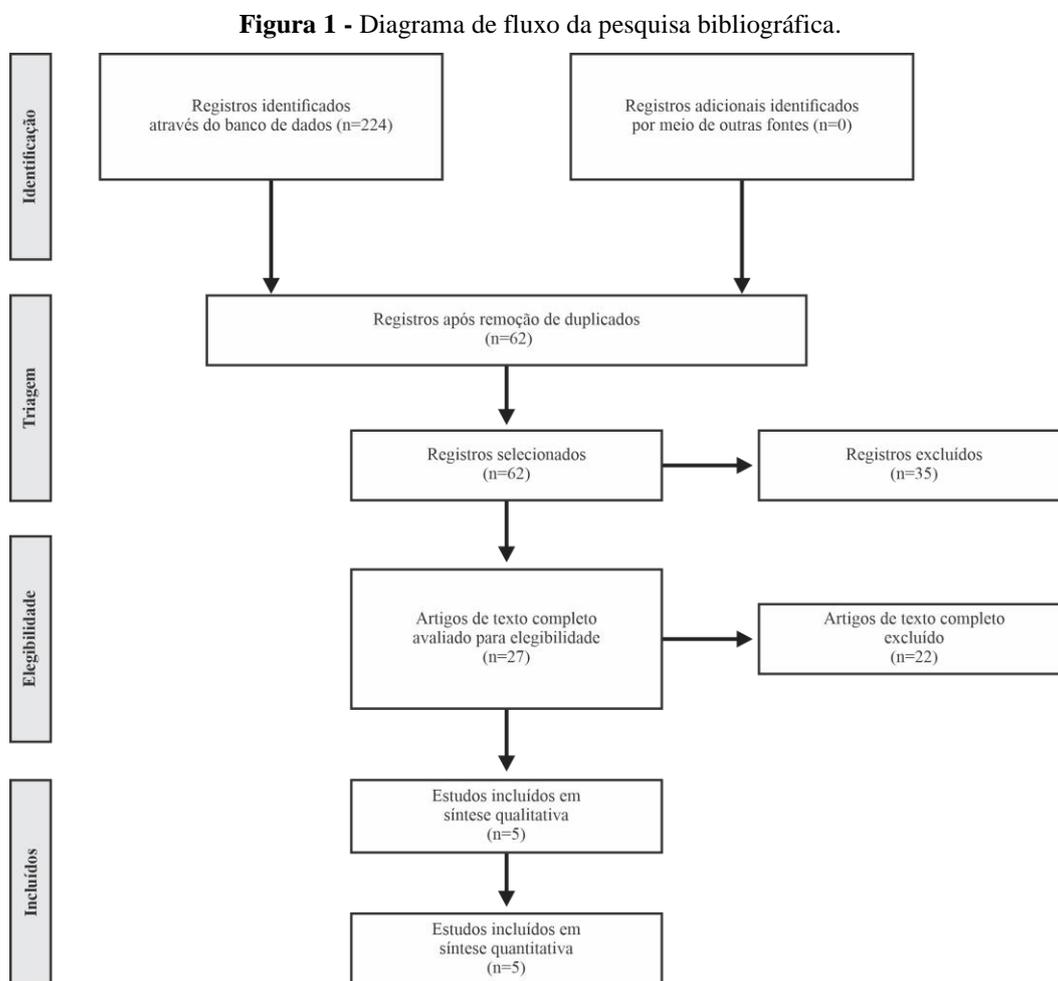
A busca bibliográfica por publicações relevantes foi conduzida de forma sistemática em quatro bases de dados acadêmicos eletrônicos de grande impacto na área: PubMed, Scopus, SPORTDiscus e Web of Science. O período de cobertura abrange todas as publicações disponíveis de 2019 até 2023. A formulação da melhor combinação de palavras-chave foi alcançada por meio de uma etapa inicial de familiarização com a literatura, que incluiu buscas preliminares e leituras criteriosas de publicações selecionadas. Esse processo envolve a utilização de descritores padronizados pelo sistema DeCS/MeSH, complementados por palavras-chave identificadas manualmente em artigos de referência pertinentes ao tema investigado.

As estratégias de busca empregaram uma variedade de transferências de termos e sinônimos aplicadas aos campos de título, resumo e descritores de pesquisa, incluindo: Exercício Físico, Sarcopenia, Idoso, Treinamento Intervalado de Alta Intensidade. Além disso, as listas de referências dos estudos selecionados foram examinadas manualmente para identificar trabalhos relevantes que eventualmente não foram capturados em buscas eletrônicas.

A busca inicial foi realizada nas bases de dados selecionados em um total de 224 estudos identificados. Após a remoção de duplicatas, realizada por meio de processos automatizados e verificações manuais, 62 referências foram eliminadas. Em seguida, foi realizada uma triagem baseada na relevância, utilizando títulos e resumos como critérios de exclusão, o que resultou na remoção de 35 artigos irrelevantes para o escopo deste estudo.

Os 27 estudos restantes foram submetidos a uma análise criteriosa e aprofundada de seus textos completos. Durante esta etapa, foram excluídos 22 estudos que não atenderam aos critérios de elegibilidade predefinidos. As razões para exclusão foram distribuídas da seguinte forma: 2 estudos não atenderam aos critérios relacionados à população investigada; 1 estudo não foi compatível com os critérios do comparador; 7 estudos não cumpriram os critérios de intervenção; e 12 estudos foram descartados por inadequações no delineamento metodológico.

Após a aplicação rigorosa desses critérios, cinco estudos foram considerados elegíveis e incorporados à presente revisão. A síntese do processo de seleção e exclusão dos estudos encontra-se detalhadamente na Figura 1, garantindo transparência e rastreabilidade metodológica.



Fonte: Autores.

### 3. Resultados e Discussão

Os estudos desenvolvidos sobre o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) em idosos revelaram uma ampla variabilidade nas características demográficas e físicas dos participantes. A faixa etária média reportada varia entre 65,8 e 69,4 anos, com intervalo total de 60 a 75 anos. O tamanho das amostras incluídas entre 12 e 41 indivíduos, com predominância do sexo masculino. Em termos de parâmetros antropométricos, os participantes apresentaram peso corporal médio de 77,8 kg, altura média de 172 cm e Índice de Massa Corporal (IMC) médio de 26,5. A condição física inicial dos sujeitos foi heterogênea, incluindo indivíduos ativos com uma frequência média de atividade física semanal de 2,6 horas.

As aulas de HIIT variaram em termos de duração e frequência, com sessões de treinamento com duração média de 30 a 50 minutos, realizadas de 2 a 3 vezes por semana, totalizando entre 24 e 36 sessões durante o período de intervenção. As modalidades de exercício incluíam desde exercícios tradicionais de força, como leg press e flexões de joelhos, até atividades aeróbicas, como corrida. A intensidade foi ajustada com base em parâmetros como porcentagens de uma repetição máxima (1RM), frequência cardíaca máxima (FC<sub>máx</sub>) e escala de percepção subjetiva de esforço (RPE). Todas as intervenções foram supervisionadas por profissionais desenvolvidos, e as avaliações pré e pós-intervenção incluíram uma gama abrangente de

variáveis: capacidade funcional, função cardiorrespiratória, composição corporal e ativação neuromuscular. Esses parâmetros foram medidos utilizando ferramentas como testes funcionais, cicloergômetros, absorciometria por dupla emissão de raios X (DXA) e biópsias musculares.

Os resultados analisados demonstraram significância estatística ( $p < 0,05$ ) em diversas áreas após as disciplinas. Na capacidade funcional, observou-se um aumento de 15,9% no teste Sit-to-Stand após 16 semanas, acompanhado por melhorias significativas no Timed Up and Go e em testes de subida de escadas. Em relação à função cardiorrespiratória, verificaram-se incrementos de 11,2% na potência máxima e de 16,5% no pico de  $VO_2$ , além de melhorias na economia de ciclismo, todos observados em 16 semanas. A composição corporal também apresentou mudanças relevantes, incluindo aumento na massa magra e redução na gordura corporal.

A capacidade neuromuscular exibiu progressos estatisticamente significativos, com aumento de 7% na força isométrica do quadríceps e melhorias na flexão de joelhos a  $90^\circ$ . Além disso, ganhos no desempenho físico foram evidenciados por incrementos no trabalho de esforço máximo, no tempo até a exaustão e na potência máxima. Transformações fisiológicas, como aumento no ângulo de penetração muscular e na ativação do quadríceps, também foram reportadas.

De maneira geral, as descobertas destacam que as intervenções de HIIT trouxeram benefícios e abrangentes para idosos, promovendo avanços na capacidade funcional, prejudicando a composição cardiorrespiratória, a composição corporal, o desempenho neuromuscular e as adaptações físicas. Esses resultados reforçam a eficácia do HIIT como uma estratégia de treinamento para a manutenção da saúde e o manejo de condições associadas ao envelhecimento. As características apresentadas dos estudos incluídos, juntamente com a descrição detalhada dos protocolos de HIIT utilizados, estão apresentadas no Quadro 1, a seguir:

**Quadro 1 - Características dos estudos incluídos.**

<b>Autores</b>	<b>População</b>	<b>Intervenção</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Resultados</b>
Müller et al. (2021)	N=35 participantes; com idade de $65,8 \pm 3,9$ ; Sexo masculino; IMC 18,75;	Semana 1–4: 2 x (12–15 repetições 65% RM x 180 s de descanso) Semana 13–16: 4 x (6–8 repetições 80% RM x 180 s de descanso). Semana 1–4: 3 x (8 repetições 40% RM x 180 s de descanso) Semana 13–16: 4 x (6 repetições 60% RM x 180 s de descanso).	Condições de controle passivo. Delineamento cruzado contrabalanceado (randomizado)	Os grupos melhoraram de forma semelhante ( $P < 0,05$ ) com o treinamento em todos os resultados de capacidade funcional, W máx., economia de ciclismo, $VO_{2pico}$ e composição corporal ( $P < 0,05$ ). Essas descobertas sugerem que programas de TC baseados em HIIT envolvendo TST vs. PT são igualmente eficazes na melhoria da funcionalidade, aptidão cardiorrespiratória e composição corporal em homens idosos saudáveis.
Siqueria et al. (2020)	Quarenta e uma mulheres (60 a 75 anos) se voluntariaram para participar do estudo.	As participantes foram randomizadas em um grupo de treinamento aeróbico contínuo baseado em água (CTG; $n = 21$ ; $63,9 \pm 2,5$ anos) ou um grupo de treinamento aeróbico intervalado (ITG; $n = 20$ ; $64,8 \pm 3,6$ anos). Ambos os programas de treinamento foram realizados por 12 semanas (sessões de 45 minutos duas vezes por semana), com intensidade do exercício baseada na classificação do esforço percebido (Escala RPE 6-20 de Borg).	Condições de controle passivo. Delineamento cruzado contrabalanceado (randomizado)	Mulheres mais velhas se beneficiaram do treinamento de exercícios aquáticos prescrito com base no RPE dos participantes, com os programas de treinamento intervalado e contínuo resultando em aumentos semelhantes nos parâmetros cardiorrespiratórios e neuromusculares.

Wyckelsma et al. (2018)	Quinze adultos mais velhos (69,4 ± 3,5 anos, média ± DP)	Estudo randomizados para 12 semanas de treinamento intervalado intenso (4 × 4 min a 90–95% da frequência cardíaca máxima), 3 dias/semana (IIT, n = 8); ou nenhum controle de exercício (n = 7). Antes e depois do treinamento, os participantes completaram um teste de exercício em cicloergômetro incremental até que uma classificação de esforço percebido de 17 (muito difícil) em uma escala de 20 pontos fosse atingida, com medidas de [K +] v venoso antecubital.	Condições de controle passivo. Delineamento cruzado contrabalanceado (randomizado)	O conteúdo de NKA muscular aumentou em 11% após o IIT (P < 0,05). As medições de fibra única aumentaram na isoforma α 2 do NKA em fibras Tipo II após o IIT (30%, P < 0,05), sem alterações nas outras isoformas em fibras únicas ou homogeneizadas. Assim, o treinamento físico intenso em adultos mais velhos induziu uma regulação positiva do NKA muscular, com um aumento específico da fibra na abundância de NKA α 2 nas fibras Tipo II, coincidente com o aumento do conteúdo de NKA muscular e melhor desempenho no exercício.
Sculthorpe et al. (2018)	Trinta e três homens sedentários ao longo da vida foram aleatoriamente designados para intervenção (INT; n = 22, idade 62,3 ± 4,1 anos) ou controle (n = 11, idade 61,6 ± 5,0 anos),	Ensaio clínico randomizado (ECR) investigou a eficácia de uma intervenção HIIT de baixa frequência (LfHIIT) na potência muscular máxima (potência máxima de saída [PPO]), composição corporal e equilíbrio em homens sedentários ao longo da vida, mas saudáveis. (fase A), após 6 semanas de exercício de condicionamento (fase B) e após 6 semanas de HIIT uma vez a cada 5 dias em INT (fase C), onde o controle permaneceu inativo durante todo o estudo.	Condições de controle passivo. Delineamento cruzado contrabalanceado (randomizado)	O equilíbrio estático permaneceu inalterado, e tanto o PPO absoluto quanto o relativo não foram diferentes entre os grupos nas fases A ou B, mas aumentaram significativamente no INT após LfHIIT (P < 0,01). A massa corporal magra apresentou uma interação significativa (P < 0,01) devido a um aumento no INT entre as fases B e C (P < 0,05). 6 semanas de exercício HIIT é um método viável e eficaz para induzir melhorias clinicamente relevantes no PPO absoluto e relativo, mas não melhora o equilíbrio estático em homens idosos sedentários.
Bruseghini et al. (2022)	Doze homens saudáveis (69,3 ± 4,2 anos; 77,8 ± 10,4 kg; 1,72 ± 0,05 m).	foram expostos a 8 semanas de HIT (7 × 2 min de repetições de ciclismo a 90% de VO2 pico, 3 vezes/semana) e, após 4 meses (destreinamento), para IRT (4 × 7 extensões máximas concêntricas-excêntricas do joelho, 3 vezes/semana).	Condições de controle passivo. Delineamento cruzado contrabalanceado (randomizado)	Os dados sugerem que IMAT pode ser um indicador proeminente para rastrear a atividade dependente do metabolismo e a qualidade do músculo esquelético.

Legenda: IMC: índice de massa corporal; HIIT: treinamento intervalado de alta intensidade; Wmax: carga de trabalho máxima; RPE: taxa de esforço percebido; HRmax: frequência cardíaca máxima; RHR: frequência cardíaca em repouso; WRpeak: pico de taxa de trabalho; IMAT: tecido adiposo intermuscular; ACSA: área de secção transversal anatômica. Fonte: Autores.

O objetivo desta revisão integrativa foi avaliar os efeitos do HIIT na força muscular para a prevenção e tratamento da sarcopenia em adultos mais velhos e estabelecer parâmetros de programação para prescrição ideal de exercícios. Também queríamos avaliar a segurança deste tipo de exercício nesta população específica à luz de sugestões anteriores de que ele poderia ser inadequado (Liu et al., 2022; Stern et al., 2022; Batacan et al., 2017). Devido à falta de estudos examinando os efeitos do HIIT em adultos mais velhos, os efeitos deste tipo de exercício no aumento da força e função muscular, bem como sua segurança geral, não são claros. A principal descoberta de nossa análise é que o HIIT é eficaz no aumento da força muscular e na prevenção e tratamento da sarcopenia em adultos mais velhos, com um efeito principal moderado sendo encontrado. Isso complementa uma revisão anterior que apoiou o uso de exercícios de alto impacto para a melhoria da força muscular (Stern et al., 2022; Blue et al., 2018). Outras meta-análises (Liu et al., 2022; Beckwée et al., 2019) descreveram os benefícios do HIIT para a prevenção e tratamento da sarcopenia em adultos mais velhos.

O HIIT demonstrou anteriormente promover uma série de adaptações metabólicas (Weston et al., 2014). Embora

muito se saiba sobre as adaptações aeróbicas ao HIIT, a caracterização completa da remodelação do músculo esquelético, como resultado desse tipo de treinamento, não é clara. A maioria dos protocolos HIIT, incluindo aqueles revisados no presente estudo, utilizou a modalidade de exercício de ciclismo que carrega principalmente a musculatura das pernas.

Os pesquisadores também observaram que, mesmo em adultos mais velhos e em indivíduos com mobilidade limitada, o treinamento de potência resultou em aumento da velocidade da marcha, o que foi atribuído a melhorias na ativação muscular voluntária (Hvid et al., 2016). A diminuição da massa muscular e do tamanho muscular das fibras musculares predominantemente do tipo II tem sido associada ao aumento da idade (Lexell et al., 1988). Os mecanismos, no entanto, não são totalmente compreendidos.

Estratégias para prevenir o declínio relacionado à idade na aptidão cardiorrespiratória (CRF) e no desempenho muscular podem ajudar a prevenir ou retardar a progressão da sarcopenia e seus declínios funcionais associados em adultos mais velhos geralmente saudáveis. Embora a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2015) (recomende resistência simultânea (> 150 min/semana) e treinamento de resistência (> 2 sessões/semana), a falta de tempo livre é uma grande barreira para atingir essas metas de exercício (Gómez-López et al., 2010). A esse respeito, vários pequenos ensaios randomizados utilizando protocolos HIIT menos demorados, caracterizados por breves períodos intermitentes de exercícios aeróbicos de alta intensidade, surgiram nos últimos anos e revelaram efeitos impressionantes na saúde cardiovascular e na CRF. No entanto, Ferreira et al. (Ferreira et al., 2023), em um estudo transversal, mostraram que estar envolvido em um programa de treinamento aeróbico versus ser sedentário não afetou a prevalência de sarcopenia entre mulheres mais velhas. Em contraste, Lui et al., 2022 em sua revisão narrativa, mostraram que o HIIT pode se tornar um método potencial promissor para tratar sarcopenia em adultos mais velhos e obter mudanças metabólicas notáveis em pacientes com sarcopenia. Em primeiro lugar, podem ocorrer respostas agudas do músculo esquelético. O HIIT regula positivamente 22 genes mitocondriais em pessoas mais velhas, incluindo genes que participam da regulação translacional e da transferase de tRNA mitocondrial, resultando em um aumento significativo na abundância de proteínas (Robinson et al., 2017). Nesse contexto, o HIIT induz grande crescimento muscular, previne a atrofia do músculo esquelético e melhora a função motora por meio da promoção de grande fosforilação do alvo mamífero da rapamicina (mTOR) e da proteína ribossômica S6 quinase (rps6) e induzindo a expressão do coativador transcricional do receptor  $\gamma$  ativado pelo proliferador de peroxissoma  $1\alpha$  (PGC- $1\alpha$ ), que é crucial para a biogênese mitocondrial (Liu et al., 2021; Fyfe et al., 2016). Também é importante na vascularização do músculo (Leuchtmann et al., 2020).

Coletivamente, o HIIT melhorou significativamente a força muscular (Stern et al., 2023) e reduziu a gordura no sangue e no fígado (Cassidy et al., 2017). No entanto, o HIIT pode não reduzir o peso corporal enquanto reduz a gordura corporal devido à hipertrofia muscular (Batacan et al., 2017). Por exemplo, um estudo recente resumiu os mecanismos moleculares do HIIT no tratamento e prevenção da sarcopenia (Lui et al., 2022). No entanto, apesar dos efeitos positivos encontrados nesta revisão, algumas limitações devem ser reconhecidas. Primeiro, o número limitado de estudos disponíveis e o alto risco de viés limitam severamente a validade e generalização dos resultados, bem como a força geral da evidência.

Os insights derivados desta revisão integrativa oferecem diversas aplicações práticas para profissionais de saúde e exercícios no contexto de prevenção e tratamento da sarcopenia em adultos mais velhos por meio do HIIT.

No geral, o conjunto de evidências que apoiam os efeitos positivos do HIIT na força muscular pode informar o desenvolvimento de planos abrangentes de cuidados geriátricos. Os profissionais de saúde e geriatras podem considerar a integração do HIIT como um componente estruturado de programas de reabilitação ou manutenção para indivíduos adultos mais velhos para mitigar a progressão da sarcopenia e melhorar a capacidade funcional geral. Os praticantes de exercícios desempenham um papel fundamental na implementação de estratégias baseadas em evidências para aumentar a força muscular e mitigar a sarcopenia em adultos mais velhos, e podem usar as evidências desta revisão sistemática para desenvolver prescrições de exercícios individualizadas para clientes adultos mais velhos em risco de sarcopenia. Adaptar protocolos HIIT

com base em fatores como aptidão física inicial, estado de saúde e mobilidade pode otimizar os benefícios do exercício, ao mesmo tempo em que considera as limitações e preferências individuais. Além disso, esta revisão sistemática sugeriu que o HIIT pode ser eficaz na melhoria da força muscular entre adultos mais velhos. Os praticantes de exercícios podem projetar programas HIIT progressivos e estruturados que aumentem gradualmente a intensidade, a duração e a frequência ao longo do tempo. Esta abordagem garante que os clientes adultos mais velhos possam se adaptar com segurança e se beneficiar das demandas do HIIT, minimizando o risco de lesões. Além disso, incorporar movimentos funcionais em sessões de HIIT é crucial para melhorar não apenas a força muscular, mas também a capacidade funcional geral nas atividades diárias. Os praticantes de exercícios devem se concentrar em exercícios que imitem movimentos da vida real, promovendo a transferência de ganhos de força para tarefas funcionais.

Por fim, esta revisão sistemática identificou lacunas na literatura existente, como a necessidade de tamanhos de amostra maiores, estudos de longo prazo de maior qualidade envolvendo também sujeitos do sexo feminino e consenso sobre critérios diagnósticos para sarcopenia. Isso pode informar futuras direções de pesquisa, encorajando os pesquisadores a projetarem estudos longitudinais bem controlados que explorem o impacto sustentado do HIIT na força muscular e abordem inconsistências metodológicas entre os ensaios.

Em resumo, embora adultos mais velhos possam se envolver de forma viável no HIIT, ele deve ser abordado com cautela e individualização. Consultar profissionais de saúde e especialistas em condicionamento físico, considerar o estado de saúde do indivíduo e aumentar gradualmente a intensidade pode contribuir para um programa HIIT seguro e eficaz para adultos mais velhos. Além disso, adultos mais velhos podem se envolver de forma viável e longitudinal no HIIT com modificações e orientações apropriadas. Embora o tipo e a intensidade da atividade física possam variar com base nos níveis individuais de saúde e condicionamento físico, pesquisas mostraram que o HIIT pode melhorar a saúde cardiovascular, a força e a flexibilidade em adultos mais velhos. No entanto, é essencial consultar um profissional de saúde ou profissional de condicionamento físico certificado antes de iniciar qualquer novo programa de exercícios, especialmente para adultos mais velhos com problemas de saúde subjacentes ou lesões. Além disso, modificações como movimentos mais lentos, intervalos mais curtos e períodos de descanso mais longos podem ser necessárias para acomodar mudanças relacionadas à idade na mobilidade e no equilíbrio. Monitorar regularmente o progresso e ajustar o programa conforme necessário também pode ajudar a garantir a segurança e a eficácia ao longo do tempo.

#### **4. Conclusão**

Os resultados desta revisão corroboram a previsão e a eficácia dos protocolos de treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) em populações idosas, evidenciando impactos positivos em diversas variáveis, como composição corporal, qualidade muscular, capacidade cardiorrespiratória, funções neuromusculares e desempenho físico. Esses resultados sustentam o potencial do HIIT como uma estratégia promissora para promover a força muscular e combater a sarcopenia em adultos mais velhos.

No entanto, é importante destacar as especificações da presente revisão, incluindo o número limitado de estudos elegíveis e as heterogeneidades metodológicas observadas entre eles. Estas restrições sublinham a necessidade de pesquisas adicionais para consolidar a base de evidências. Em particular, as investigações futuras não devem apenas abordar as limitações existentes, mas também explorar as previsões de instruções específicas, considerando as características individuais dos idosos. Tal abordagem é essencial para oferecer orientações específicas, garantir a segurança e melhorar os benefícios do HIIT para essa população potencialmente vulnerável.

## Referências

- Andrade, L. S., Pinto, S. S., Silva, M. R., Schaun, G. Z., Portella, E. G., Nunes, G. N., David, G. B., Wilhelm, E. N. & Alberton, C. L. (2020). Treinamento contínuo e intervalado baseado em água em mulheres idosas: resultados cardiorrespiratórios e neuromusculares (estudo WATER). *Exp. Gerontol.*, 134, 110914. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2020.110914>.
- Baker, C., & Huxley, P. (2019). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Envelhecimento*, 48(5), 731-738. <https://doi.org/10.1093/ageing/afz046>
- Batacan, R. B., Duncan, M. J., Dalbo, V. J., Tucker, P. S. & Fenning, A. S. (2017). Efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade na saúde cardiometabólica: Uma revisão sistemática e meta-análise de estudos de intervenção. *British Journal of Sports Medicine*, 51(6), 494–503. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095841>
- Beckwée, D., Delaere, A., Aelbrecht, S., Baert, V., Beudart, C., Bruyère, O., de Saint-Hubert, M., & Bautmans, I. (2019). Intervenções de exercícios para a prevenção e tratamento da sarcopenia: uma revisão sistemática abrangente. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 23(6), 494–502. <https://doi.org/10.1007/s12603-019-1196-8>.
- Blue, M. N. M., Smith-Ryan, A. E., Trexler, E. T. & Hirsch, K. R. (2018). Os efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade no tamanho e na qualidade muscular em adultos com sobrepeso e obesos. *Jornal de Ciência e Medicina no Esporte*, 21(3), 207–12.
- Bruseghini, P., Capelli, C., Calabria, E., Rossi, A. P. & Tam, E. (2019). Efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade e do treinamento isoinercial na função muscular dos extensores das pernas, estrutura e tecido adiposo intermuscular em adultos mais velhos. *Front. Physiol.* 10, 1260.
- Burgos, R. (2006). Enfoque terapêutico global da sarcopenia. *Nutrição Hospitalar*, 21, 51–60.
- Cassidy, S. & Trenell, M. I. (2017). Treinamento intervalado de alta intensidade: uma revisão de seu impacto no controle da glicose e na saúde cardiometabólica. *Diabetologia*, 60(1), 7–23.
- Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., Cooper, C., Landi, F., Rolland, Y., Sayer, A. A. & et al. (2019). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Idade e Envelhecimento*, 48(1), 16–31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>
- Escrache-Escuder, A., Fuentes-Abolafo, I. J., Roldán-Jiménez, C. & Cuesta-Vargas, A. I. (2021). Efeitos do exercício na massa muscular, força e desempenho físico em adultos mais velhos com sarcopenia: Uma revisão sistemática e meta-análise de acordo com os critérios EWGSOP. *Gerontologia Experimental*, 151, 111420. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2021.111420>
- Ferreira, L. F., de Oliveira, A. R., Schiefelbein, M. L., Garcia, E. & da Rosa, L. H. T. (2023). Treinamento aeróbico não diminui a prevalência de sarcopenia em mulheres idosas: estudo transversal. *Envelhecimento Internacional*, 48(3), 563–74.
- Fyfe, J. J., Bartlett, J. D., Hanson, E. D., Stepto, N. K. & Bishop, D. J. (2016). A intensidade do treinamento de resistência não medeia a interferência no ganho máximo de força da parte inferior do corpo durante o treinamento simultâneo de curto prazo. *Frontiers in Physiology*, 7, 487. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00487>
- Gómez-López, M., Gallegos, A. G. & Extremera, A. B. (2010). Barreiras percebidas por estudantes universitários na prática de atividades físicas. *Jornal de Ciência e Medicina do Esporte*, 9(3), 374–81.
- Hayes, L. D., Elliott, B. T., Yasar, Z., Bampouras, T. M., Sculthorpe, N. F., Sanal-Hayes, N. E. M. & Hurst, C. (2021). High Intensity Interval Training (HIIT) as a Potential Countermeasure for Phenotypic Characteristics of Sarcopenia: A Scoping Review. *Frontiers in Physiology*, 12, 715044. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.715044>
- Hvid, L. G., Strotmeyer, E. S., Skjoldt, M., Magnussen, L. V., Andersen, M. & Caserotti, P. (2016). A ativação muscular voluntária melhora com o treinamento de potência e está associada a mudanças na velocidade da marcha em idosos com mobilidade limitada: um ensaio clínico randomizado. *Experimental Gerontology*, 80, 51–6. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2016.03.018>
- Ito, S. (2019). Treinamento intervalado de alta intensidade para benefícios à saúde e tratamento de doenças cardíacas: A chave para um protocolo de exercícios eficiente. *World Journal of Cardiology*, 11(7), 171–88. <https://doi.org/10.4330/wjc.v11i7.171>
- Leuchtmann, A. B., Mueller, S. M., Aguayo, D., Petersen, J. A., Ligon-Auer, M., Flück, M., Jung, H. H., & Toigo, M. (2020). O treinamento de resistência preserva as melhorias causadas pelo treinamento intervalado de alta intensidade na capilarização do músculo esquelético de homens idosos saudáveis: um ensaio clínico randomizado. *Scientific Reports*, 10, 6578. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63490-x>
- Liu, Q.-Q., Xie, W.-Q., Luo, Y.-X., Li, Y.-D., Huang, W.-H., Wu, Y.-X., & Li, Y.-S. (2022). Treinamento intervalado de alta intensidade: Um método potencial para tratar sarcopenia. *Intervenções clínicas no envelhecimento*, 17, 857–872. <https://doi.org/10.2147/CIA.S366245>
- López, J. & Campos, V. (2018). *HIIT. Treinamento intervático de alta intensidade: Bases fisiológicas e aplicações práticas*. Fisiologia do Exercício e Treinamento, Fisiología del Ejercicio: Madrid, Espanha.
- Organização Mundial da Saúde. (2015). *Recomendações globais sobre atividade física para a saúde*. Genebra, Suíça: Organização Mundial da Saúde.
- Takehi, S., Wakabayashi, H., Inuma, H., Inose, T., Shioya, M., Aoyama, Y., Hara, T., Uchimura, K., Tomita, K., Okamoto, M., Yoshida, M., Yokota, S., & Suzuki, H. (2022). Nutrição de reabilitação e terapia de exercícios para sarcopenia. *World Journal of Men's Health*, 40(1), 1–10. <https://doi.org/10.5534/wjmh.200190>
- Keating, C. J., Párraga Montilla, J. Á., Latorre Román, P. Á. & Moreno del Castillo, R. (2020). Comparação do treinamento intervalado de alta intensidade com o treinamento contínuo de intensidade moderada em adultos mais velhos: uma revisão sistemática. *Journal of Aging and Physical Activity*, 28(5), 798–807. <https://doi.org/10.1123/japa.2019-0111>

- Kirschner, S., & Tomasello, M. (2010). La eclosión de la sarcopenia: Informe preliminar del Observatorio de la Sarcopenia de la Sociedad Española de Geriátría y Gerontología. *Evolution and Human Behavior*, 31(5), 354–64. <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2010.04.004>
- Lexell, J., Taylor, C. C. & Sjöström, M. (1988). Qual é a causa da atrofia do envelhecimento? *Jornal de Ciências Neurológicas*, 84(3), 275–94.
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J. & Moher, D. (2009). A declaração PRISMA para relatar revisões sistemáticas e meta-análises de estudos que avaliam intervenções de assistência à saúde: explicação e elaboração. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000100. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>.
- Liu, Q. Q., Xie, W. Q., Luo, Y. X., Li, R. K. & Hu, B. J. (2022). High Intensity Interval Training: A Potential Method for Treating Sarcopenia. *Intervenções clínicas no envelhecimento*, 17, 857–72. <https://doi.org/10.2147/CIA.S366245>.
- Liu, Y., Guo, C., Liu, S., Zhang, S., Mao, Y. & Fang, L. (2021). Oito semanas de treinamento de força estática intervalada de alta intensidade melhoraram a atrofia muscular esquelética e a função motora em ratos idosos por meio da via PGC-1 $\alpha$ /FNDC5/UCP1. *Intervenções Clínicas no Envelhecimento*, 16, 811–21. <https://doi.org/10.2147/cia.s308893>
- Padilla, C., Sánchez, P. & Cuevas, M J (2014). Benefícios do treinamento de força para prevenção e tratamento da sarcopenia. *Nutrição Hospitalária*, 29, 979–88.
- Palop Montoro, M. V., Párraga Montilla, J. A., Lozano Aguilera, E. & Arteaga Checa, M. (2015). The vibration training as sarcopenia intervention: impact on the neuromuscular system of the elderly. *Nutrição Hospitalária*, 32(4), 1454–61. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.4.9505>
- Português Müller, D. C., Boeno, F. P., Izquierdo, M., Aagaard, P., Teodoro, J. L., Grazioli, R., Cunha, G., Ferrari, R., Saez de Asteasu, M. L., Pinto, R. S. et al. (2021). Efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade combinado com treinamento tradicional de força ou potência na funcionalidade e aptidão física em homens idosos saudáveis: um ensaio clínico randomizado. *Exp. Gerontol.* 2021, 149, 111321. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2021.111321>
- Redín, M I (Ed.). (2008). *Biomecânica e bases neuromusculares da atividade física e do esporte*. Editorial Médica Panamericana: Madri, Espanha.
- Robinson, M M, Dasari, S., Konopka, A R, Johnson, M L, Manjunatha, S., Esponda, R R, Carter, R E, Lanza, I R, & Nair, K S (2017). Tradução aprimorada de proteínas fundamentais adaptações metabólicas e aprimoradas especificamente para diferentes modos de treinamento de exercícios em humanos jovens e idosos. *Metabolismo Celular*, 25(3), 581–592.
- Rolland, Y., Czerwinski, S., Abellan van Kan, G., Morley, J. E., Cesari, M., Onder, G., Woo, J., Baumgartner, R., Pillard, F., Boirie, Y., Chumlea, W. M. C. & Vellas, B. (2008). Sarcopenia: sua avaliação, etiologia, patogênese, consequências e perspectivas futuras. *O Jornal de Nutrição, Saúde e Envelhecimento*, 12(7), 433–50. <https://doi.org/10.1007/BF02982704>
- Rubio del Peral, J. A. & Gracia, M. S. (2017). Exercícios de resistência no tratamento e prevenção da sarcopenia em anos anteriores: Revisão sistemática. *Revista Gerokomos*, 29(3), 133–7.
- Sculthorpe, N. F., Herbert, P. & Grace, F. (2017). Uma sessão de treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) a cada 5 dias melhorou a potência muscular, mas não o equilíbrio estático em homens sedentários envelhecidos ao longo da vida. *Medicina*, 96(17), e6040. <https://doi.org/10.1097/md.0000000000006040>.
- Stern, G., Psycharakis, S G, & Phillips, S M (2023). Efeito do treinamento intervalado de alta intensidade no movimento funcional em adultos mais velhos: Uma revisão sistemática e meta-análise. *Medicina Esportiva - Aberta*, 9 (1).
- Stern, G., Psycharakis, S. G. & Phillips, S. M. (2023). Efeito do treinamento intervalado de alta intensidade no movimento funcional em adultos mais velhos: uma revisão sistemática e meta-análise. *Medicina Esportiva - Open*, 9, 5.
- Wewege, M A, Ahn, D., Yu, J., Liou, K., & Keech, A. (2018). High-Intensity Interval Training for Patients With Cardiovascular Disease—Is It Safe? A Systematic Review. *Journal of the American Heart Association*, 7(21), e009305. <https://doi.org/10.1161/JAHA.118.009305>.
- Weston, K. S., Wisløff, U. & Coombes, J. S. (2014). Treinamento intervalado de alta intensidade em pacientes com doença cardiometabólica induzida pelo estilo de vida: Uma revisão sistemática e meta-análise. *British Journal of Sports Medicine*, 48(16), 1227–34. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092576>
- Wyckelsma, V. L., Levinger, I., Murphy, R. M., Petersen, A. C., Perry, B. D., Hedges, C. P., Anderson, M. J. & McKenna, M. J. (2017). O treinamento intervalado intenso em adultos idosos saudáveis aumenta o conteúdo do sítio de ligação da [3H] ouabaína do músculo esquelético e eleva a abundância da isoforma  $\alpha 2$  da Na<sup>+</sup>,K<sup>+</sup>-ATPase em fibras do Tipo II. *Relatórios Fisiológicos*, 5(17), e13219.