

CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA
CURSO DE GRADUAÇÃO BACHARELADO EM
EDUCAÇÃO FÍSICA

LARISSA DOS SANTOS GOMES
MIRELLA ANDRADE DE CARVALHO
WILLIAM BARBOSA GUILHERME

**BENEFÍCIOS DO EXERCÍCIO AERÓBICO EM
IDOSOS COM SARCOPENIA: UMA REVISÃO
SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

RECIFE/2024

LARISSA DOS SANTOS GOMES
MIRELLA ANDRADE DE CARVALHO
WILLIAM BARBOSA GUILHERME

BENEFÍCIOS DO EXERCÍCIO AERÓBICO EM IDOSOS COM SARCOPENIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Artigo apresentado ao Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA, como requisito parcial para obtenção do título de Graduado em Bacharelado em Educação Física.

Professor Orientador: Me. Túlio Magno da Silva Campos.

RECIFE/2024

LARISSA DOS SANTOS GOMES
MIRELLA ANDRADE DE CARVALHO
WILLIAM BARBOSA GUILHERME

BENEFÍCIOS DO EXERCÍCIO AERÓBICO EM IDOSOS COM SARCOPENIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Artigo aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Graduado em Bacharelado em Educação Física, pelo Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA, por uma comissão examinadora formada pelos seguintes professores:

Prof.º Me. Túlio Magno da Silva Campos
Professor (a) Orientador (a)

Professor (a) Examinador (a)

Professor (a) Examinador (a)

Recife, ____/____

NOTA:

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	09
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1 Envelhecimento e sarcopenia.....	10
2.2 Associação da disfunção mitocondrial e sarcopenia na velhice.....	12
2.3 Efeitos do Treinamento Aeróbio no idosos com sarcopenia.....	13
3 DELINEAMENTO METODOLÓGICO.....	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	20
REFERÊNCIAS.....	25

BENEFÍCIOS DO EXERCÍCIO AERÓBICO EM IDOSOS COM SARCOPENIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Larissa dos Santos Gomes

Mirella Andrade de Carvalho

William Barbosa Guilherme

Prof.º Orientador Me. Túlio Magno da Silva Campos¹

RESUMO

O envelhecimento populacional tem gerado atenção crescente para condições associadas à idade, como a sarcopenia, caracterizada pela perda progressiva de massa muscular, força e funcionalidade. Estima-se que essa condição afete entre 10% e 16% dos idosos em todo o mundo, segundo a *World Health Organization* (WHO). Este estudo realizou uma revisão sistemática para explorar os benefícios do

¹ Prof. do Dep. Educação Física da UNIBRA; E-mail:

exercício aeróbico na saúde de idosos diagnosticados com sarcopenia. A pesquisa foi conduzida em bases de dados como MEDLINE, SciELO e LILACS, utilizando descritores como “sarcopenia”, “exercício aeróbico” e “disfunção mitocondrial”, com foco em estudos publicados nos últimos cinco anos. Os resultados destacam que o treinamento aeróbico promove melhorias significativas na função mitocondrial, na capacidade cardiorrespiratória e na qualidade de vida dos idosos, além de retardar os efeitos degenerativos da sarcopenia. Evidências científicas apontam que o exercício aeróbico regula a homeostase celular, reduz o estresse oxidativo e aumenta a biogênese mitocondrial, sendo uma intervenção eficaz para a prevenção e tratamento da sarcopenia. Conclui-se que o exercício aeróbico é uma estratégia acessível e viável para mitigar os impactos do envelhecimento, promovendo um envelhecimento ativo e saudável.

Palavras-chave: Sarcopenia; Exercício Aeróbico; Envelhecimento; Disfunção Mitocondrial.

1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento é um processo natural que se manifesta por mudanças fisiológicas, incluindo o declínio das funções de diversos órgãos e sistemas. Em condições normais, esse processo não é, por si só, problemático. No entanto, alterações relacionadas à idade podem levar ao surgimento de patologias que afetam significativamente a qualidade de vida dos idosos. Entre essas condições, destaca-se a sarcopenia, caracterizada pela perda progressiva e generalizada de massa muscular, força e função física. De acordo com a *Global Leadership Initiative in Sarcopenia* (GLIS, 2024), essa condição está associada à incapacidade funcional e à redução da qualidade de vida, afetando entre 10% e 16% dos idosos globalmente, segundo a *World Health Organization* (WHO, 2024).

O impacto da sarcopenia é exacerbado por fatores como inatividade física, disfunção mitocondrial, e mudanças metabólicas associadas ao envelhecimento. Esses fatores não apenas contribuem para o agravamento da perda muscular, mas também aumentam o risco de quedas, hospitalizações e mortalidade. Nesse cenário, a adoção de estratégias para retardar os efeitos da sarcopenia torna-se essencial para promover um envelhecimento saudável e ativo.

Entre as intervenções disponíveis, o exercício aeróbico tem ganhado destaque como uma abordagem eficaz e acessível. Esse tipo de treinamento não apenas melhora a capacidade cardiorrespiratória, mas também estimula adaptações mitocondriais, promovendo a biogênese e a manutenção da homeostase celular no músculo esquelético. Estudos recentes, como o de Shen et al. (2023), indicam que o exercício aeróbico pode melhorar significativamente a qualidade de vida dos idosos ao reduzir os impactos da sarcopenia e aumentar a eficiência mitocondrial.

Diante desse contexto, este estudo tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão sistemática, os benefícios do exercício aeróbico em idosos diagnosticados com sarcopenia, destacando as evidências científicas mais recentes sobre sua eficácia na mitigação dos impactos dessa condição.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Envelhecimento e sarcopenia

De acordo com a *World Health Organization* (WHO, 2024), todos os países enfrentam grandes desafios para garantir que seus sistemas de saúde e sociais estejam prontos para aproveitar ao máximo essa mudança demográfica. Em 2050, existe uma perspectiva que cerca de 80% dos idosos viverão em países de baixa e média renda.

O ritmo do envelhecimento populacional é muito mais rápido do que no passado. A falta de uma definição única para denominar precisamente e com padrões universais, provavelmente impactou a identificação ou o tratamento da sarcopenia na pesquisa e na prática clínica, ou seja, causou confusão para cientistas, médicos e profissionais de saúde sobre qual definição, pontos de corte e ferramentas de avaliação muscular empregar, afirmam as pesquisas de Kirk et al. (2024) e Westbury et al. (2023).

Assim, para a abordagem da sarcopenia, a *Global Leadership Initiative in Sarcopenia* (GLIS, 2024), foi formada para criar uma definição global unificada para uso em pesquisas e ambientes clínicos. A GLIS foi formada por representantes de todos os grupos de consenso continentais de sarcopenia e das principais sociedades e organizações musculoesqueléticas do mundo todo. Assim, esforços foram feitos para trazer um padrão quanto ao sexo, localização demográfica (países e sub-representações) e etnia.

Em ambientes clínicos, embora exista um código CID10-CM para a sarcopenia, para essa condição, há poucas prescrições específicas de exercícios ou dieta em uso clínico regular para tratar sarcopenia. Assim, uma definição comum, na iniciativa de Liderança Global em Sarcopenia (GLIS, 2024).

Assim, vale destacar, que junto com o envelhecimento, na qual é caracterizado por uma série de alterações biológicas que gradualmente levam a reduções na aptidão cardiorrespiratória, provocando um declínio na capacidade cardiorrespiratória, que é uma característica do processo de envelhecimento fisiológico e está ligado ao surgimento de distúrbios cardiometabólico (Kirk et al., 2024)

Vale ressaltar que o declínio na aptidão cardiorrespiratória induzido pelo envelhecimento é o principal elemento ligado à hospitalização, morbidade e

mortalidade, como também o declínio na massa e disfunção do músculo esquelético, estão relacionados com a fragilidade física ligados a sarcopenia no idoso (Csete, 2021). Tanto a fragilidade quanto a sarcopenia são altamente prevalentes em pacientes não apenas com idade avançada, mas também em pacientes com doenças que agravam sua progressão, como insuficiência cardíaca (Sato et al., 2024).

Os mecanismos biológicos da fragilidade e sarcopenia são multifatoriais, complexos e ainda não totalmente elucidados, variando de danos ao DNA, comprometimento da proteostase e alterações epigenéticas à disfunção mitocondrial, senescência celular e fatores ambientais, muitos dos quais estão ainda mais ligados à doença cardíaca (Kim et al., 2023).

A associação entre fatores de risco de sarcopenia e disfunção mitocondrial, geralmente definida como perda de massa e função muscular relacionada ao envelhecimento, está intimamente associada a outros fatores genéticos ou ambientais. A patogênese da sarcopenia ocorre de várias maneiras: predisposição genética, envelhecimento e desuso do músculo levam à reprogramação transcricional ou modificação epigenética (Hyatt et al., 2019).

Assim, a inatividade prolongada do músculo esquelético (por exemplo, imobilização de membros, repouso no leito, ventilação mecânica, lesão da medula espinhal, etc.), que está ligada ao período de envelhecimento, na qual resulta em atrofia muscular que se manifesta em uma diminuição da qualidade de vida, em populações idosas, aumentando o risco maior de morbidade e mortalidade (Memme et al., 2021).

2.2 Associação da disfunção mitocondrial e sarcopenia na velhice

Dentre as mais recorrentes definições sobre sarcopenia na velhice, na qual relaciona-se a perda grave de massa muscular e declínio funcional, durante o envelhecimento, que pode levar à redução da qualidade de vida, independência limitada e aumento do risco de quedas, destaca-se algumas possíveis causas desse tipo de degeneração, como a disfunção mitocondrial (Han et al., 2022).

Assim, a *Global Leadership Initiative in Sarcopenia* (GLIS, 2024) pontua sobre as causas da sarcopenia, padronizada, nas quais incluem: inatividade, produção de oxidantes, redução da defesa antioxidante, interrupção da atividade mitocondrial, interrupção da mitofagia e alteração na biogênese mitocondrial. Neste contexto restrito

de causas, há evidências de que a disfunção mitocondrial é uma causa importante de sarcopenia.

Vale destacar, segundo Zhu et al. (2023), o estresse oxidativo e a redução das defesas antioxidantes nas mitocôndrias formam um ciclo vicioso que leva à intensificação da separação mitocondrial, supressão da fusão/fissão mitocondrial, inibição da cadeia de transporte de elétrons, redução da produção de ATP, aumento do dano ao DNA mitocondrial e distúrbio da biogênese mitocondrial.

Destaca-se, segundo Harper et al. (2021), que a sarcopenia também leva a uma diminuição na dinâmica mitocondrial, marcadores de mitofagia e eficiência da rede mitocondrial ao aumentar o nível de ROS e apoptose. Em contraste, Zhu et al. (2023) pontua que o exercício aumenta a biogênese mitocondrial ao ativar genes afetados por PGC1- α (como CaMK, AMPK, MAPKs) e alterar o cálcio celular, a razão ATP-AMP e o estresse celular. A ativação de PGC1- α também regula fatores de transcrição (como TFAM, MEFs e NRFs) e leva à formação de novas redes mitocondriais.

Portanto, o exercício de intensidade moderada pode ser usado como um tratamento não invasivo para sarcopenia ao ativar vias que regulam a rede mitocondrial no músculo esquelético. Assim, as intervenções de exercícios multicomponentes, como os aeróbicos por exemplo, podem reduzir o risco de deficiência de mobilidade (Harper et al., 2021).

Mantendo a homeostase do cálcio mitocondrial, o sistema de defesa antioxidante mitocondrial e a autofagia mitocondrial para promover a função mitocondrial normal. Além disso, o exercício pode reduzir o dano mitocondrial causado pelo envelhecimento ao inibir o estresse oxidativo mitocondrial, o dano ao DNA mitocondrial e a apoptose mitocondrial. A eficácia do exercício depende de vários fatores, incluindo duração do exercício, intensidade do exercício e forma do exercício (Alizadeh Pahlavani et al., 2022).

Atualmente, não há um padrão “ouro” para o tratamento da disfunção mitocondrial, fragilidade e sarcopenia, no entanto, evidências crescentes sustentam que uma combinação de treinamento físico melhora a disfunção do músculo esquelético, com uma variedade de outras terapias, sendo elaboradas com base na fisiopatologia subjacente do idoso, afirmam Kim et al. (2023) e Han et al. (2022).

2.3 Efeitos do Treinamento Aeróbio no idosos com sarcopenia

Segundo a *World Health Organization* (WHO, 2023), a população global de idosos com sarcopenia está aumentando significativamente, o que estabeleceu o envelhecimento como uma preocupação de saúde pública, proeminente para organizações de saúde nacionais e internacionais, assim, para uma intervenção em qualidade de vida para a pessoa idosa, define-se o envelhecimento saudável como um esforço holístico que abrange não apenas a ausência de doenças, mas também o cultivo e a preservação da capacidade funcional para promover o bem-estar.

De acordo com Chen et al. (2023) a atividade física tem importância significativa em populações envelhecidas, pois é considerada a principal entre vários componentes comportamentais e de estilo de vida. Além disso, serve como um elemento fundamental nas estratégias de prevenção primária e terciária. Pesquisas anteriores revelaram que há uma correlação entre aptidão física e idade, especificamente de indivíduos de meia-idade a adultos mais velhos.

Apesar da complexidade dos fatores que contribuem para mudanças na aptidão física e composição corporal com a idade, pesquisas existentes sugerem que o envelhecimento tem um impacto negativo na arquitetura do músculo esquelético humano, levando à sarcopenia, que é caracterizada por uma diminuição na massa e função muscular (Na et al., 2024).

As diretrizes existentes para treinamento de exercícios e atividade física entre indivíduos mais velhos, segundo Coelho-Júnior et al. (2023) e Na et al. (2024), recomendam tanto o Treinamento Aeróbico (TA). A literatura afirma que o TA é eficaz para melhorar a aptidão cardiorrespiratória em idosos saudáveis e aqueles que sofrem de condições crônicas, implicando um papel protetor contra o envelhecimento cardiovascular no idoso com sarcopenia, associado a disfunção mitocondrial.

Dada a importância da aptidão cardiorrespiratória em adultos de meia-idade e idosos, o Treinamento Aeróbico, exercícios em terra ou na água nos quais as contrações musculares são sustentadas por longos períodos, é conhecido há muito tempo por seus efeitos benéficos na saúde cardiorrespiratória. Mais recentemente, estudos examinaram os efeitos dos exercícios do tipo aeróbico na sarcopenia com resultados promissores (Coelho-Júnior et al., 2023).

Ressaltasse que o exercício aeróbico pode regular a homeostase mitocondrial modulando a via de sinalização miR-128/fator de crescimento semelhante à insulina-

1 (IGF-1) e pode melhorar a sarcopenia requer mais investigação. Assim, foi descoberto que a expressão de miR-128 foi consideravelmente regulada positivamente, enquanto Igf1 e o receptor gama coativador 1-alfa proliferador de peroxissoma foram significativamente regulados negativamente; além disso, a homeostase mitocondrial foi reduzida (Chen et al., 2023).

3 DELINEAMENTO METODOLÓGICO

Trata-se de uma Revisão Sistemática da Literatura, a qual em sua metodologia possibilita a síntese do estado do conhecimento de um determinado assunto. Este método de pesquisa ainda permite a síntese de múltiplos estudos publicados e possibilita conclusões gerais a respeito de uma área particular.

Para elaboração desta pesquisa foram determinadas as seguintes etapas metodológicas: definição do tema norteador; seleção e obtenção dos artigos (critérios de inclusão e exclusão); avaliação dos estudos pré-selecionados; discussão dos resultados e apresentação da Revisão.

Para a primeira etapa da pesquisa foi elaborada a seguinte questão norteadora: quais as evidências científicas publicadas nos últimos 5 anos que identificam a eficácia dos exercícios aeróbios em idosos com sarcopenia. A próxima etapa foi constituída pela obtenção e seleção dos artigos por meio de busca das publicações de literatura científica, no período de agosto a outubro de 2024, nos idiomas inglês e português.

Os artigos foram resgatados nas seguintes bases de dados: *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE), *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS). Para tanto os Descritores em Ciências da Saúde (DECS) foram utilizados os seguintes: Sarcopenia. Exercício Aeróbio. Disfunção Mitocondrial. Em inglês: *Sarcopenia. Aerobic Exercise. Mitochondrial Dysfunction*, de acordo com a *Medical Subject Headings* (MESH).

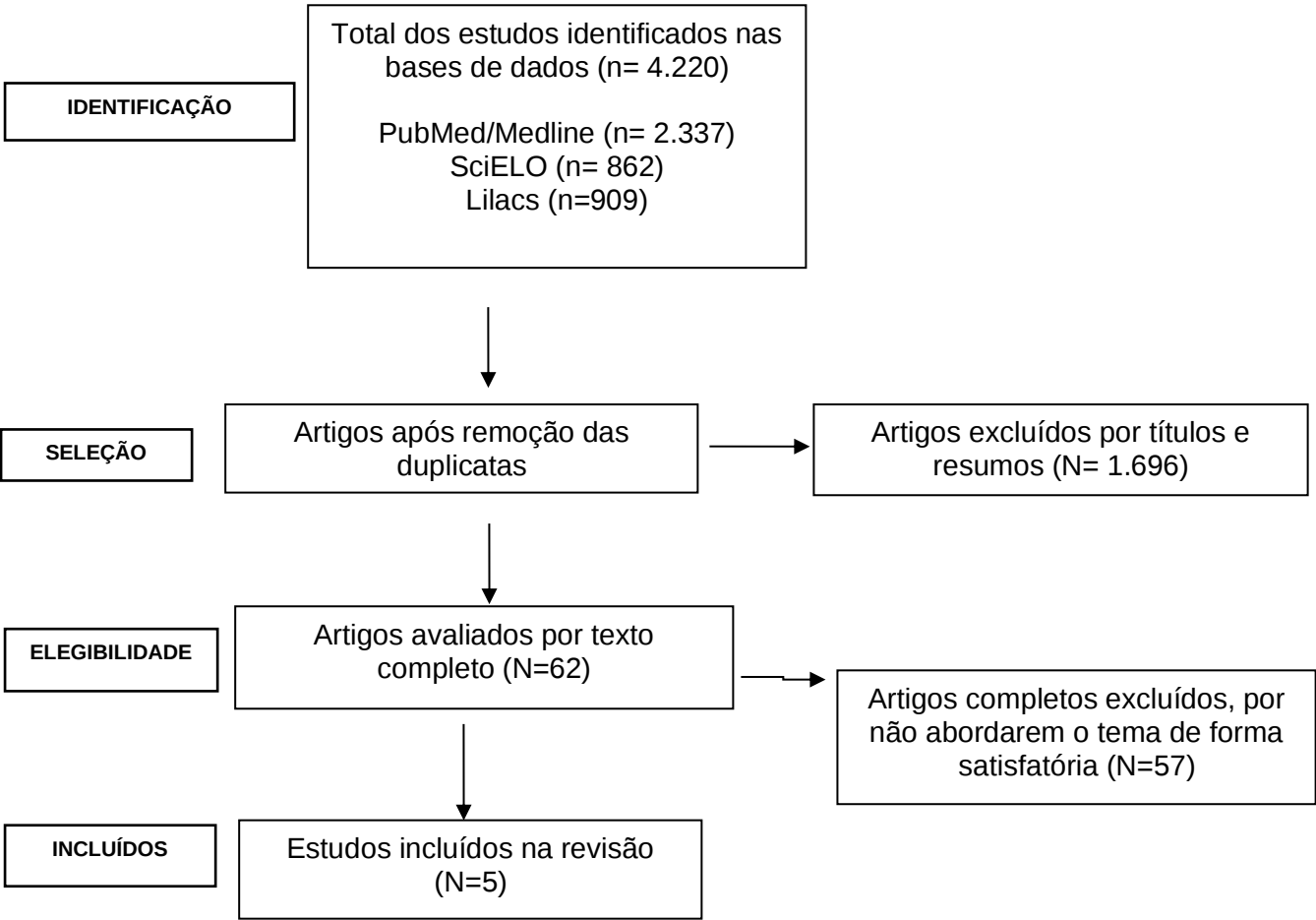
Os critérios de inclusão estabelecidos para a seleção dos artigos foram: ser artigo original; revisão da literatura; meta-análise; responder à questão norteadora; ter disponibilidade eletrônica na forma de texto completo; ter sido publicado no período acima mencionado nos idiomas inglês e português. Foram excluídos: pesquisas que

não apresentassem indivíduos idosos com sarcopenia; outras doenças crônicas e neurológicas, e estudos repetidos em uma ou mais base de dados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de seleção desta revisão sistemática resultou em 5 estudos que atenderam aos critérios de inclusão previamente estabelecidos, como mostrado no fluxograma (Figura 1). Esses artigos abordaram diferentes aspectos do impacto do exercício aeróbico em idosos com sarcopenia, com foco nos benefícios para a função muscular, a saúde mitocondrial e a qualidade de vida.

Figura1: Fluxograma mostrando o processo de seleção dos estudos



Fonte: Autores, 2024.

Os estudos incluídos analisaram intervenções que variaram desde exercícios aeróbicos isolados até programas combinados com outras modalidades de treinamento. Os principais resultados estão resumidos no Quadro 1:

Quadro 1: Apresentação da síntese dos trabalhos incluídos na revisão

AUTOR/ANO	TIPO DE ESTUDO	OBJETIVO	RESULTADOS	CONCLUSÃO
Chen et al. (2023).	Estudo experimental.	Descrever os benefícios do exercício aeróbico na melhora da homeostase mitocondrial para neutralizar a sarcopenia induzida por D-galactose.	Foi realizado exercício aeróbico por quatro semanas em uma população idosa não informada, na qual melhorou a qualidade e a função do músculo esquelético por meio da via de sinalização miR-128/IGF-1.	Em conclusão, consequentemente melhorou a homeostase mitocondrial no músculo esquelético envelhecido, na amostra de idosos do estudo.
Jeong et al. (2024)	Revisão sistemática	Apontar adaptações mitocondriais no envelhecimento do músculo esquelético e suas implicações para o treinamento de exercícios para tratar a sarcopenia.	Foi destacado, apontando estudos, sobre o potencial do treinamento aeróbico associado a outros treinamentos para modular mtROS, impulsionar a biogênese mitocondrial, otimizar a dinâmica mitocondrial e promover a mitofagia em músculos esqueléticos envelhecidos.	Por meio dos estudos selecionados, foi possível entender a interação para combater a sarcopenia e preservar a saúde do músculo esquelético em idosos.
Belichar et a. (2023)	Revisão integrativa	O objetivo deste estudo foi analisar os efeitos de programas de exercícios no	Foi realizada uma revisão integrativa da literatura, selecionando artigos	Os exercícios aeróbicos combinados, são eficazes na prevenção e tratamento da

		tratamento e prevenção da sarcopenia em idosos.	publicados para comprovar os benefícios dos exercícios aeróbios no idoso com sarcopenia.	sarcopenia, uma síndrome que pode levar a uma série de problemas de saúde.
Beckwée et al. (2019)	Revisão sistemática abrangente	Fornecer uma visão geral da eficácia de diferentes intervenções de exercícios para combater a sarcopenia em adultos mais velhos.	Os dados extraídos foram então mapeados para uma categoria de exercício e uma síntese geral (declarações finais), na qual foi formulada para cada uma das categorias de exercício.	Há evidências de alta qualidade para um efeito positivo e significativo do treinamento na massa muscular, força muscular e desempenho físico. O efeito adicional da suplementação nutricional para treinamento na função muscular parece limitado. O treinamento de restrição do fluxo sanguíneo (aeróbio) pode ser um novo método de treinamento que tem um impacto significativo na força muscular.
Jia et al. (2023)	Revisão sistemática abrangente	Descrever a importância dos exercícios que atenuam doenças metabólicas relacionadas à idade ao melhorar a disfunção mitocondrial.	Na abrangência de resultados destacados, o estudo resume os benefícios do exercício aeróbio em doenças metabólicas, vinculando a disfunção mitocondrial ao início de doenças relacionadas à idade.	Portanto, o exercício aeróbio alivia as doenças metabólicas em indivíduos com envelhecimento avançado e doenças relacionadas à idade pela notável promoção da biogênese e função mitocondrial.

Fonte: Autores, 2024.

No estudo de Chen et al. (2023), foi apontado que o exercício reduz o dano oxidativo relacionado à idade e a inflamação crônica e aumenta a autofagia, entre outros. Também regula a homeostase mitocondrial modulando a via de sinalização miR-128/fator de crescimento semelhante à insulina-1 (IGF-1) e pode melhorar a sarcopenia, salientando que essa afirmação é destacada pelos autores com a necessidade de maiores investigações em ensaios clínicos.

O estudo de Chen et al. (2023) corrobora com o estudo de Lu et al. (2021), verificando, em ambos que o treinamento aeróbico combinado com exercícios de resistência resulta em ganhos substanciais na força muscular e na função mitocondrial. Essas intervenções foram consideradas essenciais para retardar a progressão da sarcopenia. Ambos concordam que o exercício aeróbico melhorou a qualidade e a função homeostase mitocondrial no músculo esquelético envelhecido.

Jeong et al. (2024) apontam sobre a relação entre a dinâmica mitocondrial e a sarcopenia, com foco específico nas implicações de exercício resistivo e aeróbio. Embora o treinamento de exercícios aeróbicos tenha sido tradicionalmente visto como mais eficaz para o aprimoramento mitocondrial. Aqui, destacou-se o potencial do exercício para modular mtROS, impulsionar a biogênese mitocondrial, otimizar a dinâmica mitocondrial e promover a mitofagia em músculos esqueléticos envelhecidos.

O estudo sistemático de Jeong et al. (2024) está na mesma linha de pesquisa de Chen et al. (2023), apontou que o treinamento aeróbico modula positivamente o estresse oxidativo (mtROS) e impulsiona a biogênese mitocondrial. As adaptações mitocondriais promovidas por esse tipo de treinamento, ambos os estudos afirmam que contribuem para melhorar a dinâmica celular, reduzindo os efeitos degenerativos da sarcopenia.

O estudo de Belichar et al. (2023), apontaram pesquisas experimentais, em uma revisão integrativa, que incluíram exercícios resistidos isolados ou combinados com exercícios aeróbicos, nos quais foram observadas melhora na massa muscular, força muscular e desempenho em testes que apontavam a melhora funcional das mitocondriais. Enfatizando o exercício aeróbico, os estudos selecionados demonstraram melhorias significativas na função mitocondrial e na função muscular em idosos, destacando os efeitos do treinamento na reversão de disfunções associadas à sarcopenia.

Os exercícios aeróbicos, isolados ou combinados com treinamento resistido, são mencionados também no estudo de Jeong et al. (2024), corroborando com Belichar et al. (2023), nos quais foram associados a melhorias na força muscular, na funcionalidade e na qualidade de vida dos idosos. Os estudos enfatizaram o potencial dessas intervenções para prevenir a progressão da sarcopenia. O estudo também sugeriu a inclusão de programas multimodais como uma estratégia eficaz, apontada pelas evidências selecionadas.

O método de treinamento aeróbio, é mencionado também no estudo de Lu et al. (2021), concordando com Beckwée et al. (2019), destacando que tem um impacto significativo na função homeostase mitocondrial no músculo esquelético envelhecido e na força muscular. Ambos destacam que há evidências de alta qualidade para um efeito positivo e significativo do treinamento aeróbio, que interfere positivamente na massa muscular, força muscular, desempenho físico e aprimoramento mitocondrial.

No estudo de Jia et al. (2023), os estudos selecionados da revisão sistemática, apontam sobre a saúde mitocondrial, que é um mediador importante da função celular. Portanto, o exercício aeróbio alivia as doenças metabólicas em indivíduos com envelhecimento avançado e doenças relacionadas à idade pela notável promoção da biogênese e função mitocondrial.

Esta revisão abrangente resume os benefícios do exercício em doenças metabólicas, vinculando a disfunção mitocondrial ao início de doenças relacionadas à idade. Utilizando exemplos relevantes que utilizam essa abordagem, é abordada a possibilidade de projetar intervenções terapêuticas baseadas nesses mecanismos moleculares. Lu et al. (2021), segue a mesma linha de estudo de Jia et al. (2023), no tocante ao treinamento aeróbico combinado com exercícios de resistência resulta em ganhos substanciais na força muscular e na função mitocondrial. Essas intervenções foram consideradas essenciais para retardar a progressão da sarcopenia.

Os resultados reforçam a eficácia do exercício aeróbico como uma ferramenta central na mitigação dos impactos da sarcopenia. A prática regular melhora a funcionalidade muscular ao estimular adaptações mitocondriais e reduzir o estresse oxidativo, conforme observado nos estudos de Chen et al. (2023) e Jeong et al. (2024). Essas adaptações são críticas para preservar a integridade do músculo esquelético em populações idosas.

Além disso, os benefícios observados nos estudos de Belichar et al. (2023) e Lu et al. (2021) indicam que a combinação de modalidades de exercício pode

potencializar os resultados, contribuindo para ganhos mais amplos em funcionalidade física e qualidade de vida. Por outro lado, o estudo de Beckwée et al. (2019) destaca a importância de personalizar as intervenções com base nas condições específicas dos indivíduos, garantindo que os exercícios sejam seguros e eficazes.

Os achados também sugerem que o treinamento aeróbico de alta intensidade pode maximizar os benefícios, embora sua aplicação deva ser cautelosamente ajustada às capacidades físicas dos participantes para evitar riscos. Por outro lado, programas de baixa intensidade também mostraram impactos positivos, especialmente quando associados a intervenções multimodais.

Embora os estudos revisados apresentem resultados consistentes, alguns desafios ainda permanecem. A falta de padronização na intensidade e duração dos programas de treinamento limita a comparabilidade entre os estudos. Além disso, a amostra restrita de alguns trabalhos pode não refletir a diversidade da população idosa.

Por fim, é essencial que os profissionais de saúde e educadores físicos considerem os benefícios do treinamento aeróbico em suas práticas, promovendo-o como parte de programas de envelhecimento saudável. Intervenções que integrem diferentes modalidades de exercício, associadas a estratégias educativas, podem maximizar o impacto na saúde de idosos com sarcopenia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sarcopenia, frequentemente associada à inatividade física, constitui um dos maiores desafios relacionados ao envelhecimento populacional. Este estudo destacou o papel essencial do exercício aeróbico como uma intervenção eficaz para minimizar os impactos dessa condição. A análise dos estudos revisados confirmou que a prática regular desse tipo de exercício melhora significativamente a homeostase celular, a capacidade cardiorrespiratória e a força muscular em idosos com sarcopenia, além de contribuir para a manutenção da independência funcional e da qualidade de vida.

Os mecanismos pelos quais o exercício aeróbico atua incluem o aumento do número e da eficiência mitocondrial, a regulação do estresse oxidativo, o fortalecimento da função metabólica das células musculares e a preservação da integridade celular. Esses benefícios colocam o treinamento aeróbico como uma

estratégia central na promoção de um envelhecimento saudável e ativo, capaz de retardar os efeitos degenerativos da sarcopenia.

Apesar das evidências consistentes, os mecanismos moleculares exatos envolvidos ainda demandam maior investigação. Assim, futuras pesquisas devem explorar abordagens mais detalhadas sobre como diferentes intensidades, durações e modalidades do exercício aeróbico podem potencializar seus efeitos em populações idosas.

Finalmente, reforça-se a importância de políticas públicas e programas de saúde voltados para ampliar o acesso ao exercício físico regular entre os idosos, especialmente em contextos socioeconômicos menos favorecidos. Promover a prática do exercício aeróbico pode contribuir não apenas para o bem-estar individual, mas também para a redução dos custos associados ao cuidado com a saúde na velhice.

REFERÊNCIAS

- ALIZADEH PAHLAVANI, H.; LAHER, I.; KNECHTLE, B.; ZOUHAL, H. Exercise and mitochondrial mechanisms in patients with sarcopenia. **Front Physiol.** 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9767441/>. Acesso em: set. 2024.
- BECKWÉE, D.; DELAERE, A.; AELBRECHT, S.; BAERT, V.; BEAUDART, C.; BRUYÈRE, O.; BAUTMANS, I. Exercise interventions for the prevention and treatment of sarcopenia. A systematic umbrella review. **The journal of nutrition, health & aging.** 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31233069/>. Acesso em: nov. 2024.
- BELICHAR, V. G. de O.; PONTES JÚNIOR, I. R. C.; VIANA, J. A.; PINTO, A. A. Sarcopenia in the elderly: The importance of resistance training in treatment and prevention. Research, **Society and Development**, [S. l.], v. 12, n. 13, p., 2023. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/44213>. Acesso em: nov. 2024.
- CHEN, Z. L.; GUO, C.; ZOU, Y. Y.; FENG, C.; YANG, D. X.; SUN, C. C.; WEN, W.; JIAN, Z. J.; ZHAO, Z.; XIAO, Q.; ZHENG, L.; PENG, X. Y.; ZHOU, Z. Q.; TANG, C. F. Aerobic exercise enhances mitochondrial homeostasis to counteract D-galactose-induced sarcopenia in zebrafish. **Exp Gerontol.** 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37482108/>. Acesso em: out. 2024.
- COELHO-JÚNIOR, H. J.; CALVANI, R.; PICCA, A.; TOSATO, M.; LANDI, F.; MARZETTI, E. Engagement in Aerobic Exercise Is Associated with a Reduced Prevalence of Sarcopenia and Severe Sarcopenia in Italian Older Adults. **J Pers Med.** 2023. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10144721/>. Acesso em: set. 2024.

CSETE, M. E. Basic Science of Frailty-Biological Mechanisms of Age-Related Sarcopenia. **Anesth Analg.** 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32769382/>. Acesso em: out. 2024.

GLIS - Global Leadership Initiative in Sarcopenia. **Defining sarcopenia.** EUA, 2024. Disponível em: <https://www.esceo.org/glis>. Acesso em: set. 2024.

JIA, D.; TIAN, Z.; WANG, R. Exercise mitigates age-related metabolic diseases by improving mitochondrial dysfunction. **Ageing Res Rev.** 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37832607/>. Acesso em: nov. 2024.

HAN, C.; LU, P.; YAN, S. Z. Effects of high-intensity interval training on mitochondrial supercomplex assembly and biogenesis, mitophagy, and the AMP-activated protein kinase pathway in the soleus muscle of aged female rats. **Exp Gerontol.** 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34861356/>. Acesso em: set. 2024.

HARPER, C.; GOPALAN, V.; GOH, J. Exercise rescues mitochondrial coupling in aged skeletal muscle: a comparison of different modalities in preventing sarcopenia. **J Transl Med.** 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33593349/>. Acesso em: set. 2024.

HYATT, H.; DEMINICE, R.; YOSHIHARA, T.; POWERS, S. K. Mitochondrial dysfunction induces muscle atrophy during prolonged inactivity: A review of the causes and effects. **Arch Biochem Biophys.** 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30452895/>. Acesso em: out. 2024.

JEONG, I.; CHO, E. J.; YOOK, J. S.; CHOI, Y.; PARK, D. H.; KANG, J. H.; LEE, S. H.; SEO, D. Y.; JUNG, S. J.; KWAK, H. B. Mitochondrial Adaptations in Aging Skeletal Muscle: Implications for Resistance Exercise Training to Treat Sarcopenia. **Life (Basel).** 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39202704/>. Acesso em: nov. 2024.

KIM, M. J.; SINAM, I. S.; SIDDIQUE, Z.; JEON, J. H.; LEE, I. K. The Link between Mitochondrial Dysfunction and Sarcopenia: An Update Focusing on the Role of Pyruvate Dehydrogenase Kinase 4. **Diabetes Metab J.** 2023. Disponível em: [https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10040620/#:~:text=All%20these%20risk%20factors%20cause,in%20oxidative%20phosphorylation%20\(OXPHOS\)%2C](https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10040620/#:~:text=All%20these%20risk%20factors%20cause,in%20oxidative%20phosphorylation%20(OXPHOS)%2C). Acesso em: out. 2024.

KIRK, B.; CAWTHON, P. M.; CRUZ-JENTOF, A. J. Global consensus for sarcopenia. **Aging (Albany NY).** 2024. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11210221/>. Acesso em: out. 2024.

LAUX, R. C.; DE SÁ, C. A.; REZER, R. (Org.). **Exercício físico para idosos brasileiros.** Joaçaba: Editora Unoesc, 2021. [e-book]. Disponível em: <https://unigra.com.br/arquivos/exercicio-fisico-para-idosos-brasileiros-.pdf>. Acesso em: set. 2024.

LU, L.; MAO, L.; FENG, Y.; AINSWORTH, B. E.; LIU, Y.; CHEN, N. Effects of different exercise training modes on muscle strength and physical performance in older people with sarcopenia: a systematic review and meta-analysis. **BMC Geriatr.** 2021.

Disponível em: <https://bmcgeriatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12877-021-02642-8>. Acesso em: out. 2024.

MEMME, J. M.; SLAVIN, M.; MORADI, N.; HOOD, D. A. Mitochondrial Bioenergetics and Turnover during Chronic Muscle Disuse. **Int J Mol Sci**. 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34068411/>. Acesso em: out. 2024.

NA, J.; SU, Z.; MENG, S. Effect of aerobic training versus resistance training for improving cardiorespiratory fitness and body composition in middle-aged to older adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Archives of Gerontology and Geriatrics**. 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167494324002061>. Acesso em: nov. 2024.

SATO, R.; VATIC, M.; PEIXOTO DA FONSECA, G. W.; ANKER, S. D.; HAEHLING, S. Biological basis and treatment of frailty and sarcopenia. **Cardiovasc Res**. 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38828887/>. Acesso em: out. 2024.

SHEN, Y.; SHI, Q.; NONG, K.; LI, S.; YUE, J.; HUANG, J.; DONG, B.; BEAUCHAMP, M.; HAO, Q. Exercise for sarcopenia in older people: A systematic review and network meta-analysis. **J Cachexia Sarcopenia Muscle**. 2023. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10235889/>. Acesso em: set. 2024.

WESTBURY, L. D.; BEAUDART, C.; BRUYÈRE, O.; CAULEY, J. A.; CAWTHON, P.; CRUZ-JENTOFT, A. J.; CURTIS, E. M.; ENSRUD, K. Recent sarcopenia definitions-prevalence, agreement and mortality associations among men: Findings from population-based cohorts. International **Musculoskeletal Ageing Network**. **J Cachexia Sarcopenia Muscle**. 2023. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9891989/>. Acesso em: set. 2024.

WHO. World Health Organization. **Ageing**. Disponível em: https://www.who.int/health-topics/ageing#tab=tab_1. Acesso em: set 2024.

WHO. World Health Organization. **By 2024, the 65-and-over age group will outnumber the youth group: new WHO report on healthy ageing**. EUA, 2023. Disponível em: <https://www.who.int/europe/news/item/11-10-2023-by-2024--the-65-and-over-age-group-will-outnumber-the-youth-group--new-who-report-on-healthy-ageing>. Acesso em: out. 2024.

YUAN, S.; LARSSON, S. C. Epidemiology of sarcopenia: Prevalence, risk factors, and consequences. **Science Direct**. Vol. 144, July. 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0026049523001361>. Acesso em: set. 2024.

ZHANG, X.; HUANG, P.; DOU, Q.; WANG, C.; ZHANG, W.; YANG, Y.; WANG, J.; XIE, X.; ZHOU, J.; ZENG, Y. Falls among older adults with sarcopenia dwelling in nursing home or community: A meta-analysis. **Clin Nutr**. 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30665817/>. Acesso em: set. 2024.

ZHU, Y.; ZHOU, X.; ZHU, A.; XIONG, S.; XIE, J.; BAI, Z. Advances in exercise to alleviate sarcopenia in older adults by improving **mitochondrial dysfunction**. **Front**

Physiol. 2023. Disponível em:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10355810/>. Acesso em: set. 2024.