

O exercício físico combinado e a redução da rigidez arterial em idosos saudáveis

Combined physical exercise and the reduction of arterial stiffness in healthy elderly individuals

Ejercicio físico combinado y la reducción de la rigidez arterial en personas mayores saludables

Marckson da Silva Paula¹
Rodrigo Gomes de Souza Vale²
Jani Cleria Pereira Bezerra³
Estélio Henrique Martin Dantas⁴

¹ Especialista em Treinamento desportivo e Fisiologia do exercício pela Universidade Castelo Branco (UCB). **E-mail:** profmarckson@gmail.com,
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9575-0720>

² Doutor em Ciências da Saúde pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). **E-mail:** rodrigogvale@gmail.com,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3049-8773>

³ Doutora em Enfermagem e Biociências pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (Unirio). **E-mail:** j.cleria@gmail.com,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6247-5480>

⁴ Doutor em Educação Física pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Uerj). **E-mail:** estelio.dantas@unirio.br,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0981-8020>

Resumo: A rigidez arterial é um indicador do envelhecimento vascular e está associada ao risco de doenças cardiovasculares e à mortalidade. Diversas intervenções têm sido estudadas para reduzir essa rigidez, com destaque para o exercício físico combinado. Este estudo teve o objetivo de investigar os efeitos do exercício físico combinado em idosos saudáveis. Após revisão nas bases de dados PubMed, Scopus, Embase, Web of Science e Lilacs, encontramos 2.598 artigos, dos quais 4 foram selecionados por atender aos critérios de elegibilidade, com 174 participantes, sendo 69 homens e 105 mulheres, com idades a partir de 60 anos. Em 75% dos estudos (n=3), houve redução da rigidez arterial ou melhora da elasticidade arterial. Conclui-se que o exercício físico combinado pode reduzir a rigidez arterial em idosos saudáveis.

Palavras-chave: idosos; exercício físico; rigidez vascular.

Abstract: Arterial stiffness is an indicator of vascular aging and is associated with the risk of cardiovascular diseases and mortality. Several interventions have been studied to reduce this stiffness, with emphasis on combined physical exercise. This study aimed to investigate the effects of combined physical exercise in healthy older adults. After a review of the PubMed, Scopus, Embase, Web of Science, and Lilacs databases, we found 2,598 articles, of which 4 were selected for meeting the eligibility criteria, with 174 participants, including 69 men and 105 women, aged 60 years and older. In 75% of the studies (n=3), there was a reduction in arterial stiffness or an improvement in arterial elasticity. It is concluded that combined physical exercise can reduce arterial stiffness in healthy older adults.

Keywords: aged; exercise; vascular stiffness.

Resumen: La rigidez arterial es un indicador del envejecimiento vascular y está asociada con el riesgo de enfermedades cardiovasculares y la mortalidad. Se han estudiado diversas intervenciones para reducir dicha rigidez, destacándose el ejercicio físico combinado. Este estudio tuvo como objetivo investigar los efectos del ejercicio físico combinado en adultos mayores sanos. Tras una revisión en las bases de datos PubMed, Scopus, Embase, Web of Science y Lilacs, se encontraron 2.598 artículos, de los cuales se seleccionaron 4 por cumplir con los criterios de elegibilidad, totalizando 174 participantes, siendo 69 hombres y 105 mujeres, con edades a partir de 60 años. En el 75% de los estudios (n=3), se observó una reducción de la rigidez arterial o una mejora de la elasticidad arterial. Se concluye que el ejercicio físico combinado puede reducir la rigidez arterial en adultos mayores sanos.

Palabras clave: anciano; ejercicio físico; rigidez vascular.

1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento é um processo fisiológico progressivo e inevitável que impacta todas as funções orgânicas, incluindo o sistema cardiovascular. Com o avançar da idade, o organismo sofre uma série de transformações, sendo uma das mais notáveis a alteração nas características das artérias. Ao longo dos anos, as paredes arteriais experimentam um aumento de espessura, uma diminuição da elasticidade e, conseqüentemente, uma redução na capacidade de adaptação às flutuações de pressão durante o ciclo cardíaco. Este fenômeno, denominado rigidez arterial, está fortemente associado ao aumento do risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares, como hipertensão, infarto do miocárdio e acidente vascular cerebral (AVC).

A rigidez arterial resulta de uma interação complexa de fatores, como o acúmulo de colágeno nas paredes arteriais, a redução dos níveis de elastina (proteína essencial para a manutenção da elasticidade vascular) e a disfunção endotelial, que compromete a função da camada celular que reveste o interior dos vasos sanguíneos. Essas alterações podem prejudicar a circulação sanguínea, exigindo maior esforço do coração para bombear o sangue, o que leva ao aumento da pressão arterial sistólica. A perda da capacidade das artérias de se expandirem e contraírem adequadamente gera um ciclo de sobrecarga cardíaca, elevando o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

A relação entre envelhecimento, rigidez arterial e doenças cardiovasculares representa um desafio crescente, especialmente com o aumento da população mundial idosa. A rigidez arterial é reconhecida como um dos principais preditores de complicações cardiovasculares em idosos, estando frequentemente associada a um aumento da pressão arterial, à inflamação vascular e ao maior risco de eventos cardíacos.

Entretanto, uma das abordagens mais eficazes para mitigar a rigidez arterial e promover a saúde cardiovascular em idosos é o exercício físico. O exercício físico combinado, que abrange atividades aeróbicas e de resistência, tem se mostrado uma estratégia eficiente na redução da rigidez arterial e na melhora da saúde do sistema cardiovascular.

Exercícios aeróbicos, como caminhada, natação ou ciclismo, são amplamente reconhecidos por seus benefícios à saúde cardiovascular, uma vez que favorecem a melhoria da circulação sanguínea, a redução da pressão arterial e o aumento da capacidade do coração de bombear sangue de forma eficiente. Além disso, essas atividades contribuem para a manutenção da função endotelial em níveis saudáveis, o que é fundamental para a flexibilidade das artérias.

Por outro lado, os exercícios resistidos, como o treinamento com pesos, desempenham um papel relevante no fortalecimento muscular e na melhoria da densidade óssea. Além disso, quando combinados com exercícios aeróbicos, potencializam os benefícios cardiovasculares.

O exercício físico combinado resulta em diversos efeitos benéficos à saúde arterial. Em primeiro lugar, ele promove um aumento na elasticidade das artérias, uma vez que o exercício regular estimula a liberação de óxido nítrico (NO), um vasodilatador que melhora a flexibilidade arterial. A prática contínua de atividades físicas também auxilia na redução do acúmulo de gordura visceral, um fator de risco significativo para a rigidez arterial e outras condições cardiovasculares.

A redução da rigidez arterial resulta em uma melhoria significativa na função cardiovascular global. Com a diminuição dessa rigidez, o coração não precisa exercer um esforço tão intenso para bombear o sangue, o que leva à normalização da pressão arterial e à diminuição do risco de doenças como infarto do miocárdio e AVC. Além disso, a prática regular de exercício físico auxilia na manutenção de um peso corporal saudável, melhora a sensibilidade à insulina e reduz os níveis de colesterol LDL (colesterol ruim), fatores que também favorecem a saúde arterial.

Assim, o exercício físico combinado se apresenta como uma estratégia eficaz no combate à rigidez arterial e na promoção da saúde cardiovascular em idosos. Com a prática constante, é possível melhorar a elasticidade das artérias, reduzir a pressão arterial e prevenir doenças cardiovasculares, resultando em uma melhor qualidade de vida e um envelhecimento mais saudável. Diante desse contexto, o objetivo deste estudo foi investigar os efeitos do exercício físico combinado sobre a rigidez arterial em idosos saudáveis.

2 METODOLOGIA

Realizamos a presente revisão sistemática conforme as diretrizes *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses* (Prisma) (Page *et al.*, 2021) e as do *handbook* da *Cochrane* (Higgins *et al.*, 2024). O protocolo de busca foi registrado na plataforma Prospero sob o número CRD42025618296. A questão de pesquisa formulada foi: “O treinamento combinado é eficiente em reduzir a rigidez arterial de idosos saudáveis?”

Para desenvolver uma estratégia de busca de alta sensibilidade, utilizamos o acrônimo Picos (Pierre Júnior *et al.*, 2024), que inclui os seguintes componentes: P: População; I: Intervenção; C: Comparador; O: Desfecho; S: Tipo de Estudo. No presente estudo, a população (P) é composta por idosos saudáveis, de ambos os sexos, com 60 anos ou mais. A intervenção (I) envolve exercício físico combinado, incluindo treinamento resistido (podendo ser realizado com peso corporal, faixas elásticas, halteres, anilhas e máquinas) e treinamento aeróbico de intensidade moderada e contínua. O comparador (C) inclui grupo controle ou intervenções alternativas para melhorar a rigidez arterial. O desfecho (O) é a melhoria da rigidez arterial, mensurada pela velocidade de onda de pulso (VOP) ou outras medidas correlatas. O tipo de estudo (S) é um ensaio clínico randomizado.

Realizamos a busca em cinco bases de dados: PubMed, Embase, Web of Science, Scopus e Lilacs, abrangendo publicações até janeiro de 2025. As palavras-chave foram selecionadas com base nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCs) e no *Medical Subject Headings* (MeSH), incluindo sinônimos relacionados. Utilizamos operadores *booleanos* (OR e AND) e não houve restrições quanto à data ou ao idioma.

Os critérios de inclusão para os estudos selecionados foram: I) idosos saudáveis (ambos os sexos, 60 anos ou mais); II) intervenções com treinamento físico combinado (resistido e aeróbico). O treinamento resistido deveria ser realizado com pesos livres, faixas elásticas, máquinas de musculação ou peso corporal. Já o treinamento aeróbico deveria ser realizado em equipamentos ergométricos ou a partir de exercícios físicos que utilizem o oxigênio como forma predominante de gerar energia; III) desfechos relacionados à melhoria da rigidez arterial ou elasticidade arterial, mensurados

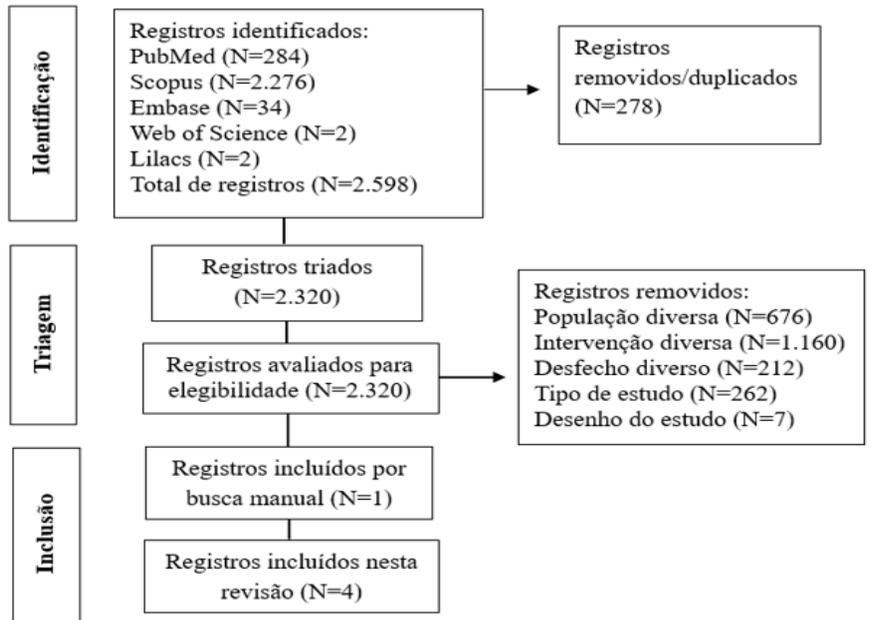
pela VOP ou outros instrumentos utilizados para o mesmo fim; IV) ensaios clínicos randomizados; e V) presença de grupo controle ou de intervenções alternativas.

Os critérios de exclusão foram: I) revisões, artigos de opinião, resumos, estudos longitudinais ou transversais; II) estudos não revisados por pares; III) ausência de grupo controle ou intervenções alternativas; IV) estudos com animais; V) artigos incompletos ou restritos; VI) intervenções isoladas de treinamento resistido ou aeróbico; e VII) indivíduos com patologias.

Após as buscas, os dois revisores avaliaram independentemente os resultados por meio da plataforma *Rayyan* (Ouzzani *et al.*, 2016). Eles analisaram títulos e resumos, e selecionaram os estudos relevantes para uma análise completa. Em caso de discordâncias, os revisores tomaram a decisão por consenso ou contaram com opinião de um terceiro revisor. Realizamos a extração de dados em dezembro de 2024, incluindo informações sobre fonte, métodos, intervenções, desfechos, resultados, participantes e conclusões.

Realizamos a avaliação da qualidade metodológica dos estudos com o uso da escala *Tool for the assessment of study quality and reporting in exercise* (Testex) (Smart *et al.*, 2015), específica para ensaios clínicos randomizados, considerando 12 critérios relacionados à elegibilidade, randomização, cegamento, comparações entre grupos e análise estatística. A pontuação mínima foi 0 e a máxima 15 pontos, sendo dividida entre qualidade do estudo e do relato.

Figura 1 – Fluxograma de seleção de estudos



Fonte: adaptado de Page *et al.* (2021).

3 RESULTADOS

A Figura 1 representa o fluxograma de seleção dos estudos. Inicialmente, encontramos 2.598 resultados, sendo 278 resultados duplicados excluídos. Com isso, 2.320 resultados foram avaliados quanto à elegibilidade, mas apenas 4 estudos atenderam aos critérios de elegibilidade e foram incluídos nesta revisão sistemática. Vale ressaltar que um estudo foi incluído por meio de busca manual nas referências bibliográficas de outros estudos relacionados ao tema.

Os estudos que analisamos foram realizados nos Estados Unidos, na Coreia do Sul, no Japão e no Brasil entre 2012 e 2024. O total de participantes nas intervenções foi de 174, sendo 69 do sexo masculino e 105 do sexo feminino, todos com idades a partir de 60 anos. Os instrumentos utilizados para mensurar as medidas de desfecho foram a VOP em 50% dos estudos (conforme apresentado na Tabela 1).

Tabela 1 – Características gerais dos estudos

Autor/ano	Sujeitos da pesquisa	País	Objetivos	Instrumentos para mensurar a RA/EA
Corrick <i>et al.</i> (2012)	79F, ≥ 60 anos, SDV, SED, SUM, afro-americanas e euro-americanas	EUA	Determinar qual o efeito de três diferentes frequências de TC (TA+TR) na PA em repouso e durante exercício submáximo, EA, resistência vascular e IV	OP RAD (EA) e IV
Shiotsu <i>et al.</i> (2018)	45M, ≥ 60 anos, 70,5 ± 3,5 anos, SDV, SED	Japão	Examinar os efeitos da ordem do TC na mesma sessão sobre a CC, força muscular e RA em homens ID	VOP CAR-FEM (RA)
Park <i>et al.</i> (2020)	20M, OBE, 68,8 ± 0,9 anos, SDV, SED, SUM	Coreia do Sul	Demonstrar a hipótese de que o TC melhora a CC, os fatores de risco cardiometabólicos, a PA, a RA e as funções físicas em homens ID OBE	VOP BRAQ-TOR (RA)
Chaves <i>et al.</i> (2024)	30 ID (4M e 26F), ≥ 60 anos, SDV, SED, sem dor	Brasil	Investigar os efeitos do TC sobre a PP, PAS e PAD, resposta autonômica e parâmetros funcionais em ID.	PP (EA)

Nota: M: masculino; F: feminino; ID: idosos; SDV: saudáveis; SED: sedentários(as); OBE: obesos; SUM: sem uso de medicamentos; TC: treinamento combinado; TA: treinamento aeróbico; TR: treinamento resistido; VOP: velocidade de onda de pulso; PP: pressão de pulso; OP: onda de pulso; RA: rigidez arterial; EA: elasticidade arterial; IV: impedância vascular; RAD: radial; CAR-FEM: carotídeo-femoral; CC: composição corporal; PA: pressão arterial; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica.

Fonte: elaboração própria.

A Tabela 2 apresenta os protocolos de treinamento combinado (TC) utilizados nos estudos analisados. Dentre as modalidades de treinamento aeróbico (TA) realizadas, destacam-se os exercícios ergométricos, como a bicicleta e a esteira, além de atividades como o ciclismo e a caminhada. A intensidade do TA foi determinada por meio da frequência cardíaca máxima (FCMÁX), da frequência cardíaca reserva (FCR) ou pela escala de percepção subjetiva de esforço (PSE).

A duração da sessão de TA variou entre 12 e 60 minutos. Alguns estudos realizaram progressões de tempo e intensidade ao longo das intervenções, com períodos iniciais de menor duração de sessão e intensidade, que

foram aumentados nas semanas subsequentes (Corrick *et al.*, 2012; Chaves *et al.*, 2024). Em relação ao treinamento resistido (TR), a musculação foi o método mais utilizado, sendo aplicada tanto em formato de circuito quanto com o uso de faixas elásticas ou pesos.

Quanto ao tempo de intervenção, os protocolos de TC foram realizados em períodos que variaram entre 8 e 16 semanas. O número de exercícios adotados nos programas de treinamento variou de 5 a 10, sendo que em 50% dos estudos foram utilizados 6 exercícios (Park *et al.*, 2020; Chaves *et al.*, 2024).

Dos exercícios realizados nas intervenções de TR, os mais utilizados foram: supinos (100%), agachamentos (75%), remadas (75%), *Leg Press* (50%), flexão de joelhos (50%) e desenvolvimento de ombros (50%). A intensidade do treinamento foi ajustada de acordo com percentuais específicos do teste de 1RM ou pela escala de Percepção Subjetiva de Esforço (PSE). Quanto ao volume do treinamento, variou entre 2 e 3 séries de 6 a 15 repetições, com intervalos de descanso entre 60 e 120 segundos ou até mesmo sem descanso entre as séries.

Tabela 2 – Protocolos de treinamento

Autor/ano	TI/FS	Descrição
Corrick <i>et al.</i> (2012)	16 SEM FS não informada	TIP ATIV: BIC ou EST e Musculação, DS: 50', AQ: 3-4(BIC ou EST), ALONG: 3-4'. TA: 1ªSEM: 20'-67% FCMÁX, aumento progressivo até 40'-80% FCMÁX na 8ªSEM. TR: NE: 10, sendo LP, AGACH, EJ, FJ, FC, PUX, SUP, DES, EL e ABD. 2x10, IESER: 120", INT: aumentada gradualmente até chegar a 80%1RM. O 1RM do paciente foi determinado a cada 5ªSEM para ajustar a INT corretamente.
Shiotsu <i>et al.</i> (2018)	10 SEM, 2x/SEM	TIP ATIV: Ciclismo e Musculação. 2 grupos participaram das intervenções, sendo grupo TA/TR e grupo TR/TA. TA: DS: 20', AQ/DESAQ: antes e após, INT: velocidade de 50-55 RPM, 60%FCR, 12-14 PSE (um pouco difícil). TR: NE: 5, sendo FJ, LP, SUP, REM e DES. 3x8-12, IESER: 60", INT: 70-80%1RM. O aumento da carga era feito quando conseguiam realizar > 12 repetições.
Park <i>et al.</i> (2020)	12 SEM, 3x/SEM	TIP ATIV: BIC ou EST e Musculação (faixas elásticas). TA: 60' (30' BIC e 30' EST), INT: 60-70% FCMÁX. TR: DS: 30-40', NE: 6, sendo AGACH, SUP INC ART, REM, AGACH C/ DES, AFUN, ABÇ HOR C/ ROT EXT. 3x10-15, IESER: 90", INT: 6-7 PSE (equivalente a 60-70%1RM).

Autor/ano	TI/FS	Descrição
Chaves <i>et al.</i> (2024)	8 SEM, 2x/ SEM	TIP ATIV: Caminhada e Musculação (circuito com faixas elásticas). 2 SEM iniciais de familiarização. IES: 48h. TA: DS: 1-3 SEM: 12', 4-6 SEM: 15' e 7-8 SEM: 18'. INT: PSE 3 (moderada na escala de 1-10). TR: NE: 6, sendo SUP VERT + AGACH CAD, FP + AGACH CAD, REM + AGACH CAD, ABÇ QUAD + AGACH CAD, FC + AGACH CAD, FT + AGACH CAD. 2x6-10, IESER: sem descanso, INT: as faixas elásticas eram ajustadas sempre que fosse considerada fácil ou baixa na PSE, ajustando para a INT moderada.

Nota: TA: treinamento aeróbico; TR: treinamento resistido; TI: tempo de intervenção; FS: frequência semanal; TIP ATIV: tipo de atividades; DS: duração da sessão; IES: intervalo entre sessões; IESER: intervalo entre séries; INT: intensidade; 1RM: teste de 1 repetição máxima; RPM: rotações por minuto; AQ: aquecimento; DESAQ: desaquecimento; ALONG: alongamento; BIC: bicicleta; EST: esteira; FCMÁX: frequência cardíaca máxima; FCR: frequência cardíaca reserva; PSE: percepção subjetiva de esforço; LP: *Leg press*; AGACH: agachamento; AGACH CAD: agachamento na cadeira; AFUN: agachamento afundo ou unilateral; EJ: extensão de joelhos; FJ: flexão de joelhos; FC: flexão de cotovelos, PUX: puxada frontal; SUP: supino; SUP VERT: supino vertical; SUP INC ART: supino inclinado articulado; REM: remada sentada; DES: desenvolvimento de ombros; ABÇ HOR: abdução horizontal de ombros; ROT EXT: rotação externa de ombros; EL: extensão lombar; FP: flexão plantar; ABÇ QUAD: abdução de quadril; FT: flexão de tronco; ABD: abdominais.
Fonte: elaboração própria.

A Tabela 3 apresenta os resultados dos estudos incluídos nesta revisão sistemática, dos quais 75% demonstraram redução da rigidez arterial ou aumento da elasticidade arterial (Shiotsu *et al.*, 2018; Park *et al.*, 2020; Chaves *et al.*, 2024). Entre os estudos analisados, destaca-se um que investigou a ordem de execução do TC, variando a sequência de TA e resistido (TR). Esse estudo observou uma diminuição significativa na rigidez arterial no grupo que iniciou com o TR, seguido pelo TA.

Dentre as ferramentas utilizadas para mensurar a rigidez arterial, houve uma heterogeneidade entre os estudos. Em 50% dos estudos, foi realizada a mensuração da VOP, sendo esta a mais utilizada para tal fim.

Tabela 3 – Resultados dos estudos

Autor/ano	Resultados
Corrick <i>et al.</i> (2012)	As mudanças na EA e IV total não mostraram ES de tempo (pequenas artérias: p=0,87; grandes artérias: p=0,33), embora tenha sido observada uma IS entre grupo e tempo para a EA das pequenas artérias (p=0,01).

Autor/ano	Resultados
Shiotsu <i>et al.</i> (2018)	Os resultados da VOP CAR-FEM para os três grupos, antes e após 10 SEM de intervenção, mostraram uma IS entre grupo e tempo ($F = 3.321$, $p = 0.042$). Observou-se uma DS entre os grupos TR/TA e TA/TR nos testes subsequentes ($p < 0.05$). Após a intervenção, a VOP CAR-FEM diminuiu significativamente no grupo TR/TA (de 9.0 ± 1.6 m/s para 8.0 ± 1.6 m/s, $p < 0.05$), mas não houve mudanças no grupo TA/TR.
Park <i>et al.</i> (2020)	Foi observada uma IS entre o tempo e os grupos (todos $p < 0,029$, $\eta^2 > 0,239$) nas variáveis PP e VOP BRAQ-TOR. Além disso, a intervenção de exercício de 12 SEM foi eficaz na redução exclusiva da PP ($p < 0,001$) e VOP BRAQ-TOR ($p < 0,001$).
Chaves <i>et al.</i> (2024)	A Anova revelou uma IS entre o tempo e o grupo ($p < 0,05$) para o PP. As análises <i>post hoc</i> , por sua vez, confirmaram melhorias notáveis no PP para o grupo GI ($p < 0,05$). Além disso, foi observada uma redução clínica relevante no PP ($\Delta = -12,2$ mmHg; fator tempo $\eta^2 p = 0,16$; interação entre tempo e grupo $\eta^2 p = 0,31$)

Nota: DS: diferença significativa; IS: interação significativa; ES: efeito significativo; GI: grupo de intervenção; TR: treinamento resistido; TA: treinamento aeróbico; VOP: velocidade de onda de pulso; PP: pressão de pulso; EA: elasticidade arterial; IV: impedância vascular; CAR-FEM: carotídeo-femoral; BRAQ-TOR: braquial-tornozelo; SEM: semanas.

Fonte: elaboração própria.

A Tabela 4 apresenta a avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos nesta revisão sistemática. A pontuação dos deles variou de 9 a 13 pontos, considerando um total de 15 pontos possíveis. Todos os estudos atendiam aos critérios de elegibilidade, randomização dos participantes e apresentavam medidas pontuais e de variabilidade para os desfechos relatados, além de informações sobre o volume de exercício e gasto energético. No entanto, nenhum estudo aplicou cegamento do avaliador para a alocação dos grupos.

Um estudo, especificamente, não obteve pontuação no critério 3, relacionado à ocultação da alocação (Corrick *et al.*, 2012), enquanto apenas um estudo obteve pontuação no critério 10, que trata do monitoramento das atividades nos grupos de controle (Corrick *et al.*, 2012).

Tabela 4 – Avaliação da qualidade metodológica por meio da escala Testex (Smart *et al.*, 2015)

Autor/ano	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	PT
Corrick <i>et al.</i> (2012)	1	1	0	0	0	1	1	2	1	1	1	1	10

Shiotsu <i>et al.</i> (2018)	1	1	1	1	0	3	1	2	1	0	1	1	13
Park <i>et al.</i> (2020)	1	1	1	1	0	1	0	2	1	0	0	1	9
Chaves <i>et al.</i> (2024)	1	1	1	0	0	2	1	2	1	0	1	1	11

Nota: C1-C12: critérios da escala Testex; PT: pontuação total.

Fonte: elaboração própria.

4 DISCUSSÃO

Esta revisão sistemática teve como objetivo investigar os efeitos do treinamento combinado (TC) sobre a rigidez arterial em idosos saudáveis. Com base nos resultados dos estudos incluídos, observamos uma tendência positiva para a redução da rigidez arterial e/ou aumento da elasticidade arterial, corroborando as evidências de que o treinamento físico pode melhorar a saúde cardiovascular dessa população.

O envelhecimento é um processo inevitável e natural, considerado um dos maiores fatores de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (DCV). Diversas mudanças fisiológicas ocorrem com o envelhecimento, algumas das quais estão diretamente relacionadas ao risco de DCV, com a disfunção vascular sendo uma das alterações significativas.

Esse processo pode ser subdividido em duas modificações fisiológicas importantes: o endurecimento ou enrijecimento das grandes artérias elásticas e a disfunção endotelial vascular sistêmica. A disfunção endotelial resulta na redução da biodisponibilidade de óxido nítrico (NO), o que compromete a vasodilatação dependente do endotélio e contribui para o surgimento de patologias como diabetes, hipertensão, dislipidemias e diversos tipos de câncer (Bouaziz *et al.*, 2019).

Alterações na rigidez arterial podem afetar diretamente a saúde das pessoas, uma vez que há uma associação entre a rigidez arterial, a pressão arterial sistólica (PAS) e a idade, sendo um importante preditor de doenças cardiovasculares e mortalidade. Aumentos de 1,0 m/s na VOP estão associados a um aumento de eventos cardiovasculares (12 a 14%), mortalidade (13 a 15%) e mortalidade por todas as causas (13 a 15%). A rigidez arterial também se relaciona com alterações na composição corporal dos indivíduos,

pois melhorias na massa muscular podem gerar efeitos cardiovasculares benéficos, alterando os resultados da VOP e da pressão arterial (Figueroa *et al.*, 2019).

É relevante analisar primeiramente os efeitos isolados dos métodos de treinamento aeróbico (TA) e resistido (TR), uma vez que ambos compõem o TC. O TR tem sido utilizado com o objetivo de promover efeitos vasculares benéficos, como a redução da rigidez arterial. No entanto, alguns estudos não observaram mudanças significativas na rigidez arterial após a aplicação desse método em idosos saudáveis, quando comparados aos grupos controle ou a outras intervenções. Os resultados do TR sobre a rigidez arterial ainda não são totalmente claros, pois foi observado que esse método pode, em alguns casos, aumentar a rigidez arterial.

Esse aumento pode ser explicado pela intensidade do TR, uma vez que, para obter resultados relevantes na composição corporal, é necessário realizar exercícios com cargas superiores a 80% de 1RM, no caso de praticantes experientes. Essa sobrecarga pode gerar maior estresse sobre o sistema cardiovascular, resultando no aumento da pressão arterial e ocasionando mudanças estruturais e funcionais nas paredes das artérias e no ventrículo. Além disso, é difícil evitar a manobra de Valsalva durante exercícios de alta intensidade, o que por si só pode aumentar a VOP (Figueroa *et al.*, 2019; Jefferson *et al.*, 2016).

Por outro lado, o TA tem sido amplamente estudado, e embora em alguns casos não tenha sido observada diferença significativa na rigidez arterial em idosos saudáveis (Bouaziz *et al.*, 2019), outros estudos demonstraram reduções significativas na rigidez arterial, especialmente em mulheres de meia-idade e idosas. Os autores verificaram que tanto a atividade física moderada quanto a vigorosa resultaram em efeitos semelhantes sobre a rigidez arterial, o que possui implicações clínicas relevantes, uma vez que a aplicação de atividades de intensidade moderada é mais viável no cotidiano (Sugawara *et al.*, 2006).

O TA, quando praticado com frequência por idosos, tende a aumentar a vasodilatação dependente do endotélio e inibir os hormônios vasoconstritores também dependentes do endotélio. Além disso, foi observado que mulheres pós-menopáusicas que realizam exercícios de TA apresentam

menor rigidez arterial em comparação a outras na mesma condição, porém sedentárias. A prática regular de TA em mulheres pós-menopáusicas promove reduções na rigidez arterial similares às observadas em mulheres que realizam a terapia hormonal baseada em estrogênio, o que reforça a importância da prática desse tipo de exercício (Sugawara *et al.*, 2006).

A prática regular de TA em idosos, como já relatado, tem mostrado benefícios na preservação da função endotelial, que está diretamente relacionada à manutenção dos níveis de biodisponibilidade de óxido nítrico (NO) e à redução do estresse oxidativo. Esses efeitos contribuem para a diminuição da inflamação vascular crônica, um fator importante na prevenção de doenças cardiovasculares (Seals; Nagy; Moreau, 2019).

Diversos estudos têm investigado a eficácia do TC na redução da rigidez arterial em indivíduos de diferentes gêneros e faixas etárias. No entanto, há uma escassez de pesquisas que abordem especificamente os efeitos do TC sobre a rigidez arterial em idosos saudáveis.

Uma revisão sistemática, que incluiu 24 ensaios clínicos randomizados, confirmou a eficácia do TC na redução da rigidez arterial em idosos saudáveis, evidenciada pela diminuição da VOP após a intervenção (Silva *et al.*, 2024). Em outro estudo, idosas pós-menopáusicas saudáveis também apresentaram reduções significativas na rigidez arterial após o TC, o que sugere que essas mulheres apresentam maior proteção contra DCV em comparação com suas contrapartes sedentárias (Pekas *et al.*, 2020).

Um dos estudos analisados observou uma melhoria na rigidez arterial de idosos saudáveis, associada a uma redução de 2 mmHg na pressão arterial sistólica (PAS) após 12 semanas de TC. Os autores destacam que reduções de até 5 mmHg na PAS são relevantes para diminuir os riscos de DCV. Embora o TR tenha o potencial de aumentar a rigidez arterial, devido ao estresse nas paredes arteriais, especialmente em indivíduos obesos, a adição do TA após o TR foi capaz de reduzir a rigidez arterial em adultos jovens. Segundo os autores, um dos mecanismos responsáveis pela redução da rigidez arterial após o TC é o aumento da biodisponibilidade de óxido nítrico (NO) e/ou a diminuição das respostas inflamatórias (Park *et al.*, 2020).

Chaves *et al.* (2024) também observaram melhorias na elasticidade arterial no estudo realizado com TC em idosos saudáveis. Os autores afirmam

que diminuições na pressão de pulso (PP) estão associadas à redução do risco cardiovascular, uma vez que esse indicador está ligado à melhor distensibilidade arterial e à menor incidência de AVC e mortalidade. Segundo os autores, a melhoria na distensibilidade arterial pode ter sido explicada pelo estresse vascular significativo, que promoveu a liberação de óxido nítrico (NO) pelas células endoteliais, gerando alterações positivas na PP, na PAS e na pressão arterial diastólica (PAD).

Ao investigar os efeitos da ordem dos exercícios no TC, alguns estudos indicaram que a realização do TA após o TR foi mais eficaz na redução da rigidez arterial, em comparação com a ordem inversa. Essa ordem benéfica pode ser explicada pelo aumento na produção de NO e pelo estímulo à flexibilidade arterial. A dilatação mediada pelo fluxo (DMF), que ocorre quando as artérias aumentam seu diâmetro para acomodar mudanças no fluxo sanguíneo e no estresse de cisalhamento, foi maior quando o TA foi realizado após o TR. Essa adaptação pode ser explicada pela melhora na biodisponibilidade de NO e pela redução do estresse oxidativo vascular, como sugerido por Shiotsu *et al.* (2018).

Por outro lado, outros estudos também aplicaram a intervenção com TC em idosos saudáveis, mas não observaram melhorias na rigidez arterial nem na elasticidade das grandes artérias. Os autores destacam que, embora tenha ocorrido alteração na PAS, não houve diferenças significativas na rigidez arterial, elasticidade arterial ou impedância vascular. Eles sugerem que o treinamento e suas variáveis podem ter contribuído para a ausência de redução na rigidez arterial e na elasticidade das artérias.

Esses resultados podem estar relacionados ao fato de que a intervenção foi realizada em mulheres idosas, um grupo com níveis baixos de estrogênio. Esse hormônio é responsável por reduzir a rigidez arterial por meio do aumento de NO e norepinefrina, que tende a estimular a contração das células musculares lisas vasculares (CMLV), as células mais abundantes nas paredes dos vasos. A presença de norepinefrina está positivamente correlacionada com a idade das mulheres (Corrick *et al.*, 2012).

Embora os estudos revisados nesta análise sistemática forneçam informações valiosas sobre os efeitos do TC na saúde cardiovascular de idosos saudáveis, é importante reconhecer algumas limitações presentes

na literatura existente. Muitas das pesquisas incluídas apresentam variações consideráveis nos métodos, nas populações estudadas e nas intervenções aplicadas, o que pode comprometer a generalização dos resultados.

Além disso, a quantidade limitada de estudos focados exclusivamente em idosos saudáveis, em comparação com aqueles que envolvem indivíduos com patologias associadas, limita a compreensão aprofundada dos efeitos do TC nesse grupo específico, visto que apenas quatro estudos foram incluídos nesta revisão sistemática.

Outro aspecto relevante é a qualidade dos estudos analisados, uma vez que apenas um estudo obteve pontuação próxima ao limite máximo (13), enquanto os demais apresentaram pontuações medianas (9, 10 e 11). Essas limitações indicam a necessidade de mais pesquisas controladas e bem estruturadas para validar e expandir os achados encontrados até agora.

Estudos futuros devem explorar com mais profundidade a eficiência do TC em idosos saudáveis, dado que a literatura sobre este tema ainda é escassa. Também seria interessante realizar intervenções em populações idosas saudáveis, incorporando desfechos de rigidez arterial e elasticidade arterial, para fornecer mais informações sobre a saúde cardiovascular desses indivíduos. Contudo, é essencial que haja uma maior homogeneidade na utilização dos instrumentos para mensurar as variáveis de desfecho mencionadas, de modo a aumentar a confiabilidade e a comparabilidade dos resultados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em resumo, esta revisão sistemática destacou os efeitos positivos do treinamento combinado (TC) na saúde cardiovascular de idosos saudáveis, com ênfase na redução da rigidez arterial e/ou aumento da elasticidade arterial. Embora os estudos isolados sobre os métodos de treinamento aeróbico (TA) e treinamento resistido (TR) apresentem resultados variados, o TC, como combinação desses métodos, tende a promover melhorias significativas na saúde vascular, principalmente por meio do aumento da biodisponibilidade de óxido nítrico (NO) e da redução do estresse oxidativo.

Os resultados sugerem que o TC pode ser uma intervenção eficaz na preservação da função arterial, especialmente quando realizado com a

sequência correta dos exercícios, ou seja, TA após TR. No entanto, a falta de consistência nos resultados, especialmente em mulheres idosas com níveis baixos de estrogênio, aponta para a necessidade de mais estudos específicos para entender melhor os efeitos do TC em diferentes subgrupos da população idosa.

De maneira geral, os achados sugerem que o TC pode oferecer benefícios cardiovasculares relevantes para essa faixa etária, contribuindo para a redução dos riscos associados a doenças cardiovasculares.

REFERÊNCIAS

BOUAZIZ, W. *et al.* Effects of a short-term interval aerobic training program with recovery bouts on vascular function in sedentary aged 70 or over: a randomized controlled trial. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, [S. l.], v. 82, p. 217-225, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.archger.2019.02.017>

CHAVES, L. F. C. *et al.* Power exercises with elastic bands combined with endurance training improve pulse pressure, systolic blood pressure, and functional parameters in older adults. *Blood Pressure Monitoring*, [S. l.], v. 30, n. 2, 2024. Doi: <https://doi.org/10.1097/mbp.0000000000000733>

CORRICK, K. L. HUNTER, G. R.; FISHER, G.; GLASSER, S. P. Changes in vascular hemodynamics in older women following 16 weeks of combined aerobic and resistance training. *Journal of Clinical Hypertension (Greenwich, Conn.)*, [S. l.], v. 15, n. 4, p. 241-246, 2012. Doi: <https://doi.org/10.1111/jch.12050>

FIGUEROA, A. OKAMOTO, T.; JAIME, S. J.; FAHS, C. A. Impact of high – and low-intensity resistance training on arterial stiffness and blood pressure in adults across the lifespan: a review. *Pflugers Archiv: European Journal of Physiology*, [S. l.], v. 471, n. 3, p. 467-478, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00424-018-2235-8>

HIGGINS, J. P. T.; THOMAS, J.; CHANDLER, J.; CUMPSTON, M.; LI, T.; PAGE, M.; WELCH, V. Cochrane handbook for systematic reviews of interventions. *Cochrane*, [S. l.], 2024. Disponível em: <https://www.training.cochrane.org/handbook>. Acesso em: 1 fev. 2025.

JEFFERSON, M. E. *et al.* Effects of resistance training with and without caloric restriction on arterial stiffness in overweight and obese older adults. *American Journal of Hypertension*, [S. l.], v. 29, n. 4, p. 494-500, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1093/ajh/hpv139>.

OUZZANI, M.; HAMMADY, H.; FEDOROWICZ, Z.; ELMAGARMID, A. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*, [S. l.], v. 5, n. 1, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>

PAGE, M. J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, [S. l.], n. 71, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

PARK, W. JUNG, W. – S.; HONG, K.; KIM, Y. – Y.; KIM, S. – W.; PARK, H. – Y. Effects of moderate combined resistance – and aerobic-exercise for 12 weeks on body composition, cardiometabolic risk factors, blood pressure, arterial stiffness, and physical functions, among obese older men: A pilot study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, [S. l.], v. 17, n. 19, p. 7233, 2020. Doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph17197233>

PEKAS, E. J.; SHIN, J.; SON, W. – M.; HEADID, R. J.; PARK, S. – Y. Habitual combined exercise protects against age-associated decline in vascular function and lipid profiles in elderly postmenopausal women. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, [S. l.], v. 17, n. 11, p. 3893, 2020. Doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph17113893>

PIERRE JÚNIOR, G. L.; JACINTO, D. C.; ROSA, S.; NOGUEIRA, C. J.; FERREIRA, F. G.; MELLO, D. Considerações metodológicas para o desenvolvimento de estudos de revisão sistemática. *Revista de Educação Física*, Rio de Janeiro, v. 93, n. 2, p. 65-77, 2024. Doi: <https://doi.org/10.37310/ref.v93i2.2988>

SEALS, D. R.; NAGY, E. E.; MOREAU, K. L. Aerobic exercise training and vascular function with ageing in healthy men and women. *The Journal of Physiology*, [S. l.], v. 597, n. 19, p. 4901-4914, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1113/jp277764>

SILVA, R. S. N.; SILVA, D. S.; OLIVEIRA, P. C.; WACLAWOVSKY, G.; SCHAUN, M. I. Effects of aerobic, resistance and combined training on endothelial function and arterial stiffness in older adults: a systematic review and meta-analysis. *PloS One*, [S. l.], v. 19, n. 12, p. e0308600, 2024. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0308600>

SHIOTSU, Y.; WATANABE, Y.; TUJII, S.; YANAGITA, M. Effect of exercise order of combined aerobic and resistance training on arterial stiffness in older men. *Experimental Gerontology*, [S. l.], v. 111, p. 27-34, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.06.020>

SMART, N. A.; WALDRON, M.; ISMAIL, H.; GIALLAURIA, F.; VIGORITO, C.; CORNELISSEN, V.; DIEBERG, G. Validation of a new tool for the assessment of study

quality and reporting in exercise training studies: TESTEX. *International Journal of Evidence-Based Healthcare*, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 9–18, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1097/XEB.0000000000000020>

SUGAWARA, J.; OTSUKI, T.; TANABE, T.; HAYASHI, K.; MAEDA, S.; MATSUDA, M. Physical activity duration, intensity, and arterial stiffening in postmenopausal women. *American Journal of Hypertension*, [S. l.], v. 19, n. 10, p. 1032–1036, 2006. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.amjhyper.2006.03.008>

