

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DANILO ROBERTO FADEL GAIO
RICARDO MONTEIRO LOURENÇO

O EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO E SUAS MODALIDADES NA RIGIDEZ
ARTERIAL - UMA REVISÃO DE ESCOPO

Artigo apresentado ao curso de Especialização
em Medicina do Exercício Físico na Promoção
da Saúde, Setor de Ciências da Saúde,
Universidade Federal do Paraná.

Orientador Prof. Dr. Anderson Z. Ulbrich

CURITIBA

2022

DANILO ROBERTO FADEL GAIO
RICARDO MONTEIRO LOURENÇO

O EFEITO DE EXERCÍCIO FÍSICO E SUAS MODALIDADES NA RIGIDEZ
ARTERIAL: UMA REVISÃO DE ESCOPO

Artigo apresentado ao curso de Especialização em
Medicina do Exercício Físico na Promoção da
Saúde, Setor de Ciências da Saúde, Universidade
Federal do Paraná

Orientador: Prof. Dr. Anderson Z. Ulbrich

CURITIBA

2022

O EFEITO DE EXERCÍCIO FÍSICO E SUAS MODALIDADES NA RIGIDEZ ARTERIAL: UMA REVISÃO DE ESCOPO

Danilo Roberto Fadel Gaio

Ricardo Monteiro Lourenço

RESUMO

A doença cardiovascular (DCV) é a principal causa de morte e o principal fator de risco para morbidade mundial e a rigidez arterial é um marcador de aterosclerose precoce e, juntamente com a hemodinâmica central, foram reconhecidas como fortes preditores independentes de mortalidade por todas as causas de eventos cardiovasculares. O exercício físico (EF) tem sido associado à redução da rigidez arterial, no entanto, os mecanismos pelos quais os exercícios físicos influenciam esse fator de risco não foram completamente elucidados e o efeito de diferentes tipos de exercício na rigidez arterial não é claro. Esta revisão de escopo teve como objetivo examinar a eficácia de diferentes tipos de exercício na rigidez arterial em adultos. Pesquisadas as bases de dados Pubmed, Embase, Cochrane Library para ensaios clínicos randomizados e ensaios clínicos. Utilizou-se os descritores: “rigidez arterial” e “exercício físico”. Finalmente, 59 artigos foram incluídos, 2798 pessoas foram arroladas, sendo 584 sujeitos avaliados como controle. O tempo médio de intervenção foi de 14,9 semanas. Estudos com diferentes modalidades de EF foram analisados. Nossos achados mostraram que alguns estudos pioraram, outros trouxeram resultados neutros, todavia a maior parte dos estudos analisados, tanto os com exercício aeróbico, resistido, combinado, treinamento intervalado e exercícios mente-corpo foram eficazes em reduzir a rigidez arterial. Esses achados sugerem que um regime bem planejado pode otimizar os efeitos benéficos do exercício e pode fornecer algumas orientações baseadas em evidências para os envolvidos na prevenção e na reabilitação cardiovascular.

Palavras-chave: Adultos, Rigidez arterial, Doença cardiovascular, Exercício físico, Velocidade da onda de pulso

ABSTRACT

Cardiovascular disease (CVD) is the leading cause of death and the leading risk factor for morbidity worldwide and arterial stiffness is a marker of early atherosclerosis and, together with central hemodynamics, have been recognized as strong independent predictors of mortality from all causes. Physical exercise (PE) has been associated with a reduction in arterial stiffness, however, the mechanisms by which physical exercises influence this risk factor have not been completely elucidated and the effect of different types of exercise on arterial stiffness is not clear. This scoping review aimed to examine the effectiveness of different types of exercise on arterial stiffness in adults. Pubmed, Embase, Cochrane Library databases for randomized clinical trials and clinical trials were searched. The descriptors were used: “arterial stiffness” and “physical exercise”. Finally, 59 articles were included, 2798 people were enrolled, with 584 subjects evaluated as controls. The mean intervention time was 14.9 weeks. Studies with different PE modalities were

analyzed. Our findings showed that some studies worsened, others brought neutral results, however most of the analyzed studies, both those with aerobic, resistance, combined, interval training and mind-body exercises were effective in reducing arterial stiffness. These findings suggest that a well-planned regimen can optimize the beneficial effects of exercise and may provide some evidence-based guidance for those involved in cardiovascular prevention and rehabilitation.

Keywords: Adults, Vascular stiffness, Cardiovascular disease, Physical exercise, Pulse wave velocity

1. INTRODUÇÃO

A doença cardiovascular (DCV) é a principal causa de morte e o principal fator de risco para morbidade mundial (LACHAT, 2013; LIM, 2013). De acordo com o relatório de *status* global da Organização Mundial da Saúde sobre Doenças Não Transmissíveis (DNT) em 2014, 38 milhões das 56 milhões de mortes no mundo são de DNTs. Os números sugerem que, em 2012, 17,5 milhões (46%) dessas mortes sejam devido a DCV. Destas mortes por DCV, os ataques cardíacos são responsáveis por 7,4 milhões, e o AVC (Acidente Vascular Cerebral), por 6,7 milhões (MENDIS, 2015). Um exame sensível e não invasivo para detectar e quantificar a magnitude da aterosclerose na vasculatura coronariana, como varredura de cálcio da artéria coronariana (CAC), juntamente com variáveis clínicas ou fisiológicas em sinergia, permitem uma previsibilidade de riscos clínicos a longo prazo para pacientes assintomáticos (ÁGNES, 2021).

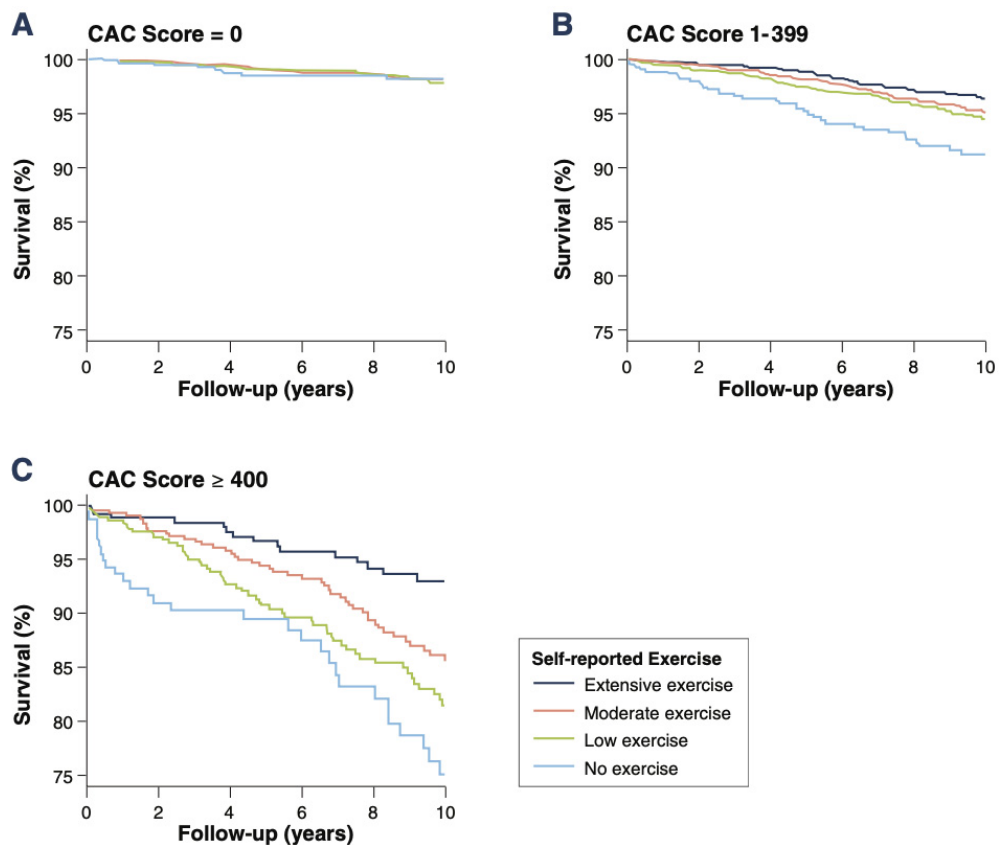
A rigidez arterial é um marcador de aterosclerose precoce e, juntamente com a hemodinâmica central, foram reconhecidas como fortes preditores independentes de mortalidade por todas as causas de eventos cardiovasculares (CV) (MITCHELL, 2010; VLACHOPOULOS, 2010; VLACHOPOULOS, 2010). Esses parâmetros, como pressão arterial central, índice de aumento (Alx, *Augmentation Index*) e velocidade de onda de pulso carotídeo-femoral (cf-PWV) foram usados para avaliar o grau de rigidez arterial (MONTERO, 2014; HEFFERNAN, 2013; CHEETHAM, 2002). A rigidez arterial pode ser avaliada pelo Alx e pela velocidade de onda de pulso braquial-tornozelo (ba-PWV), porém, o padrão ouro para medida não invasiva é pela cf-PWV no cálculo do PWV (HO, 2012). A (Alx) é uma medida de rigidez arterial sistêmica derivada da forma de onda da pressão aórtica ascendente (ZHANG, 2018), definida como a razão da diferença entre o primeiro (ombro sistólico precoce) e o segundo (ombro sistólico tardio) para a pressão de pulso (PP), sendo expressa em percentagem. Como a (Alx) é influenciada pela frequência cardíaca (FC), foi normalizada para uma frequência de 75 bpm. Esta técnica é considerada confiável e reproduzível (HO, 2012). A redução da complacência arterial leva a um retorno mais rápido da onda sistólica refletida dos pequenos vasos periféricos, aumentando a pressão aórtica central. O aumento da pressão aórtica aumenta a pós-carga do ventrículo esquerdo e prejudica a perfusão coronariana. Assim, um aumento de 10% no índice de potencialização está associado a um aumento de 31,8% no total de eventos cardiovasculares. Além disso, um aumento de 1 m/s na (PWV) aórtica está associado a um aumento de 15% na

mortalidade cardiovascular (MIYACHI, 2013; CROYMANS, 2014; FIGUEROA, 2014; KAEISS, 2016). Outro estudo (FAGUNDES, 2020) também demonstrou que quanto maior a rigidez da onda de pulso, maior a velocidade de propagação da onda de pulso.

A região aortoiliaca é o segmento vascular mais rico em fibras elásticas e, portanto, mais propenso a lesões devido a processos inflamatórios que afetam a parede vascular. Os principais mecanismos fisiopatológicos (Fig. 2) que atuam na rigidez vascular envolvem citocinas inflamatórias e estresse oxidativo, que degradam principalmente a matriz extracelular da parede vascular, assim como a atividade da metaloproteinase da matriz (MMP), causada pelos inibidores teciduais de metaloproteinase (TIMP), resultando em ruptura das fibras elásticas, reticulação e calcificação das fibras. A glicação não enzimática e isomerização também promovem o desenvolvimento de alterações funcionais na matriz extracelular, assim como o aumento de colágeno tipos I, II e IV, e a proliferação de células musculares lisas, que são as principais responsáveis pela matriz extracelular e alguns dos seus componentes (ÁGNES, 2021).

Diversos estudos mostram que há uma forte correlação entre a quantidade de exercícios e fatores de risco de doença arterial coronariana (DAC), sendo que a maioria desses fatores de risco aumentam proporcionalmente conforme a quantidade de exercício diminui (NOCON, 2008; CHEN, 2014). A Figura 1 mostra que escores de cálcio acima de 400 em pessoas inativas aumentam cerca de 25% a chance de mortalidade em aproximadamente 10 anos (ARNSON, 2017).

A atividade física (AF) insuficiente e/ou sedentarismo é considerada o quarto principal fator de risco para mortes globais e, em 2010, foi responsável pela perda de 69,3 milhões de anos de vida por incapacidade ajustada DALYs (*Disability Adjusted Life Years*) (MENDIS, 2015; KOHL, 2012). A atividade física regular é aceita como uma importante contribuição para a prevenção e reabilitação das DCV (DANS, 2011; VANHEES, 2012). A reabilitação cardíaca baseada em exercícios (treinamento de resistência aeróbica, treinamento de resistência dinâmico e ambos em combinação) tem sido usada para gerenciar a saúde cardiovascular em indivíduos com DCV (VANHEES, 2012).



Kaplan-Meier survival curves for all-cause mortality according to patients' reported exercise and coronary artery calcium (CAC) category. Patients with CAC scores of 0 (A), 1 to 399 (B), and ≥ 400 (C).

FIGURA 1 – Sobrevivência livre de eventos de acordo com a intensidade dos exercícios e quantificação dos diferentes escores da calcificação arterial coronária.
FONTE: ARNSON, 2017

Evidências epidemiológicas revelaram que a AF está associada a uma redução de 35% na mortalidade cardiovascular e de 33% na mortalidade por todas as causas (NOCON, 2008). Além disso, existe uma relação dose-resposta inversa entre (AF) e mortalidade cardiovascular ou risco de (DAC) (CHEN, 2014). Estudos de epidemiologia sugeriram que mudanças nos fatores de risco de (DCV) conhecidas explicam uma grande proporção (59%) do efeito benéfico observado do exercício nos principais desfechos cardiovasculares. Os 40% restantes de redução de risco podem ser atribuídos a efeitos na hemodinâmica vascular (incluindo função endotelial e rigidez vascular) (SAZ-LARA, 2021). Atualmente existem poucos biomarcadores conhecidos capazes de determinar a rigidez vascular, sendo um deles a adipomiocina, proteína bioativa que vem sendo cada vez mais investigada, entre outras. Entretanto,

ainda faltam estudos e o uso de biomarcadores ainda não é recomendado na prática clínica (ÁGNES, 2021).

No entanto, os mecanismos pelos quais os exercícios físicos influenciam esse fator de risco não foram completamente elucidados. Têm sido atribuídos aos exercícios físicos os efeitos benéficos sobre os fatores de risco tradicionais para doenças vasculares, como pressão arterial (DANS, 2011), índice de massa corporal (IMC), perfil lipídico (VANHEES 2012), efeitos na inflamação sistêmica (WHELTON, 2002) e agregação plaquetária (HALBERT, 1999). O exercício físico também pode ter efeitos positivos diretos na estrutura e função da vasculatura por meio de uma melhora na função endotelial (HALBERT, 1999; FORD, 2002).



FIGURA 2: Os fatores mais importantes no mecanismo patológico da rigidez vascular arterial. MMP = metaloproteinase de matriz; TIMP = inibidor tecidual de metaloproteinase de matriz. FONTE: ÁGNES, 2021

Estudos e meta-análises anteriores relataram os efeitos do treinamento físico na rigidez arterial. No entanto, essas análises se concentraram principalmente em uma variedade de indivíduos adultos, incluindo pacientes com DCV, diabetes, obesidade e pessoas saudáveis (ASHOR, 2014; MONTERO, 2015); ou o efeito de um tipo de treinamento físico (como exercícios aeróbicos ou de resistência) na rigidez arterial (MONTERO, 2014; HUANG, 2016; MIYACHI, 2013).

A compreensão dos efeitos de diferentes exercícios na hemodinâmica central, rigidez arterial central e função cardíaca merecem análise e avaliação abrangentes.

Portanto, esta revisão de escopo teve como objetivo investigar o efeito de diferentes modalidades de exercício na rigidez arterial e, por conseguinte, na hemodinâmica central e na função cardíaca em pessoas saudáveis. Além disso, este estudo forneceu uma avaliação geral do efeito de diferentes modalidades de exercício físico no sistema cardiovascular para embasar profissionais orientadores de exercícios físicos na escolha adequada da modalidade de exercício físico a ser prescrito ao cliente.

2. METODOLOGIA

Esse estudo usa um *design* de revisão de escopo. As “Questões de Revisão” buscaram sintetizar o corpo de literatura relevante para esclarecer e mapear os principais conceitos/estratégias das doenças cardiovasculares e da rigidez arterial relacionadas à prática de exercícios físicos. São elas:

- 1) O exercício físico crônico tem ação sobre a rigidez vascular em adultos?
- 2) Existe diferença entre as diferentes modalidades de exercício físico/treinamento?

Procura estratégica:

Realizaram-se pesquisas nas bases de dados Pubmed, Embase, Cochrane Library. Utilizou-se os seguintes descritores: Inglês: “Vascular Stiffness”; Espanhol: “Rigidez Vascular”; Português: “Rigidez Vascular” e o termos de entrada: “Aortic Stiffness”; “Aortic Stiffnesses”; “Arterial Stiffness”; “Arterial Stiffnesses”; “Stiffness, Aortic”; “Stiffness, Arterial”; “Stiffness, Vascular” e “Vascular Stiffnesses”.E: Inglês: “Exercise”; Espanhol: “Ejercicio Físico” e Português: “Exercício Físico” e os termos de entrada: “Activities, Physical”; “Activity, Physical”; “Acute Exercise”; “Acute Exercises”; “Aerobic Exercise”; “Aerobic Exercises”; “Exercise Training”; “Exercise Trainings”; “Exercise, Acute”; “Exercise, Aerobic”; “Exercise, Isometric”; “Exercise, Physical”; “Exercises”; “Exercises, Acute”; “Exercises, Aerobic”; “Exercises, Isometric”; “Exercises, Physical”; “Isometric Exercise”; “Isometric Exercises”; “Physical Activities”; “Physical Activity”; “Physical Exercise”; “Physical Exercises”; “Training, Exercise” e “Trainings, Exercise”.

Foram pesquisados pelos seguintes termos Mesh: ('exercise'/exp OR exercise) AND ('vascular stiffness'/exp OR 'vascular stiffness' OR (vascular AND ('stiffness'/exp OR stiffness))).

Tipos de estudos incluídos: Clinical Trials e Randomized Controlled Trials, publicados na língua inglesa, portuguesa ou espanhola, sem restrição de período.

Critérios de Inclusão:

- População adulta e saudável com idade superior a 18 anos;
- Estudos que incluam intervenção estruturada de exercício supervisionado com duração igual ou superior a 4 semanas.

Critérios de Exclusão:

- População com idade igual ou inferior a 18 anos;
- Grupos populacionais portadores de alguma doença crônica ou aguda
- Estudos com intervenção de exercício com duração inferior a 4 semanas
- Estudos com intervenção estruturada de exercício supervisionado associado a outras intervenções concomitantemente.

Seleção de estudos

Os mesmos critérios de seleção foram utilizados de forma independente por dois autores para selecionar os títulos, resumos e textos completos de estudos relevantes. Os artigos que não atendiam aos critérios de inclusão foram removidos, incluindo: revisões, estudos não randomizados controlados, aquelas investigações sem participantes saudáveis, duração do exercício inferior a quatro semanas, intervenção sem exercício, sem grupos controle e variáveis hemodinâmicas ou de rigidez arterial não central ou de função cardíaca. Qualquer discordância foi discutida e, após concordância, movidos para a próxima etapa (texto completo).

Extração e gerenciamento de dados:

Os textos completos dos artigos selecionados foram recuperados e avaliados criticamente por dois revisores para elegibilidade à revisão de escopo. As seguintes informações foram extraídas: título do artigo, autores, revista e ano de publicação, informações do desenho do estudo, características dos participantes, intervenção (tipo, frequência, intensidade, duração do exercício) e desfechos do estudo.

3. RESULTADOS

Um fluxograma descrevendo o processo de seleção é mostrado na Figura 3. Quinhentos e setenta e cinco artigos potencialmente elegíveis foram identificados no *PubMed*, *Embase* e a *biblioteca Cochrane*. Após a revisão do conteúdo completo desses artigos, cento e dezoito artigos atenderam aos critérios de inclusão. Cinquenta e cinco foram excluídos pelos seguintes motivos: trinta por efeito agudo do exercício; dezesseis - população não saudável; cinco - exercício somado a outra intervenção; um, tempo de avaliação inferior a 4 semanas; um, artigo de revisão e dois artigos repetidos. Após a leitura integral desses artigos se excluiu mais quatro, dois devido a falta de desfecho do estudo, um por não avaliar rigidez arterial e outro por se tratar de um estudo observacional.

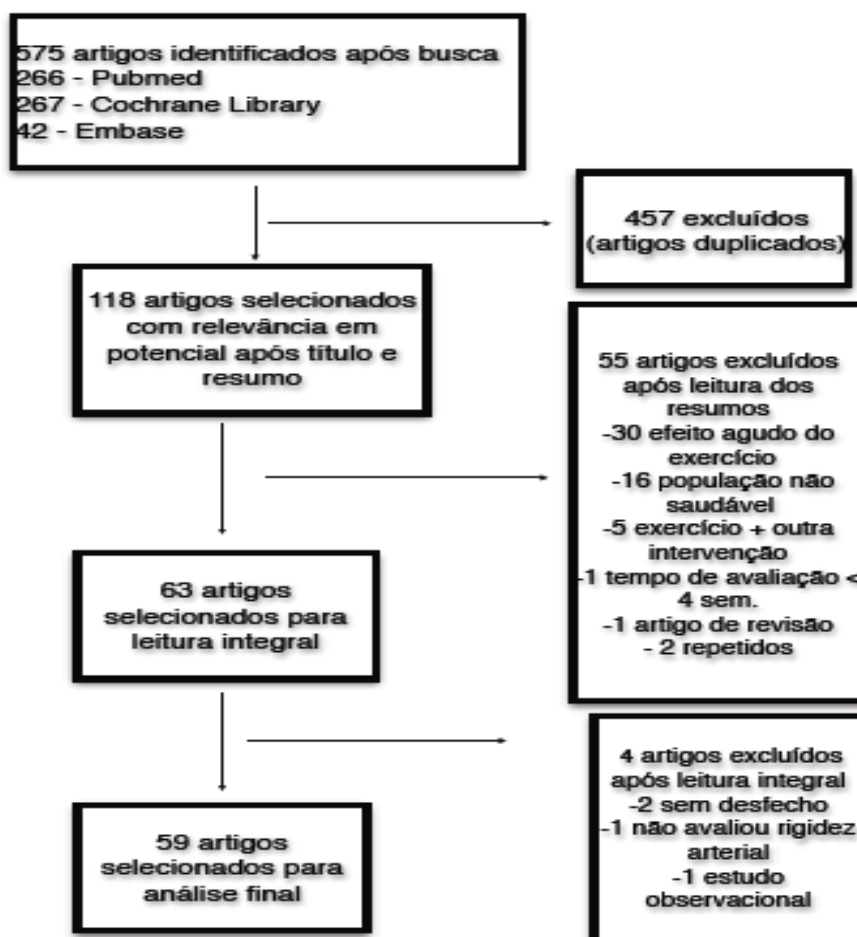


FIGURA 3 – Processo de seleção dos artigos

Após a análise dos 59 artigos, 2798 pessoas foram arroladas, sendo 584 sujeitos avaliados como controle. O tempo médio de intervenção foi de 14,9 semanas (4-36).

As práticas de exercício físico foram bastante variadas, tanto nas associações e/ou comparações entre intensidades, quanto nas modalidades (tab.1).

Tabela 1 - Modalidades de Exercícios Físicos

Tipos de Exercícios	nº de estudos	Tipo de Intervenção
Bicicleta Isoladamente	6	IA
Bicicleta + Caminhada (Esteira)	3	IA
Caminhada isoladamente	7	IA
Corrida ou Caminhada Acelerada	2	IA
“Sprint” intervalado	1	IA
Exercício intervalado de alta intensidade (HIIT)	2	IA
Circuito / Tradicional (corpo todo)	5	IR
Flexão membro superior (concêntrico x excêntrico)	2	IR
Membros superiores e inferiores	2	IR
Resistidos de baixa intensidade	1	IR
Resistidos de baixa intensidade + alta intensidade	1	IR

IA = Intervenção Aeróbia; IR = Intervenção Resistida

Houve ainda associação entre exercícios resistidos e exercícios de *endurance* (bicicleta, caminhada ou remada), totalizando 9 estudos, além de estudos que compararam modalidades entre exercícios (tab.2), e demais modalidades de exercícios físicos pesquisadas, como Tai Chi, Yoga, Pilates, terapia térmica, treinamento de força muscular de alta resistência (um estudo de cada) e alongamento estático (2 estudos).

Tabela 2: Comparações entre Modalidades de Exercícios Físicos (nº de estudos)

Tipos de Exercícios	nº de estudos
Bicicleta vs 'Sprint' Intervalado	2
Exercício Resistido Moderado vs Alta Intensidade	1
Alongamento vs Exercício Resistido	1
Aeróbico vs Exercício Resistido	1
Exercício Resistido Tradicional vs Resistido Funcional	1
Exercício Resistido Tradicional vs Tai Chi	1
Exercício resistido de baixa intensidade vs Terapia Vibracional	1
Hot Yoga versus Yoga termo neutra	1

Quanto aos desfechos encontrados em relação ao objetivo principal da avaliação, que foi a rigidez arterial, houve variação entre estudos. Cinco estudos evidenciaram maior rigidez arterial após a intervenção com o exercício físico, todos relacionados a exercícios resistidos. Porém, esses estudos evidenciaram diferentes desfechos entre os grupos estudados (tab.3):

Tabela 3: Diferentes Desfechos Relacionados a Exercícios Resistidos

Autores (ano)	Título	Revista	Desfecho
Okamoto <i>et al.</i> (2006)	Effects of eccentric and concentric resistance training on arterial stiffness	Journal of Human Hypertension	Flexão do membro superior: o grupo do exercício concêntrico apresentou maior rigidez arterial, já o grupo de exercício excêntrico não apresentou mudança em relação ao estado anterior à intervenção.
Okamoto <i>et al.</i> (2009)	Upper but not lower limb resistance training increases arterial stiffness in humans	Eur J Appl Physiol	Comparação entre o membro superior e o membro inferior: identificou maior rigidez arterial no grupo que realizou o exercício no membro superior, não identificando mudança no grupo que executou o exercício no membro inferior.

Okamoto <i>et al.</i> (2013)	Low-Intensity Resistance Training after High-Intensity Resistance Training can Prevent the Increase of Central Arterial Stiffness	Int J Sports Med	A comparação entre exercício resistidos de baixa intensidade executados antes do exercício resistido de alta intensidade mostrou maior rigidez arterial, entretanto o exercício de alta intensidade realizado antes do de baixa intensidade não apresentou piora.
Heffernan <i>et al.</i> (2009)	Resistance exercise training reduces central blood pressure and improves microvascular function in African American and white men	Atherosclerosis	Treinamento resistido em dois grupos: um composto por afro-americanos e outro por sujeitos brancos observou um aumento da rigidez braquial no grupo dos afro-americanos e não no grupo dos sujeitos brancos.
Cortez-Cooper <i>et al.</i> (2005)	Effects of High Intensity Resistance Training on Arterial Stiffness and Wave Reflection in Women.	American Journal of Hypertension	Efeitos do treinamento resistido de alta intensidade na rigidez arterial em mulheres evidenciou piora após onze semanas de intervenção.

Dezessete estudos não evidenciaram melhora deste quesito após o término do mesmo. Destes, quatro estudos comparativos mostraram desfechos diferentes entre os grupos (tab.4):

Tabela 4: Diferentes Desfechos entre Exercícios Resistidos e Aeróbicos

Autores (ano)	Título	Revista	Desfecho
Shiotsu Y <i>et al.</i> (2018)	Effect of exercise order of combined aerobic and resistance training on arterial stiffness in older men	Exp Gerontol	Exercício aeróbico realizado antes do exercício resistido não evidenciou melhora da rigidez arterial, todavia o grupo estudado que realizou o exercício resistido antes do aeróbico evidenciou melhora.

Yoshizawa M <i>et al.</i> (2009)	Effect of 12 weeks of moderate–intensity resistance training on arterial stiffness: a randomized controlled trial in women aged 32–59 years	British Journal of Sports Medicine	Comparação entre exercício resistido de moderada intensidade e exercício aeróbico: não evidenciou melhora no grupo do exercício resistido e evidenciou melhora no grupo de intervenção aeróbica.
Kujawski S <i>et al.</i> (2018)	Effects of 3-months sitting callisthenic balance and resistance exercise on aerobic capacity, aortic stiffness and body composition in healthy older participants	Experimental Gerontology	Efeitos do equilíbrio calistênico comparado ao exercício resistido em idosos saudáveis evidenciou que o grupo submetido a intervenção de equilíbrio apresentou melhora, porém o grupo resistido não apresentou mudanças.
Kim H <i>et al.</i> (2017)	All-Extremity Exercise Training Improves Arterial Stiffness in Older Adults	Medicine & Science in Sports & Exercise	Comparação entre exercício intervalado de alta intensidade versus intervalo de moderada intensidade em idosos evidenciou que o grupo submetido ao exercício de moderada intensidade apresentou melhora e o grupo submetido ao exercício de alta intensidade apresentou discreta melhora, sem significância estatística.

A maioria dos estudos evidenciaram melhora na rigidez arterial dos sujeitos pesquisados.

QUADRO 1 - ARTIGOS INCLuíDOS NO ESTUDO, O NÚMERO DE PARTICIPANTES, AS DIFERENTES MODALIDADES DE EXERCÍCIOS FÍSICOS, A DURAÇÃO DAS INTERVENÇÕES E OS DESFECHOS PRINCIPAIS NA FISIOLÓGIA DA RIGIDEZ ARTERIAL

Autores e Ano de Publicação	Participantes	Exercício	Tempo(semanas)	Desfecho	Efeito na R. A.
Au et al. (2016)	n = 32	MUS	12	Redução na rigidez arterial central sem alterar as propriedades elásticas locais na artéria carótida ou massa do VE e RWT. Esses resultados apoiam o papel do RET na promoção do estado de saúde cardiovascular, particularmente em indivíduos previamente expostos ao exercício do tipo resistido.	+
Beck et al. (2013)	n= 43	RT / ET - MUS	8	Tanto o exercício de resistência quanto o de resistência sozinhos reduzem efetivamente a rigidez arterial periférica, a pressão arterial central, o índice de aumento e a demanda miocárdica de oxigênio em jovens pré-hipertensos.	+
Bouaziz et al. (2019)	n = 60	Cicl	9,5	IATP-R pode ser eficaz na regulação da PA e na melhora da função endotelial.	+
Brunt et al. (2016)	n = 27	Timer à 40,5 °C	8 (4 a 5x)	A terapia de calor passiva pode fornecer um poderoso meio alternativo de reduzir o risco CV e a mortalidade em uma ampla gama de populações de pacientes.	+
Casey et al. (2007)	n = 26	RT / ET - MUS / Est	18	18 semanas de RT de corpo inteiro de intensidade moderada não altera a reflexão da onda de pressão aórtica central nesta população. Esta descoberta contrasta com estudos anteriores que relataram que a RT tem efeitos adversos na função arterial em homens e mulheres mais jovens.	0
Cortez-Cooper et al. (2005)	n = 33	MUS	11	O treinamento com pesos induz aumentos na rigidez arterial e reflexão de ondas em mulheres jovens e saudáveis.	-

Craighead et al. (2021)	n = 36	TFMIAL	6	Melhorar o controle da pressão arterial e a função endotelial vascular por meio do treinamento de força muscular inspiratória pode diminuir o risco de doenças cardiovasculares e outros distúrbios clínicos.	±
Figuerola et al. (2011)	n = 42	PlatV / Exp	12 (3x)	Diminuiu PS/DP/1ERM p=0,05ER e Endurance melhoram Resistido arterial/hemod/força muscular .previne HAS e Fragilidade.	+
Hasegawa et al. (2016)	n = 60	Cicl	8 (3x)	As alterações no conteúdo de IMCL e EMCL em resposta ao treinamento físico aeróbico podem estar relacionadas à redução da rigidez arterial, e essas relações podem diferir dependendo do sexo.	+
Hasegawa et al. (2016)	n = 18	Cicl	8 (3x)	Houve aumento do IMCL com diminuição da rigidez arterial e diminuição do EMCL, peso corporal e gordura abdominal e rigidez arterial.	+
Hasegawa et al. (2018)	n = 52	Cicl	8 (3x)	O treinamento aeróbico elevou os níveis séricos de adiponectina, CTRP3 e CTRP5 com redução da gordura corporal e visceral em adultos de meia-idade e idosos e esteve envolvido na redução da rigidez arterial pelo treinamento aeróbico. CTRPs podem ser um novo biomarcador para o efeito do exercício na rigidez arterial.	+
Havlik et al. (2005)	n = 874	Cam	96	A caminhada foi preditor para reduzir a rigidez arterial para mulheres (p = 0,03), mas não para os homens (p = 0,51). Porém, as mulheres tiveram uma frequência maior nas sessões de caminhada.	+
Heffernan et al. (2009)	n = 37	MUS	6 (3x)	O treinamento resistido aumenta a rigidez da artéria periférica em homens afro-americanos e não em brancos (p = 0,05). Não houve alteração na PA sistólica braquial, rigidez carotídea, VOP aórtica (rigidez arterial) em ambos os grupos (p = 0,05)	-
Heydari et al. (2013)	n = 34	HIIT / Cicl	12 (todos os dias)	HIIT diminuiu massa corporal, aumentaram potência (W), volume sistólico, FEJ. Diminuiu FC, PA sist./diast./med., rigidez arterial (p = 0,013).	-
Ho et al. (2012)	n = 60	Cicl	8 (3x)	ISE pode aumentar a aptidão cardiorespiratória significativamente e reduzir a rigidez arterial com apenas 8h em 8 semanas de exercícios.	+
Holloway et al. (2018)	n = 12	Cicl	6	Melhorou a aptidão aeróbica (consumo de O2) (p = 0,009); aumentou o volume sistólico (p= 0,01); não diminuiu rigidez arterial significativamente.	-

Hunter et al. (2018)	n = 80	Yoga	12 (3x)	A Yoga Bikram aumentou a vasodilatação dependente do endotélio ($p < 0,05$), e quente tendeu a melhorar ($p < 0,056$).	+
Jaime et al. (2019)	n = 33	PlatV / WBVT / LIRET / Exp	12	WBVT e LIRET melhoraram FMD (função endotelial), e ambos não melhoraram rigidez arterial. Somente o LIRET melhorou o desempenho físico.	+
Kato et al. (2020)	n = 213	Along	8	Exercícios de alongamento reduziram a rigidez arterial ($p = 0,0004$), frequência cardíaca de repouso e PA diastólica e melhorou a função endotelial, todos com p significativo.	+
Kawasaki et al. (2011)	n = 35	Nat	24	A PA, o metabolismo lipídico e da glicose, a rigidez arterial e o equilíbrio de um grupo de japoneses de meia-idade e idosos foram melhorados por um programa de exercícios abrangente e de longo prazo, incorporando uma variedade de atividades físicas.	+
Kim et al. (2017)	n = 49	HIIT / MICT - Cicl	8	MICT melhorou rigidez arterial ($p = 0,004$) e complacência de artéria carótida ($p = 0,0001$). Já no HIIT e Controle a rigidez arterial permaneceu inalterada. Aptidão aeróbica melhorou mais no HIIT do que no MICT.	0
Kobayashi et al. (2021)	n = 20	Cor	8 (2 e 4x/semana)	O exercício aeróbico frequente suprimiu o aumento da rigidez arterial após a ingestão de glicose.	+
Kujawski et al. (2018)	n = 55	MUS / Along / Eq	12 (2x/semana)	Melhoria em quase todos os indicadores de rigidez arterial ($p = 0,018$; na PA, na VOP $p > 0,017$) foram observadas nos exercícios de alongamento e equilíbrio (calistênico), enquanto nenhuma melhora significativa da rigidez arterial foi observada no grupo RET.	+/-
Landram et al. (2018)	n = 47	Est	4	Treino aeróbico contínuo ou descontínuo são eficazes para melhorar as medidas de condicionamento físico e saúde vascular.	+
Lin et al. (2021)	n = 34	Cam e Core Exercise	8 (3x)	Um treinamento do core em pé de curto prazo parece aumentar o fluxo sanguíneo femoral e a aptidão muscular em adultos de meia-idade a idosos, mas a caminhada é mais eficaz na melhoria da saúde vascular geral nessa população.	+
Lu et al. (2012)	n = 31	Tai Chi	16 (3x)	Houve melhoras significativas na complacência arterial e na força excêntrica do extensor do joelho.	+

Miura et al. (2008)	n = 77	MUS / Cicl.	12 (1 e 2x)	Para melhorar a rigidez arterial, uma frequência de exercícios de pelo menos duas vezes por semana deve ser recomendada para idosos.	+
Miyachi et al. (2004)	n = 28	MUS	32	Vários meses de treinamento de Resistido reduzem a complacência arterial central em homens saudáveis.	+
Miyaki et al. (2012)	n = 22	Cam / Cicl	8	Treinamento aeróbico moderado aumentaram as concentrações plasmáticas de PTX3 em mulheres saudáveis de meia-idade e idosas na pós-menopausa, e isso pode participar parcialmente do mecanismo subjacente ao efeito antiinflamatório induzido pelo treinamento aeróbico e à proteção cardiovascular.	+
Okamoto et al (2009)	n = 30	MUS	10 (2x)	Comparação entre o membro superior e o membro inferior: identificou maior rigidez arterial no grupo que realizou o exercício no membro superior, não identificando mudança no grupo que executou o exercício no membro inferior.	-/0
Okamoto et al. (2006)	n = 29	MUS	8 (3x)	Flexão do membro superior: o grupo do exercício concêntrico apresentou maior rigidez arterial, já o grupo de exercício excêntrico não apresentou mudança em relação ao estado anterior à intervenção.	+/-
Okamoto et al. (2009)	n = 30	MUS	10 (3x)	Embora ambos os treinamentos não deteriore a função endotelial vascular, o treinamento resistido com levantamento rápido e abaixamento lento (isto é, TRE) previne o enrijecimento da rigidez arterial.	+
Okamoto et al. (2011)	n = 26	MUS	10 (2x)	O LSR reduziu a rigidez arterial e melhorou a função vascular endotelial.	+
Okamoto et al. (2013)	n = 30	MUS	10 (2x)	A comparação entre exercício resistido de baixa intensidade executados antes do exercício resistido de alta intensidade mostrou maior rigidez arterial, entretanto o exercício de alta intensidade realizado antes do de baixa intensidade não apresentou piora.	-/0
Okamoto et al. (2015)	n = 18	MUS	16 (3x)	O PRT, incluindo a interrupção e a retomada repetidas de curto prazo, atenua o aumento da rigidez arterial.	+
Okamoto et al. (2019)	n = 68	CamI / CamN	20	Embora tanto o IWT quanto o NWT tenham sido igualmente eficazes na melhoria da função cognitiva, o IWT reduziu a rigidez arterial central mais do que o NWT.	+

Omar et al. (2021)	n = 43	Cam	8	O aumento acima de 10.000 do número de passos diários traz benefícios importantes nos parâmetros cardiovasculares estudados. Benefícios não evidenciados no grupo controle.	+
Patil et al. (2015)	n = 60	Yoga / CamR	12	O programa de ioga oferecido foi mais eficaz do que caminhada rápida na redução da rigidez arterial juntamente com PA em idosos com PP aumentada. Yoga também pode reduzir significativamente a atividade simpática e melhorar a função endotelial com aumento da biodisponibilidade de NO.	+
Rakobowchuk et al. (2005)	n = 28	MUS	12 (5x)	Em homens jovens, a complacência arterial central permanece inalterada com 12 semanas de treinamento resistido e os mecanismos responsáveis pela hipertrofia cardíaca e redução da complacência arterial não são inerentes a todos os programas de treinamento resistido ou podem requerer estímulo prolongado.	0
Rakobowchuk et al. (2008)	n = 20	SIT / ET - Cícl	6 (5x)	A distensibilidade da artéria poplíteia foi maior após o treinamento em ambos os grupos, enquanto a distensibilidade da artéria carótida permaneceu inalterada.	+
Rakobowchuk et al. (2008)	n = 20	SIT / ET - Cícl	6 (5x)	O SIT é uma estratégia eficiente em termos de tempo para obter melhorias na estrutura e função vascular periférica que são comparáveis ao ET. No entanto, alterações na distensibilidade da artéria central podem exigir estímulos de treinamento mais longos e/ou maior rigidez vascular inicial do que a observada neste grupo de indivíduos saudáveis.	+/0
Ramírez-Vélez et al. (2019)	n = 21	HIT e MCT - Est	12	Comparado ao grupo MCT, o HIT é mais eficaz para melhorar a FMD e diminuir a PWV, em adultos fisicamente inativos.	+
Schäfer et al. (2019)	n = 60	HIIT	12	12 semanas de HIIT (13.54.0 sessões) dentro de duas horas antes do trabalho noturno melhora a capacidade de exercício físico e a rigidez arterial, ambos fortes preditores de morbidade e mortalidade cardiovascular.	+
Shepherd et al. (2015)	n = 90	HIT / MICT - Cícl	10	HIT melhora os fatores de risco cardiometabólicos e a saúde psicológica em adultos fisicamente inativos. HIT oferece uma estratégia de exercício viável e eficaz para atingir a crescente incidência de doenças metabólicas e mal-estar psicológico associado à inatividade física.	+

Shinno et al. (2017)	n = 22	AlongE	24	Uma intervenção de alongamento estático de 3 meses melhorou a função endotelial vascular, e uma intervenção adicional de 3 meses também melhorou a rigidez arterial. No entanto, esses efeitos foram revertidos pelo destreinamento."	+
Shiotsu et al. (2018)	n = 45	Cicl / MUS	10 (2x)	A ordem dos exercícios pode afetar favoravelmente a rigidez arterial quando exercícios aeróbicos combinados e treinamento de Resistido de alta intensidade são realizados na mesma sessão.	+
Sosner et al. (2019)	n = 42	HIIT / MICT - Cicl	2 (3x)	O HIIT em um ergociclo estacionário inmerso é um método inovador que deve ser considerado como um tratamento não farmacológico eficiente da hipertensão.	+
Stewart et al. (2005)	n = 115	MUS / Est / BicE / Stair Stepper	24 (3x)	Um programa de 6 meses de treinamento aeróbico e de Resistido reduziu a PAD, mas não a PAS em idosos com hipertensão leve mais do que nos controles. A falta concomitante de melhora na rigidez aórtica em praticantes de exercícios sugere que os idosos podem ser resistentes a reduções na PAS induzidas pelo exercício. Melhorias na composição corporal foram associadas a reduções da PA e podem ser um caminho pelo qual o treinamento físico melhora a saúde cardiovascular em homens e mulheres mais velhos.	+
Suboc et al. (2014)	n = 114	Cam	12	A AF autorregulada em intensidades moderadas pode reverter a disfunção endotelial vascular relacionada à idade. O aspecto mais importante da AF é que ela seja feita em intensidade moderada em sessões contínuas de ≥10 minutos por ≥20 min/dia. As metas de AF comumente encorajadas não garantem uma função endotelial melhorada e podem não ser tão eficazes na redução do risco CV.	+
Sugawara et al. (2006)	n = 103	Cicl	12 (5x)	Atividades físicas moderadas e vigorosas têm efeitos favoráveis na rigidez arterial central em mulheres na pós-menopausa.	+
Tanahashi et al. (2014)	n = 30	Cam / Cicl	12 (todos os dias)	O treinamento aeróbico diminuiu significativamente as concentrações plasmáticas de ADMA com aumento da complacência arterial carotídea em mulheres na pós-menopausa. Esses resultados sugerem que a redução da ADMA pode desempenhar um papel importante no aumento da complacência arterial induzida pelo treinamento de exercícios aeróbicos.	+
Villareal et al. (2003)	n = 22	Fisio / ExF / ExR (remo)	36	O treinamento não induziu alterações significativas no tamanho do ventrículo esquerdo, geometria (relação espessura da parede/raio), massa e função avaliadas com ecocardiografia bidimensional ou na rigidez arterial avaliada com tonometria de aplanção. Os dados sugerem que a ausência de adaptações	0

				cardíacas e arteriais pode, em parte, explicar o ganho limitado da capacidade aeróbica em resposta ao treinamento nos octogenários.	
Werner et al. (2021)	n = 30	MUS	12 (3 a 5x)	Não houve alterações nos índices de rigidez arterial entre os grupos. Usando um estudo controlado randomizado com medidas validadas de rigidez arterial, o treinamento de Resistido crônica não parece influenciar a rigidez arterial central, independentemente do volume e carga de treinamento.	0
Williams et al. (2012)	n = 49	MUS / Along	32	O treinamento de exercícios de Resistido baseado na comunidade não afeta adversamente a função vascular em idosos aparentemente saudáveis e pode realmente melhorar a função arterial em mulheres.	+
Yasuda et al. (2013)	n = 21	MUS c/ Mangui- tos Elásticos	12 (2x)	A BFR-RT é um método útil para prevenir e/ou melhorar não apenas a sarcopenia em idosos saudáveis, mas também a atrofia muscular por desuso em pacientes idosos capazes de tolerar apenas treinamento de resistência de baixa carga (ou seja, pacientes com esclerose múltipla, quadril/joelho pacientes com artrite, etc).	+
Yasuda et al. (2016)	n = 30	ABExJ c/ BFR-Tr	12 (2x)	O treinamento gera aumento do músculo da coxa e da força muscular máxima, mas não diminui a função vascular em mulheres mais velhas.	+/-
Yoshizawa et al. (2008)	n = 35	MUS / Cicl	12 (2x)	O treinamento resistido e o treinamento aeróbico não afetaram a pressão arterial. Este estudo constatou que o treinamento resistido de intensidade moderada não aumentou a rigidez arterial em mulheres de meia-idade, o que pode ter grande importância para a promoção da saúde com o treinamento resistido.	+
Zempo-Miyaki et al. (2015)	n = 32	Cicl	8 (3x)	O nível plasmático de PTX3 foi elevado no estágio inicial da intervenção de treinamento físico e foi posteriormente associado à alteração da rigidez arterial induzida pelo treinamento em adultos de meia-idade e idosos. Assim, o PTX3 circulante pode ser usado como um preditor eficiente da melhora da rigidez arterial induzida pelo treinamento físico.	+
Zhuo et al. (2015)	n = 19	Cicl	6	Seis semanas de TRF e TRT não apresentam diferença em termos de efeitos na rigidez arterial e na força muscular.	0

4. DISCUSSÃO

A rigidez arterial é um marcador importante de doenças cardiovasculares e uma elevação de 1 m/s na velocidade da onda de pulso (PWV) aórtica está associada a um aumento de 15% na mortalidade cardiovascular (MIYACHI, 2013; CROYMANS, 2014; FIGUEROA, 2013; KAESS, 2016). Uma consequência do comportamento sedentário apresentado nos estudos é a rigidez arterial central, que tem se mostrado um indicador de risco cardiovascular quando avaliada em artérias elásticas centrais (VLACHOPOULOS, 2010). Os exercícios de intensidade moderada-vigorosa, principalmente aeróbicos, assim como treinamento intervalado e exercícios combinados foram eficazes na redução da rigidez arterial na população geral (SHIOTSU, 2018; KUJAWSKI, 2018; KIM, 2017; SHINNO, 2017). Para os jovens adultos e saudáveis, tanto o exercício aeróbico quanto o treinamento intervalado foram eficazes na redução da rigidez arterial (BOUAZIZ, 2019).

As primeiras evidências sobre o efeito do exercício regular ao longo da vida na rigidez arterial vieram principalmente de estudos transversais que examinaram a influência do exercício no envelhecimento dos vasos e indicaram que adultos que realizam exercícios aeróbicos regularmente apresentam rigidez arterial central menor do que seus pares sedentários (TANAKA, 2019). Mais tarde, alguns estudos de acompanhamento de base populacional confirmaram esse efeito benéfico do exercício aeróbico (ASHOR, 2014; MUSTATA, 2011). Os resultados estão alinhados com esses estudos anteriores, considerando que o exercício aeróbico, com intensidade moderada a vigorosa, é um tipo de exercício eficaz para reduzir a rigidez arterial. Os mecanismos biológicos que explicam esse efeito incluem remodelação vascular, melhora da função endotelial pelo aumento do estresse de cisalhamento laminar, diminuição da liberação de vasoconstrição (por exemplo, endotelina I e angiotensina II) e mediadores de vasodilatação, diminuição do estresse oxidativo e efeitos protetores contra inflamação de baixo grau (SARELIUS, 2010). Além disso, o exercício aeróbico melhora a aptidão cardiorrespiratória, que também se mostrou inversamente relacionada à rigidez arterial (BOREHAM, 2004; BOUAZIZ, 2019; CRAIGHEAD, 2021; HASEGAWA, 2018; HO, 2012). Ainda, alguns estudos relataram que o treinamento intervalado pode ser um tipo de exercício eficaz para reduzir a rigidez arterial.

O treinamento intervalado tem um benefício cardiometabólico maior do que o exercício aeróbico (RAMOS, 2015); entretanto, até o momento, o exercício aeróbico tem sido considerado o tipo de exercício físico mais eficaz na prevenção da rigidez arterial (ZHANG, 2018). No entanto, exercícios de alongamento demonstraram

melhoras significativas em parâmetros cruciais da aterosclerose, como redução na rigidez arterial e na função endotelial (KATO, 2020). A função endotelial pode estar relacionada ao mecanismo de diminuição da PWV e ao aumento, ao menos em parte, da produção de óxido nítrico pelas células endoteliais vasculares (VANHEES, 2012).

De acordo com a última diretriz sobre a prática de atividade física (WHO, 2020), os adultos precisam realizar exercícios aeróbicos e de resistência semanalmente com principais focos na intensidade e volume. Enquanto o exercício aeróbico melhora a capacidade aeróbica e tem efeitos benéficos sobre os fatores de risco cardio-metabólicos, o treinamento resistido melhora a massa muscular, a força e tem um efeito favorável na densidade mineral óssea e na sensibilidade à insulina (KESSLER, 2012). Assim, considerando os efeitos específicos de cada tipo de exercício, uma combinação dessas duas modalidades de exercício poderia potencialmente maximizar seus benefícios à saúde.

Nossos resultados corroboram essa hipótese, mas parece importante esclarecer como esse exercício combinado deve ser realizado, uma vez que foi sugerido que aqueles programas de exercícios combinados em que o exercício aeróbico é realizado após o treinamento de força, reduzem a rigidez arterial, enquanto aqueles em que o exercício aeróbico é realizado antes o treinamento resistido não alteram a rigidez arterial (MONTERO, 2015). Os mecanismos fisiológicos que explicam os efeitos do exercício resistido na rigidez arterial são controversos e não totalmente compreendidos. Alguns estudos relataram que o exercício resistido de alta intensidade aumenta a pressão arterial e reduz a complacência arterial (OKAMOTO, 2006), dados de estudos que realizaram a implementação de treinamento de resistência de baixa a moderada intensidade relataram um efeito neutro no enrijecimento arterial (CORTEZ-COOPER, 2008; OKAMOTO, 2011).

Exercícios aeróbicos e de alongamento apresentam mudanças na rigidez arterial central e na rigidez arterial periférica, respectivamente. Enquanto o alongamento estimula mecanicamente apenas o músculo, promovendo uma redução da ba-PWV, exercícios aeróbicos afetam todas as artérias através da circulação sistêmica. Alongamentos promovem a diminuição da frequência cardíaca de repouso e diminuição da pressão arterial diastólica, melhorando, assim, a função endotelial.

Exercícios físicos realizados de forma extenuante e exercícios de *endurance* extremos (EEE) são conhecidos por provocar a calcificação da artéria coronária,

sendo os atletas maratonistas conhecidos como “corações de pedra” (LAVIE, 2019). Na população em geral, o escore de cálcio é um forte preditor de eventos cardiovasculares. No entanto, essa revisão demonstra que atletas de *endurance* com elevada aptidão cardiorespiratória (ACR) apresentam níveis mais altos de calcificação da artéria coronária (CAC), sendo que nesses atletas devemos evitar avaliar o risco coronariano unicamente pelos escores de cálcio. Entretanto, de acordo com estudos recentes (ARNSON, 2017; LAVIE, 2019), os exercícios físicos em atletas de elite diminuem o risco de eventos cardiovasculares mesmo com escores acima de 400.

Os exercícios aeróbicos realizados com Yoga, Pilates ou Tai Chi, classificados como de intensidade moderada, produziram benefícios na rigidez arterial (SHERMAN, 2017; KIM, 2017; HUNTER, 2018; JUNG, 2020; LU, 2012; PATIL, 2015). As atividades de Yoga, Tai Chi, alongamento e sauna podem induzir o fluxo parassimpático durante o exercício, otimizando o efeito calmante psicológico (YAMAMOTO, 2004; BRUNT, 2016). Além disso, as evidências atuais mostraram que os exercícios podem melhorar a aptidão cardiorrespiratória (FERNANDEZ-RODRIGUEZ, 2019). Os níveis mais baixos de aptidão cardiorrespiratória têm sido associados a maiores valores de enrijecimento arterial (YAMAMOTO, 2009). Por fim, a terapia de calor passiva mostrou redução da rigidez arterial e um benefício na função endotelial, semelhantes as observadas quando realizado treinamento físico, sendo uma importante intervenção alternativa para idosos e pessoas incapacitadas de realizarem atividades físicas regulares (BRUNT, 2016).

Outro estudo importante para pessoas com limitações físicas comparou exercícios de treinamento contínuo de intensidade moderada (MICT, *moderate-intensity continuous training*) e treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT, *high-intensity interval training*) sem uso de peso em idosos, com melhores resultados na rigidez arterial para o primeiro, enquanto não houve diferença no mesmo parâmetro para o segundo (KIM, 2017).

Esta revisão mostrou que algumas características dos sujeitos devem ser consideradas na implementação de intervenções de exercício físico na prática clínica. Os achados desta revisão mostram que as intervenções parecem ser mais eficazes em adultos jovens com peso normal. A idade está intimamente relacionada à rigidez arterial e, por sua vez, a outras comorbidades que podem resultar em redução do efeito do exercício físico na rigidez arterial (YAMAMOTO, 2009). Além disso, o efeito

não estatisticamente significativo na redução da rigidez arterial entre indivíduos com sobrepeso pode precisar de intervenções de longo prazo (aproximadamente 6 meses) para observar mudanças na perda de peso e, em seguida, alterações estruturais nos vasos (PWv central) (COOPER, 2012). De acordo com os resultados desta revisão, o exercício regular mente-corpo (Yoga, Tai Chi Chuan, Alongamento), exercício aeróbico, exercício combinado ou treinamento intervalado pode ser entendido como uma abordagem de primeira linha para a prevenção e tratamento da disfunção vascular. No entanto, na maioria dos ambientes clínicos, o exercício regular ainda não é prescrito isoladamente, mas sim em programas de modificação do comportamento de saúde, juntamente com outras intervenções no estilo de vida (KATO, 2020). Isso ocorre, entre outras razões, porque as evidências do efeito benéfico do exercício físico nos parâmetros vasculares, como a rigidez arterial, são dados recentes.

Assim, na prática clínica diária, os tratamentos farmacológicos costumam ser a primeira escolha ao invés de se prescrever o exercício físico. As razões subjacentes a esta preferência incluem a facilidade de prescrição de medicamentos, a duração limitada das consultas e a subvalorização do exercício físico como tratamento (VUORI, 2013). Ensaios randomizados controlados fatoriais bem desenhados são necessários para avaliar a eficácia do exercício sozinho e em conjunto com outras estratégias farmacológicas ou de estilo de vida.

Em um estudo mais prolongado (seis meses), os ganhos percebidos durante e logo após o período de avaliação retrocederam para níveis semelhantes aos iniciais após uma pausa, também de seis meses, nos exercícios. Isso traz uma lição importante: que a melhora no enrijecimento arterial só ocorre com o hábito de exercício frequente (SHINNO, 2017).

A interpretação dos resultados foi limitada tanto pelo desenho do programa de exercício físico, quanto pela duração da intervenção, frequência, volume e intensidade, e geralmente foram estudos de curta duração, com um tamanho de amostra também limitada. A avaliação do efeito de algumas modalidades de exercício, como alongamentos, terapia vibracional, terapia térmica e exercícios mente-corpo, deve ser destacada, todavia novos estudos randomizados e controlados de alta qualidade, incluindo diferentes tipos de populações, com tempo de seguimento maior e com uma amostra maior são necessários para elucidar ainda mais o efeito abrangente dos programas de exercício físico na rigidez arterial.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A rigidez arterial é um parâmetro hemodinâmico que, para apresentar uma modificação significativa, exige uma regularidade nos exercícios físicos e começa a apresentar resultados com quatro semanas, porém são mais efetivos ao longo do tempo. Esta revisão permitiu concluir que as intervenções com exercício físico aeróbico de moderada a vigorosa intensidade, combinadas, intervaladas e exercícios mente-corpo são eficazes para reduzir o enrijecimento arterial na população adulta e sem doenças. Para adultos jovens e eutróficos, tanto o exercício aeróbico quanto o treinamento intervalado foram eficazes na redução da rigidez arterial.

Portanto, considerando a rigidez arterial como um processo subclínico comum na maioria das doenças cardiovasculares, os achados desta revisão sustentam que o exercício físico pode ser incluído como uma intervenção de primeira linha para o gerenciamento do risco cardiovascular. No entanto, a escolha do exercício físico deve ser baseada nas necessidades, características e preferências de cada sujeito. Finalmente, devido à grande heterogeneidade das amostras incluídas em nossa revisão, à variedade de dispositivos e indicadores mensurados, nossos resultados devem ser tomados com cautela. Além disso, devido à escassez de estudos randomizados controlados testando a eficácia de algumas modalidades de exercícios, como mente-corpo e alongamento, deduz-se que mais estudos são necessários para fortalecer nossas conclusões.

REFERÊNCIAS

1. LACHAT, C.; OTCHERE, S.; ROBERFROID, D.; ABDULAI, A.; SERET, F.M.A.; MILESEVIC, J. et al. Diet and physical activity for the prevention of noncommunicable diseases in low-and middle-income countries: a systematic policy review. *PLoS Med.* 2013; 10(6):e1001465. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001465> PMID:23776415
2. LIM, S.S.; VOS, T.; FLAXMAN, A.D.; DANAIEI, G.; SHIBUKA, K.; ADAIR-ROHANI, H. et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990±2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet.* 2013; 380(9859):2224±60.
3. MENDIS, S.; DAVIS, S.; NORRYNG, B. Organizational Update The World Health Organization Global Status Report on Noncommunicable Diseases 2014; One More Landmark Step in the Combat Against Stroke and Vascular Disease. *Stroke.* 2015; 46(5):e121±e2. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.115.008097> PMID: 25873596
4. KOHL, H.W.; CRAIG, C.L.; LAMBERT, E.V.; INOUE, S.; ALKANDARI, J.R.; LEETONGIN, G. et al. The pandemic of physical inactivity: global action for public health. *The Lancet.* 2012; 380(9838):294±305.
5. DANS, A.; NG, N.; VARGHESE, C.; TAI, E.S.; FIRESTONE, R.; BONITA, R. The rise of chronic non-communicable diseases in southeast Asia: time for action. *The Lancet.* 2011; 377(9766):680±9.
6. VANHEES, L.; RAUCH, B.; PIEPOLI, M.; VAN BUUREN, F.; TAKKEN, T.; BORJESSON, M. et al. Importance of characteristics and modalities of physical activity and exercise in the management of cardiovascular health in individuals with cardiovascular disease (Part III). *Eur J Prev Cardiol.* 2012; 19(6):1333±56. <https://doi.org/10.1177/2047487312437063> PMID: 22637740.
7. SAZ-LARA, A.; CAVERO-REDONDO, I.; ALVAREZ-BUENO, C.; NOTARIO-PACHECO, B.; REINA-GUTIERREZ, S.; SEGUI-DOMINGUEZ, I.; RUIZ, J.R.; MARTINEZ-VIZCAINO, V. What type of physical exercise should be recommended for improving arterial stiffness on adult population? A network meta-analysis. *European Journal of Cardiovascular Nursing*, 2021 <https://doi:10.1093/eurjcn/zvab022>
8. ÁGNES, D.; BEÁTA, K.; SZABOLCS, L.; SÁNDOR, S.; ERIKA, K.; DÉNES, P.; MARIANN, H. Az artériás érfa li merevség és a rendszeres testmozgás kapcsolata *Orv Hetil.* 2021; 162(16): 615–622.
9. WHELTON, S.P.; CHIN, A.; XIN, X.; HE, J. Effect of Aerobic Exercise on Blood Pressure. A Meta-Analysis of Randomized, Controlled Trials *Ann Intern Med.* 2002;136:493–503.
10. HALBERT, J.A.; SILAGY, C.A.; FINUCANE, P.; WITHERS, R.T.; HAMDORF, P.A. Exercise training and blood lipids in hyperlipidemic and normolipidemic adults: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Eur J Clin Nutr.* 1999;53:514–522.
11. FORD, E.S. Does exercise reduce inflammation? Physical activity and C-reactive protein among US adults. *Epidemiology.* 2002;13:561–568.
12. THIJSEN, D.H.; MAIORANA, A.J.; O'DRISCOLI, G.; CABLE, N.T.; HOPMAN, M.T.; GREEN, D.J. Impact of inactivity and exercise on the vasculature in humans. *Eur J Appl Physiol.* 2010;108:845–875.
13. CAVALCANTE, J.L.; LIMA, J.A.; REDHEUIL, A.; AL-MALLAH, M.H. Aortic stiffness: current understanding and future directions. *Journal of the American College of Cardiology.* 2011; 57(14):1511±22. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2010.12.017> PMID: 21453829.

14. MITCHELL, G.F.; HWANG, S.J.; VASAN, R.S.; LARSON, M.G.; PENCINA, M.J.; HAMBURG, N.M. et al. Arterial stiffness and cardiovascular events: the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2010; 121(4):505±11. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.886655> PMID: 20083680.
15. VLACHOPOULOS, C.; AZNAOURIDIS, K.; O'ROURKE, M.F.; SAFAR, M.E.; BAOU, K.; STEFANADIS, C. Prediction of cardiovascular events and all-cause mortality with central haemodynamics: a systematic review and meta-analysis. *European Heart Journal*. 2010; 31(15):1865±71. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehq024> PMID: 20197424
16. VLACHOPOULOS, C.; AZNAOURIDIS, K.; STEFANADIS, C. Prediction of cardiovascular events and all-cause mortality with arterial stiffness: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American College of Cardiology*. 2010; 55(13):1318±27. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2009.10.061> PMID: 20338492.
17. MONTERO, D.; ROCHE, E.; MARTINEZ-RODRIGUEZ, A. The impact of aerobic exercise training on arterial stiffness in pre-and hypertensive subjects: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Cardiology*. 2014; 173(3):361±8. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2014.03.072> PMID: 24698257
18. HEFFERNAN, K.S.; YOON, E.S.; SHARMAN, J.E.; DAVIES, J.E.; SHIH, Y.T.; CHEN, C.H. et al. Resistance exercise training reduces arterial reservoir pressure in older adults with prehypertension and hypertension. *Hypertension Research*. 2013; 36(5):422±7. Epub 2012/12/ 14. <https://doi.org/10.1038/hr.2012.198> PMID: 23235716.
19. CHEETHAM, C.; GREEN, D.; COLLIS, J.; DEMBO, L.; O'DRISCOLL, G. Effect of aerobic and resistance exercise on central hemodynamic responses in severe chronic heart failure. *Journal of Applied Physiology*. 2002; 93(1):175±80. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.01240.2001> PMID: 12070202
20. ASHOR, A.W.; LARA, J.; SIERVO, M.; CELIS-MORALES, C.; MATHERS, J.C. Effects of exercise modalities on arterial stiffness and wave reflection: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *PloS One*. 2014; 9(10):e110034. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110034> PMID: 25333969
21. MONTERO, D.; VINET, A.; ROBERTS, C.K. Effect of combined aerobic and resistance training versus aerobic training on arterial stiffness. *International Journal of Cardiology*. 2015; 178:69±76. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2014.10.147> PMID: 25464222
22. HUANG, C.; WANG, J.; DENG, S.; SHE, Q.; WU, L. The effects of aerobic endurance exercise on pulse wave velocity and intima media thickness in adults: A systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2016; 26(5):478±87. <https://doi.org/10.1111/sms.12495> PMID: 26059748.
23. MIYACHI, M. Effects of resistance training on arterial stiffness: a meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2013; 47(6):393±6. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-090488> PMID: 22267567.
24. CROYMANS, D.M.; KRELL, S.L.; OH, C.S.; KATIRAIE, M.; LAM, C.Y.; HARRIS, R.A. et al. Effects of resistance training on central blood pressure in obese young men. *Journal of Human Hypertension*. 2014; 28(3):157±64. Epub 2013/09/06. <https://doi.org/10.1038/jhh.2013.81> PMID: 24005959
25. FIGUEROA, A. Effects of resistance training on central blood pressure and wave reflection in obese adults with prehypertension. *Journal of Human Hypertension*. 2014; 28(3):143±4. <https://doi.org/10.1038/jhh.2013.83> PMID: 24005960.
26. KAESSE, B.M.; RONG, J.; LARSON, M.G.; HAMBURG, N.M.; VITA, J.A.; CHENG, S. et al. Relations of Central Hemodynamics and Aortic Stiffness with Left Ventricular Structure and Function: The Framingham Heart Study. *Journal of the American Heart*

- Association. 2016; 5(3):e002693. <https://doi.org/10.1161/JAHA.115.002693> PMID: 27016574.
27. GIELEN, S.; SCHULER, G.; ADAMS, V. Cardiovascular effects of exercise training: molecular mechanisms. *Circulation*. 2010; 122(12):1221±38. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.939959> PMID: 20855669.
28. SAKURAGI, S.; ABHAYARATNA, W.P. Arterial stiffness: methods of measurement, physiologic determinants and prediction of cardiovascular outcomes. *International Journal of Cardiology*. 2010; 138(2):112±8. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2009.04.027> PMID: 19473713.
29. LIAO, D. Arterial stiffness and the development of hypertension. *Annals of Medicine*. 2009; 32(6):383±5. <https://doi.org/10.3109/07853890008995943>
30. TANAKA, H. Antiaging effects of aerobic exercise on systemic arteries. *J Hypertens* 2019;74:237–243.
31. MUSTATA, S.; GROENEVELD, S.; DAVIDSON, W.; FORD, G.; KILAND, K.; MANNS, B. Effects of exercise training on physical impairment, arterial stiffness and health-related quality of life in patients with chronic kidney disease: a pilot study. *Int Urol Nephrol* 2011; 43:1133–1141.
32. SARELIUS, I.; POHL, U. Control of muscle blood flow during exercise: local factors and integrative mechanisms. *Acta Physiol* 2010;199:349–365.
33. BOREHAM, C.A.; FERREIRA, I.; TWISK, J.W.; GALLAGHER, A.M.; SAVAGE, M.J.; MURRAY, L.J. Cardiorespiratory fitness, physical activity, and arterial stiffness. *J Hypertens* 2004; 44:721–726.
34. RAMOS, J.S.; DALLECK, L.C.; TJONNA, A.E.; BEETHAM, K.S.; COOMBES, J.S. The impact of high intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function: a systematic review and meta-analysis. *Sport Med* 2015;45:679–692.
35. ZHANG, Y.; QI, L.; XU, L.; SUN, X.; LIU, W.; ZHOU, S.; VAN DE VOSSE, F.; GREENWALD, S.E. Effects of exercise modalities on central hemodynamics, arterial stiffness and cardiac function in cardiovascular disease: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One* 2018;13:e0200829.
36. KESSLER, H.S.; SISSON, S.B.; SHORT, K.R. The potential for high-intensity interval training to reduce cardiometabolic disease risk. *Sports Med* 2012;42:489–509.
37. SHIOTSU, Y.; WATANABE, Y.; TUJII, S.; YANAGITA, M. Effect of exercise order of combined aerobic and resistance training on arterial stiffness in older men. *Exp Gerontol* 2018;111:27–34.
38. OKAMOTO, T.; MASUHARA, M.; IKUTA, K. Effects of eccentric and concentric resistance training on arterial stiffness. *J Hum Hypertens* 2006;20:348–354.
39. OKAMOTO, T.; MASUHARA, M.; IKUTA, K. Combined aerobic and resistance training and vascular function: effect of aerobic exercise before and after resistance training. *J Appl Physiol* 2007;103:1655–1661.
40. CORTEZ-COOPER, M.Y.; ANTON, M.M.; DEVAN, A.; NEIDRE, D.B.; COOK, J.N.; TANAKA, H. The effects of strength training on central arterial compliance in middle-aged and older adults. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2008;15:149–155.
41. OKAMOTO, T.; MASUHARA, M.; IKUTA, K. Effect of low-intensity resistance training on arterial function. *Eur J Appl Physiol* 2011;111:743–748.
42. SHERMAN, S.A.; ROGERS, R.J.; DAVIS, K.K.; MINSTER, R.L.; CREASY, S.A.; MULLARKEY, N.C.; O'DELL, M.; DONAHUE, P.; JAKICIC, J.M. Energy expenditure in vinyasa yoga versus walking. *J Phys Act Health* 2017;14:597–605.

43. YAMAMOTO, K.; KAWADA, T.; KAMIYA, A. et al. Muscle mechanoreflex induces the pressor response by resetting the arterial baroreflex neural arc. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 286 2004;286:1382–1388.
44. FERNANDEZ-RODRIGUEZ, R.; ALVAREZ-BUENO, C.; FERRI-MORALES, A. et al. Pilates method improves cardiorespiratory fitness: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Med* 2019;8:1761.
45. YAMAMOTO, K.; KAWANO, H.; GANDO, Y. et al. Poor trunk flexibility is associated with arterial stiffening. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2009;297:1314–1318.
46. SUN, Z. Aging, arterial stiffness, and hypertension. *Hypertension* 2015;65:252–256.
47. COOPER, J.N.; BUCHANICH, J.M.; YOUK, A.; BROOKS, M.M.; BARINAS-MITCHELL, E.; CONROY, M.B.; SUTTON-TYRRELL, K. Reductions in arterial stiffness with weight loss in overweight and obese young adults: potential mechanisms. *Atherosclerosis* 2012;223:485–490.
48. VUORI, I.M.; LAVIE, C.J.; BLAIR, S.N. Physical activity promotion in the health care system. *Clin Proc* 2013;88:1446–1461.
49. SAZ-LARA, A.; CAVERO-REDONDO, I.; ALVAREZ-BUENO, C.; NOTARIO-PACHECO, B.; RUIZ-GRAO, M.C.; MaARTINEZ-VIZCAINO, V. The acute effect of exercise on arterial stiffness in healthy subjects: a meta-analysis. *J Clin Med* 2021;10:e291
50. OKAMOTO, T.; MASUHARA, M.; IKUTA, K. Upper but not lower limb resistance training increases arterial stiffness in humans. *Eur J Appl Physiol* (2009) 107:127–134.
51. OKAMOTO, T.; MASUHARA, M.; IKUTA, K. Low-Intensity Resistance Training after High-Intensity Resistance Training can Prevent the Increase of Central Arterial Stiffness. *Int J Sports Med* 2013; 34:385–390
52. HEFFERNAN, K.S.; FAHS, G.A.; JAE, S.Y.; WILUND, K.R.; WOODS, J.A.; FERNHALL, B. Resistance exercise training reduces central blood pressure and improves microvascular function in African American and white men. *Atherosclerosis* 207 (2009) 220–226
53. CORTEZ-COOPER, M.Y.; DEVAN, A.E.; ANTON, M.M.; FARRAR, R. P.; BECKWITH, K.A.; TODD, J.S.; TANAKA, H. Effects of High Intensity Resistance Training on Arterial Stiffness and Wave Reflection in Women. *American Journal of Hypertension* 2005; 18:930–934.
54. YOSHIZAWA, M.; MAEDA, S.; MIYAKI, A.; MISON, M. Effect of 12 weeks of moderate–intensity resistance training on arterial stiffness: a randomised controlled trial in women aged 32–59 years. *British Journal of Sports Medicine* 2009; 43:615–618 <https://doi:10.1136/bjism.2008.052126>
55. KUJAWSKI, S.; KUJAWSKA, A.; GAJOS, M.; KLAWE, J.J.; TAFIL-KLAWE, M.; MADRA-GACKOWSKA, K.; STANKIEWICZ, B.; NEWTON, J.L.; KEDZIORA-KORNATOWSKA, K.; ZALEWSKI, P. Effects of 3-months sitting callisthenic balance and resistance exercise on aerobic capacity, aortic stiffness and body composition in healthy older participants. *Experimental Gerontology* - 2018, Vol. 108, pp. 125–130
56. KIM, H.K.; HWANG, C.L.; YOO, J.K.; HWANG, M.H.; HANDBERG, E.M.; PETERSEN, J.W.; NICHOLS, W.W.; SOFIANOS, S.; CHRISTOU, D.D. All-Extremity Exercise Training Improves Arterial Stiffness in Older Adults *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2017; 1404–1411 <https://doi:10.1249/MSS.0000000000001229>
57. SHINNO, H.; KUROSE, S.; YAMANAKA, Y.; HIGURASHI, K.; FUKUSHIMA, Y.; TSUTSUMI, H.; KIMURA, Y. Evaluation of a static stretching intervention on vascular

endothelial function and arterial stiffness. *European Journal of Sport Science* <https://doi10.1080/17461391.2017.1284267>

58. BRUNT, V.E.; HOWARD, M.J.; FRANCISCO, M.A.; EILY, B.R.; MINSON, C.T. Passive heat therapy improves endothelial function, arterial stiffness and blood pressure in sedentary humans. *The Journal of Physiology* 594.18 (2016) pp 5329–5342

59. KATO, M.; GREEN, F.N.; HOTTA, K.; TSUKAMOTO, T.; KURITA, Y.; KUBO, A.; TAKAGI, H. The Efficacy of Stretching Exercises on Arterial Stiffness in Middle-Aged and Older Adults: A Meta-Analysis of Randomized and Non-Randomized Controlled Trials. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020

60. ARNSON, Y.; ROZANSKI, A.; GRANSAR, H.; HAYES, S.W.; FRIEDMAN, J.D.; THOMSOM, L.E.J.; BERMAN, D.S. Impact of Exercise on the Relationship Between CAC Scores and All-Cause Mortality. *JACC: Cardiovascular Imaging* 10.12 (2017) pp 1461-1468

61. LAVIE, C.J.; HECHT, H.F.; WISLOFF, U. Extreme Physical Activity May Increase Coronary Calcification, But Fitness Still Prevails. *Mayo Clin Proc Inn Qual Out* 3(2) (2019) pp103-105

62. WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour: at a glance. Geneva: World Health Organization; 2020. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

63. BOUAZIZ, W.; LANG, P.; SCHMITT, E.; LEPRÊTE, P.; LEFEBVRE, F.; MOMAS, C.; KALTENBACH, G.; GENY, B.; VOGEL, T. 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* 82 (2019) pp 2017-225

64. CRAIGHEAD, D. H.; HEINBOCKEL, T. C.; FREEBERG, K. A.; ROSSMAN, M. J.; JACKMAN, R. A.; JANKOWSKI, L. R.; HAMILTON, M. N.; ZIEMBA, B. P.; REISZ, J. A.; D'ALESSANDRO, A.; BREWSTER, L. M.; DESOUZA, C. A.; YOU, Z.; CHONCHOL, M.; BAILEY, E. F.; SEALS, D. R. Time-Efficient Inspiratory Muscle Strenght Training Lowers Blood Pressure and Improves Endothelial Function, NO Bioavailability, and Oxidative Stress in Midlife/Older Adults With Above-Normal Blood Pressure. *Journal of the American Heart Association* (2021) pp 1-26

65. HASEGAWA, N.; FUJIE, S.; HORII, N.; UCHIDA, M.; KIRIHARA, T.; SANADA, K.; HAMAOKA, T.; IEMITSU, M. Aerobic Exercise Training-Induced Chages in Serum C1q/TNF-Related Protein Levels are Associated with Reduced Arterial Stiffness in Middle-Aged and Older Adults. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 314 (2018) pp R94-R101

66. HO, S. S.; RADAVELLI-BAGATINI, S.; DHALIWAL, S. S.; HILLS, A. P.; PAL, S. Resistance, Aerobic, and Combination Training on Vascular Function in Overweight and Obese Adults. *Official Journal of the American Society of Hypertension, Inc* (2012) pp 1-7

67. HUNTER, S. D.; LAOSIRIPISAN, J.; ELMENSHAWY, A.; TANAKA, H. Effects of Yoga Interventions Practiced in Heated and Thermoneutral Conditions on Endothelium-Dependent Vasodilatation: The Bikram Yoga Heart Study. *Experimental Physiology* 103 (2018) pp 391-396

68. JUNG, K.; KIM, J.; PARK, H-Y.; JUNG, W-S.; LIM, K. Hypoxic Pilates Intervantion for Obesity: A Randomized Controlled Trial. *Int J Environ Res Public Health* 17, 7186 (2020) pp 1-15

69. LU, X.; HUI-CHAN, C. WY.; TSANG, W WN. Effects of Tai Chi Training on Arterial Compliance and Muscle Strength in Female Seniors: A Randomized Clinical Trial. *European Journal of Preventive Cardiology* 20(2) (2012) 238-245

70. PATIL, S. G.; AITHALA, M. R.; DAS, K. K. Effect of Yoga on Arterial Stiffness in Elderly Subjects with Increased Pulse Pressure: A Randomized Controlled Study. *Complementary Therapies in Medicine*. 23 (2015) 562-569
71. NOCON, M.; HIEMANN, T.; MULLER-RiEMENSCHNEIDER, F.; THALAU, F.; ROLL, S.; WILLICH, S.N. Association of physical activity with all-cause and cardiovascular mortality: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*. 2008;15(3):239-246. doi:10.1097/HJR.0b013e3282f55e09
72. CHEN, C.-H.; CHEN, Y.-J.; TU, H.-P.; HUANG, M.-H.; JHONG, J.-H.; LIN, K.-L. (2014), Benefits of exercise training and the correlation between aerobic capacity and functional outcomes and quality of life in elderly patients with coronary artery disease. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, 30: 521-530. <https://doi.org/10.1016/j.kjms.2014.08.004>
73. FAGUNDES, R. RAMOS et al. Relação entre Velocidade de Onda de Pulso e Biomarcadores Cardiovasculares em Pacientes com Fatores de Risco. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* [online]. 2020, v. 115, n. 6, pp. 1125-1132. Disponível em: <<https://doi.org/10.36660/abc.20190348>>. Epub 18 Jan 2021. ISSN 1678-4170. <https://doi.org/10.36660/abc.20190348>.