



Universidade Federal do Maranhão
Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação Rede Nordeste de Biotecnologia



**ESTIMAÇÃO DO PERCENTUAL DE RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO
PARA TREINAMENTO FÍSICO COM OCLUSÃO VASCULAR EM IDOSOS**

LEANDRO MORAES PINTO

São Luís
2023

LEANDRO MORAES PINTO

**ESTIMAÇÃO DO PERCENTUAL DE RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO
PARA TREINAMENTO FÍSICO COM OCLUSÃO VASCULAR EM IDOSOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Rede Nordeste de Biotecnologia da Universidade Federal do Maranhão, com o objetivo de defesa como requisito para a obtenção do grau de doutor.

Área de Concentração: Biotecnologia em Saúde.

Orientador:

Prof. Dr. Allan Kardec Duailibe Barros Filho

Coordenador:

Prof. Dr. Antonio Marcus de Andrade Paes Maciel

São Luís
2023

MORAES PINTO, LEANDRO.

ESTIMAÇÃO DO PERCENTUAL DE RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO
PARA TREINAMENTO FÍSICO COM OCLUSÃO VASCULAR EM IDOSOS /
LEANDRO MORAES PINTO. - 2023.

106 p.

Orientador(a): ALLAN KARDEC DUAILIBE BARROS FILHO.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em
Biotecnologia - Renorbio/ccbs, Universidade Federal do
Maranhão, SÃO LUÍS, 2023.

1. IDOSOS. 2. OCLUSÃO VASCULAR. 3. TREINAMENTO
FÍSICO. I. KARDEC DUAILIBE BARROS FILHO, ALLAN. II.
Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO REDE NORDESTE DE BIOTECNOLOGIA

LEANDRO MORAES PINTO

**ESTIMAÇÃO DO PERCENTUAL DE RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO
PARA TREINAMENTO FÍSICO COM OCLUSÃO VASCULAR EM IDOSOS**

Aprovado em: _____/_____/2023.

Prof. Dr. Allan Kardec Duailibe Barros Filho (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão

Profa. Dra. Maria do Desterro Soares Brandão Nascimento (Examinadora Interna)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Cristiano Teixeira Mostarda (Examinador Interno)
Universidade Federal do Maranhão

Profa. Dra. Giselle Cutrim de Oliveira Santos (Examinadora Externa)
Universidade Estadual do Maranhão

Profa. Dra. Nilviane Pires Silva Sousa (Examinadora Externa)
Faculdade Florence

Profa. Dra. Rachel Melo Ribeiro (Examinadora Interna - Suplente)
Universidade Federal do Maranhão

Profa. Dra. Denise Fernandes Coutinho (Examinadora Interna - Suplente)
Universidade Federal do Maranhão

Dedico este trabalho à Deus, por me ter concedido a sabedoria para elaborá-lo e aos meus pais por tanto me motivarem.

*“Tudo é do pai. Toda honra e toda a glória,
é dele a vitória alcançada em minha vida”.*
(Fred Pacheco)

AGRADECIMENTOS

Inicialmente a Deus por ter me dado força para caminhar nesta árdua e prazerosa trajetória e por me conceder a oportunidade e alegria de concluir mais esta etapa da minha vida.

Aos meus pais, Ana Cristina Moraes Pinto e Miguel Angelo Campos Pinto pelo dom da vida e ao meu irmão Daniel Moraes Pinto que juntos, são a base da minha vida e que sempre em mim depositaram toda a confiança, amor e carinho.

Aos meus eternos avós que tanto amo, Raimunda Campos, Antônio Pinto, Benedito (em memória) e Delzuita (em memória), que sempre estiveram ao meu lado.

A minha eterna madrinha Rosângela (em memória) que sempre me incentivou a estudar e me mostrou a verdadeira forma de lutar.

Ao meu indescritível orientador e professor Allan Kardec Duailibe Barros Filho, pela oportunidade e credibilidade a mim depositada e pelos incentivos constantes para a conclusão desta etapa. Expresso minha gratidão aos amigos do Laboratório de Processamento da Informação Biológica - PIB, em especial a professora e amiga Nilviane Pires e ao professor Carlos Magno que muito contribuíram para a elaboração deste trabalho.

Ao meu professor e amigo Cristiano Teixeira Mostarda que compartilhou toda sua sabedoria e que de maneira simples e humilde, me conduziu com paciência e incentivo e ajudou muito para a conclusão desta jornada.

Aos meus amigos do Laboratório de Adaptações Cardiovasculares ao Exercício - LACORE. Carlos Dias, Leonardo Hesley, Antônio Maciel, Carlos Alberto, Antônio Carlos, Andressa Ferreira, Sara Dutra, Nivaldo Soares, Adeílson Vieira e demais, pelo total apoio, convívio diário e pela grande contribuição e ajuda nas coletas e análises desta pesquisa.

A grande médica e amiga Roberta Campos, que participou diretamente nas coletas dos dados e que contribuiu grandiosamente com o seu tempo e com a sua força de vontade em ajudar para o desenvolvimento desta pesquisa.

E a todos que contribuíram mesmo que indiretamente para motivação, desenvolvimento e conclusão deste estudo.

RESUMO

Com o crescimento da população idosa, faz-se necessário buscar estratégias para um envelhecimento saudável, assim o exercício físico tem se tornado ferramenta importante para este processo, e a sua associação com o método de oclusão vascular tem se mostrado eficaz na melhora em diferentes sistemas afetados pelo envelhecimento. Porém, é necessário ter cautela na aplicação prática para reduzir os efeitos adversos e os riscos do mau uso. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi estimar o percentual de restrição do fluxo sanguíneo para o treinamento físico com oclusão vascular para a população idosa. Trata-se de um estudo quantitativo transversal realizado entre o período de janeiro de 2022 a setembro de 2022 e foram incluídos no estudo 250 participantes com idade média de 65.7 ± 5.1 anos, sendo 45.6% (n=114) do sexo masculino e 54.4% (n=136) do sexo feminino. Foi avaliado a composição corporal pelo método de dobras cutâneas, a antropometria dos sujeitos, as circunferências corporais (braço e coxa medial), a pressão total de oclusão por meio de um aparelho de Ecocolor Doppler vascular, as variáveis hemodinâmicas de pressão arterial sistólica, diastólica e frequência cardíaca de repouso. A partir da testagem do modelo de árvore de decisão por regressão, as variáveis com melhores resultados para a predição e identificação da pressão total de oclusão dos sujeitos foram divididos em membros superiores e inferiores, no qual, podemos destacar o percentual de gordura corporal, circunferência do braço, dobra cutânea do bíceps e pressão arterial diastólica para a estimativa de membros superiores com valores de $R = 0.900$ e $R^2 = 0.81$, e, ainda o percentual de gordura, circunferência da coxa medial e pressão arterial diastólica para membros inferiores com valores de $R = 0.843$ e $R^2 = 0.71$. O modelo matemático elaborado, validado e testado neste estudo, com boa reprodutibilidade, relevância e baixo custo, sugerem que para a predição da pressão total de oclusão em indivíduos idosos, as variáveis que devem ser para os membros superiores são o percentual de gordura corporal, dobra cutânea do bíceps braquial, a circunferência da coxa e a pressão arterial diastólica, enquanto que para os membros inferiores são o percentual de gordura corporal, a circunferência da coxa e a pressão arterial diastólica.

Palavras-chave: Treinamento Físico; Oclusão Vascular; Idosos.

ABSTRACT

With the growth of the elderly population, it is necessary to seek strategies for healthy aging, so physical exercise has become an important tool for this process, and its association with the vascular occlusion method is effective in improving different systems. affected by aging. However, caution is needed in practical application to reduce the adverse effects and risks of misuse. In this sense, the objective of this study was to estimate the percentage of blood flow restriction for physical training with vascular occlusion for the elderly population. This is a cross-sectional quantitative study carried out between the period from January 2022 to September 2022 and 250 participants with a mean age of 65.7 ± 5.1 years were included in the study, 45.6% (n=114) male and 54.4% (n=136) female. Body composition was evaluated using the skinfold method, subjects' anthropometry, body circumferences (upper arm and medial thigh), total occlusion pressure using a vascular color-doppler device, and hemodynamic variables of systolic, diastolic, and resting heart rate. From testing the decision tree model by regression, the variables with the best results for predicting and identifying the subjects' total occlusion pressure were divided into upper and lower limbs, in which we can highlight the percentage of body fat, the circumference of the arm, biceps skinfold and diastolic blood pressure for estimating upper limbs with values of $R = 0.900$ and $R^2 = 0.81$, and also the percentage of fat, medial thigh circumference and diastolic blood pressure for lower limbs with values of $R = 0.843$ and $R^2 = 0.71$. The mathematical model elaborated, validated, and tested in this study, with good reproducibility, relevance, and low cost suggests that for the prediction of the total occlusion pressure in elderly individuals, the variables that should be for the upper limbs are the percentage of body fat, biceps brachii skinfold, thigh circumference, and diastolic blood pressure, while for the lower limbs, they are body fat percentage, thigh circumference, and diastolic blood pressure.

Keywords: Physical Training; Vascular occlusion; Seniors.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Distribuição da população brasileira, por grupos de idade – 2005/2015....	20
Figura 02	Distribuição percentual da população projetada por grupos de idade – Brasil 2020/2060.....	21
Figura 03	Fatores determinantes do processo de envelhecimento e consequente diminuição da capacidade de manutenção do equilíbrio homeostático.....	21
Figura 04	Principais alterações no processo de envelhecimento e o papel do exercício físico neste processo.....	32
Figura 05	Referência da aplicação dos manguitos nos membros superiores e inferiores para o treinamento físico com oclusão vascular.....	34
Figura 06	Escala de percepção de pressão para o método oclusão vascular aplicado durante o treinamento resistido.....	42
Figura 07	Equipamentos utilizados na avaliação antropométrica e composição corporal.....	48
Figura 08	Aparelho de ultrassom – Ecocolor Doppler vascular.....	49
Figura 09	Posição do avaliado durante a avaliação da pressão total de oclusão.....	50
Figura 10	Imagem da tela do ultrassom antes e após a oclusão total.....	50
Figura 11	Manguitos utilizados para a avaliação da pressão total de oclusão.....	50
Figura 12	Aparelho de pressão utilizado para a avaliação das variáveis hemodinâmicas.....	51
Figura 13	Representação do modelo da árvore de decisão por regressão gerada pelo algoritmo na identificação da pressão total de oclusão para membros superiores.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Estudos que utilizaram diferentes métodos de avaliação para identificar a oclusão vascular total, de acordo com o público-alvo, o tipo de estudo e as variáveis avaliadas.....	54
Tabela 02	Características dos sujeitos, dados antropométricos e hemodinâmicos...	56
Tabela 03	Variáveis de entrada em nosso modelo e os respectivos resultados para a predição da pressão total de oclusão para os membros superiores e inferiores.....	57
Tabela 04	Equações preditivas publicadas na literatura científica utilizando as características dos sujeitos a partir de um modelo matemático.....	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Fatores de riscos que devem ser avaliados antes de aplicar o método de oclusão vascular.....	39
Quadro 02	Indicações e contraindicações antes de aplicar o método de oclusão vascular.....	40

LISTA DE SIGLAS

ACSM	- Colégio Americano de Medicina do Esporte
AVD	- Atividades da Vida Diária
CT	- Colesterol Total
DAC	- Doença Arterial Coronariana
DC	- Densidade Corporal
DCNT's	- Doenças Crônicas Não Transmissíveis
DCV	- Doença Cardiovascular
DM	- Diabetes Melito
FC	- Frequência Cardíaca
GH	- Hormônio do Crescimento
HAS	- Hipertensão Arterial Sistêmica
HDL	- Lipoproteína de Alta Densidade
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGF-1	- Fator de Crescimento semelhante a insulina tipo 1
IMC	- Índice de Massa Corporal
LDL	- Lipoproteína de Baixa Densidade
MAPA	- Monitorização Ambulatorial da Pressão Arterial
MMII	- Membros Inferiores
MMSS	- Membros Superiores
PAD	- Pressão Arterial Diastólica
PAS	- Pressão Arterial Sistólica
PTO	- Pressão Total de Oclusão
RFS	- Restrição de Fluxo Sanguíneo
RM	- Repetição Máxima
SBD	- Sociedade Brasileira de Diabetes
SBH	- Sociedade Brasileira de Hipertensão
TCLE	- Termo de Consentimento Livre Esclarecido
TF	- Treinamento de Força
TMB	- Taxa de Metabolismo Basal
TSH	- Hormônio Tiroestimulante
TT	- Triglicerídeos Totais

T4 - Hormônio Tiroxina
VO2 - Volume de Oxigênio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	OBJETIVO GERAL.....	18
3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
4	REVISÃO DE LITERATURA.....	19
4.1	O Processo de envelhecimento e as suas alterações biopsicossociais.....	19
4.2	Epidemiologia do envelhecimento e as doenças crônicas não transmissíveis.....	23
4.3	Estratégias para um envelhecimento saudável e o papel do exercício físico.....	28
4.4	Oclusão vascular: Definições, características e base científica.....	33
4.5	Exercício físico com oclusão vascular como ferramenta na prevenção e controle de patologias associadas ao envelhecimento.....	35
4.6	Uso de equipamentos para a identificação da pressão total de oclusão arterial e a utilização de equações preditivas para a prescrição do treinamento com oclusão vascular.....	41
4.7	Uso de algoritmos na saúde e no exercício físico: a importância da árvore de decisão por regressão.....	43
5	MATERIAIS E MÉTODOS	46
5.1	Aspectos Éticos.....	46
5.2	Tipo de Estudo e Amostra.....	46
5.3	Critérios de Inclusão.....	46
5.4	Critérios de Exclusão.....	47
5.5	Procedimentos Experimentais.....	47
5.5.1	Avaliação Antropométrica e Composição corporal.....	47
5.5.2	Determinação da Pressão Total de Oclusão.....	48
5.5.3	Avaliação Hemodinâmica.....	51
6	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	51
7	ESCOLHA DOS ATRIBUTOS DE ENTRADA DO MODELO.....	52
8	ALGORITMO DE APRENDIZADO DE MÁQUINA.....	52
9	RESULTADOS.....	53
10	DISCUSSÃO.....	58

11	CONCLUSÃO.....	62
	REFERÊNCIAS.....	64
	APÊNDICES.....	79
	ANEXOS.....	86

1. INTRODUÇÃO

O envelhecimento é um processo complexo que afeta os indivíduos e as sociedades de diferentes formas. No Brasil, o envelhecimento da população é uma preocupação crescente, prevendo-se que o número de idosos aumente significativamente nos próximos anos. Essa tendência se deve a vários fatores, incluindo a melhoria da saúde e o aumento da longevidade. Neste sentido, o exercício físico desempenha um papel importante na promoção do envelhecimento saudável, proporcionando inúmeros benefícios para a saúde física e mental (IBGE, 2020; BIAZUS-SEHN et al., 2020; XU et al., 2023).

Algumas das principais maneiras pelas quais o exercício físico contribui para o envelhecimento saudável incluem a melhora do condicionamento físico, como resistência cardiovascular, força muscular e flexibilidade (BARBIERI et al., 2015). Isso pode ajudar a reduzir o risco de problemas de saúde relacionados à idade e melhorar a função física geral. Além disso, o exercício físico demonstrou ter efeitos positivos na função cognitiva, como memória e raciocínio, e pode até ajudar a reduzir o risco de declínio cognitivo relacionado à idade (LIANG et al., 2021).

O exercício físico regular demonstrou ainda reduzir o risco de doenças crônicas, como doenças cardíacas, derrame, diabetes e algumas formas de câncer (STEFANI; GALANTI, 2017; AL-MALLAH; SAKR; AL-QUNAIBET, 2018), demonstrou também ter um impacto positivo na saúde mental, reduzindo os sintomas de depressão, ansiedade e estresse e melhorando o humor e o bem-estar geral, além de ajudar a manter a independência e a mobilidade à medida que envelhecemos, reduzindo o risco de quedas e outras deficiências físicas relacionadas com a idade (HEARING et al., 2016; KANDOLA; STUBBS, 2020). E por fim, o exercício físico pode oferecer oportunidades de interação social, ajudando a manter e melhorar as conexões sociais à medida que envelhecemos (ECKSTROM et al., 2020).

Desta forma, existe a preocupação de se buscar estratégias para oferecer a esta população uma velhice saudável e com qualidade de vida. Com isso, programas de exercícios físicos vêm sendo conduzidos com o intuito de atenuar os efeitos deletérios do envelhecimento e propiciar tanto respostas agudas quanto benefícios crônicos (REBELO-MARQUES et al., 2018). Um programa de exercícios bem equilibrado inclui componentes aeróbicos diários, força, equilíbrio e flexibilidade (ECKSTROM et al., 2020), melhorando

ao máximo a sua capacidade funcional, independência e qualidade de vida que é a atual recomendação do Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM, 2014).

Ao longo dos últimos anos, o treinamento de força tem sido recomendado como importante componente em programas de exercícios físicos para indivíduos idosos. Além de ser considerado também um elemento integrante de um programa de aptidão física relacionada com a saúde (DUTRA et al., 2013; NETO et al., 2015).

O treinamento de força tradicional tem por finalidade promover melhorias no sistema musculoesquelético, aumentando a força, a potência e a resistência muscular, além de aumentar a densidade óssea, porém, este tipo de treinamento representa estímulos diferentes ao organismo e dependem diretamente de fatores como a intensidade, volume, densidade, dentre outros, e, portanto, resultam em adaptações musculares e cardiovasculares distintas (BRUM et al., 2004; DUTRA et al., 2013; FERNANDES, 2014; GARATACHEA et al., 2015).

Sabe-se ainda que para ganhos de força e aumento da massa muscular, a recomendação do Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM, 2014) é que cargas mais intensas precisam ser utilizadas (70 – 85%) da força máxima (1 RM) para gerar adaptações metabólicas e hormonais que facilitem o aumento da síntese de proteínas musculares. Porém, algumas populações, como os idosos, por exemplo, possuem restrições e contraindicações para a realização do treinamento de força de alta intensidade, como condições de saúde ou lesões musculoesqueléticas, e são limitadas ao treinamento de força de baixa intensidade (LOENNEKE et al., 2012, YASUDA et al., 2013). O que para esta população não seria tão indicado para modificar ou retardar as alterações provenientes do processo de envelhecimento, como o declínio da força muscular, a sarcopenia e a osteoporose, muito presentes neste processo (TEIXEIRA; HESPANHOL; MARQUEZ, 2012).

Nesse contexto, diversos métodos de treinamento têm sido desenvolvidos, investigados e aplicados, com o intuito de garantir os benefícios do treinamento de força, sem, contudo, afetar a saúde da população idosa. Assim, o método de oclusão vascular, também conhecido como *Kaatsu Training*, tem sido utilizado no treinamento de força para proporcionar os benefícios semelhantes àqueles trabalhados em alta intensidade (KIM et al., 2016) que consiste em realizar diversos tipos de exercícios físicos com um manguito pressurizado relativamente leve e flexível colocado na parte proximal dos membros inferiores ou superiores, causando a restrição do fluxo sanguíneo arterial para o membro, enquanto que restringe totalmente o fluxo venoso nos músculos durante a prática de

exercício físico (SATO, 2005; POPE; WILLARDSON; SCHOENFELD, 2013; POTON; POLITO, 2014; CUFFE et al., 2022).

Estudos sugerem que o treinamento de força em baixa intensidade combinado com a oclusão vascular, pode ser usado por populações incapazes de realizar altos níveis de esforço durante o treinamento de força (TEIXEIRA; HESPANHOL; MARQUEZ, 2012; ANDERSON; LECLERE, 2017). Para os idosos, o treinamento de força com oclusão vascular pode trazer vários benefícios, incluindo aumento da força muscular, pois a restrição do fluxo sanguíneo durante o exercício cria um estímulo de treinamento de alta intensidade que pode levar a aumentos significativos na força e tamanho muscular. Função física aprimorada, com o aumento da força e resistência musculares que auxiliam a reduzir o risco de quedas e lesões, melhora da saúde cardiovascular, pois o treinamento de oclusão vascular demonstrou ser benéfico na redução a pressão arterial e melhorando o fluxo sanguíneo. Além disso, tem se demonstrado o aumento da densidade óssea e redução do risco de osteoporose.

A maioria dos estudos na literatura científica que avaliaram o treinamento físico utilizando a metodologia de oclusão vascular, o fizeram com diferentes recursos materiais para a identificação da pressão total de oclusão para a correta e segura prescrição do treinamento físico com oclusão vascular (LOENNEKE et al. 2014). Outros utilizam valores absolutos da pressão arterial de repouso, principalmente a sistólica (THIEBAUD et al., 2013). Porém, poucos estudos são encontrados na literatura científica que utilizaram as características dos sujeitos avaliados, a partir da árvore de regressão por decisão, para prever a pressão total de oclusão para a prescrição do treinamento com oclusão vascular e nenhum estudo foi encontrado até o momento desenvolvido para a população idosa, sendo este, portanto, um trabalho pioneiro em que se utiliza de algoritmos para proporcionar segurança na aplicabilidade prática do treinamento com oclusão vascular em idosos.

Neste sentido, este estudo teve como finalidade estimar o percentual de restrição do fluxo sanguíneo para o treinamento físico com oclusão vascular para a população idosa, a criação de um aplicativo que calcule a pressão total de oclusão e que auxilie profissionais de saúde na aplicabilidade prática do método com segurança e baixo custo.

2. OBJETIVO GERAL

Estimar o percentual de restrição do fluxo sanguíneo para o treinamento físico com oclusão vascular para a população idosa através da árvore de decisão por regressão.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Avaliar a circunferência dos membros superiores e inferiores dos participantes;
- II. Identificar a pressão arterial sistólica e diastólica de repouso dos idosos;
- III. Analisar a espessura do tecido muscular e adiposo;
- IV. Averiguar a pressão total de oclusão vascular;
- V. Criar a partir das variáveis coletadas, um algoritmo que melhor prediz a pressão total de oclusão dos sujeitos;
- VI. Criar programa de computador e aplicativo de celular que calcule a pressão total de oclusão a partir do algoritmo criado.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 O Processo de envelhecimento e as suas alterações biopsicossociais

O processo de envelhecimento humano é complexo e individualizado, ocorre na esfera biológica, psicológica e social. Casey e Seidman (2022) descrevem que o envelhecimento biológico é caracterizado por mudanças progressivas de idade no metabolismo e nas propriedades físico-químicas das células, levando a autorregulação prejudicada, regeneração e alterações estruturais e funcionais dos tecidos e órgãos. É um processo natural e irreversível que pode ocorrer como envelhecimento bem-sucedido, típico ou patológico. As mudanças biológicas que ocorrem com a idade no corpo humano afetam o humor, a atitude em relação ao meio ambiente, a condição física e a atividade social, e designam o lugar do idoso na família e na sociedade (CASEY; SEIDMAN, 2022).

Já o envelhecimento psíquico, refere-se à consciência humana e sua adaptabilidade ao processo de envelhecimento. Entre as atitudes de adaptação podemos diferenciar: atitudes construtivas, de dependência, de hostilidade em relação aos outros e em relação a si mesmo. Com o avançar da idade, aumentam as dificuldades de adaptação à nova situação, ocorrem mudanças adversas na esfera cognitiva e intelectual, o processo de percepção involui, as sensações percebidas e as informações recebidas diminuem e os processos de pensamento mudam (DZIECHCIAŚ, FILIP, 2014; TUTTLE et al., 2019).

O envelhecimento social limita-se ao papel de uma pessoa idosa, é culturalmente condicionado e pode mudar à medida que os costumes mudam. O envelhecimento social

refere-se a como o ser humano percebe o processo de envelhecimento e como a sociedade o vê diante do processo, hostil para com os outros e para com atitudes próprias (MARTÍNEZ-MALDONADO; VIVALDO-MARTÍNEZ; MENDOZA-NÚÑEZ, 2016).

No Brasil, de acordo com a Lei n. 10.741, de 01.10.2003 que dispõe sobre o Estatuto do Idoso, a definição de idoso como o grupo de pessoas de 60 anos ou mais de idade (BRASIL, 2007), que no período entre 2005 e 2015, os idosos representavam 9,8% da população em 2005, passando para 14,3% em 2015, e estima-se que represente 18,6% em 2030 e 33,7% em 2060, conforme podemos observar nas **figuras 01 e 02** a seguir. (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2016).



Figura 01. Distribuição da população brasileira, por grupos de idade – 2005/2015. Fonte: IBGE, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2005/2015.

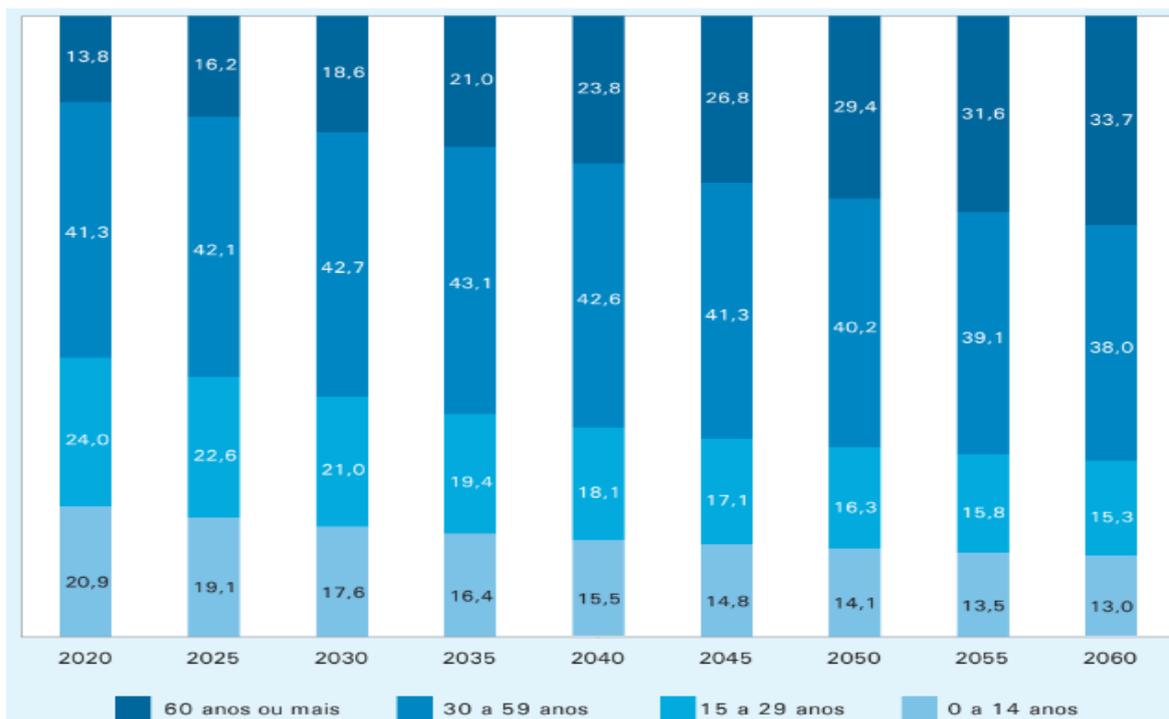


Figura 02. Distribuição percentual da população projetada por grupos de idade – Brasil 2020/2060. Fonte: IBGE, Projeção da População do Brasil por Sexo e Idade para o Período 2000/2060, Revisão 2013.

Netto (2013) demonstrou em seu estudo que os principais fatores que determinam o processo de envelhecimento perpassam pelos fatores psicossociais somados aos fatores ambientais, a base genética e o estilo de vida que o indivíduo leva, além de uma série de alterações fisiológicas que ocasionam a uma diminuição do equilíbrio homeostático e o surgimento das doenças neste processo (**Figura 03**).

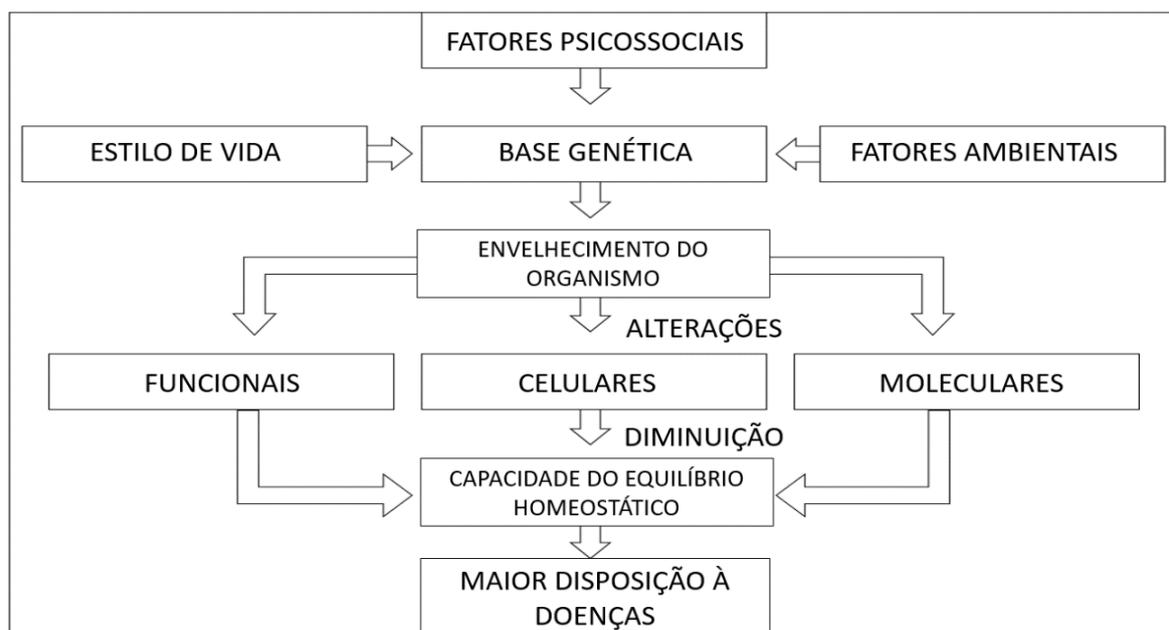


Figura 03. Fatores determinantes do processo de envelhecimento e consequente diminuição da capacidade de manutenção do equilíbrio homeostático. Fonte: Netto, 2013.

É preciso ressaltar, que existe uma diferença entre as idades: biológica, cronológica, psicológica e social. O limite de idade entre o indivíduo adulto e o idoso é 65 anos para as nações desenvolvidas e 60 anos para os países em desenvolvimento. É esse critério cronológico que é adotado na maioria das instituições que procuram dar aos idosos atenção à saúde física, psicológica e social. Ainda sobre o critério cronológico, discute-se se o envelhecimento tem início logo após a concepção, no final da terceira década da vida ou próximo do final da existência do indivíduo. Esse aspecto, associado à inexistência de marcadores biofisiológicos eficazes e confiáveis do processo de envelhecimento, justifica a dificuldade de se definir a idade biológica. Outro aspecto que merece ser assinalado é que, embora as manifestações da velhice sejam bem evidenciáveis, o mesmo não se pode afirmar a respeito de elas serem exclusivamente dependentes do envelhecimento primário ou senescência, ou se seriam resultantes de outros fatores, que, em seu conjunto, tornam difícil a mensuração da idade biológica (NETTO, 2013; NATHAN, 2021).

O conceito de idade psicológica, à semelhança do significado da idade biológica, refere-se à relação que existe entre a idade cronológica e as capacidades, tais como percepção, aprendizagem e memória, as quais prenunciam o potencial de funcionamento futuro do indivíduo. Paralelamente, a idade psicológica tem sido relacionada também com o senso subjetivo de idade, isto é, como cada pessoa avalia a presença de marcadores biológicos, sociais e psicológicos do envelhecimento, comparando-se com outros indivíduos de mesma idade. Sob esse aspecto, não é raro o encontro de idosos que procuram passar a impressão de que sua idade psicológica seja menor do que a cronológica e, com isso, procuram preservar a autoestima e a imagem social (NETTO, 2013; TUTTLE et al., 2019).

A idade social tem relação com a avaliação da capacidade de adequação de um indivíduo ao desempenho de papéis e comportamentos esperados para as pessoas de sua idade, em um dado momento da história de cada sociedade. Dessa forma, as experiências de envelhecimento e velhice podem variar no tempo histórico de uma sociedade, dependendo de circunstâncias econômicas (NETTO, 2013; CHUI et al., 2014).

Com base nesses dados demográficos, com mudanças significativas na idade populacional e nos conceitos mais atuais sobre a geriatria e gerontologia, torna-se necessário se ter uma reflexão e discussão acerca de como criar estratégias eficazes para atender a população que mais cresce a nível mundial com políticas públicas voltadas para a melhora da qualidade de vida e longevidade, além de proporcionar saúde a este grupo etário. Usar de meios que previnam o envelhecimento patológico e que também auxiliem no tratamento de doenças instaladas com o passar da idade, como as doenças crônicas não transmissíveis (ex:

hipertensão arterial, diabete melito, síndrome metabólica, dislipidemias, doenças cardiovasculares, dentre outras), doenças neurológicas (ex: demências, transtornos cognitivos, doença de Alzheimer, distúrbios do sono, doença de Parkinson, dentre outras) muito comum nestas pessoas, além das emocionais, como a depressão, ansiedade, acarretando por fim, no isolamento social.

4.2 Epidemiologia do envelhecimento e doenças crônicas não transmissíveis

O envelhecimento pode ser compreendido como um processo natural, como já discutido anteriormente, a partir da relação que se estabelece entre os diferentes aspectos cronológicos, biológicos e sociais com diminuição progressiva da reserva funcional dos indivíduos – senescência - o que, em condições normais, não costuma provocar qualquer problema. No entanto, em condições de sobrecarga como, por exemplo, doenças, acidentes e estresse emocional, pode ocasionar uma condição patológica que requeira assistência - senilidade. Cabe ressaltar que certas alterações decorrentes do processo de senescência podem ter seus efeitos minimizados pela assimilação de um estilo de vida mais ativo (BRASIL, 2007; SCHNEIDER, IRIGARAY, 2008; FECHINE, TROMPIERE, 2012; GOZZI, BERTOLINI, LUCENA, 2016).

As mudanças provocadas pelo envelhecimento são, em grande parte, conhecidas, mas não se pode afirmar se são dependentes do envelhecimento primário, presente em todas as pessoas e geneticamente determinado, ou se são resultantes do envelhecimento secundário, caracterizado pelo somatório de fatores externos, como alimentação, fumo, sedentarismo, ingestão de álcool, tipo de personalidade e aspectos socioeconômicos, que juntos se intensificam ou atenuam as mudanças causadas pelo envelhecimento primário (FECHINE, TROMPIERI, 2012).

Por outro lado, a eliminação ou a modificação de tais fatores pode propiciar o chamado envelhecimento saudável ou bem-sucedido, caracterizado por baixo risco de doença e de incapacidade funcional relacionada a elas, um ótimo funcionamento mental e físico, e envolvimento ativo com a vida (NEGRÃO, BARRETTO, 2010).

Em parâmetros fisiológicos, diversos sistemas são afetados pelo envelhecimento e o músculo esquelético é um dos que sofre alterações críticas com o passar da idade, pois a remodelagem das unidades motoras representa um processo contínuo e normal e é responsável pelo reparo e reconstrução da placa motora terminal. Porém, este processo

deteriora-se gradualmente na idade avançada (MATSUDO, MATSUDO, BARROS NETO, 2000).

A massa muscular geralmente começa a declinar após 25-30 anos de idade, de tal forma que em média 40% da massa muscular é perdida até os 80 anos. Por sua vez, uma perda quantitativa na área de secção transversal muscular é um dos principais contribuintes a diminuição da força muscular observada com o avançar da idade, ou seja, após 60-70 anos de idade (GARATACHEA et al., 2015).

Isto é resultado de um processo denominado atrofia muscular por denervação, uma degeneração irreversível das fibras musculares, em especial as do tipo II e associa-se com um processo de inflamação crônica, com aumento de citocinas pró-inflamatórias, diminuição das células satélites, baixa síntese protéica muscular, com redução dos hormônios anabólicos, como hormônio do crescimento (GH) circulante e do fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-1), redução no número e na capacidade das mitocôndrias, nos núcleos celulares e nas estruturas da placa terminal (COOPER et al., 2012; PETERSON, JOHANNSEN, RAVUSSIN, 2012).

Estas alterações em conjunto elevam a perda da massa, da função e qualidade muscular, num processo denominado de sarcopenia. O termo "sarcopenia" foi originalmente criado para se referir à perda de massa muscular relacionada à idade com a consequente perda de força (COOPER et al., 2012; PETERSON, JOHANNSEN, RAVUSSIN, 2012; GARATACHEA et al., 2015).

Por ser considerado a maior reserva de proteína no corpo, e durante períodos de estresse, subnutrição ou fome, o músculo esquelético proporciona um contínuo fornecimento de aminoácidos para manter a síntese de proteína em outros tecidos (COOPER et al., 2012). Além disso, ele é o principal local de consumo da glicose, e a diminuição da massa muscular pode prejudicar o metabolismo da glicose em pacientes com resistência a insulina e diabetes melito tipo 2 (MATSUDO, MATSUDO, BARROS NETO, 2000; COOPER et al., 2012; MCARDLE, KATCH; KATCH, 2016).

A função endócrina também sofre grandes mudanças durante o envelhecimento. Especificamente, ocorrem alterações nas redes hormonais e déficits/excessos hormonais concomitantes, agravados pela baixa sensibilidade dos tecidos à sua ação (DIAMANTI-KANDARAKIS et al., 2017).

Cerca de 40% dos indivíduos com idade entre 65 e 75 anos e 50% daqueles com mais de 80 anos apresentam tolerância a glicose deteriorada, resultando no aparecimento de diabetes do tipo 2 nestas populações. Outra alteração importante que acontece no sistema

endócrino, é a redução na liberação hipofisária do hormônio tireoestimulante (TSH), incluindo produção reduzida de tiroxina (T4), tendo impacto direto sobre a função metabólica, com resultante redução da taxa metabólica basal (TMB), do metabolismo da glicose e da síntese das proteínas (MATSUDO, MATSUDO, BARROS NETO, 2000; MCARDLE, KATCH; KATCH, 2016).

Redução das funções do eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal também é influenciado pelo envelhecimento, no qual, nas mulheres, a alteração na interação dos hormônios estimulantes do hipotálamo e adeno-hipófise com as gônadas reduz a produção de estradiol pelos ovários desencadeando a parada permanente do ciclo menstrual, num processo denominado menopausa e que coincide com o aumento das doenças cardiovasculares (PEDROSA et al., 2009).

Pois neste caso, o estrogênio possui uma função cardioprotetora e age aumentando a síntese de lipoproteína de alta densidade (HDL) e degradação de lipoproteína de baixa densidade (LDL), justificando um balanço benéfico no metabolismo dessas lipoproteínas, ou seja, após a menopausa, as mulheres desenvolvem um perfil lipídico mais aterogênico (elevação do LDL e redução do HDL), tornando um possível fator de risco cardiovascular (PEDROSA et al., 2009).

O estrogênio tem ainda a capacidade de diminuir a concentração e/ou efeito dos radicais livre, como o ânion superóxido, que promove a oxidação do LDL e a consequente formação de placas de ateroma em células endoteliais, gerando processos inflamatórios e lesão vascular, ou ainda, ocasiona uma modificação na biodisponibilidade do óxido nítrico, levando a formação de um inibidor da síntese de prostaciclina, o peroxinitrito, que por sua vez, é capaz de induzir vasoconstrição arterial, tornando-se um dos fatores de destaque na disfunção endotelial (DYACHENKO, RUECKSCHLOSS, ISENBERG, 2009).

Além disso, o estrogênio é capaz de agir diretamente sobre os miócitos cardíacos, exercendo um efeito modulatório negativo sobre a expressão gênica da proteína de canais de cálcio tipo L, controlando a atividade desses canais na membrana plasmática, reduzindo assim as anormalidades na excitabilidade cardíaca, bem como no risco de arritmias e outras doenças cardiovasculares (VIEIRA, APRILE, PAULINO, 2014; MCARDLE, KATCH, KATCH, 2016).

Evidências indicam que as alterações no tamanho e na força dos músculos, na composição corporal e na massa óssea, assim como a progressão da aterosclerose, relacionam-se diretamente com as alterações hormonais observadas com o envelhecimento.

Uma outra função afetada pelo processo de envelhecimento, é a redução da função neural que apresenta um declínio de quase 40% no número de axônios e 10% na velocidade de condução nervosa. (RUWER, ROSSI, SIMON, 2005; VIEIRA, APRILE, PAULINO, 2014; MCARDLE, KATCH, KATCH, 2016).

O sistema respiratório também é deteriorado no processo envelhecimento e a função pulmonar tanto estática quanto dinâmica sofrem sérias modificações. As alterações provocadas pela idade levam a um comprometimento no transporte de oxigênio e na capacidade funcional dos idosos. Além disso, reduções na complacência da caixa torácica, no recuo elástico dos pulmões e na força dos músculos respiratórios são os principais responsáveis pelos prejuízos funcionais observados em idosos, além do mais, a calcificação das cartilagens e articulações da caixa torácica, associada a diminuição no volume dos discos intervertebrais, leva ao enrijecimento do tórax (NEGRÃO; BARRETO, 2010).

É importante ressaltar que essas modificações estruturais não alteram somente a complacência da caixa torácica, mas, também, a curvatura do diafragma e sua capacidade de manter tensão. Adicionalmente, à desvantagem mecânica, a força dos músculos respiratórios encontra-se reduzida com o envelhecimento, levando a uma diminuição da capacidade pulmonar total e dos principais volumes pulmonares, o que provavelmente ocorre pelas alterações musculares próprias da idade (NEGRÃO, BARRETO, 2010; COOPER et al., 2012; MCARDLE, KATCH; KATCH, 2016).

Outras alterações decorrentes do processo de envelhecimento e/ou de condições patológicas acontecem nas paredes dos vasos, mais precisamente no endotélio, com aumento da atividade simpática nervosa e mudanças na estrutura dos vasos, como espessamento das paredes, os compostos que induzem a vasodilatação, como o óxido nítrico, são reduzidos e por sua vez, os compostos que induzem a vasoconstrição, aumentados, havendo um desequilíbrio desses componentes ocasionando uma disfunção endotelial nesses indivíduos (BATLOUNI, 2001; ALLEY et al., 2014; STORCH et al., 2017; DELOREY et al., 2021), que juntamente com a inflamação estão associados à atividade nervosa simpática nas condições patológicas, como hipertensão arterial, insuficiência cardíaca e diabetes mellitus (SHENG; ZHU, 2018).

Com o passar dos anos, essas alterações do organismo humano no processo natural de envelhecimento, geram modificações funcionais e estruturais (RUWER; ROSSI; SIMON, 2005; VIEIRA; APRILE; PAULINO, 2014) existindo direta relação entre avanço da idade e as doenças crônicas não transmissíveis (ANDERSEN; GUDNASON, 2012; SILVA et al., 2015) e uma das consequências desse envelhecimento populacional é o

aumento das prevalências dessas doenças crônicas (PASSOS et al., 2006; SILVA et al., 2015), destacando-se principalmente as cardiovasculares que estão associadas as alterações autonômicas que incluem usualmente diminuição da ativação parassimpática e/ou aumento da modulação simpática (VICTOR; MARK, 1995), levando ao aumento da resistência vascular periférica e conseqüentemente, ao aumento da pressão arterial, acometendo tanto homens quanto mulheres no período pós-menopausa (JILL et al., 2014).

As DCNT's podem afetar a funcionalidade das pessoas idosas e que a dependência para o desempenho das atividades de vida diária (AVD) tende a aumentar cerca de 5% na faixa etária de 60 anos para cerca de 50% entre os com 90 ou mais anos. Desta forma, os estudos tentam buscar estratégias de prevenção de doenças e promoção da saúde com o objetivo de alcançar um processo de envelhecimento mais saudável e ativo, melhorando a qualidade de vida, em especial da população idosa (BRASIL, 2007; CARVALHO, 2014).

Com o crescente aumento da população idosa no Brasil, há um conseqüentemente aumento também das DCNT's, como a hipertensão arterial sistêmica (HAS) que atinge 32,5% (36 milhões) de indivíduos adultos, mais de 60% dos idosos, contribuindo direta ou indiretamente para 50% das mortes por doença cardiovascular (SBH, 2016) e diabetes, com aproximadamente 12,5 milhões de pessoas convivendo com a doença no país, que ocupava o quarto lugar a nível mundial na prevalência da doença em 2017, com projeção de 20,3 milhões de brasileiros com diabetes no ano de 2045, onde a taxa de mortalidade em idosos no Brasil é de 90,1 mil a cada 100 mil habitantes, ou seja, com o envelhecimento populacional do Brasil atualmente, o diabetes certamente passará a ter maior contribuição para a mortalidade no país (SBD, 2019).

As alterações fisiológicas do envelhecimento que influenciam o aumento da prevalência da diabetes mellitus (DM) são vistas no pâncreas, glândula secretora de insulina, que sofre importantes mudanças estruturais como redução de massa e estreitamento dos ductos, que acabam refletindo em alterações funcionais notáveis. As alterações estruturais e secretórias acometem uma redução da secreção de insulina, o que explica a redução da sensibilidade periférica a esse hormônio (RIBEIRO et al, 2020).

Assim, a prática regular de exercício garante benefícios a nível físico, fisiológico, social e psicológico, que se resumem num objetivo principal que é a melhoria da saúde, bem-estar e da qualidade de vida da pessoa idosa (CARVALHO, 2014) e alguns eixos precisam ser levados em consideração para garantir resultados positivos à população que envelhece como uma alimentação saudável para pessoas idosas, prática corporal e

atividade física além de trabalhos em grupo com pessoas de mesma faixa etária (BRASIL, 2007; CARVALHO, 2014).

4.3 Estratégias para um envelhecimento saudável e o papel do exercício físico

Sabe-se que com o passar da idade, diversas alterações fisiológicas acontecem no organismo humano. O envelhecimento e seu fundo fisiopatológico subjacente sempre atraiu a atenção da sociedade científica. Definido como o declínio gradual, dependente do tempo e heterogêneo das funções fisiológicas, o envelhecimento é orquestrado por uma infinidade de mecanismos moleculares, que interagem vivamente para alterar a homeostase do corpo (DIAMANTI-KANDARAKIS et al., 2017).

A capacidade de um organismo de se ajustar a essas alterações, em conjunto com o efeito dinâmico de vários estímulos ambientais ao longo da vida, promove longevidade, fragilidade ou doença. Uma série de alterações ocorrem na composição corporal no processo de envelhecimento, como diminuição da massa muscular e da densidade mineral óssea e aumento da massa gorda, com consequente e significativa perda da força e potência muscular (JAFARINASABIAN et al., 2017; PATIÑO-VILLADA et al., 2020).

As DCNT's vêm se destacando como um importante desafio de saúde pública há muitos anos, principalmente pela morbidade e mortalidade que causam. Estas doenças têm capacidade de serem prevenidas e provocam sérios graus de incapacidade que afetam tanto os hábitos de vida e o bem-estar do indivíduo quanto à economia do país. São doenças mais prevalentes em idosos e que, evidenciando o crescimento do número da população idosa brasileira, evidencia-se a necessidade de investigação e análise das ações de prevenção e promoção à saúde (SILVA et al., 2015).

Desta forma, existe a preocupação de se buscar estratégias para oferecer a esta população com uma velhice saudável e com qualidade de vida. Com isso, programas de exercícios físicos vêm sendo conduzidos com o intuito de atenuar os efeitos deletérios do envelhecimento e propiciar tantos benefícios agudos quanto crônicos. O exercício deve ser visto como uma polipílula, que melhora a qualidade de vida relacionada à saúde e as capacidades funcionais, ao mesmo tempo em que atenua as alterações fisiológicas e as comorbidades associadas ao envelhecimento (REBELO-MARQUES et al., 2018).

Pois sabe-se que baixos níveis de condicionamento físico estão associados com a alta prevalência de riscos cardiovasculares (LAVIE, et al., 2015) e os exercícios físicos são considerados estratégias eficientes de combate a HAS, e muitas outras doenças crônicas

como diabetes, dislipidemia, doença arterial coronariana (DAC) e obesidade (PESCATELLO et al., 2004; HUTTON et al., 2013; FLETCHER et al., 2013; BRITO; QUEIROZ; FORJAZ, 2014; DASKALOPOULOU et al., 2015).

Existem importantes evidências que sustentam os benefícios do exercício físico para diminuir as alterações fisiológicas do envelhecimento que impedem a capacidade de realizar exercício, aperfeiçoar as alterações na composição corporal relacionadas com a idade, promover bem-estar psicológico e cognitivo, administrar doenças crônicas, reduzir os riscos de incapacidade física, e aumentar a longevidade (ACSM, 2014).

O exercício físico, notoriamente, promove um estado de bem-estar geral, ao longo de toda a vida humana. Além disso, manter um hábito adequado e regular de exercício físico resulta em um poderoso fator preventivo para muitas doenças e também pode ajudar no manejo de condições patológicas existentes. Ele induz alterações estruturais e funcionais em várias partes do corpo, determinando benefícios biológicos e psicológicos. Além disso, em idosos, a prática regular de exercício físico pode representar uma ferramenta notável na redução de deficiências cognitivas relacionadas aos processos normais de envelhecimento e também tem impacto em doenças neurodegenerativas, como a doença de Alzheimer (LAURETTA et al., 2022). E é um componente importante do envelhecimento saudável, prevenindo ou atenuando quedas, dores, sarcopenia, osteoporose e comprometimento cognitivo (ECKSTROM et al., 2020).

Um programa de exercícios bem equilibrado inclui componentes aeróbicos diários, força, equilíbrio e flexibilidade (ECKSTROM et al., 2020), melhorando ao máximo a sua capacidade funcional, independência e qualidade de vida que é a atual recomendação do Colégio Americano de Medicina do Esporte, que para esta população, sejam desenvolvidos programas de exercícios físicos considerados multicomponentes que visem desenvolver diversas capacidades físicas, como a melhora da força, da capacidade cardiorrespiratória, flexibilidade e do equilíbrio, para manter a aptidão física em idosos e assim diminuir o risco de quedas, muito frequentes, além de melhorar a capacidade muscular e cardiorrespiratória, reduzindo os riscos de morbimortalidade associadas às doenças crônicas (FREITAS; KOPILER; CAMPOS, 2013; ACSM, 2014; GARATACHEA et al., 2015; LEE, JACKSON, RICHARDSON, 2017).

Existem, classicamente, dois tipos mais utilizados de exercícios físicos, os de características aeróbicas, representados por exercícios cíclicos, como caminhar, correr, nadar, etc., e o treinamento de força, ou resistido. Este primeiro, apresentam uma maior exigência do sistema cardiopulmonar com maior utilização do oxigênio para a produção de

energia para o corpo. E o segundo caracterizado por maior exigência neuromuscular, nos quais ocorrem contrações voluntárias da musculatura esquelética contra alguma resistência externa, ou seja, contra uma força que se opõe ao movimento, tendo como maior representante, a musculação (WEINECK, 2005; KRAEMER; FLECK; DESCHENES, 2012).

Com o passar dos anos, o músculo esquelético perde massa e força graças à diminuição de sua área de secção transversal e perda de unidades motoras e, além disso, ocorre declínio na aptidão cardiorrespiratória, em virtude da diminuição da frequência cardíaca máxima e do volume de ejeção máximo durante o esforço, o que causa redução do fluxo sanguíneo para os músculos em atividade durante o exercício vigoroso. Conseqüentemente, o VO₂ máx. (capacidade máxima do indivíduo de captar, transportar e metabolizar o oxigênio nos músculos esqueléticos) declina, diminuindo a capacidade de o idoso sustentar o exercício prolongado (LOCKS et al., 2012).

Estudos têm descrito que tanto o exercício aeróbio quanto o treinamento resistido, quando realizados isoladamente, promovem benefícios imediatos e em longo prazo, como redução da pressão arterial em repouso, melhora da capacidade cardiorrespiratória e atenuação das respostas cardiovasculares ao esforço (LOCKS et al., 2012), pois ele pode proporcionar benefícios cardiovasculares, metabólicos e autonômicos tanto de forma aguda, quanto a uma adaptação crônica e isto têm levado muitos investigadores a sugerir o treinamento físico como conduta não farmacológica importante no tratamento de diferentes patologias (MOSTARDA et al., 2009).

As prescrições de exercícios físicos para idosos devem levar em conta o estado de saúde e a capacidade funcional do indivíduo e os principais componentes da prescrição incluem o estabelecimento de metas de atividades alcançáveis, a identificação de barreiras e o fornecimento de soluções potenciais, fornecer recomendações específicas sobre o tipo, frequência e intensidade das atividades (LEE; JACKSON; RICHARDSON, 2017). Esse grupo etário, entretanto, exige cuidadoso levantamento de comorbidades que, no mínimo, podem interferir diretamente com a modalidade e a intensidade do exercício (FREITAS; KOPIER; CAMPOS, 2013).

Para se obter resultados na capacidade aeróbia, é de primordial importância a prescrição correta da intensidade do exercício, uma vez que exercícios leves podem não ser suficientes para promover adaptações cardiovasculares e modificações nos fatores de risco. Diferentes estudos têm demonstrado que programas de exercícios físicos que englobem o treino aeróbio com intensidade superior a 60% do VO₂ máx., com duração entre 20 a 60

minutos, frequência semanal de pelo menos 3 dias durante 16 ou mais semanas, podem aumentar significativamente (média de 3,8 ml/kg/min) o VO₂ máx. em adultos de meia-idade e idosos (NEGRÃO; BARRETTO, 2010; CARVALHO, 2014).

Por outro lado, diferentes estudos têm referido que a sarcopenia associada ao envelhecimento, traduzida na perda da quantidade e qualidade muscular, predispõe os idosos a uma limitação funcional sendo este um aspecto determinante na morbidade e mortalidade destes grupos etários mais velhos (COOPER et al., 2012). Neste contexto, o treinamento de força vem sendo considerado uma intervenção promissora para impedir ou reverter, pelo menos em parte, as perdas decorrentes do envelhecimento. A musculação tem sido fortemente recomendada para terceira idade, resultando na melhora das habilidades funcionais, do estado de saúde, da qualidade de vida, da independência dos idosos e na prevenção de doenças crônicas (BOSSI; STOEBERL; LIBERALI, 2008; SPERETTA et al., 2009; OLIVEIRA; BERTOLINI; JOAQUIM., 2014). Assim, as recomendações de um programa de força adequado, quer seja de forma isolada ou combinada, pode constituir como um meio importante para a vida diária do idoso (CARVALHO, 2014).

Ao longo dos últimos anos, o treinamento de força tem sido recomendado como importante componente em programas de exercícios físicos para indivíduos idosos. Além de ser considerado também um elemento integrante de um programa de aptidão física relacionada com a saúde (DUTRA et al., 2013; NETO et al., 2015).

Os objetivos do treinamento de força para os adultos de meia idade e idosos concentram-se em manter e se possível, aumentar a massa muscular e óssea, assim como a força a fim de aprimorar a saúde global e o perfil de aptidão física, bastante evidenciados na literatura (TERRA et al., 2008; MCARDLE; KATCH; KATCH, 2016). Adicionalmente, a pressão arterial em repouso também parece ser influenciada pelo treinamento de força, apresentando leve redução tanto para a pressão arterial sistólica - PAS quanto para a pressão arterial diastólica - PAD (BRUM et al., 2004; TERRA et al., 2008; DUTRA et al., 2013).

A mensuração dos níveis pressóricos após uma única sessão de exercício de força demonstra ocorrência da hipotensão pós-exercício tanto em indivíduos normais quanto em hipertensos. Contudo, há controvérsias quanto a intensidade de esforço necessária para a indução desse efeito (CAVALCANTE et al., 2015; PIMENTA et al., 2019).

De maneira geral, os principais benefícios do exercício físico no processo de envelhecimento estão descritos na **Figura 03**. Neste sentido, programas de exercícios físicos vêm sendo conduzidos com o intuito de atenuar os efeitos deletérios do envelhecimento e pode propiciar tanto benefício agudo, quanto crônico. São eles: melhora no condicionamento

físico; diminuição da perda de massa óssea e muscular; aumento da força, coordenação e equilíbrio; redução da incapacidade funcional, da intensidade dos pensamentos negativos e das doenças físicas; e promoção da melhoria do bem-estar e do humor (NOGUEIRA et al., 2010).

	IDADE	EXERCÍCIO FÍSICO
FUNÇÃO CEREBRAL 	↓ ↓ ↓	NEUROGÊNESE NEURODEGENERAÇÃO ALTERAÇÕES COGNITIVAS ↑ ↓ ↓
CARDIOVASCULAR 	↓ ↓ ↓ ↓ ↓	DÉBITO CARDÍACO PRESSÃO ARTERIAL FUNÇÃO ENDOTELIAL FUNÇÃO AUTÔNOMICA PRÉ CONDICIONAMENTO CARDÍACO ↑ ↓ ↓ ↑ ↑
PULMONAR 	↓ ↓	VENTILAÇÃO TROCA GASOSA ↑ ↑
MUSCULAR 	↓ ↓ ↓ ↓ ↓	FORÇA/POTÊNCIA MUSCULAR RESISTÊNCIA MUSCULAR EQUILÍBRIO E MOBILIDADE FLEXIBILIDADE E AMPLITUDE ARTICULAR DIFERENÇA ARTÉRIO-VENOSA DE O ² ↑ ↑ ↑ ↑ ↑
COMPOSIÇÃO CORPORAL 	↑ ↑ ↑ ↑ ↑	PESO MASSA DE GORDURA MASSA MUSCULAR DENSIDADE ÓSSEA ↓ ↓ ↓ ↑ ↑
METABOLISMO 	↓ ↓ ↓ ↓	TAXA METABÓLICA DE REPOUSO SÍNTESE PROTEICA MUSCULAR OXIDAÇÃO DE GORDURA ↑ ↑ ↑

Figura 04. Principais alterações no processo de envelhecimento e o papel do exercício físico neste processo.

Fonte: Garatachea et al., 2015 (Adaptado).

Os benefícios do exercício regular em humanos, são considerados uma dose-resposta. Níveis mais altos de exercício moderado a vigoroso (> 450 min / semana, claramente acima das recomendações internacionais mínimas de 150 min / semana) estão associados a maior expectativa de vida (MOORE et al., 2012). O exercício certamente não pode reverter o processo de envelhecimento, mas atenua muitos de seus efeitos deletérios sistêmicos e celulares. As condições crônicas mais comuns associadas à idade são as doenças da fisiologia e, portanto, as intervenções fisiológicas, das quais o exercício físico é sem dúvida o melhor exemplo, são em grande parte a resposta (JOYNER, 2011). Adquirindo como hábito o exercício físico, o idoso encontra um forte aliado na prevenção e controle de diversas patologias, além de ser imprescindível para um envelhecimento saudável, sendo, portanto, considerado um fator de promoção da saúde (FERNANDES, 2014; GOZZI; BERTOLINI; LUCENA, 2016).

4.4 Oclusão vascular: Definições, características e base científica

Criado inicialmente pelo Doutor Yoshiaki Sato em 1966, o método de oclusão vascular só ganhou notoriedade por parte dos pesquisadores a partir do ano 2000 (SATO, 2005). Após isso, muitos estudos foram feitos e publicados em diferentes áreas para elucidar a aplicabilidade do método, que consiste em realizar diversos tipos de exercícios físicos com um manguito pressurizado relativamente leve e flexível colocado na parte proximal dos membros inferiores ou superiores, causando a restrição do fluxo sanguíneo arterial para o membro, enquanto que restringe totalmente o fluxo venoso nos músculos durante a prática de exercício físico (SATO, 2005; POPE; WILLARDSON; SCHOENFELD, 2013; POTON; POLITO, 2014; CUFFE et al., 2022). No entanto, a sua aplicabilidade, posição adequada e pressão exercida demanda rigor e muitos cuidados devem ser levados em consideração antes de sua aplicação.

É importante destacar que o método de oclusão vascular não interrompe completamente o fluxo sanguíneo nas veias e artérias como pode acontecer em casos em que há o uso de manguitos inadequados ou aplicados de maneira aleatória e imprópria, sem o devido controle da pressão exercida sobre os membros (YASUDA et al., 2017). Ou seja, o método de oclusão vascular para ter a aplicabilidade correta e ser considerado seguro, é necessário que se aplique uma pressão nos manguitos suficiente para causar oclusão nas veias e apenas uma restrição do fluxo sanguíneo nas artérias, sem causar a oclusão arterial total (WILSON et al., 2013), por isso o método também é conhecido como na literatura como restrição do fluxo sanguíneo, quando a referência se dá pelo sangue arterial e não o venoso.

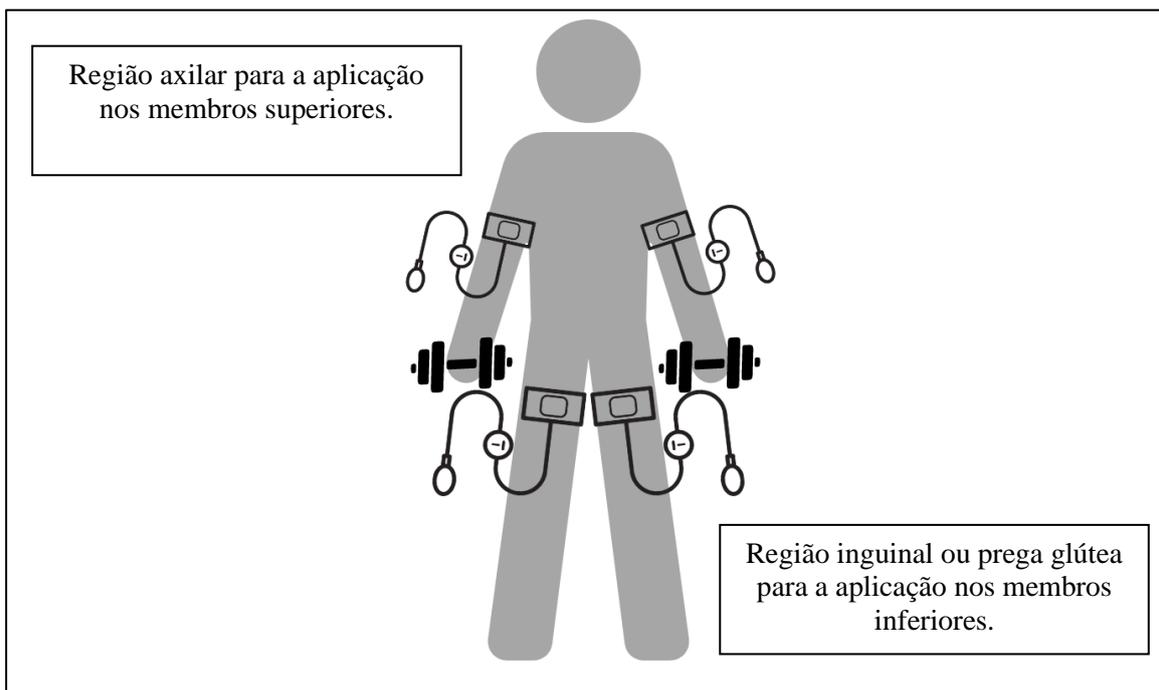


Figura 05. Referência da aplicação dos manguitos nos membros superiores e inferiores para o treinamento físico com oclusão vascular. Fonte: YASUDA et al. (2017). Imagem feita pelo próprio autor.

Para o uso adequado do método, é muito importante entender sobre a sua aplicação, quais áreas mais utilizam o método, quais são as finalidades envolvidas com seu uso, idade que pode ser aplicado e principalmente os seus principais efeitos adversos (NASCIMENTO, 2018).

Atualmente, o método de oclusão vascular ou restrição do fluxo sanguíneo combinado ao exercício físico tem sido aplicado tanto em diferentes condições estéticas, como treinamento voltados para a hipertrofia muscular e ganhos de força (CENTNER et al., 2018), como em condições clínicas como na reabilitação cardíaca, tratamentos de doenças cardiovasculares, cerebrovasculares e neuromusculares, lesões ortopédicas, tratamento de doenças osteoarticulares (NAKAJIMA et al., 2010; BUFORD et al., 2015; SLYZ et al., 2016; HUGHES et al., 2017; ÁLVAREZ et al., 2020) tratamento do diabetes melitus da obesidade, doenças renais, no controle da sarcopenia e melhora funcional em idosos (FRY et al., 2010; CARDOSO et al., 2018; NASCIMENTO, 2018; BAKER et al., 2019), tratamento da hipertensão arterial, pois diversos estudos têm mostrado efeitos hipotensores na utilização da oclusão vascular combinado ao treinamento de força de baixa intensidade, até mesmo, similares aos treinamentos de alta intensidade (ARAÚJO et al., 2014; CEZAR et al., 2016; PINTO et al., 2016).

Com isso, considerando que a quantidade de artigos científicos publicados sobre a temática e instalações que utilizam o método aumentaram nos últimos 10 anos, a utilização adequada do método pode ser considerada segura e induzir nos pacientes efeitos benéficos, independentemente da idade, sexo e condições físicas, desde que, seja considerado cada caso e anamnese rigorosa seja feita antes de sua realização (NASCIMENTO, 2018).

4.5 Exercício físico com oclusão vascular como ferramenta na prevenção e controle de patologias associadas ao envelhecimento

O treinamento de força tradicional tem por finalidade promover melhorias no sistema musculoesquelético, aumentando a força, a potência e a resistência muscular, além de aumentar a densidade óssea, porém, este tipo de treinamento representa estímulos diferentes ao organismo e dependem diretamente de fatores como a intensidade, volume, densidade, dentre outros, e, portanto, resultam em adaptações musculares e cardiovasculares distintas (BRUM et al., 2004; DUTRA et al., 2013; FERNANDES, 2014; GARATACHEA et al., 2015).

Sabe-se ainda que para ganhos de força e aumento da massa muscular, a recomendação do Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM, 2014) é que cargas mais intensas precisam ser utilizadas (70 – 85%) da força máxima (1 RM) para gerar adaptações metabólicas e hormonais que facilitem o aumento da síntese de proteínas musculares. Porém, algumas populações, como os idosos, por exemplo, possuem restrições e contraindicações para a realização do treinamento de força de alta intensidade, como condições de saúde ou lesões musculoesqueléticas, e são limitadas ao treinamento de força de baixa intensidade (LOENNEKE et al., 2012; YASUDA et al., 2013). O que para esta população não seria tão indicado para modificar ou retardar as alterações provenientes do processo de envelhecimento, como o declínio da força muscular, a sarcopenia e a osteoporose, muito presentes neste processo (TEIXEIRA; HESPANHOL; MARQUEZ, 2012).

Nesse contexto, diversos métodos de treinamento têm sido desenvolvidos, investigados e aplicados, com o intuito de garantir os benefícios do treinamento de força, sem, contudo, afetar a saúde da população idosa. Assim, o método de oclusão vascular, também conhecido como *Kaatsu Training*, tem sido utilizado no treinamento de força para proporcionar os benefícios semelhantes àqueles trabalhados em alta intensidade (KIM et al., 2016).

Estudos atuais sugerem que o treinamento de força em baixa intensidade combinado com a oclusão vascular, pode ser usado por populações incapazes de realizar altos níveis de esforço durante o treinamento de força (TEIXEIRA; HESPANHOL; MARQUEZ, 2012; ANDERSON; LECLERE, 2017).

Tem se notado, uma grande quantidade de estudos voltados a investigar os benefícios agudos e crônicos do treinamento de força de baixa intensidade com a utilização do método de oclusão vascular sobre os parâmetros hipertróficos e o aumento da força muscular em diferentes públicos e condições de saúde, bem como proporcionar benefícios de saúde aos idosos, indivíduos que se recuperam de lesões articulares e a pacientes submetidos à reabilitação cardíaca (MANINI; CLARK, 2009; LOENNEKE; WILSON; WILSON, 2010; TEIXEIRA; HESPANHOL; MARQUEZ, 2012; LOENNEKE et al., 2015; GIL et al., 2015; SLYSZ; STULTZ; BURR, 2016; SPRANGER et al., 2015).

A pesquisa clínica aplicada realizada nos últimos 10 anos demonstrou que *Kaatsu Training* não só melhora a massa muscular e força em voluntários saudáveis, mas também beneficia pacientes com doenças cardiovasculares e ortopédicas, além de proporcionar a melhora na resposta hormonal, repostas hemodinâmicas, dentre outras (SATO, 2005; VILAÇA-ALVES et al., 2016; OZAKI; LOENNEKE; ABE, 2015).

Em idosos, estudos que investigaram o treinamento de força com a oclusão vascular mostraram efeitos benéficos no combate à sarcopenia (FRY et al., 2010) e que pode ser utilizado na reabilitação em idosos acometidos por osteoartrite (FERRAZ, 2014; BUFORD et al., 2015), além de proporcionar aumento significativo no tamanho muscular, com melhora na área transversal, bem como na força muscular e na capacidade funcional (ABE et al., 2010; KARABULUT et al., 2010; TEIXEIRA; HESPANHOL; MARQUEZ, 2012a; TEIXEIRA et al., 2012b; YASUDA et al., 2015).

Pesquisas envolvendo idosos tem sido cada vez mais presentes na literatura científica. Takarada et al. (2000) avaliaram o efeito do método de oclusão vascular sobre a força muscular avaliada pelo aparelho isocinético e hipertrofia muscular avaliada por ressonância magnética em mulheres idosas após 16 semanas de treinamento. Os resultados demonstraram que os ganhos de força muscular e massa magra após a intervenção foram similares entre o grupo de baixa intensidade (50% de 1 RM) com oclusão vascular e o de alta intensidade (80% de 1 RM). Os autores demonstraram ainda que durante o treinamento de baixa intensidade com oclusão vascular, a atividade eletromiográfica do músculo bíceps braquial foi similar a atividade eletromiográfica gerada pelo exercício de alta intensidade (TAKARADA et al., 2000).

Hughes et al. (2017) sugerem que o treinamento de força de baixa intensidade com a utilização do método de oclusão vascular pode ser potencialmente útil em acelerar a recuperação da força muscular e hipertrofia em pacientes e idosos com doenças osteoarticulares (HUGHES et al. 2017), uma vez que esses indivíduos não conseguiriam os mesmos benefícios com treinamento de força tradicional de alta intensidade por causa dos fatores limitantes como a dor e lesão.

Em uma revisão sistemática que incluiu 30 estudos e avaliou os efeitos do método de oclusão vascular na hipertrofia em idosos, identificou 20 estudos que avaliaram esse desfecho e, desses, 15 estudos, demonstraram melhorias por meio do aumento da musculatura esquelética (BAKER et al., 2019).

Os possíveis mecanismos pelos quais o treinamento de força de baixa intensidade (<50% de 1-RM) combinado com a oclusão vascular estimula os aumentos de força e hipertrofia muscular seria a indução da hipóxia local, ou seja, baixa disponibilidade de oxigênio, levando a um acúmulo de metabólitos como o lactato sanguíneo induzido pela redução do pH e pelo aumento nas concentrações dos íons de hidrogênio promovido pelo desequilíbrio ácido-base, aumento também da concentração gás carbônico (CO₂) provenientes da respiração (LOENNEKE; WILSON; WILSON, 2010; LOENNEKE et al., 2012; MANIMMANAKORN et al., 2013; DANKEL et al., 2015).

Tal desequilíbrio na homeostase fisiológica, estimula o aumento da hormônio do crescimento (GH) devido a ativação do nervo simpático através do reflexo quimiorreceptor mediado pelos metaborreceptores (TAKARADA et al., 2000; ABE; KEARNS; SATO, 2006; LOENNEKE et al., 2010; MANIMMANAKORN et al., 2013; OZAKI; LOENNEKE; ABE, 2015), hiperativação de unidades motoras e fibras do tipo II, as quais são mais reponsivas ao treinamento de força e conseqüentemente, um aumento da síntese proteica através da via de proteína alvo da rapamicina em mamíferos (mTOR) ativado através da fosforilação da S6K1 e inibição da miostatina, um potente inibidor de proliferação das células satélites (TAKARADA et al, 2000; TAKANO et al, 2005; MANINI; CLARK, 2009; LOENNEKE et al., 2010; LAURENTINO, 2010; TEIXEIRA; HESPANHOL; MARQUEZ, 2012).

O método de oclusão vascular tem demonstrado efeito positivo na força muscular de idosos, em que uma revisão sistemática com metanálise, incluindo 11 estudos, mostrou que o método associado a exercícios de baixa intensidade levou a um aumento da força muscular quando comparado ao grupo de baixa intensidade sem oclusão vascular. Por outro lado, o grupo que utilizou treinamento de alta intensidade demonstrou melhor força

muscular quando comparado ao grupo de treinamento de baixa intensidade associado ao método (CENTNER et al., 2018).

Apesar da utilização do método de oclusão vascular durante a prática de exercícios físicos apresentar inúmeros benefícios para a saúde do idoso, com baixos riscos de lesões, existem potenciais riscos que o método pode provocar no indivíduo que faz seu uso de maneira indevida. Quando existe hemostasia ou interrupção do fluxo de sangue nas veias e artérias junto com a isquemia, pode causar danos ao nervo, lesões no músculo, lesões nas veias, alterações dos fatores de coagulação e permeabilidade do capilar (SHAW; MURRAY, 1982; VAN ROEKEL; THURSTON, 1985; TEJWANI et al., 2006). Neste sentido, há toda uma preocupação da comunidade científica em elucidar estes riscos e proporcionar segurança durante a aplicação do método. Por isso, que o entendimento adequado de sua aplicação deve ser avaliado com muita cautela (NASCIMENTO, 2018).

Em uma revisão de literatura envolvendo 26 estudos, os autores descreveram que 1.672 indivíduos relataram um evento adverso após o uso do método de oclusão vascular do total de 25.813 avaliados, o que representa aproximadamente 6,5% do indivíduos que relataram dormência, tontura, hemorragia subcutânea e rabdomiólise. Houve ainda efeitos adversos em indivíduos com comorbidades, como hipertensão arterial e síndrome do desfiladeiro torácico que compreendem um grupo de distúrbios causados pela pressão dos nervos, artérias ou veias grandes conforme passam entre o pescoço e o tórax, com sensação de formigamento, inchaço e palidez, o que inclui ainda casos isolados de oclusão da veia central da retina e síndrome de Paget-Schroeder (ANDERSON et al., 2022). Outro estudo anterior ao citado, já apontavam possíveis efeitos colaterais graves como trombo venoso, embolia pulmonar e novamente a rabdomiólise (NAKAJIMA et al., 2006). Porém, a mesma pesquisa foi repetida em 2016, no entanto, neste estudo, tais efeitos colaterais não foram notados. Isso pode significar que o conhecimento sobre o treinamento com oclusão vascular está aumentando gradualmente, reduzindo o risco de efeitos colaterais graves (YASUDA et al., 2017; KRZYSZTOFIK et al., 2022).

Portanto, faz-se necessário buscar na literatura científica, estudos que trazem formas de tornar seguro a aplicação do método de oclusão vascular, reduzindo ao máximo, os possíveis riscos que possam vir a acontecer, visto que os benefícios são inúmeros, principalmente para aqueles que estão em processo de envelhecimento, com perda progressiva de massa muscular, força, fragilidade ou possuem alguma limitação ortopédica, funcional ou lesão osteoarticular.

Nakajima, Morita e Sato (2011) descrevem em seu estudo uma para avaliar os riscos de aplicação do método e que deve ser aplicada antes do uso, quanto maior a pontuação, menor será a indicação do método. Sabe-se que existem diversos riscos associados a má aplicação do método de oclusão vascular e alguns fatores devem ser levados em consideração tais como, histórico de trombose venosa profunda, fibrilação atrial, insuficiência cardíaca congestiva, dislipidemias, dentre outros, como demonstrado a seguir (**quadro 01**):

Quadro 01. Fatores de risco que devem ser avaliados antes de aplicar o método de oclusão vascular.

Fatores de risco que devem ser avaliados antes de aplicar o método de oclusão vascular	
5 pontos	Histórico de trombose venosa profunda Tendência hereditária para trombose Síndrome do anticorpo antifosfolípídeo
4 pontos	Mulheres grávidas
3 pontos	Veias varicosas nas pernas Imobilidade prolongada (>8 horas e uso de tromboprofilaxia) Fibrilação atrial Insuficiência cardíaca congestiva
2 pontos	Pessoas com idade superior a 60 anos IMC > 30 kg/m ² Dislipidemia Neoplasia maligna Uso de torniquete nos membros inferiores Uso de contraceptivos orais e hormônios adrenocorticais Quadriplegia Níveis elevados de hemoglobina
1 ponto	Pessoas com idade entre 40 a 85 anos Mulheres IMC >25 e <30 kg/m ²

Fonte: Nakajima, Morita e Sato (2011) adaptado de Nascimento (2018).

Os mesmos autores também apontam algumas indicações e contraindicações que também devem ser levados em consideração antes de aplicar o método de oclusão vascular (NAKAKIMA; MORITA e SATO, 2011) como demonstrado no **quadro 02** a seguir:

Quadro 02. Indicações e contraindicações antes de aplicar o método de oclusão vascular.

Doença	Indicação	Contraindicação relativa	Contraindicação absoluta
Hipertensão	PAS 140 a 159 mmHg PAD 90 a 94 mmHg	PAS 160 a 179 mmHg PAD 95 a 99 mmHg Homens com idade >40 anos ou mulheres com idade >50 anos em tratamento ou que não apresentem contraindicação devem passar por teste de esforço.	PAS >180 mmHg PAD >100 mmHg Razão cariotórica acima de 55%. Presença de arritmias ou isquemia durante o eletrocardiograma. Ácido úrico >100 mg/dL.
Diabetes	Glicemia em jejum 110 a 139 mg/dL	Glicemia em jejum 140 a 249 mg/dl Homens com idade >40 anos de idade ou mulheres com idade >50 anos em tratamento ou que não apresentem contraindicação devem passar por teste de esforço.	Glicemia em jejum >250 mg/dL. Corpos cetônicos (+) Retinopatia diabética (+)
	CT = 220 a 249 mg/dl ou TT = 150 a 299 mg/dl	CT = 250 mg/dl ou TT = 300 mg/dl	

Hiperlipidemia		Homens com idade >40 anos de idade ou mulheres com idade >50 anos em tratamento devem passar por teste de esforço.	
Obesidade	IMC = 24.0 a 29.9 kg/m ²	IMC = 24.0 a 29.9 kg/m ² e problemas nas articulações. Exame ortopédico e restrição de exercícios.	IMC > 30 kg/m ² .

Legenda: PAS = Pressão arterial sistólica; PAD = Pressão arterial diastólica; mmHg = Milímetro de mercúrio; mg/dL = miligrama por decilitro; CT = Colesterol total; TT = Triglicérides totais; IMC = Índice de massa corporal; kg/m² = Quilograma por metro quadrado. FONTE: Nakajima, Morita e Sato (2011).

Neste sentido, faz-se necessário o conhecimento prévio do profissional na aplicação do método de oclusão vascular em diferentes populações e condições, reconhecer que existe toda uma gama de estudos por trás da metodologia, os inúmeros benefícios que pode proporcionar aos indivíduos, mas também estar ciente de que existem riscos associados a má ou inadequada aplicabilidade. Conhecer as indicações e contraindicações absolutas e relativas, utilizar ferramentas seguras reportadas na literatura científica para identificar a pressão ideal a ser exercida pelo equipamento sobre os membros durante a prática de exercícios físicos, para que os riscos e efeitos adversos sejam minimizados.

4.6 Uso de equipamentos para a identificação da pressão total de oclusão arterial e a utilização de equações preditivas para a prescrição do treinamento físico com oclusão vascular.

Desde o início da descoberta da técnica, vários estudos que investigaram a metodologia de oclusão vascular foram sendo feitos com o objetivo de torná-lo cada vez mais seguro, proporcionando os inúmeros benefícios aos indivíduos que recebem a intervenção do treinamento físico utilizando o método de oclusão vascular.

Nos últimos anos, percebeu-se que diversas formas na aplicação do método de oclusão vascular foram investigadas, em diferentes populações e condições de saúde. Várias ferramentas foram utilizadas para identificar a pressão ideal a ser exercida pelo manguito durante o exercício físico, reabilitação, dentre outros.

Inicialmente, os estudos envolvendo a metodologia de oclusão vascular, tomava como base a pressão arterial sistólica dos sujeitos para ser a pressão exercida pelos manguitos sobre os membros superiores e inferiores.

Outra forma de aplicar o método de oclusão vascular de maneira mais segura, foi descrito em outros estudos, no qual criaram uma escala de percepção de pressão de 0 a 10 pode ser utilizada para quantificar o nível de pressão do manguito durante o treinamento com oclusão vascular para os membros inferiores e superiores. Uma percepção de 0 significa nenhuma pressão, uma percepção de pressão de 6-7 demonstra oclusão das veias, mas não das artérias e uma percepção de 10 é descrita como dor severa e oclusão das veias e artérias. Um exemplo da aplicabilidade prática da escala é apresentado na **figura 06**, adaptada de estudos anteriores (WILSON et al., 2013; LOWERY et al., 2013). É importante lembrar que uma percepção de 6-7 corresponde a 80% de oclusão das veias, mas não das artérias e, ainda, que a escala é perceptiva ao indivíduo que está recebendo a metodologia, e caso tenha pouca vivência prática, pode aumentar a chance de erros.

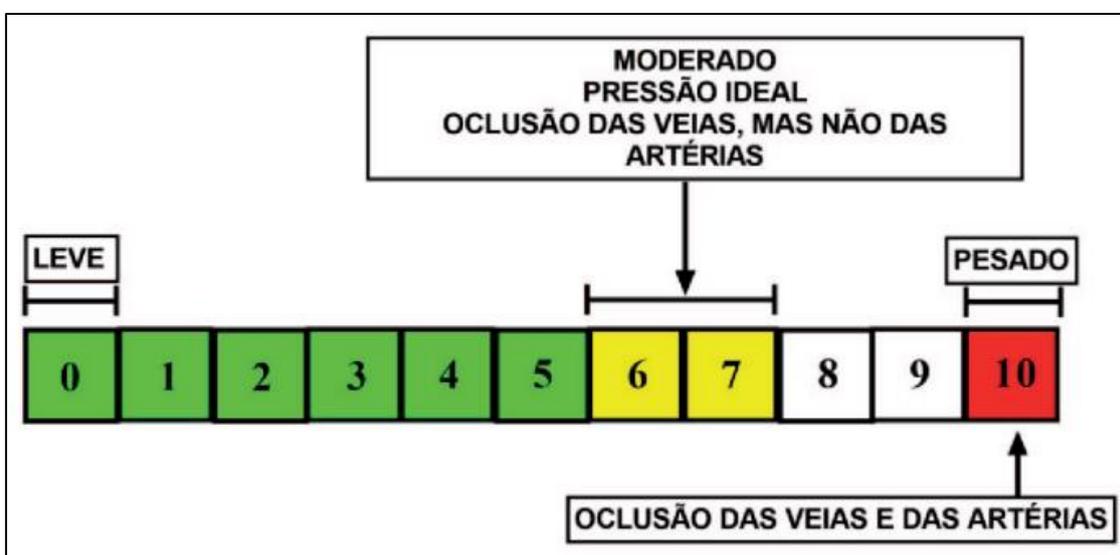


Figura 06. Escala de percepção de pressão para o método de oclusão vascular aplicado durante o treinamento resistido. Fonte: NASCIMENTO (2018).

Porém diversos estudos têm utilizado a pressão total de oclusão para a prescrição do treinamento físico com o método de oclusão vascular identificados por equipamentos como o doppler vascular (WANG et al., 2022; FRANZ et al., 2022). Enquanto outros estudos

criaram equações preditivas para a identificação da pressão total de oclusão a partir de modelos matemáticos como a regressão linear, no qual os resultados são estimados através dos dados coletados pelo doppler vascular (LOENNEKE et al., 2014; CIRILO-SOUSA, 2019).

Com o passar dos anos, a técnica utilizada para a aplicação do método de oclusão vascular tem modificado conforme estudos vão surgindo no intuito de investigar a eficácia do método e ainda a sua segurança prática.

Um estudo de Takarada, Takazawa e Ishii (2000) utilizou o método de oclusão vascular em pacientes operados de ligamento cruzado anterior e investigou seu efeito na área de secção transversa e musculatura da coxa após 2 semanas de intervenção. Nota-se que neste estudo, a pressão exercida pelo manguito durante a intervenção foi uma pressão absoluta inicial de 180 mmHg e final de 260 mmHg, sem saber exatamente o quanto aquela pressão era prejudicial ou benéfica aos participantes, por não levar em consideração a características individuais dos sujeitos, aumentando assim, possíveis riscos a saúde da população estudada (TAKARADA, TAKAZAWA E ISHII, 2000).

Em outro estudo mais recente conduzido por Laurentino e colaboradores (2016), parecido com o anterior citado, utilizou o método de oclusão vascular em jovens saudáveis, que após 8 semanas de intervenção, avaliou a força muscular e a área de secção transversal muscular dos sujeitos. Já neste estudo, a técnica utilizada para a aplicação da pressão do manguito durante o treinamento foi um valor percentual da pressão total de oclusão identificada por um doppler vascular, proporcionando mais segurança e ainda levando em consideração todas as características dos sujeitos (LAURENTINO et al., 2016).

4.7 Uso de algoritmos na saúde e no exercício físico: a importância da árvore de decisão por regressão.

Atualmente, os algoritmos estão desempenhando um papel importantíssimo na área da saúde, permitindo a análise de grandes quantidades de dados médicos, apoiando o diagnóstico e o gerenciamento de doenças e melhorando os resultados de saúde (LIN et al., 2020; BATAINEH; MANACEK, 2022). O uso de algoritmos na saúde está se expandindo rapidamente e é uma grande promessa para melhorar a qualidade do atendimento e avançar nossa compreensão da saúde humana (LEE et al., 2019).

Eles são usados de várias maneiras para apoiar a assistência médica e melhorar os resultados de saúde e algumas das principais aplicações de algoritmos em saúde incluem

o diagnóstico e gerenciamento de doenças através de análises dos dados médicos, como exames de imagem ou registros eletrônicos de saúde (MOHSEN; ALI; HAJJ; SHAH, 2022). Podem ainda ser utilizados como modelagem preditiva para construir modelos que ajudam a identificar indivíduos com alto risco de desenvolver certas condições ou doenças (ANCKER *et al.*, 2015; LEE, 2018). Essas informações podem ser usadas para priorizar medidas e tratamentos preventivos e melhorar a gestão de saúde da população.

Outra aplicação dos algoritmos é o de suporte à decisão clínica, usados para fornecer suporte à decisão em tempo real e baseado em dados para profissionais de saúde durante o atendimento ao paciente. Por exemplo, algoritmos podem ser usados para sugerir opções de tratamento com base no histórico médico do paciente, sintomas atuais e outros dados relevantes (BERGMANN *et al.*, 2021; HAHN *et al.*, 2022).

Os algoritmos estão se tornando cada vez mais populares na área da saúde para fazer previsões, diagnósticos e recomendações de tratamento. Um desses algoritmos é a regressão da árvore de decisão, que é uma técnica de aprendizado de máquina usada para modelar a relação entre uma variável dependente (saída) e uma ou mais variáveis independentes (entrada) (ZHANG, 2016; ZHANG; JUNG, 2021). É um tipo de análise de regressão baseada em um modelo de árvore de decisão, que é um gráfico em forma de árvore usado para representar um conjunto de decisões e suas possíveis consequências (ZHU *et al.*, 2019).

A regressão da árvore de decisão tem sido usada na área da saúde para prever resultados como tempo de internação, taxas de readmissão e risco de mortalidade (LOO *et al.*, 2022). Também pode ser usado para determinar quais pacientes têm maior probabilidade de se beneficiar de um determinado tratamento ou intervenção (SIENGSUKON *et al.*, 2021; KAPPELHOF *et al.*, 2021). No geral, a regressão da árvore de decisão é uma ferramenta útil para profissionais de saúde e pesquisadores que buscam tomar decisões mais precisas e baseadas em evidências no atendimento ao paciente.

Na regressão de árvore de decisão, as variáveis de entrada são usadas para tomar uma série de decisões que levam a uma previsão da variável de saída. As decisões são representadas como nós na árvore, e os ramos entre os nós representam os possíveis resultados de cada decisão. A previsão final é feita seguindo o caminho através da árvore que corresponde às variáveis de entrada (TAREKEGN *et al.*, 2020; GIOTTA *et al.*, 2022).

A principal vantagem da regressão em árvore de decisão é a facilidade de interpretação e compreensão, pois as decisões e previsões são representadas em um formato gráfico claro e conciso. Também é flexível, pois pode lidar com relacionamentos não lineares

entre as variáveis de entrada e saída e pode lidar com dados ausentes ou irrelevantes sem a necessidade de pré-processamento de dados complexos (BRICEÑO, 2020).

No entanto, a regressão da árvore de decisão também tem algumas desvantagens. Um dos principais desafios é que o modelo pode se tornar excessivamente complexo e propenso a overfitting, o que significa que ele pode funcionar bem nos dados de treinamento, mas mal em dados novos e não vistos. Para resolver esse problema, técnicas como métodos de poda ou ensemble, como florestas aleatórias, podem ser usadas para simplificar o modelo e reduzir o risco de superajuste (ZHANG, 2016).

O uso de algoritmos em exercícios físicos está crescendo rapidamente e é uma grande promessa para melhorar a qualidade dos programas de exercícios e aprimorar nossa compreensão do desempenho humano (KIRK-SANCHEZ; MCGOUGH, 2013).

A equação de predição da pressão de oclusão total no exercício físico refere-se a um modelo matemático que estima a pressão que é gerada pelos manguitos pneumáticos sobre os vasos sanguíneos durante uma sessão de exercício (IPAVEC *et al.*, 2019; BUCKNER *et al.*, 2016). Essa pressão é gerada como resultado da restrição do fluxo sanguíneo para uma determinada área, como os membros, durante uma sessão de treinamento de força com oclusão vascular (BUNEVICIUS *et al.*, 2016).

A equação de predição da pressão de oclusão total normalmente incorpora variáveis como a intensidade do exercício, a duração do exercício, o tipo de exercício, o peso corporal e a altura do indivíduo e outros fatores relevantes. Essas variáveis são combinadas em um modelo matemático que prevê a pressão de oclusão total que será gerada sobre os membros durante a sessão de exercício.

A forma exata da equação de predição da pressão de oclusão total dependerá do tipo específico de exercício e das características do indivíduo, podendo variar entre diferentes estudos e abordagens. No entanto, o objetivo dessa equação é fornecer uma estimativa quantitativa da pressão que será gerada durante a sessão de exercícios, que pode ser usada para orientar a seleção dos exercícios, a intensidade do treino e o programa geral de treinamento.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Aspectos Éticos

Todos os participantes desta pesquisa foram informados sobre os objetivos, o protocolo e os procedimentos a serem realizados, bem como os riscos e benefícios do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) contendo todas estas informações. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Maranhão (CEP/UFMA) sob o parecer de número 2.076.159, atendendo as determinações contidas na resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) nº 466 de 12 de dezembro de 2012 e na resolução do CNS nº 441, de 12 de maio de 2011.

5.2 Tipo de Estudo e Amostra

A pesquisa trata-se de um estudo quantitativo transversal, realizado entre o período de janeiro de 2022 a setembro de 2022. Foram incluídos no estudo 250 participantes com idade superior a 60 anos selecionados a partir de um banco de dados pertencente ao departamento de Educação Física da Universidade Federal do Maranhão por terem participado anteriormente em outros projetos de pesquisa e do banco de dados pertencente ao Centro de Atenção Integral ao Idoso (CAISI), órgão vinculado à Prefeitura Municipal de São Luís, Maranhão.

Todos os participantes foram avaliados pelo menos 2 horas pós-prandial e orientados a evitar cafeína e exercícios físicos no dia da coleta.

5.3 Critérios de Inclusão

A participação na pesquisa atendeu aos seguintes critérios: pessoas com idade igual ou superior a 60 anos, que não apresentaram qualquer tipo de doença crônico-degenerativa descontrolada e sem práticas regulares de exercícios físicos por pelo menos 6 meses que antecederam o estudo.

5.4 Critérios de Exclusão

Como critério de exclusão recusa em participar das avaliações, o não comparecimento aos dias marcados para as avaliações ou que apresentaram qualquer tipo de alteração de saúde durante as avaliações.

5.5 Procedimentos Experimentais

5.5.1 Avaliação Antropométrica e Composição Corporal

As medições antropométricas foram realizadas segundo as diretrizes da Sociedade Internacional para o avanço da Cineantropometria (STEWART et al., 2011). Foram determinadas as seguintes variáveis antropométricas: peso corporal, estatura, dez dobras cutâneas (peitoral, axilar medial, suprailíaca, supraespinhal, abdominal, subescapular, tricipital, bicipital, coxa medial e panturrilha medial) e oito perímetros corporais (ombro, tórax, cintura, abdominal, braço relaxado, antebraço relaxado, coxa medial e panturrilha). Todas as medidas foram realizadas no mesmo período e pelo mesmo avaliador. O avaliado permaneceu em posição ortostática, com roupa apropriada para a avaliação, enquanto o avaliador realizava as medidas de circunferência e de dobras cutâneas.

Para a identificação do Índice de Massa Corporal (IMC), realizou-se a medida de peso corporal por meio de uma balança digital da marca Balmak®, com capacidade de 150 quilogramas e precisão de 100 gramas; a estatura, por meio de um estadiômetro vertical, compacto, tipo trena EST 23, na escala milimétrica da marca Sanny®, assim como a medida de circunferência, utilizou-se uma fita métrica com precisão de 1 milímetro da mesma marca.

O IMC foi calculado considerando-se a razão entre o peso corporal (em Kg) e a estatura (em metros) ao quadrado (Kg/m²) (ABESO, 2016) e classificado segundo as referências da Organização Mundial da Saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2004).

A medida das dobras cutâneas foi aferida do lado direito do indivíduo, utilizando um compasso científico da marca Sanny® com precisão de 1 milímetro.

Para a determinação da composição corporal, foi aplicada a equação de predição de Densidade Corporal (DC) proposta por Petroski (1995) com a utilização de quatro dobras cutâneas, descrita a seguir: $(DC = 1,02902361 - 0,00067159 * (Dobra\ cutânea\ subescapular + Dobra\ cutânea\ tricipital + Dobra\ cutânea\ suprailíaca + Dobra\ cutânea\ da\ panturrilha))$

+ 0,00000242 x (Dobra cutânea subescapular + Dobra cutânea tricipital + Dobra cutânea suprailíaca + Dobra cutânea da panturrilha)² - 0,0002073 * (Idade) - 0,00056009 * (Massa corporal) + 0,00054649 * (Estatura)). Posteriormente, para conversão da DC em percentual de gordura corporal (%G), foi utilizada a equação de Siri (1961): (%G = [(4,95 / DC) - 4,50] x 100) (PETROSKI; PIRES-NETO; NETO, 1995).

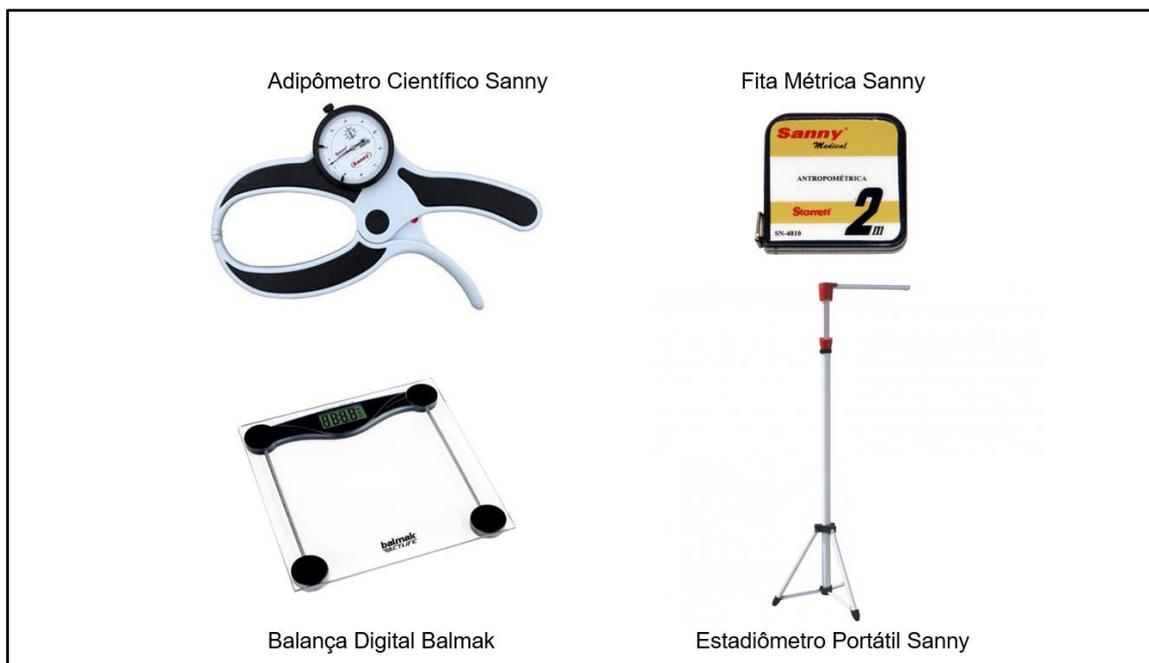


Figura 07. Equipamentos utilizados na Avaliação Antropométrica e Composição Corporal.

5.5.2 Determinação da Pressão Total de Oclusão.

Para determinar a Pressão Total de Oclusão (PTO), utilizou-se um aparelho de Ecocolor Doppler vascular (HD11 XE Revision 2.0.8, Philips Ultrasound, Andover, MA, USA) e um transdutor de matriz linear de 5-12 MHz para otimizar a resolução na profundidade da artéria braquial, técnica esta considerada padrão ouro em diversos estudos, e foi realizado por uma médica angiologista experiente neste tipo de procedimento, reduzindo os possíveis erros e garantindo fidedignidade e confiança ao estudo.



Figura 08. Aparelho de ultrassom – Ecocolor Doppler vascular.

As orientações para a realização do exame foram descritas em outros estudos, no qual os sujeitos foram orientados a não praticar nenhum tipo de esforço físico por pelo menos 8 horas que antecede o exame, bem como evitar a cafeína ou a nicotina por pelo menos 4 horas, realizado em uma sala silenciosa e com temperatura controlada (ALLEY et al., 2014; STORCH et al., 2017).

Os sujeitos foram colocados em decúbito dorsal e com o auxílio de um manguito pneumático (7 cm de largura x 80 cm de comprimento) da marca WCS® (Cardiomed), foi colocado no braço direito a uma distância de cinco centímetros acima da fossa cubital, foi inflado, causando a oclusão total da artéria braquial para a identificação da PTO de membros superiores. Já para a identificação da PTO de membros inferiores, o manguito pneumático (13 cm de largura x 80 cm de comprimento) foi colocado na região inguinal da coxa direita, inflado até o ponto em que o pulso auscultatório da artéria poplítea fosse interrompido e a onda de pulso gerada pela imagem de ultrassom desaparecesse (THIJSEN et al., 2009; KIZHAKEKUTTU et al., 2010; STORCH et al., 2017).



Figura 09. Posição do avaliado durante a avaliação da pressão total de oclusão.

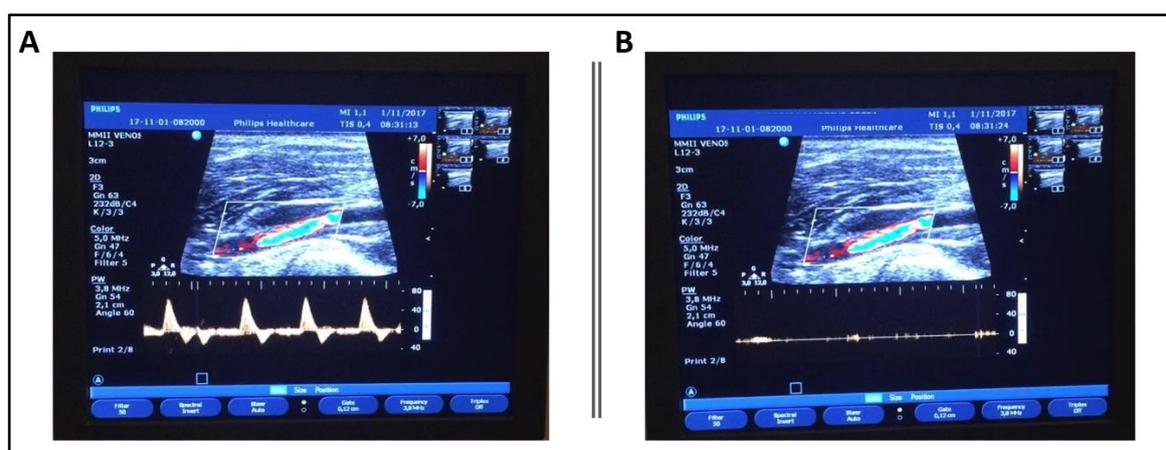


Figura 10. Imagem da tela do ultrassom antes (A) e após (B) a oclusão arterial total.



Figura 11. Mangitos utilizados para a avaliação da pressão total de oclusão.

5.5.3 Avaliação Hemodinâmica

Para a avaliação das variáveis hemodinâmicas, os sujeitos permaneceram sentados em repouso por um período de 10 minutos. A avaliação da pressão arterial sistólica, diastólica e frequência cardíaca, foi realizada por três vezes com 1 minuto de intervalo entre as medições usando um monitor digital (Microlife® São Paulo, SP, Brasil), de acordo com as recomendações da 7ª Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial (MALACHIAS et al., 2016). A média dos três valores foi utilizada para determinar a pontuação final.



Figura 12. Aparelho de pressão utilizado para a avaliação das variáveis hemodinâmicas.

6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados usando o pacote estatístico GraphPad Prism 6.01 (GraphPad, San Diego, Califórnia, EUA). Os resultados do estudo são apresentados de acordo com a estatística descritiva (média e desvio padrão, mínimo, máximo) para as características dos sujeitos, dados antropométricos, composição corporal e variáveis hemodinâmicas.

7. ESCOLHA DOS ATRIBUTOS DE ENTRADA DO MODELO

A quantidade de pressão necessária para interromper o fluxo sanguíneo para um membro (pressão total de oclusão) está relacionada a uma variedade de características individuais dos sujeitos (PATTERSON et al., 2019).

Todas as características utilizadas como entrada do estimador foram escolhidas com base em indicadores, descritos na literatura, para a avaliação da pressão total de oclusão para a correta e segura prescrição do treinamento físico com oclusão vascular. As características antropométricas e de composição corporal dos sujeitos foram coletadas por interferir diretamente na identificação da pressão total de oclusão, como circunferência dos membros superiores (circunferência do braço) e inferiores (circunferência da coxa medial), dobras cutâneas e gordura corporal (percentual de gordura) (HUNT; STODART; FERGUSON, 2016; LOENNEKE et al., 2014; CIRILO-SOUSA et al., 2019). A literatura, portanto, reforça que tais diferenças individuais são relevantes.

Em relação as variáveis hemodinâmicas, a pressão arterial sistólica e diastólica de repouso também foram avaliadas por se tratar de outros fatores importantes que influenciam diretamente na identificação da pressão total de oclusão (POTON; POLITO, 2014; HUNT; STODART; FERGUSON, 2016; LOENNEKE et al., 2014).

8. ALGORITMO DE APRENDIZADO DE MÁQUINA

As variáveis independentes utilizadas (entradas do modelo) foram o percentual de gordura corporal, as circunferências corporais de braço e coxa medial e a pressão arterial sistólica e diastólica de repouso. A variável dependente (saída) foi a pressão total de oclusão identificada pelo ecocolor Doppler vascular. O banco de dados formado por 250 amostras, foi dividido em um conjunto de treinamento e um conjunto de teste. Assim, o conjunto de treinamento dará origem ao modelo matemático para estimação da pressão total de oclusão dos sujeitos usando a técnica de regressão de árvore de decisão. O conjunto de teste foi utilizado para avaliar os resultados. Para garantir a robustez e evitar overfitting foi utilizado no modelo a validação cruzada *K-Fold* ($k=5$) (SOUSA et al., 2019).

A técnica utilizada para implementação do modelo foi a técnica de aprendizado de máquina denominada regressão por árvore de decisão. A regressão por árvore de decisão tende a ser menos disseminada que a árvore de decisão para resolução de problemas de

classificação. Entretanto, quando comparado a outras técnicas de regressão, também possui um bom poder de predição e geralmente é utilizada para resolução de reais (MONARD; BARANAUSKAS, 2003; HINDRAYANI et al., 2020).

A Regressão por Árvores de Decisão é constituída pela Raiz, Nó e Folha semelhante às árvores de classificação. A diferença entre as árvores de regressão e as árvores de classificação está na saída. A saída da árvore de regressão é um valor contínuo ou valor de número real em vez de uma classe. As vantagens em sua utilização é a facilidade em entender, interpretar, além de permitir menor ações no pré-processamento dos dados (HINDRAYANI et al., 2020).

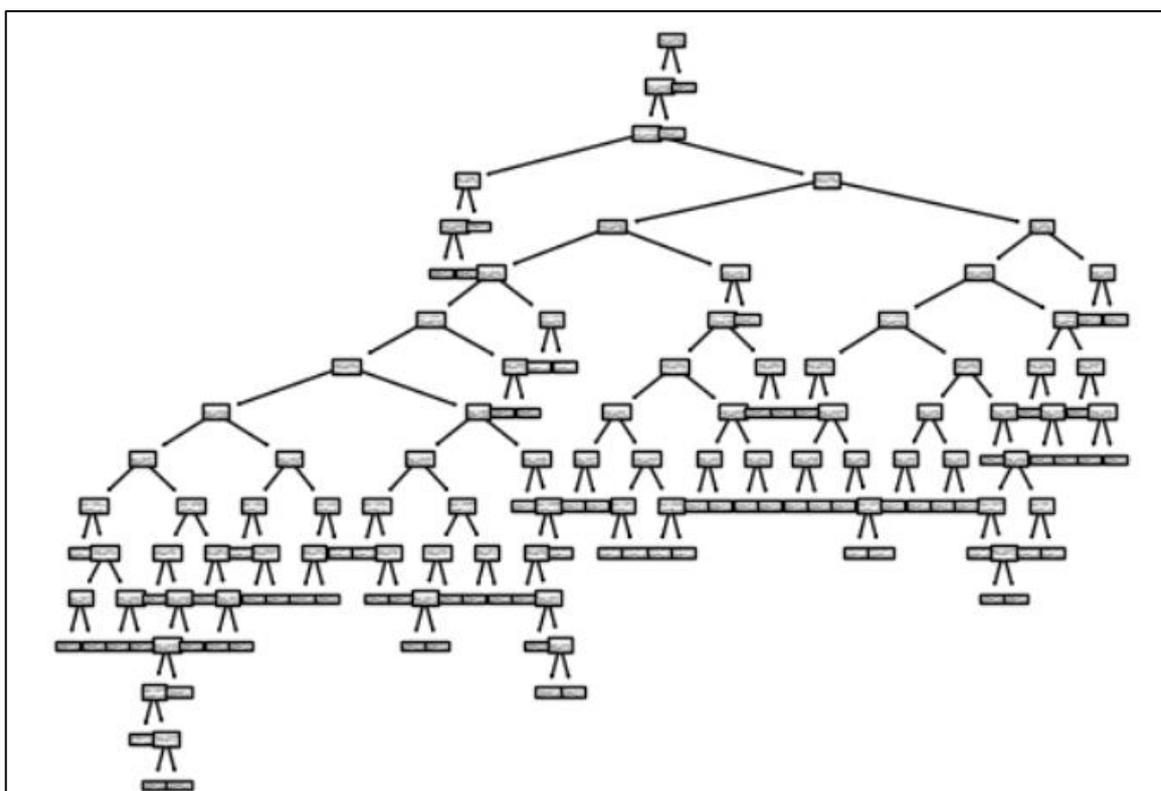


Figura 13. Representação do modelo da árvore de decisão por regressão gerada pelo algoritmo na identificação da pressão total de oclusão para membros superiores.

9. RESULTADOS

Com o passar dos anos, as técnicas para a aplicação da pressão nos manguitos durante o treinamento físico com oclusão vascular vêm evoluindo significativamente. Estudos mais antigos, por muitas vezes, somente a pressão arterial de repouso como base de referência para a aplicação do método (TAKARADA, TAKAZAWA E ISHII, 2000A

TAKARADA ET AL., 2000B; TAKARADA ET AL., 200 C; TAKARADA, SATO E ISHII, 2002 D; MOORE ET AL., 2004; THIEBAUD ET AL., 2013).

Adiante, é possível perceber que o uso do doppler vascular se tornou frequente na identificação da pressão total de oclusão, sendo por diversas vezes, utilizados valores relativos (%) a esta pressão (NETO ET AL., 2015; LAURENTINO ET AL., 2016; WANG ET AL., 2022; FRANZ ET AL., 2022), proporcionando maior segurança e menores riscos e efeitos adversos.

Atualmente, porém, já existem estudos que utilizaram modelos matemáticos para a criação de equações que predizem a pressão total de oclusão a partir das características dos sujeitos e tendo como referência a pressão total de oclusão identificadas pelo doppler vascular. Cabe ressaltar, que todos os estudos que criaram as referidas equações preditivas foram desenvolvidas em indivíduos jovens adultos (LOENNEKE et al., 2014; JESSEE et al., 2016; CIRILO-SOUSA et al., 2019).

A **tabela 01** descreve resumidamente levantamentos de estudos que utilizaram diferentes técnicas para o treinamento com oclusão vascular. Percebe-se como a prescrição do treinamento de oclusão vascular vem evoluindo com os subseqüentes estudos e tornando a aplicabilidade prática do método cada vez mais seguro.

Tabela 01. Estudos que utilizaram diferentes métodos de avaliação para identificar a oclusão vascular total, de acordo com o público-alvo, o tipo de estudo e as variáveis avaliadas.

AUTOR(ES) / ANO DE PUBLICAÇÃO	TIPO DE ESTUDO (TEMPO)	PÚBLICO-ALVO	N DO ESTUDO (SEXO)	IDADE	VARIÁVEIS AVALIADAS	MÉTODO DE AVALIAÇÃO PARA A OCLUSÃO VASCULAR
PRESSÃO ARTERIAL						
Takarada, Takazawa e Ishii (2000) (a)	Crônico (2 semanas)	Pacientes operados de ligamento cruzado anterior	16 (8 Mulheres; 8 Homens)	22.7±1.0 anos	Área de Secção Transversal Muscular da coxa	Pressão absoluta inicial de 180 mmHg e final de 260 mmHg
Takarada et al. (2000) (b)	Agudo e Crônico (16 semanas)	Agudo: Homens treinados	29 (24 Mulheres; 5 Homens)	32.8±8.2 anos	Agudo: Eletromiografia, Índice de Resistência Vascular, Concentração de Lactato.	Agudo: Pressão absoluta inicial de 0 mmHg e final de 100 mmHg
		Crônico: Mulheres meia idade		Crônico: 58.2±6.6 anos	Crônico: Área de Secção Transversal Muscular e Força Muscular	Crônico: Pressão absoluta de 110 mmHg
					Marcadores bioquímicos e hormonais (GH,	

Takarada et al. (2000) (c)	Agudo	Jovens atletas	6 (Homens)	21 anos	Norepinefrina, Lactato, Peróxido Lipídico, Interleucina-6, CPK)	Pressão absoluta média de 214±7.7 mmHg
Takarada, Sato e Ishii (2002) (d)	Crônico (8 semanas)	Atletas de Rugby	17 (Homens)	25.6±0.7 anos	Área de Secção Transversa Muscular, Força e Resistência Muscular	Pressão absoluta média de 196±5.7 mmHg
Moore et al. (2004)	Crônico (8 semanas)	Homens saudáveis	8 (Homens)	19.5±0.4 anos	Força Muscular	Pressão absoluta de 100 mmHg
Thiebaud et al. (2013)	Crônico (8 semanas)	Mulheres pós-menopausadas	14 (Mulheres)	61±5 anos	Força, Massa Muscular, Espessura Óssea e Muscular	Pressão absoluta inicial de 80 mmHg e final de 120 mmHg

EQUIPAMENTOS

Neto et al. (2015)	Agudo	Homens	24 (Homens)	21.79±3.2 1 anos	Pressão Arterial Sistólica, Diastólica e Média	Doppler Vascular (% PTO)
Laurentino et al. (2016)	Crônico (8 semanas)	Homens universitários	29 (Homens)	21.3±4.9 anos	Força Muscular e Área de Secção Transversa Muscular	Doppler Vascular (% PTO)
Wang et al. (2022)	Crônico (8 semanas)	Atletas de voleibol	18 (Homens)	20.5±1.2 anos	Força Muscular e Desempenho de Salto Vertical	Doppler Vascular (% PTO)
Franz et al. (2022)	Crônico (6 semanas)	Pacientes com Gonartrose	30 (12 Mulheres; 18 Homens)	63.5±8.1 anos	Massa Muscular, Força, Percepção Subjetiva da Dor e Qualidade de Vida	Doppler Vascular (% PTO)

EQUAÇÕES PREDITIVAS

Loenneke et al. (2014)	Agudo	Adultos saudáveis	171 (52 Homens; 119 Mulheres)	21±3 anos	Circunferência do braço e da coxa, Espessura muscular e de Gordura, Pressão arterial sistólica e diastólica, Pressão total de oclusão do braço e da coxa	Equação de predição (regressão linear) a partir do Doppler Vascular
Jessee et al. (2016)	Agudo	Adultos saudáveis	249 (102 Homens; 147 Mulheres)	18 a 35 anos	Circunferência e comprimento do braço, Pressão Arterial Sistólica e Diastólica	Equação de predição a partir do Doppler Vascular
Cirilo-Sousa et al. (2019)	Agudo	Adultos saudáveis	51 (32 Homens; 19 Mulheres)	23.23±5.2 anos	Circunferência da coxa, Pressão arterial sistólica e diastólica, Pressão total de oclusão	Equação de predição (regressão linear) a partir do Doppler Vascular

Em nosso estudo, foram avaliados 250 idosos com idade média de 65.7 ± 5.1 anos, sendo 45.6% (n=114) do sexo masculino e 54.4% (n=136) do sexo feminino. As características dos sujeitos, dados antropométricos e hemodinâmicos utilizados para a criação do modelo de árvore de decisão por regressão estão dispostas na **tabela 02**.

Tabela 02. Características dos sujeitos, dados antropométricos e hemodinâmicos.

DADOS ANTROPOMÉTRICOS			
Variável	Média ± DP	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	65.7 ± 5.1	59.0	81.0
Peso (kg)	66.6 ± 11.7	48.0	110.0
Estatura (cm)	151.8 ± 6.5	137.0	171.0
IMC (kg/m ²)	28.8 ± 4.5	20.2	47.8
Gordura Corporal (%)	48.2 ± 12.0	24.4	78.2
Circunf. Braço (cm)	30.1 ± 3.6	22.9	41.7
Circunf. Coxa (cm)	53.2 ± 6.1	43.0	72.2
DADOS HEMODINÂMICOS			
PAS (mmHg)	125.1 ± 12.3	98.0	156.0
PAD (mmHg)	71.2 ± 7.2	56.0	91.0
FC (bpm)	74.7 ± 8.5	54.0	94.0
PTO MS (mmHg)	175.1 ± 36.7	120.0	300.0
PTO MI (mmHg)	213.0 ± 43.0	100.0	300.0

Kg = quilograma; cm = centímetros; IMC = índice de massa corporal; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; FC = frequência cardíaca; PTO = pressão total de oclusão; MS = membros superiores; MI = membros inferiores. Foi utilizado a estatística descritiva dos dados.

Vários modelos foram testados para identificar as melhores variáveis para identificar a pressão total de oclusão dos sujeitos e o modelo mais apropriado e com melhores resultados foi a árvore de decisão por regressão, no qual cria critérios para divisão dos algoritmos pertencentes à família *Top Down Induction of Decision Trees* — TDIDT (MONARD; BARANAUSKAS, 2003).

A partir da testagem do modelo de árvore de decisão por regressão, as variáveis com melhores resultados para a predição e identificação da pressão total de oclusão dos sujeitos foram divididos em membros superiores e inferiores (**tabela 03**), no qual, podemos destacar o percentual de gordura, circunferência do braço, dobra cutânea do bíceps e pressão

arterial diastólica para a estimativa de membros superiores, e ainda, o percentual de gordura, circunferência medial da coxa e pressão arterial diastólica para membros inferiores.

O valor de R^2 e o coeficiente de correlação são medidas comuns da força da relação linear entre duas variáveis. Nesse caso, temos um valor de R^2 de 0.81 e um coeficiente de correlação de 0.90 para as variáveis que predizem a pressão total de oclusão para os membros superiores, enquanto, para os membros inferiores temos um valor de R^2 de 0.71 e um coeficiente de correlação de 0.84.

Um valor de R^2 de 0.81 na predição para membros superiores e de 0.71 para os membros inferiores, significa que 81% e 71% da variabilidade na variável dependente pode ser explicada pelas variáveis independentes. Isso indica uma forte relação linear entre as duas variáveis. Quanto mais próximo o valor de R^2 estiver de 1, mais forte será a relação.

Um coeficiente de correlação de 0.90 e 0.84 indicam uma relação linear positiva muito forte entre as variáveis que predizem a pressão total de oclusão para os membros superiores e inferiores, respectivamente. Um coeficiente de correlação varia de -1 a +1, onde -1 representa uma relação linear negativa perfeita, 0 representa nenhuma relação linear e +1 representa uma relação linear positiva perfeita.

Juntos, um valor de R^2 de 0.81 e um coeficiente de correlação de 0.90 na predição da pressão total de oclusão para membros superiores e de R^2 de 0.71 e um coeficiente de correção de 0.84 para membros inferiores, sugerem que existe uma forte relação linear positiva entre as variáveis analisadas.

Os nossos resultados são considerados altamente relevantes visto que o R^2 é uma medida estatística que demonstra o quanto os dados estão próximos da linha de regressão ajustada, ou seja, é o percentual da variação da variável resposta e quanto maior o R^2 , melhor o modelo se ajusta aos dados.

Tabela 03. Variáveis de entrada em nosso modelo e os respectivos resultados para a predição da pressão total de oclusão para os membros superiores e inferiores.

ATRIBUTO	ABREVIACÃO	UNIDADE	RESULTADOS	
MMSS				
Circunferência do Braço	CB	cm		
Dobra Cutânea do Bíceps	DCB	mm	$R^2 = 0.81$	$R = 0.90$
Percentual de Gordura	%G	%	SEE = 6.4	
Pressão Arterial Diastólica	PAD	mmHg		

MMII				
Circunferência da Coxa	CC	cm		
Percentual de Gordura	%G	%	R ² = 0.71	R = 0.84
Pressão Arterial Diastólica	PAD	mmHg	SEE = 6.7	

Legenda: MMSS = Membros Superiores; MMII = Membros Inferiores; cm = centímetro; mm = milímetro; mmHg = milímetro de mercúrio; SEE = Erro padrão médio.

10. DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo estimar o percentual de restrição do fluxo sanguíneo para o treinamento físico com oclusão vascular para a população idosa. Foi utilizado o método de árvore de decisão por regressão para prever a pressão total de oclusão para membros superiores e inferiores em idosos, baseado em estudos anteriores que utilizaram as características antropométricas e hemodinâmicas dos sujeitos envolvidos (LOENNEKE et al., 2014; JESSEE et al., 2016; CIRILO-SOUSA et al., 2019), como a circunferência dos membros superiores e inferiores, pressão arterial sistólica e diastólica de repouso, além do percentual de gordura e dobras cutâneas selecionados a partir do nosso banco de dados pelo método utilizado.

A maioria dos estudos na literatura científica que avaliaram o treinamento físico utilizando a metodologia de oclusão vascular, utilizam de diferentes recursos materiais para a identificação da pressão total de oclusão para a correta e segura prescrição do treinamento físico com oclusão vascular (LOENNEKE et al. 2014). Outros utilizam valores absolutos da pressão arterial de repouso, principalmente a sistólica (THIEBAUD et al., 2013). Porém, poucos estudos são encontrados na literatura científica que utilizaram as características dos sujeitos avaliados, a partir de modelos matemáticos, para a prever a pressão total de oclusão para a prescrição do treinamento com oclusão vascular e nenhum estudo foi encontrado até o momento desenvolvido para a população idosa, sendo este o primeiro estudo a identificar a pressão total de oclusão por modelo matemático a partir das características dos sujeitos.

Em um estudo realizado por Cirilo-Sousa e colaboradores (2019) desenvolveram uma equação preditiva dos níveis de pressão do manguito para uso no treinamento com oclusão vascular somente para os membros inferiores a partir da coleta de dados de 51 adultos com média de idade de 23.23 ± 5.24 anos de ambos os sexos (homens, n = 32; mulheres, n = 19) (CIRILO-SOUSA et al., 2019). Um número de sujeitos avaliados bem

inferior ao utilizado em nosso estudo que foi de uma amostra 4,9 vezes maior (250 indivíduos), proporcionando uma robustez maior de dados e resultados comparado ao publicado no referido estudo.

Os autores submeteram os participantes a uma série de testes e medidas antropométricas (massa corporal, altura, índice de massa corporal – IMC e circunferência da coxa – CC) e hemodinâmicas (pressão sistólica e diastólica). A pressão de oclusão arterial usada como referência para a elaboração da equação preditiva dos membros inferiores foi obtida a partir da utilização de uma sonda doppler (CIRILO-SOUSA et al., 2019), enquanto que em nosso estudo foi utilizado um aparelho de Ecocolor Doppler vascular, considerado na literatura científica, como padrão ouro para a identificação da pressão total de oclusão por obter 3 dados que confirmam de fato a existência de total oclusão arterial, que são a imagem da artéria emitida pelo equipamento, a onda de fluxo sanguíneo e o som cessado no bloqueio sanguíneo no local da oclusão (KIZHAKKUTTU et al., 2010; STORCH et al., 2017).

O mesmo estudo utilizou um modelo hierárquico de regressão linear composto por blocos, que teve como entrada a circunferência da coxa, pressão arterial sistólica, idade e sexo, para a criação da equação preditiva para a aplicação do treinamento com oclusão vascular para membros inferiores.

Os autores concluíram que a pressão do manguito para o treinamento com oclusão vascular para membros inferiores pode ser selecionada com base nas medidas de circunferência da coxa, pressão arterial sistólica, idade e sexo, sendo que, a circunferência da coxa é considerada a principal preditora (CIRILO-SOUSA et al., 2019). Os nossos dados correspondentes a pressão total de oclusão para membros inferiores, corroboram com estes resultados, visto que, a única variável em comum com o referido estudo, é a circunferência da coxa, sendo portanto, base fundamental para a identificação da predição da pressão total de oclusão para membros inferiores, porém apresentamos valores de $R^2 = 0.71$, resultado altamente relevante e superior ao referido estudo.

Outro estudo que também buscou elaborar uma equação preditiva para a identificação da pressão total de oclusão foi o de Loenneke et al. (2014) que objetivou determinar quais fatores deveriam ser levados em consideração para definir a pressão do manguito de oclusão vascular para os membros superiores e inferiores. 171 sujeitos participaram do estudo e foram avaliados a circunferência do braço, espessura do músculo e a espessura da gordura por meio de aparelho de ultrassom, além da pressão arterial sistólica e diastólica tomadas na posição supina. Para a determinação da pressão total de oclusão utilizada como referência, os autores também utilizaram uma sonda Doppler. Tal estudo,

também utilizou um modelo hierárquico de regressão linear para determinar o maior preditor para membros superiores e inferiores, sendo empregado dois modelos para os braços e um modelo para as pernas.

Os autores concluem que a circunferência do braço e a pressão arterial sistólica, devem ser levadas em consideração ao determinar as pressões dos manguitos de oclusão vascular. Além disso, a circunferência da coxa também é apresentada como maior preditor da pressão total de oclusão para membros inferiores.

Outro estudo, conduzido por Jesse e colaboradores (2016), buscou examinar diferenças na pressão total de oclusão do braço a partir de três larguras diferentes (5, 10 e 12 cm) de manguito e utilizou ainda as variáveis de sexo e raça para criar equações a partir do modelo de regressão linear que estimam a pressão total de oclusão para cada largura do manguito. Para isso, 249 (homens n = 102; mulheres n = 147) foram ao laboratório e as variáveis coletadas foram do comprimento e circunferência do braço, pressão arterial sistólica e diastólica de repouso. Uma quantidade de sujeitos bem próxima ao número de participantes avaliados em nosso estudo que foi de 250 sujeitos.

Os autores utilizaram os três manguitos de larguras diferentes para identificar a pressão total de oclusão a partir de um doppler vascular e os resultados demonstram uma diferença significativa entre os manguitos ($p > 0.001$).

Os valores de R^2 do referido estudo é de 0.651, 0.570 e 0.557, para os manguitos de 5, 10 e 12 cm respectivamente, apresentando também um valor inferior ao nosso estudo.

Assim, os autores concluíram que a pressão total de oclusão é influenciada pela largura do manguito além das características dos participantes, especialmente a circunferência do braço (JESSEE et al., 2016).

As equações preditivas dos estudos acima citados estão dispostas na **tabela 04** a seguir:

Tabela 04 – Equações preditivas publicadas na literatura científica utilizando as características dos sujeitos a partir de um modelo matemático.

Cirilo-Sousa e colaboradores (2019)

$$\text{PTO (mmHg)} = 65.290 + 1.110 (\text{Circunferência da coxa em cm}) + 0.178 (\text{PAS em mmHg}) + 1.153 (\text{idade em anos}) - 7.984 (\text{sexo, 1 - masculino e 2 - feminino}), \text{ com valores de } R = 0.630, R^2 = 0.39$$

Loenneke et al. (2014)
Membros superiores

$$\text{PTO (mmHg)} = 0.514 (\text{PAS}) + 0.339 (\text{PAD}) + 1.461 (\text{Circunferência do braço}) + 17.236$$

$$\text{PTO (mmHg)} = 0.667 (\text{PAS}) + 0.210 (\text{PAD}) + 0.331 (\text{Espessura muscular}) + 0.446 (\text{Espessura de gordura}) + 26.275$$

Membros inferiores

$$\text{PTO (mmHg)} = 5.893 + (\text{Circunferência da coxa}) + 0.735 (\text{PAD}) + 0.912 (\text{PAS}) - 220.046$$

Jessee et al. (2016)

$$\mathbf{5\ cm} \rightarrow \text{PTO braço (mmHg)} = 2.926 (\text{circunferência do braço}) + 1.002 (\text{PAS}) - 0.428 (\text{comprimento do braço}) + 0.213 (\text{PAD}) + 12.668 (\text{sexo}) - 68.493$$

$$\mathbf{10\ cm} \rightarrow \text{PTO braço (mmHg)} = 1.545 (\text{circunferência do braço}) + 0.722 (\text{PAS}) - 0.235 (\text{comprimento do braço}) + 0.205 (\text{PAD}) + 6.378 (\text{sexo}) - 15.918$$

$$\mathbf{12\ cm} \rightarrow \text{PTO (mmHg)} = 1.393 (\text{circunferência do braço}) + 0.710 (\text{PAS}) - 0.294 (\text{comprimento do braço}) + 0.164 (\text{PAD}) + 6.419 (\text{sexo}) - 8.752$$

As circunferências dos membros superiores e inferiores é notadamente importante como ferramenta para a identificação da pressão total de oclusão, visto que a massa muscular de idosos é comprovadamente menor quando comparado a indivíduos mais jovens (GOTO et al., 2018), podendo interferir diretamente na aplicação da pressão a ser exercida durante o método de oclusão vascular e por isso requer um estudo mais aprofundado com as características específicas da população.

Com relação as variáveis escolhidas como atributos de entrada do modelo, foram utilizados o percentual de gordura, a dobra cutânea do bíceps, a circunferência do braço, pressão arterial diastólica para a identificação da pressão total de oclusão para os membros superiores, visto que há uma diferença já reportado na literatura sobre a pressão exercida nos braços comparado com as pernas, devido as massas corporais envolvidas, como músculo e gordura. Enquanto, que para a identificação da pressão total de oclusão para os membros

inferiores, as variáveis utilizadas foram o percentual de gordura, circunferência da coxa, tendo como base o estudo Cirilo-Sousa et al. (2019) e pressão arterial diastólica da forma que Loenneke et al. (2014) utilizaram em seu estudo.

Cabe ressaltar que todos os estudos citados foram desenvolvidos com características de indivíduos adultos, diferentemente do nosso estudo, que foi desenvolvido com as características referentes a pessoa idosa, pois os fatores a serem considerados, é o fato do idoso acumular mais gordura corporal do que indivíduos mais jovens, ou seja, mudanças clinicamente significativas que ocorrem durante o envelhecimento, destacam-se aquelas que alteram a composição corporal, levando à diminuição da massa muscular e densidade óssea e também ao aumento da massa gorda, com modificações no padrão de distribuição da gordura corporal (FALSARELLA et al., 2015; NASCIMENTO, 2019), por isso, justifica-se incluir os dados correspondentes ao percentual de gordura do idosos, além da medida de dobra cutânea do bíceps para a identificação da pressão total de oclusão.

Alterações decorrentes do processo de envelhecimento acontecem nas paredes dos vasos, mais precisamente no endotélio, onde os compostos que induzem a vasodilatação, como o óxido nítrico, são reduzidos e por sua vez, os compostos que induzem a vasoconstrição, aumentados, havendo um desequilíbrio desses componentes ocasionando uma disfunção endotelial nesses indivíduos (BATLOUNI, 2001; ALLEY et al., 2014; STORCH et al., 2017; DELOREY et al., 2021) aumentando a rigidez arterial, com consequente aumento da resistência do vaso.

Devido a estas modificações, estudos tem demonstrado que durante o envelhecimento, a pressão arterial sofre grandes alterações, onde a pressão sistólica aumenta continuamente ao longo do tempo, enquanto a pressão diastólica primeiro aumenta e depois diminui ligeiramente após a meia-idade (MAKSUTI et al., 2016), por isso faz-se necessário incluir esta variável para predizer a pressão total em idosos, visto que, principalmente a pressão arterial diastólica está relacionada diretamente com a resistência periférica do vaso.

11. CONCLUSÃO

Este estudo sugere que para a predição da pressão total de oclusão em indivíduos idosos, as variáveis que devem ser levadas em consideração para a identificação da PTO para os membros superiores são: o percentual de gordura corporal, dobra cutânea do bíceps braquial, a circunferência da coxa e a pressão arterial diastólica, enquanto que para a

identificação da PTO para os membros inferiores, as variáveis que dever ser levadas em consideração são: o percentual de gordura corporal, a circunferência da coxa e a pressão arterial diastólica, com boa reprodutibilidade, relevância e baixo custo. Vale ressaltar que estas variáveis só podem ser aplicadas na população em questão e que a utilização dessas variáveis não pode ser aplicada em outro público, que, para isto, novos estudos teriam que ser desenvolvidos para este fim.

Levando-se em considerações essas evidências e tendo em vista uma abordagem prática, pode-se inferir que os achados no presente estudo podem auxiliar profissionais da área da saúde na utilização segura do método de oclusão vascular em idosos, minimizando os risco ou efeitos adversos. No entanto, um número maior de estudos referentes ao assunto deve ser realizado, de modo que a aplicabilidade prática do método de oclusão vascular em idosos possa ser melhor elucidado.

REFERÊNCIAS

ABE, T.; KEARNS, C. F.; SATO, Y. Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. **Journal of Applied Physiology**, v. 100, n. 5, p. 1460–1466, 2006.

ABE, T. et al. Effects of low-intensity walk training with restricted leg blood flow on muscle strength and aerobic capacity in older adults. **Journal of geriatric physical therapy**, v. 33, n. 1, p. 34–40, 2010.

ABESO. **Diretrizes brasileiras de obesidade 2016**/ABESO. 4.ed. - São Paulo, SP, p. 1–188, 2016.

AL-MALLAH, Mouaz H.; SAKR, Sherif; AL-QUNAIBET, Ada. Cardiorespiratory Fitness and Cardiovascular Disease Prevention: an update. **Current Atherosclerosis Reports**, v. 20, n. 1, jan. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11883-018-0711-4>.

ALLEY, H. et al. Ultrasound Assessment of Endothelial-Dependent Flow-Mediated Vasodilation of the Brachial Artery in Clinical Research. **Journal of Visualized Experiments**, n. 92, p. 1–11, 2014.

ÁLVAREZ, Cristina Bobes et al. Comparison of Blood Flow Restriction Training versus Non-Occlusive Training in Patients with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction or Knee Osteoarthritis: a systematic review. **Journal Of Clinical Medicine**, v. 10, n. 1, p. 68, 27 dez. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/jcm10010068>.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014. 268 p.

ANCKER, Jessica et al. The Invisible Work of Personal Health Information Management Among People With Multiple Chronic Conditions: qualitative interview study among patients and providers. **Journal Of Medical Internet Research**, v. 17, n. 6, p. 137, 4 jun. 2015. JMIR Publications Inc.. <http://dx.doi.org/10.2196/jmir.4381>.

ANDERSEN, Karl; GUDNASON, Vilmundur. Langvinnir sjúkdómar: heimsfaraldur 21. aldar. **Læknablaðið**, v. 2012, n. 11, p. 591-595, 1 nov. 2012. Laeknabladid/The Icelandic Medical Journal. <http://dx.doi.org/10.17992/lbl.2012.11.462>.

ANDERSON, A.; LECLERE, L. Blood Flow Restriction Therapy: Theories, Science, and Current Clinical Results. **Spring**, v. 1, p. 2–6, 2017.

ANDERSON, Kevin D et al. Overall Safety and Risks Associated with Blood Flow Restriction Therapy: a literature review. **Military Medicine**, v. 187, n. 9-10, p. 1059-1064, 12 mar. 2022. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/milmed/usac055>.

ARAÚJO, J. P. et al. The acute effect of resistance exercise with blood flow restriction with hemodynamic variables on hypertensive subjects. **Journal of Human Kinetics**, v. 43, n. 1,

p. 79–85, 2014.

BAKER, Breanne S. et al. Does Blood Flow Restriction Therapy in Patients Older Than Age 50 Result in Muscle Hypertrophy, Increased Strength, or Greater Physical Function? A Systematic Review. **Clinical Orthopaedics & Related Research**, v. 478, n. 3, p. 593-606, 18 dez. 2019. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/corr.0000000000001090>.

BARBIERI, Elena et al. The Pleiotropic Effect of Physical Exercise on Mitochondrial Dynamics in Aging Skeletal Muscle. **Oxidative Medicine And Cellular Longevity**, v. 2015, p. 1-15, 2015. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/917085>.

BATAINEH, Ali Al; MANACEK, Sarah. MLP-PSO Hybrid Algorithm for Heart Disease Prediction. **Journal Of Personalized Medicine**, v. 12, n. 8, p. 1208, 25 jul. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/jpm12081208>.

BATLOUNI, M. Endotélio e hipertensão arterial. **Revista Brasileira de Hipertensão**. v. 8, p. 328-338, 2001.

BERGMANN, Arnfin et al. Development of Registry Data to Create Interactive Doctor-Patient Platforms for Personalized Patient Care, Taking the Example of the DESTINY System. **Frontiers In Digital Health**, v. 3, p. 1-14, 22 mar. 2021. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fdgth.2021.633427>.

BIAZUS-SEHN, Luiz Fernando et al. Effects of physical exercise on cognitive function of older adults with mild cognitive impairment: a systematic review and meta-analysis. **Archives Of Gerontology And Geriatrics**, v. 89, p. 104048, jul. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.archger.2020.104048>.

BOSSI, I.; STOEBERL, R.; LIBERALI, R. Motivos de aderência e permanência em programas de musculação. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**. v. 2. n. 12. p. 629-638, Nov/Dez, 2008.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Envelhecimento e Saúde da Pessoa Idosa**. Brasília, 2007. 192 p.

BRICEÑO, Javier. Artificial intelligence and organ transplantation: challenges and expectations. **Current Opinion In Organ Transplantation**, v. 25, n. 4, p. 393-398, 1 jun. 2020. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/mot.0000000000000775>.

BRITO, L. C.; QUEIROZ, A. C. C.; FORJAZ, C. L. M. Influence of population and exercise protocol characteristics on hemodynamic determinants of post-aerobic exercise hypotension. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, Ribeirão Preto, v. 47, n. 8, p. 626-636, Aug. 2014.

BRUM, P.C. et al. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. **Revista Paulista de Educação Física**. v. 18, n. esp., p. 21-31, 2004.

BUCKNER, Samuel L. et al. Influence of cuff material on blood flow restriction stimulus in the upper body. **The Journal Of Physiological Sciences**, v. 67, n. 1, p. 207-215, 19 maio 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s12576-016-0457-0>.

BUFORD, T. W. et al. Kaatsu training to enhance physical function of older adults with knee osteoarthritis: Design of a randomized controlled trial. **Contemporary Clinical Trials**, v. 43, p. 217–222, 2015.

BUFORD, Thomas W. et al. Kaatsu training to enhance physical function of older adults with knee osteoarthritis: design of a randomized controlled trial. **Contemporary Clinical Trials**, v. 43, p. 217-222, jul. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cct.2015.06.016>.

BUNEVICIUS, Kestutis et al. Cardiovascular response to bouts of exercise with blood flow restriction. **Journal Of Physical Therapy Science**, v. 28, n. 12, p. 3288-3292, 2016. Society of Physical Therapy Science. <http://dx.doi.org/10.1589/jpts.28.3288>.

CARDOSO, Rodrigo Kohn et al. Efeito do treinamento com restrição parcial do fluxo sanguíneo em adultos mais velhos e idosos: uma revisão sistemática. **Brazilian Journal Of Kinanthropometry And Human Performance**, v. 20, n. 2, p. 219-228, 15 maio 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.5007/1980-0037.2018v20n2p219>.

CARVALHO, J. Pode o exercício físico ser um bom medicamento para o envelhecimento saudável? **Acta Farmacêutica Portuguesa**, v. 3, n. 2, p. 125–133, 2014.

CASEY, Caroline; SEIDMAN, Michael. Healthy Aging. **Otolaryngologic Clinics Of North America**, v. 55, n. 5, p. 899-907, out. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.otc.2022.06.016>.

CAVALCANTE, Paula Andréa et al. Effects of exercise intensity on postexercise hypotension after resistance training session in overweight hypertensive patients. **Clinical Interventions In Aging**, p. 1487, set. 2015. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.2147/cia.s79625>.

CENTNER, Christoph et al. Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscular Strength and Hypertrophy in Older Individuals: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 49, n. 1, p. 95-108, 10 out. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-018-0994-1>.

CEZAR, M. A. et al. Effects of exercise training with blood flow restriction on blood pressure in medicated hypertensive patients. **Motriz**, v. 22, n. 2, p. 9–17, 2016.

CHUI, Helena et al. Social partners and momentary affect in the oldest-old: the presence of others benefits affect depending on who we are and who we are with.. **Developmental Psychology**, v. 50, n. 3, p. 728-740, mar. 2014. American Psychological Association (APA). <http://dx.doi.org/10.1037/a0033896>.

CIRILO-SOUSA, Maria do Socorro et al. PREDICTIVE EQUATION FOR BLOOD FLOW RESTRICTION TRAINING. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 25, n. 6, p.

494-497, dez. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1517-869220192506186803>.

COOPER, C. et al. Frailty and sarcopenia: Definitions and outcome parameters. **Osteoporosis International**, v. 23, n. 7, p. 1839–1848, 2012.

CUFFE, Molly et al. Current Trends in Blood Flow Restriction. **Frontiers In Physiology**, v. 13, p. 1-11, 6 jul. 2022. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2022.882472>.

DANKEL, S. J. et al. The Effects of Blood Flow Restriction on Upper-Body Musculature Located Distal and Proximal to Applied Pressure. **Sports Medicine**, v. 46, n. 1, p.23-33, 7 out. 2015. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-015-0407-7>.

DASKALOPOULOU, S. S. et al. The 2015 Canadian Hypertension Education Program recommendations for blood pressure measurement, diagnosis, assessment of risk, prevention, and treatment of hypertension. **Canadian Journal of Cardiology**, v. 31, n. 5, p. 549-568, 2015.

DELOREY, Darren S. et al. Sympathetic vasoconstriction in skeletal muscle: modulatory effects of aging, exercise training, and sex. **Applied Physiology, Nutrition, And Metabolism**, v. 46, n. 12, p. 1437-1447, dez. 2021. Canadian Science Publishing. <http://dx.doi.org/10.1139/apnm-2021-0399>.

DIAMANTI-KANDARAKIS, Evanthia et al. MECHANISMS IN ENDOCRINOLOGY: aging and anti-aging. **European Journal Of Endocrinology**, v. 176, n. 6, p. 283-308, jun. 2017. Bioscientifica. <http://dx.doi.org/10.1530/eje-16-1061>.

DUTRA, M. T. et al. Hipotensão pós-exercício resistido: Uma revisão da literatura. **Revista da Educação Física**, v. 24, n. 1, p. 145–157, 2013.

DYACHENKO, V.; RUECKSCHLOSS, U.; ISENBERG, G.. Modulation of cardiac mechanosensitive ion channels involves superoxide, nitric oxide and peroxynitrite. **Cell Calcium**, v. 45, n. 1, p.55-64, jan. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ceca.2008.06.002>.

DZIECHCIAŚ, Małgorzata; FILIP, Rafał. Biological psychological and social determinants of old age: bio-psycho-social aspects of human aging. **Annals Of Agricultural And Environmental Medicine**, v. 21, n. 4, p. 835-838, 26 nov. 2014. Institute of Rural Health. <http://dx.doi.org/10.5604/12321966.1129943>.

ECKSTROM, Elizabeth; NEUKAM, Suvi; KALIN, Leah; WRIGHT, Jessica. Physical Activity and Healthy Aging. **Clinics In Geriatric Medicine**, v. 36, n. 4, p. 671-683, nov. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cger.2020.06.009>.

FALSARELLA, Gláucia et al. Body composition as a frailty marker for the elderly community. **Clinical Interventions In Aging**, p. 1661, out. 2015. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.2147/cia.s84632>.

FECHINE, B. R. A.; TROMPIERE, N. O Processo De Envelhecimento: As Principais

Alterações Que Acontecem Com O Idoso Com O Passar Dos Anos. **Inter Science Place**, v. 1, n. 20, p. 106–132, 2012.

FERNANDES, B. L. V. Atividade Física no processo de envelhecimento. **Revista portal de divulgação**, n. 40, p. 43–48, 2014.

FERRAZ, R. B. A. S. **Efeitos do treinamento de força associado à oclusão vascular na dor, força, hipertrofia, funcionalidade e qualidade de vida em pacientes com osteoartrose de joelho**. 2014. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciências, Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

FLETCHER, G. F. et al. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. **Circulation**, v. 128, n. 8, p. 873-934, 2013.

FRANZ, Alexander et al. Impact of a Six-Week Prehabilitation With Blood-Flow Restriction Training on Pre- and Postoperative Skeletal Muscle Mass and Strength in Patients Receiving Primary Total Knee Arthroplasty. **Frontiers In Physiology**, v. 13, n. 1, p. 1-15, 14 jun. 2022. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2022.881484>.

FREITAS, Elizabete Viana de; KOPILER, Daniel Arkader; CAMPOS, Augusta Leite. Atividade Física. In: FREITAS, Elizabete Viana de. **Tratado de Geriatria e Gerontologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. Cap. 49. p. 874-887.

FRY, C. S. et al. Blood flow restriction exercise stimulates mTORC1 signaling and muscle protein synthesis in older men. **Journal Of Applied Physiology**, v. 108, n. 5, p.1199-1209, maio 2010. American Physiological Society. <http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.01266.2009>.

GARATACHEA, N. et al. Exercise Attenuates the Major Hallmarks of Aging. **Rejuvenation Research**, v. 18, n. 1, p. 57–89, 2015.

GIL, A. L. S. et al. Effect of strength training with blood flow restriction on muscle power and submaximal strength in eumenorrheic women. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 37, n. 2, p. 221–228, 2015.

GIOTTA, Massimo et al. Application of a Decision Tree Model to Predict the Outcome of Non-Intensive Inpatients Hospitalized for COVID-19. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, v. 19, n. 20, p. 13016, 11 out. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph192013016>.

GOTO, Kazuya et al. Longitudinal changes and body composition assessment using bioelectrical impedance in elderly patients with mild disequilibrium and different care needs. **Journal Of Physical Therapy Science**, v. 30, n. 12, p. 1473-1476, 2018. Society of Physical Therapy Science. <http://dx.doi.org/10.1589/jpts.30.1473>.

GOZZI, S. D.; BERTOLINI, S. M. M. G.; LUCENA, T. F. R. Impacto das academias da terceira idade: comparação da capacidade motora e cognitiva entre praticantes e não praticantes. **ConScientiae Saúde**, v. 15, n. 1, p. 15–23, 2016.

HAHN, Waldemar et al. Contribution of Synthetic Data Generation towards an Improved Patient Stratification in Palliative Care. **Journal Of Personalized Medicine**, v. 12, n. 8, p. 1278, 4 ago. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/jpm12081278>.

HEARING, C. M. *et al.* Physical Exercise for Treatment of Mood Disorders: a critical review. **Current Behavioral Neuroscience Reports**, v. 3, n. 4, p. 350-359, 14 out. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s40473-016-0089-y>.

HINDRAYANI, Kartika Maulida *et al.* Indonesian Stock Price Prediction including Covid19 Era Using Decision Tree Regression. **2020 3Rd International Seminar On Research Of Information Technology And Intelligent Systems (Isriti)**, p. 344-347, 10 dez. 2020. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/isriti51436.2020.9315484>.

HUGHES, Luke et al. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, v. 51, n. 13, p. 1003-1011, 2017.

HUNT, Julie E. A.; STODART, Clare; FERGUSON, Richard A.. The influence of participant characteristics on the relationship between cuff pressure and level of blood flow restriction. **European Journal Of Applied Physiology**, v. 116, n. 7, p. 1421-1432, 27 maio 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-016-3399-6>.

HUTTON, B., J. et al. Comparative effectiveness of monotherapies and combination therapies for patients with hypertension: protocol for a systematic review with network meta-analyses. **Systematic Reviews**, v. 2, n. 44, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeções Populacionais para o Brasil e Unidades da Federação por sexo e idade: 2010-2060**. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/en/statistics/social/population/18176-population-projection.html>. Acesso em: 14 mar. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira**. 32. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 266 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira**. 36. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. 146 p.

IPAVEC, Matej et al. Efficiency of Pneumatic Tourniquet Cuff With Asymmetric Pressure Distribution at Rest and During Isometric Muscle Action. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 33, n. 9, p. 2570-2578, set. 2019. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0000000000002678>.

JAFARINASABIAN, Pegah et al. Aging human body: changes in bone, muscle and body fat with consequent changes in nutrient intake. **Journal Of Endocrinology**, v. 234, n. 1, p. 37-51, jul. 2017. Bioscientifica. <http://dx.doi.org/10.1530/joe-16-0603>.

JESSEE, Matthew B. et al. The Influence of Cuff Width, Sex, and Race on Arterial Occlusion: implications for blood flow restriction research. **Sports Medicine**, v. 46, n. 6, p. 913-921, 28 jan. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-016-0473-5>.

JILL, N. et al. Aging enhances autonomic support of blood pressure in women. **Hypertension**. v. 63, p. 303-308, 2014.

JOYNER, M. J. Why Physiology Matters in Medicine. **Physiology**, v. 26, n. 2, p. 72–75, 2011.

KANDOLA, Aaron; STUBBS, Brendon. Exercise and Anxiety. **Physical Exercise For Human Health**, p. 345-352, 2020. Springer Singapore. http://dx.doi.org/10.1007/978-981-15-1792-1_23.

KAPPELHOF, N. et al. Evolutionary algorithms and decision trees for predicting poor outcome after endovascular treatment for acute ischemic stroke. **Computers In Biology And Medicine**, v. 133, p. 104414, jun. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.combiomed.2021.104414>.

KARABULUT, M. et al. The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction on leg muscle strength in older men. **European Journal of Applied Physiology**, v. 108, n. 1, p. 147–155, 2010.

KIM, Daeyeol et al. Comparative Effects of Vigorous-Intensity and Low-Intensity Blood Flow Restricted Cycle Training and Detraining on Muscle Mass, Strength, and Aerobic Capacity. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 30, n. 5, p. 1453-1461, maio 2016. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0000000000001218>.

KIRK-SANCHEZ, Neva; MCGOUGH, Ellen. Physical exercise and cognitive performance in the elderly: current perspectives. **Clinical Interventions In Aging**, p. 51, dez. 2013. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.2147/cia.s39506>.

KIZHAKEKUTTU, T. J. et al. Measuring FMD in the brachial artery: how important is QRS gating? **Journal of Applied Physiology**, v. 109, n. 4, p. 959–965, 2010.

KRAEMER, W. J.; FLECK, S. J.; DESCHENES, M. R. **Exercise Physiology: Integrating Theory and Application**. Lippincott Williams & Wilkins, 2012.

KRZYSZTOFIK, Michał et al. Resistance Training with Blood Flow Restriction and Ocular Health: a brief review. **Journal Of Clinical Medicine**, v. 11, n. 16, p. 4881, 19 ago. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/jcm11164881>.

LAURENTINO, G. C. **Treinamento de Força com Oclusão Vascular: Adaptações Neuromusculares e Moleculares**. 2010. 65 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Educação Física, Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

LAURENTINO, Gilberto Candido et al. Strength Training with Blood Flow Restriction Diminishes Myostatin Gene Expression. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, v. 44, n. 3, p. 406-412, mar. 2012. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1249/mss.0b013e318233b4bc>.

LAURETTA, Giovanni et al. The Impact of Physical Exercise on the Hippocampus in Physiological Condition and Ageing-Related Decline: current evidence from animal and human studies. **Current Pharmaceutical Biotechnology**, v. 23, n. 2, p. 180-189, fev. 2022. Bentham Science Publishers Ltd.. <http://dx.doi.org/10.2174/1389201022666210405142611>.

LAVIE, C. J. et al. Exercise and the cardiovascular system: clinical science and cardiovascular outcomes. **Circulation Research**, v. 117, n. 2, p. 207-219, 2015.

LEE, Pearl Guozhu; JACKSON, Elizabeth A.; RICHARDSON, Caroline R. Exercise prescriptions in older adults. **American family physician**, v. 95, n. 7, p. 425-432, 2017.

LEE, Sangil et al. Machine Learning in Relation to Emergency Medicine Clinical and Operational Scenarios: an overview. **Western Journal Of Emergency Medicine**, v. 20, n. 2, p. 219-227, 28 fev. 2019. Western Journal of Emergency Medicine. <http://dx.doi.org/10.5811/westjem.2019.1.41244>.

LEE, Scott H.. Natural language generation for electronic health records. **Npj Digital Medicine**, v. 1, n. 1, p. 1-7, 19 nov. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41746-018-0070-0>.

LIANG, Juan et al. Physical exercise promotes brain remodeling by regulating epigenetics, neuroplasticity and neurotrophins. **Reviews In The Neurosciences**, v. 32, n. 6, p. 615-629, 15 fev. 2021. Walter de Gruyter GmbH. <http://dx.doi.org/10.1515/revneuro-2020-0099>.

LIN, Andrew et al. Artificial intelligence: improving the efficiency of cardiovascular imaging. **Expert Review Of Medical Devices**, v. 17, n. 6, p. 565-577, 2 jun. 2020. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/17434440.2020.1777855>.

LOCKS, Rafaella Ribas et al. Effects of aerobic and resistance training on cardiovascular responses of active elderly. **Fisioterapia em Movimento**, v. 25, p. 541-550, 2012.

LOENNEKE, Jeremy P. et al. Blood flow restriction in the upper and lower limbs is predicted by limb circumference and systolic blood pressure. **European Journal Of Applied Physiology**, v. 115, n. 2, p. 397-405, 22 out. 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-014-3030-7>.

LOENNEKE, J. P. et al. Effects of cuff width on arterial occlusion: Implications for blood flow restricted exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 8, p. 2903–2912, 2012.

LOENNEKE, J. P. et al. Time under tension decreased with blood flow-restricted exercise. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 32, n. 4, p. 268–273, 2015.

LOENNEKE, J. P.; WILSON, G. J.; WILSON, J. M. 10 - A mechanistic approach to blood flow occlusion. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, p. 1–4, 2010.

LOO, Wei Kit et al. Systematic Review on COVID-19 Readmission and Risk Factors: future of machine learning in covid-19 readmission studies. **Frontiers In Public Health**, v. 10, p. 1-11, 23 maio 2022. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fpubh.2022.898254>.

LOWERY, Ryan P. et al. Practical blood flow restriction training increases muscle hypertrophy during a periodized resistance training programme. **Clinical Physiology And Functional Imaging**, v. 34, n. 4, p. 317-321, 4 nov. 2013. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/cpf.12099>.

MAKSUTI, Elira et al. Contribution of the Arterial System and the Heart to Blood Pressure during Normal Aging – A Simulation Study. **Plos One**, v. 11, n. 6, p. 1-12, 24 jun. 2016. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0157493>.

MALACHIAS, Marcos Vinícius B. et al. **7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial**. Arq Bras Cardiol 2016; 107(3Supl.3):1-83

MANIMMANAKORN, A. et al. Effects of resistance training combined with vascular occlusion or hypoxia on neuromuscular function in athletes. **European Journal Of Applied Physiology**, v. 113, n. 7, p.1767-1774, 15 fev. 2013. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-013-2605-z>.

MANINI, T. M.; CLARK, B. C. Blood Flow Restricted Exercise and Skeletal **Muscle Health**. v. 45701, p. 1–8, 2009.

MARTÍNEZ-MALDONADO, María de La Luz; VIVALDO-MARTÍNEZ, Marissa; MENDOZA-NÚÑEZ, Víctor Manuel. Comprehensive Gerontological Development. **Gerontology And Geriatric Medicine**, v. 2, p. 233372141666784, 1 jan. 2016. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/2333721416667842>.

MATSUDO, S. M.; MATSUDO, V. K. R.; BARROS NETO, T. L. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. **Revista Brasileira de Ciências e Movimento**, Brasília, v. 8, n. 4, p.21-32, set. 2000.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício: Nutrição, Energia e Desempenho Humano**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. 1482 p.

MOHSEN, Farida; ALI, Hazrat; HAJJ, Nady El; SHAH, Zubair. Artificial intelligence-based methods for fusion of electronic health records and imaging data. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 1-16, 26 out. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-022-22514-4>.

MONARD, Maria Carolina; BARANAUSKAS, José Augusto. Indução de regras e árvores de decisão. **Sistemas Inteligentes-fundamentos e aplicações**, v. 1, p. 115-139, 2003.

MOORE, Danielr. et al. Neuromuscular adaptations in human muscle following low intensity resistance training with vascular occlusion. **European Journal Of Applied Physiology**, v. 92, n. 4-5, p. 399-406, 17 jun. 2004. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-004-1072-y>.

MOORE, S. C. et al. Leisure Time Physical Activity of Moderate to Vigorous Intensity and

- Mortality: A Large Pooled Cohort Analysis. **PLoS Medicine**, v. 9, n. 11, p. 1–14, 2012.
- MOSTARDA, C. et al. Hipertensão e modulação autonômica no idoso: papel do exercício físico Hypertension and autonomic modulation in elders: role of exercise training. **Revista Brasileira de Hipertensão**, v. 16, n. 1, p. 55–60, 2009.
- NAKAJIMA, T. et al. Effects of low-intensity KAATSU resistance training on skeletal muscle size/strength and endurance capacity in patients with ischemic heart disease. **International Journal of KAATSU Training Research**, v. 6, n. 1, p. 1-7, 2010.
- NAKAJIMA, T.; MORITA, T.; SATO, Y.. Key considerations when conducting KAATSU training. **International Journal Of Kaatsu Training Research**, v. 7, n. 1, p. 1-6, 2011. Japan Kaatsu Training Society. <http://dx.doi.org/10.3806/ijktr.7.1>.
- NAKAJIMA, T. et al. Use and safety of KAATSU training: results of a national survey. **International Journal Of Kaatsu Training Research**, v. 2, n. 1, p. 5-13, 2006. Japan Kaatsu Training Society. <http://dx.doi.org/10.3806/ijktr.2.5>.
- NASCIMENTO, Dahan da Cunha. **Exercício Físico com Oclusão Vascular: métodos para a prescrição segura na prática clínica**. São Paulo: Blucher, 2018. 76 p.
- NASCIMENTO, Rafaela Andrade do. **Relação entre composição corporal, baixa massa muscular e desempenho físico em mulheres de meia-idade e idosos: um estudo transversal**. 2019. 147 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Fisioterapia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.
- NATHAN, Marco J.. Does anybody really know what time it is? **History And Philosophy Of The Life Sciences**, v. 43, n. 1, p. 1-16, 22 fev. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s40656-021-00381-y>.
- NEGRÃO, C. E.; BARRETTO, A. C. P. **Cardiologia do Exercício: Do atleta ao cardiopata**. 3. ed. Barueri: SP, Manole, 2010. 725 p.
- NETO, G. R. et al. Hypotensive effects of resistance exercises with blood flow restriction. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 4, p. 1064–70, 2015.
- NETTO, Matheus Papaléo. O Estudo da Velhice: histórico, definição do campo e termos básicos. In: FREITAS, Elizabete Viana de; PY, Ligia. **Tratado de Geriatria e Gerontologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. Cap. 1, p. 62-75.
- NOGUEIRA, I. C. et al. Effects of exercise on hypertension control in older adults : systematic review Efeitos do exercício físico no controle da hipertensão arterial em idosos : uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 15(3), p. 587–601, 2010.
- OLIVEIRA, D.; BERTOLINI, S.; JOAQUIM., J. Qualidade de vida de idosas praticantes de diferentes modalidades de exercício físico. **ConScientiae Saude**, v. 13, n. Qualidade de vida de idosas praticantes de diderentes modalidades de exercicio fisico, p. 187–195, 2014.
- OZAKI, H.; LOENNEKE, J. P.; ABE, T. Blood flow-restricted walking in older women:

does the acute hormonal response associate with muscle hypertrophy? **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 37, n. 4, p. 379–383, 2015.

PASSOS, V. M. A. et al. Hipertensão arterial no Brasil: estimativa de prevalência a partir de estudos de base populacional. **Epidemiologia e serviços da saúde**, v. 15, n. 1, p. 35-45, 2006.

PATIÑO-VILLADA, Fredy Alonso *et al.* Relationship of Body Composition with the Strength and Functional Capacity of People over 70 Years. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, v. 17, n. 21, p. 7767, 23 out. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17217767>.

PATTERSON, Stephen D. *et al.* Blood Flow Restriction Exercise: considerations of methodology, application, and safety. **Frontiers In Physiology**, v. 10, n. 533, p. 1-15, 15 maio 2019. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2019.00533>.

PEDROSA, D. F. et al. Efeitos benéficos do estrogênio no sistema cardiovascular. **Perspectivas Online**, v. 3, n. 12, p.190-196, 2009.

PESCATELLO, L. S. et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 3, p. 533-553, 2004.

PETERSON, C. M.; JOHANNSEN, D. L.; RAVUSSIN, E. Skeletal muscle mitochondria and aging: A review. **Journal of Aging Research**, v. 2012, p. 1-20, 2012.

PETROSKI, E. E. L.; PIRES-NETO, C. S.; NETO, C. P. Validação de Equações Antropométricas para estimativa da densidade Corporal em Mulheres. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, 1995.

PIMENTA, Flávia C. et al. High-intensity interval exercise promotes post-exercise hypotension of greater magnitude compared to moderate-intensity continuous exercise. **European Journal Of Applied Physiology**, v. 119, n. 5, p. 1235-1243, 8 mar. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-019-04114-9>.

PINTO, R. R. et al. Acute resistance exercise with blood flow restriction in elderly hypertensive women: Haemodynamic, rating of perceived exertion and blood lactate. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, p. 1–8, 2016.

POPE, Z. K.; WILLARDSON, J. M.; SCHOENFELD, B. J. A brief review: Exercise and blood flow restriction. **Journal of Strength and Conditioning Research**, s.n., v. 27, 2013.

POTON, Roberto; POLITO, Marcos Doederlein. Hemodynamic response to resistance exercise with and without blood flow restriction in healthy subjects. **Clinical Physiology And Functional Imaging**, v. 36, n. 3, p. 231-236, 27 nov. 2014. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/cpf.12218>.

POTON, R.; POLITO, M. D. Respostas Cardiovasculares durante Exercício Resistido com Restrição de Fluxo Sanguíneo. **Revista Brasileira de Cardiologia**, v. 27, n. 2, p. 600–606, 2014a.

R. NETO, Gabriel et al. Hypotensive Effects of Resistance Exercises With Blood Flow Restriction. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 29, n. 4, p. 1064-1070, abr. 2015. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0000000000000734>.

REBELO-MARQUES, A. et al. Aging Hallmarks: the benefits of physical exercise. **Frontiers In Endocrinology**, v. 9, n. 258, p. 1-15, 25 maio 2018. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fendo.2018.00258>.

RIBEIRO, Diego Rislei et al. Prevalência de diabetes mellitus e hipertensão em idosos. **Revista Artigos. Com**, v. 14, p. e2132-e2132, 2020.

RUWER, S.L.; ROSSI, A. G.; SIMON, L. F. Equilíbrio no idoso. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 71, n. 3, p. 298-303, 2005.

SATO, Y. The history and future of KAATSU Training. **International Journal of KAATSU Training Research**, n. 26, p. 1–5, 2005.

SBD (org.). **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020**; Clannad Editora Científica, 2019. 491 p.

SBH. 7ª Diretriz Brasileira De Hipertensão Arterial. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 107, n. 3, Supl. 3, setembro 2016.

SCHNEIDER, R. H.; IRIGARAY, T. Q. O envelhecimento na atualidade: aspectos cronológicos, biológicos, psicológicos e sociais. **Estudos de Psicologia (Campinas)**, v. 25, n. 4, p. 585–593, 2008.

SHAW, JAMES A.; MURRAY, DAVID G. The relationship between tourniquet pressure and underlying soft-tissue pressure in the thigh. **J Bone Joint Surg Am**, v. 64, n. 8, p. 1148-1152, 1982.

SHENG, Yulan; ZHU, Li. The crosstalk between autonomic nervous system and blood vessels: review article. **International Journal Of Physiology, Pathophysiology And Pharmacology**, v. 10, n. 1, p. 17-28, mar. 2018.

SIENGSUKON, Catherine F. et al. Application accuracy of the sleep decision tree to standardized patient cases by physiotherapists: an observational study. **Physiotherapy Theory And Practice**, v. 38, n. 13, p. 2874-2883, 8 jun. 2021. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09593985.2021.1926024>.

SILVA, J. V. F. et al. A relação entre o envelhecimento populacional e as doenças crônicas não transmissíveis: Sério desafio de saúde pública. **Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 2, n. 3, p. 91–100, 2015.

SLYSZ, J.; STULTZ, J.; BURR, J. F. The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 19, n. 8, p. 669–675, 2016.

SOUSA, Carlos Magno et al. Development of a Computational Model to Predict Excess Body Fat in Adolescents through Low Cost Variables. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, v. 16, n. 16, p. 2962, 17 ago. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph16162962>.

SPERETTA, G. F. F. et al. Efeito do Intervalo Entre as Séries Sobre o Volume de Repetições no Método Piramidal Crescente. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**. v. 3. n. 14. p. 118-123, Mar/Abr. 2009.

SPRANGER, M. D. et al. Blood flow restriction training and the exercise pressor reflex: a call for concern. **American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology**, v. 309, n. 9, p. H1440–H1452, 2015.

STEFANI, Laura; GALANTI, Giorgio. Physical Exercise Prescription in Metabolic Chronic Disease. **Advances In Experimental Medicine And Biology**, p. 123-141, 2017. Springer Singapore. http://dx.doi.org/10.1007/978-981-10-5717-5_6.

STEWART, A. A. et al. International standards for anthropometric assessment. **Lower Hutt, New Zealand: International Society for the Advancement of Kinanthropometry**, p. 125f, 2011.

STORCH, A. S. et al. Methods of Endothelial Function Assessment: Description and Applications. **International Journal Of Cardiovascular Sciences**, v. 30, n. 3, p.262-273, mar. 2017. GN1 Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/2359-4802.20170034>.

TAKANO, H. et al. Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. **European Journal Of Applied Physiology**, v. 95, n. 1, p.65-73, 15 jun. 2005. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-005-1389-1>.

TAKARADA, Yudai et al. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. **Journal Of Applied Physiology**, v. 88, n. 1, p. 61-65, 1 jan. 2000. American Physiological Society. <http://dx.doi.org/10.1152/jappl.2000.88.1.61>. (c)

TAKARADA, Yudai et al. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. **Journal Of Applied Physiology**, v. 88, n. 6, p. 2097-2106, 1 jun. 2000. American Physiological Society. <http://dx.doi.org/10.1152/jappl.2000.88.6.2097>. (b)

TAKARADA, Yudai; SATO, Yoshiaki; ISHII, Naokata. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. **European Journal Of Applied Physiology**, v. 86, n. 4, p. 308-314, fev. 2002. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-001-0561-5>. (d)

TAKARADA, Yudai; TAKAZAWA, Haruo; ISHII, Naokata. Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. **Medicine And Science In Sports And Exercise**, v. 32, n. 12, p. 2035-2039, dez. 2000. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-200012000-00011>. (a)

TAREKEGN, Adane et al. Predictive Modeling for Frailty Conditions in Elderly People: machine learning approaches. **Jmir Medical Informatics**, v. 8, n. 6, p. 16678, 4 jun. 2020. JMIR Publications Inc.. <http://dx.doi.org/10.2196/16678>.

TEIXEIRA, E. L.; HESPANHOL, K. C.; MARQUEZ, T. B.; FILHO, E. M. et al. Efeito do treinamento de força com oclusão vascular na capacidade funcional de idosas. **Ensaio e Ciência**, v. 16, n. 4, p. 77–86, 2012a.

TEIXEIRA, E. L.; HESPANHOL, K. C.; MARQUEZ, T. B. Efeito do treinamento resistido com oclusão vascular em idosas. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v. 6, n. 36, p.560-568, nov. 2012b.

TEJWANI, Nirmal C. et al. Tourniquet cuff pressure: the gulf between science and practice. **Journal of Trauma and Acute Care Surgery**, v. 61, n. 6, p. 1415-1418, 2006.

TERRA, D. F. et al. Redução da Pressão Arterial e do Duplo Produto de Repouso após Treinamento Resistido em Idosas Hipertensas. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 91, n. 5, p.299-305, 2008.

THIEBAUD, Robert S. et al. The effects of elastic band resistance training combined with blood flow restriction on strength, total bone-free lean body mass and muscle thickness in postmenopausal women. **Clinical Physiology And Functional Imaging**, v. 33, n. 5, p. 344-352, 3 abr. 2013. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/cpf.12033>.

THIJSEN, D. H. J. et al. Retrograde Flow and Shear Rate Acutely Impair Endothelial Function in Humans. **Hypertension**, v. 53, n. 6, p. 986–992, 2009.

TUTTLE, Camilla S. L. et al. Cellular senescence and chronological age in various human tissues: a systematic review and meta :analysis. **Aging Cell**, v. 19, n. 2, p. 1-11, 5 dez. 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/accel.13083>.

UMPIERRE, D.; STEIN, R. Efeitos Hemodinâmicos e Vasculares do Treinamento Resistido : Implicações na Doença Cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 89, n. 4, p. 256–262, 2007.

VAN ROEKEL, H. E.; THURSTON, A. J. Tourniquet pressure: the effect of limb circumference and systolic blood pressure. **Journal of Hand Surgery**, v. 10, n. 2, p. 142-144, 1985.

VICTOR, R.G.; MARK, A. L. The sympathetic nervous system in human hypertension. In: Laragh JH, Brenner BM, eds. **Hypertension: Pathophysiology, Diagnosis and Management**, 2 ed. New York: Raven Press Ltd., 1995; pp.755-73.

VIEIRA, A. A. U.; APRILE, M. R.; PAULINO, C. A. Exercício Físico , Envelhecimento e Quedas em Idosos : Revisão Narrativa. **Revista Equilíbrio Corporal Saúde**, v. 6, n. 1, p. 23–31, 2014.

VILAÇA-ALVES, J. et al. Acute effect of resistance exercises performed by the upper and lower limbs with blood flow restriction on hemodynamic responses. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 19, n. 3, p. 100–109, 2016.

WANG, Jiaoqin et al. Effect of Leg Half-Squat Training With Blood Flow Restriction Under Different External Loads on Strength and Vertical Jumping Performance in Well-Trained Volleyball Players. **Dose-Response**, v. 20, n. 3, p. 155932582211236, jul. 2022. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/15593258221123673>.

WEINECK, J. **Biologia do esporte**. 7 ed. São Paulo: Manole, 2005.

WILSON, Jacob M. et al. Practical Blood Flow Restriction Training Increases Acute Determinants of Hypertrophy Without Increasing Indices of Muscle Damage. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 27, n. 11, p. 3068-3075, nov. 2013. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0b013e31828a1ffa>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a World Health Organization Consultation. Geneva: World Health Organization, 2004. p. 256. **WHO Obesity Technical Report Series**, n. 284.

XU, Liya et al. The Effects of Exercise for Cognitive Function in Older Adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, v. 20, n. 2, p. 1088, 7 jan. 2023. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph20021088>.

YASUDA, T. et al. Effects of low-load, elastic band resistance training combined with blood flow restriction on muscle size and arterial stiffness in older adults. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 70, n. 8, p. 950–958, 2015.

YASUDA, T. et al. Muscle size and arterial stiffness after blood flow-restricted low-intensity resistance training in older adults. **Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports**, v. 24, n. 5, p. 799-806, 3 jun. 2013. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/sms.12087>.

YASUDA, Tomohiro et al. Use and safety of KAATSU training: results of a national survey in 2016. **International Journal Of Kaatsu Training Research**, v. 13, n. 1, p. 1-9, 2017. Japan Kaatsu Training Society. <http://dx.doi.org/10.3806/ijktr.13.1>.

ZHANG, Zhendong; JUNG, Cheolkon. GBDT-MO: gradient-boosted decision trees for multiple outputs. **Ieee Transactions On Neural Networks And Learning Systems**, v. 32, n. 7, p. 3156-3167, jul. 2021. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/tnnls.2020.3009776>.

ZHANG, Zhongheng. Decision tree modeling using R. **Annals Of Translational Medicine**, v. 4, n. 15, p. 275-275, ago. 2016. AME Publishing Company. <http://dx.doi.org/10.21037/atm.2016.05.14>.

ZHU, Ru et al. Decision Tree Analysis: a retrospective analysis of postoperative recurrence of adhesions in patients with moderate-to-severe intrauterine. **Biomed Research International**, v. 2019, p. 1-8, 12 dez. 2019. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2019/7391965>.

APÊNDICE A – Modelo do Termo de Consentimento.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO REDE NORDESTE DE BIOTECNOLOGIA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Senhor (a): _____

Você está sendo convidada a participar da pesquisa: **“VALIDAÇÃO DE PREDIÇÃO POR MODELO MATEMÁTICO DO PERCENTUAL DE RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO PARA TREINAMENTO FÍSICO COM A METODOLOGIA DE OCLUSÃO VASCULAR EM IDOSOS”**, que está sob a orientação do Prof. Dr. Allan Kardec Duailibe Barros Filho da Universidade Federal do Maranhão.

Caso você concorde com a participação, favor assinar ao final deste documento. Sua participação não é obrigatória e você tem a liberdade de retirar o seu consentimento da participação na pesquisa, em qualquer momento, bastando para isso, comunicar aos responsáveis pela investigação, sem prejuízo algum para o seu atendimento.

Você receberá uma cópia deste termo, no qual tem o telefone e o endereço do pesquisador principal e do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Maranhão, podendo tirar quaisquer dúvidas quanto ao projeto a ser realizado e, também, sobre sua participação, antes e durante a pesquisa.

Após o seu consentimento iniciaremos a pesquisa com uma avaliação física composta por: dados de identificação (nome, data de nascimento), antropometria (circunferências do corpo), composição corporal (percentual de gordura, massa muscular e óssea), monitoramento da pressão arterial e frequência cardíaca de repouso, identificação da pressão total de oclusão arterial realizada por uma médica angiologista experiente neste tipo de exame.

As avaliações acontecerão da seguinte forma: será agendado com antecedência uma data e horário para que as avaliações aconteçam. Durante as avaliações, você terá um acompanhamento de um profissional de Educação Física capacitado para garantir maior segurança durante o processo.

Como principais benefícios que a pesquisa irá proporcionar aos participantes estão: avaliação da saúde vascular e possíveis orientações, identificação da pressão total de oclusão por aferição padrão ouro para a correta e segura prescrição do treinamento com oclusão vascular, avaliação da composição corporal e as orientações para a melhora da saúde e qualidade de vida, identificação estimativa por modelo matemático para auxiliar outros profissionais que trabalham com a população do estudo a aplicarem com segurança e baixo custo a metodologia de oclusão vascular durante o treinamento físico ou reabilitação.

Os principais desconfortos durante a realização das avaliações são: incômodo na avaliação da pressão total de oclusão por apertar demais os membros superiores (braços) e inferiores (pernas), mas nada que não dê para suportar por alguns minutos, não trazendo

qualquer risco para a saúde do avaliado, incômodo na colocação da MAPA 24h para a identificação da pressão arterial.

E sempre que você desejar, serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo. Os pesquisadores e as instituições envolvidas acordam em assumir a responsabilidade de oferecer assistência integral às complicações e danos decorrentes dos riscos previstos nas diferentes fases da pesquisa, proporcionando assistência imediata e possível indenização diante a eventuais danos diretos decorrentes da sua participação na pesquisa. Se houver a necessidade de indenização os custos serão repassados pelos pesquisadores para você através do custeio de desconfortos decorrentes da pesquisa.

Todas as informações obtidas terão caráter sigiloso e a identidade dos participantes será preservada. Os nomes dos participantes não aparecerão em qualquer momento da pesquisa, pois serão identificados por números.

QUALIFICAÇÃO DO DECLARANTE

Eu, _____, RG _____, li e/ou ouvi e entendi as informações acima e estou ciente para que serve a pesquisa. Tendo lido e recebido explicações e entendido o que está escrito acima, aceito participar voluntariamente da pesquisa.

PESQUISADOR RESPONSÁVEL:

Prof. Dr. Allan Kardec Duailibe Barros Filho

Endereço: Universidade Federal do Maranhão, Avenida dos Portugueses, 1966, Programa de Pós-graduação em Biotecnologia - RENORBIO, São Luís – MA. CEP: 65080-805

Telefone: (98) 98886-7131

Email: allan.kardec@ufma.br

PESQUISADOR PARTICIPANTE:

Prof. Me. Leandro Moraes Pinto

Telefone: (98) 98802-1779

Email: leandromoraes.edf@gmail.com

Prof. Dr. Allan Kardec Duailibe Barros Filho

Prof. Me. Leandro Moraes Pinto

APÊNDICE B – Modelo da ficha de avaliação física

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA
 RESPONSÁVEIS PELA PESQUISA: PROF. DR. ALLAN KARDEC
 DUAILIBE BARROS FILHO E PROF. ME. LEANDRO MORAES

VALIDAÇÃO DE PREDIÇÃO POR MODELO MATEMÁTICO DO PERCENTUAL DE RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO PARA TREINAMENTO FÍSICO COM A METODOLOGIA DE OCLUSÃO VASCULAR EM IDOSOS

QUESTIONÁRIO DE ANAMNESE

DADOS PESSOAIS

NOME: _____ DATA NASC. ____/____/____
 ENDEREÇO: _____
 TELEFONE: _____ CELULAR: _____
 IDADE: _____ PROFISSÃO: _____ E-MAIL: _____
 EM CASO DE EMERGÊNCIA: _____ CONTATO: _____
 OBJETIVO: _____

ANAMNESE

- EXAMES

Colesterol Total: _____ LDL: _____ HDL: _____
 Triglicérides: _____ Glicemia: _____
 PCR _____ Taxas Hormonais: _____
 Outros: _____

- HISTÓRICO FAMILIAR

Antecedentes Familiares (Diabetes, Cardiopatias, Hipercolesterolemia, Hipo/Hipertensão, Obesidade, AVC, Problemas Circulatorios): _____

- HISTÓRICO PESSOAL

Tratamento médico atual: _____
 HIPERTENSAO ARTERIAL () Sim () Não DIABETES () Sim () Não
 CARDIOPATIA () Sim () Não C.A. () Sim () Não
 Cirurgia _____

Quadril								
Coxa	D	E	D	E	D	E	D	E
Panturrilhas	D	E	D	E	D	E	D	E

DOBRAS CUTÂNEAS

Dobras Cutâneas	1ª Avaliação	2ª Avaliação	3ª Avaliação	4ª Avaliação
Peitoral				
Axilar Medial				
Bíceps				
Tríceps				
Subescapular				
Supra-Ilíaca				
Abdômen				
Coxa				
Panturrilha				
Supraespinal				

COMPOSIÇÃO CORPORAL

Dados	1ª Avaliação	2ª Avaliação	3ª Avaliação	4ª Avaliação
Peso Atual				
Peso Ideal				
% G Atual				
% G Ideal				

TESTE DE FORÇA

Dados	1ª Avaliação	2ª Avaliação	3ª Avaliação	4ª Avaliação
Membros Superiores				
Membros Inferiores				

ECG

Domínio da Freqüência	1ª Avaliação	2ª Avaliação	3ª Avaliação	4ª Avaliação
LF				
LF nu				
HF				
HF nu				
LF/HF				
VLF				
TOTAL				
Domínio do Tempo				
SDNN				
RMSSD				
PNN50				
Não Linear				
SD1				
SD2				
ENSH				
0V%				
1V%				
2LV%				
2UV%				

MAPA

Dados	1ª Avaliação	2ª Avaliação	3ª Avaliação	4ª Avaliação
PAS media de vigilia				
PAS sono				
PAS 24h				

PAD media de vigília				
PAD sono				
PAD 24h				
PRESSAO PULSO média de vigília				
PRESSAO PULSO de sono				
PRESSAO PULSO 24h				
DESCENCO NOTURNO SISTOLICO				
DESCENCO NOTURNO DIASTOLICO				

ANEXO A – Parecer Consubstanciado do CEP

UFMA - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO MARANHÃO

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO COM O USO DO MÉTODO DE RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO SOBRE AS RESPOSTAS AUTONÔMICAS E CARDIOVASCULARES EM IDOSOS.

Pesquisador: Cristiano Teixeira Mostarda

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 66815817.7.0000.5087

Instituição Proponente: Universidade Federal do Maranhão

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.076.159

Apresentação do Projeto:

Existe uma direta relação entre avanço da idade e doenças crônicas não transmissíveis, sendo uma das principais causas de morte. Programas de treinamento vêm sendo utilizados no intuito de atenuar os efeitos deletérios do envelhecimento, assim, o de força é utilizado na prevenção/tratamento dessas doenças, trazendo benefícios cardiovasculares, metabólicos e autonômicos. O método kaatsu, consiste em restringir ou interromper o fluxo de sangue destinado a um grupo muscular por meio de um manguito durante realização de um exercício com intensidades inferiores, que além de melhorar o ganho de massa muscular e força, proporciona benefícios a pacientes acometidos por diversas doenças. O treinamento resistido com o uso do método de restrição de fluxo sanguíneo é eficiente em promover modificações morfofisiológicas parecidos aos treinamentos de alta intensidade, porém existe uma lacuna que necessita de atenção e investigação, sobre as adaptações autonômicas e cardiovasculares poderão ocorrer frente ao treinamento resistido com o uso do método kaatsu nos idosos. Objetivo: Avaliar os efeitos do treinamento resistido com o uso do método do kaatsu sobre os parâmetros autonômicos e cardiovasculares em idosos. Metodologia: Estudo experimental que terá participantes com idade igual ou superior a 60 anos, de ambos os sexos, que não estejam incluídos em algum tipo de treinamento físico regular por pelo menos três meses, onde serão

Endereço: Avenida dos Portugueses, 1966 CEB Velho
Bairro: Bloco C, Sala 7, Comitê de Ética **CEP:** 65.080-040
UF: MA **Município:** SAO LUIS
Telefone: (98)3272-8708 **Fax:** (98)3272-8708 **E-mail:** cepufma@ufma.br

ANEXO B – Comprovante de Aceitação para Publicação e Artigo derivado da Tese.

DECISÃO EDITORIAL – REVISTA VIVÊNCIAS (ISSN 1809-1636)

Notificações



[Vivencias] Decisão editorial

2023-07-20 11:18

Leandro Moraes-Pinto, Carlos Magno Sousa Junior, Nilviane Pires Silva Sousa, Allan Kardec Duailibe Barros Filho:

Considerando o teor dos pareceres recebidos, o artigo está **ACEITO** para publicação na Revista Vivências, desde que atendidas as observações contidas no/s Parecer/es. Solicitamos a devolução do artigo revisado até 11/08/2023.

Agradecemos pela compreensão e reiteramos nossa satisfação em contar com seu/voosso artigo na Revista Vivências.

QUALIS PERIÓDICOS – A4 (ÁREA DE AVALIAÇÃO: BIOTECNOLOGIA)

PLATAFORMA Sucupira

ACESSO RESTRITO

INÍCIO >> Qualis >> Qualis Periódicos

Qualis Periódicos

* Evento de Classificação:
CLASSIFICAÇÕES DE PERIÓDICOS QUADRIÊNIO 2017-2020

Área de Avaliação:
 BIOTECNOLOGIA

ISSN:
 1809-1636

Título:
 VIVÊNCIAS

Classificação:
 -- SELECIONE --

Consultar Cancelar

Periódicos

ISSN	Título	Área de Avaliação	Classificação
1809-1636	VIVÊNCIAS (URL ERECHIM)	BIOTECNOLOGIA	A4
1809-1636	VIVÊNCIAS (URL ERECHIM)	BIOTECNOLOGIA	A4
1809-1636	VIVÊNCIAS (URL ERECHIM)	BIOTECNOLOGIA	A4

Início < Anterior 1 > Próxima >> Fim

1 a 3 de 3 registro(s)

PLATAFORMA Sucupira CAPES UERN RNP REDE NACIONAL DE ENSINO E PESQUISA

Gordura corporal, circunferências corporais e pressão arterial são preditores de restrição do fluxo sanguíneo para treinamento físico com oclusão vascular em idosos.

Leandro Moraes Pinto, Carlos Magno Sousa Junior, Nilviane Pires Silva Sousa, Allan Kardec Duailibe Barros Filho

RESUMO

O método de oclusão vascular tem sido eficaz na melhora de diferentes sistemas afetados pelo envelhecimento. É necessário cautela na aplicação prática para reduzir os riscos do uso indevido. Objetivamos prever o percentual de restrição do fluxo sanguíneo para treinamento físico com oclusão vascular em idosos. Trata-se de um estudo transversal quantitativo, com 250 participantes (idade 65.7 ± 5.1 anos), sendo 45.6% (n=114) sexo masculino e 54.4% (n=136) sexo feminino. Avaliamos a composição corporal, antropometria, circunferências corporais, pressão de oclusão total com doppler vascular, pressão arterial de repouso. Após testar o modelo de regressão de árvore de decisão, as variáveis com melhores resultados para prever a pressão de oclusão total dos sujeitos foram divididas em membros superiores e inferiores, com valores de $R = 0.900$ e $R^2 = 0.81$ e de $R = 0.843$ e $R^2 = 0.71$, respectivamente. Sugerimos a partir deste estudo, que para prever a pressão de oclusão total em idosos, as variáveis que devem ser levadas em consideração para membros superiores são o percentual de gordura, dobra cutânea do bíceps braquial, circunferência da coxa e a pressão diastólica, enquanto, que para os membros inferiores são o percentual de gordura, circunferência da coxa e a pressão diastólica.

Palavras-chave: Treinamento físico; Oclusão Vascular; Idoso.

ABSTRACT

Original article: Body fat, body circumferences and blood pressure are predictors of blood flow restriction for physical training with vascular occlusion in the elderly.. The vascular occlusion method has been effective in improving different systems affected by aging. Caution is needed in practical application to reduce the risks of misuse. We aimed to predict the percentage of blood flow restriction for physical training with vascular occlusion in the elderly. This is a quantitative cross-sectional study, with 250 participants (age 65.7 ± 5.1 years), 45.6% (n=114) male and 54.4% (n=136) female. We evaluated body composition, anthropometry, body circumferences, total occlusion pressure with vascular Doppler, blood pressure at rest. After testing the decision tree regression model, the variables with the best results for predicting the subjects' total occlusion pressure were divided into upper and lower limbs, with values of $R = 0.900$ and $R^2 = 0.81$ and $R = 0.843$ and $R^2 = 0.71$, respectively. Based on this study, we suggest that to predict the total occlusion pressure in the elderly, the variables that must be taken into account for the upper limbs are the percentage of fat, biceps brachii skinfold, thigh circumference and diastolic pressure, while, which for the lower limbs are the percentage of fat, thigh circumference and diastolic pressure.

Keywords: Physical training; Vascular Occlusion; Elderly.

INTRODUÇÃO

O envelhecimento é um processo complexo que afeta os indivíduos e as sociedades de diferentes formas. No Brasil, o envelhecimento da população é uma preocupação crescente, prevendo-se que o número de idosos aumente significativamente nos próximos anos. Essa tendência se deve a vários fatores, incluindo a melhoria da saúde e o aumento da longevidade. Neste sentido, o exercício físico desempenha um papel importante na promoção do envelhecimento saudável, proporcionando inúmeros benefícios para a saúde física e mental (IBGE, 2020; BIAZUS-SEHN et al., 2020; XU et al., 2023).

Algumas das principais maneiras pelas quais o exercício físico contribui para o envelhecimento saudável incluem a melhora do condicionamento físico, como resistência cardiovascular, força muscular e flexibilidade (BARBIERI et al., 2015). Isso pode ajudar a reduzir o risco de problemas de saúde relacionados à idade e melhorar a função física geral. Além disso, o exercício físico demonstrou ter efeitos positivos na função cognitiva, como memória e raciocínio, e pode até ajudar a reduzir o risco de declínio cognitivo relacionado à idade (LIANG et al., 2021).

O exercício físico regular demonstrou ainda reduzir o risco de doenças crônicas, como doenças cardíacas, derrame, diabetes e algumas formas de câncer (STEFANI; GALANTI, 2017; AL-MALLAH; SAKR; AL-QUNAIBET, 2018), demonstrou também ter um impacto positivo na saúde mental, reduzindo os sintomas de depressão, ansiedade e estresse e melhorando o humor e o bem-estar geral, além de ajudar a manter a independência e a mobilidade à medida que envelhecemos, reduzindo o risco de quedas e outras deficiências físicas relacionadas com a idade (HEARING et al., 2016; KANDOLA; STUBBS, 2020). E por fim, o exercício físico pode oferecer oportunidades de interação social, ajudando a manter e melhorar as conexões sociais à medida que envelhecemos (ECKSTROM et al., 2020).

Desta forma, existe a preocupação de se buscar estratégias para oferecer a esta população uma velhice saudável e com qualidade de vida. Com isso, programas de exercícios físicos vêm sendo conduzidos com o intuito de atenuar os efeitos deletérios do envelhecimento e propiciar tanto respostas agudas quanto benefícios crônicos (REBELO-MARQUES et al., 2018). Um programa de exercícios bem equilibrado inclui componentes aeróbicos diários, força, equilíbrio e flexibilidade (ECKSTROM et al., 2020), melhorando ao máximo a sua capacidade funcional, independência e qualidade de vida que é a atual recomendação do Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM, 2014).

Ao longo dos últimos anos, o treinamento de força tem sido recomendado como importante componente em programas de exercícios físicos para indivíduos idosos. Além de ser considerado também um elemento integrante de um programa de aptidão física relacionada com a saúde (DUTRA et al., 2013; NETO et al., 2015).

O treinamento de força tradicional tem por finalidade promover melhorias no sistema musculoesquelético, aumentando a força, a potência e a resistência muscular, além de aumentar a densidade óssea, porém, este tipo de treinamento representa estímulos diferentes ao organismo e dependem diretamente de fatores como a intensidade, volume, densidade, dentre outros, e, portanto, resultam em adaptações musculares e cardiovasculares distintas (BRUM et al., 2004; DUTRA et al., 2013; FERNANDES, 2014; GARATACHEA et al., 2015).

Sabe-se ainda que para ganhos de força e aumento da massa muscular, a recomendação do Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM, 2014) é que cargas mais intensas precisam ser utilizadas (70 – 85%) da força máxima (1 RM) para gerar adaptações metabólicas e hormonais que facilitem o aumento da síntese de proteínas musculares. Porém, algumas populações, como os idosos, por exemplo, possuem restrições e contraindicações para a realização do treinamento de força de alta intensidade, como condições de saúde ou lesões musculoesqueléticas, e são limitadas ao treinamento de força de baixa intensidade (LOENNEKE et al., 2012, YASUDA et al., 2013). O que para esta população não seria tão indicado para modificar ou retardar as alterações provenientes do processo de envelhecimento, como o declínio da força muscular, a sarcopenia e a osteoporose, muito presentes neste processo (TEIXEIRA; HESPANHOL; MARQUEZ, 2012).

Nesse contexto, diversos métodos de treinamento têm sido desenvolvidos, investigados e aplicados, com o intuito de garantir os benefícios do treinamento de força, sem, contudo, afetar a saúde da população idosa. Assim, o método de oclusão vascular, também conhecido como *Kaatsu*

Training, tem sido utilizado no treinamento de força para proporcionar os benefícios semelhantes àqueles trabalhados em alta intensidade (KIM et al., 2016) que consiste em realizar diversos tipos de exercícios físicos com um manguito pressurizado relativamente leve e flexível colocado na parte proximal dos membros inferiores ou superiores, causando a restrição do fluxo sanguíneo arterial para o membro, enquanto que restringe totalmente o fluxo venoso nos músculos durante a prática de exercício físico (SATO, 2005; POPE; WILLARDSON; SCHOENFELD, 2013; POTON; POLITO, 2014; CUFFE et al., 2022).

Estudos sugerem que o treinamento de força em baixa intensidade combinado com a oclusão vascular, pode ser usado por populações incapazes de realizar altos níveis de esforço durante o treinamento de força (TEIXEIRA; HESPANHOL; MARQUEZ, 2012; ANDERSON; LECLERE, 2017). Para os idosos, o treinamento de força com oclusão vascular pode trazer vários benefícios, incluindo aumento da força muscular, pois a restrição do fluxo sanguíneo durante o exercício cria um estímulo de treinamento de alta intensidade que pode levar a aumentos significativos na força e tamanho muscular. Função física aprimorada, com o aumento da força e resistência musculares que auxiliam a reduzir o risco de quedas e lesões, melhora da saúde cardiovascular, pois o treinamento de oclusão vascular demonstrou ser benéfico na redução a pressão arterial e melhorando o fluxo sanguíneo. Além disso, tem se demonstrado o aumento da densidade óssea e redução do risco de osteoporose.

A maioria dos estudos na literatura científica que avaliaram o treinamento físico utilizando a metodologia de oclusão vascular, o fizeram com diferentes recursos materiais para a identificação da pressão total de oclusão para a correta e segura prescrição do treinamento físico com oclusão vascular (LOENNEKE et al. 2014). Outros utilizam valores absolutos da pressão arterial de repouso, principalmente a sistólica (THIEBAUD et al., 2013). Porém, poucos estudos são encontrados na literatura científica que utilizaram as características dos sujeitos avaliados, a partir da árvore de regressão por decisão, para prever a pressão total de oclusão para a prescrição do treinamento com oclusão vascular e nenhum estudo foi encontrado até o momento desenvolvido para a população idosa, sendo este, portanto, um trabalho pioneiro em que se utiliza de algoritmos para proporcionar segurança na aplicabilidade prática do treinamento com oclusão vascular em idosos.

Neste sentido, este estudo teve como finalidade prever o percentual de restrição do fluxo sanguíneo para o treinamento físico com oclusão vascular para a população idosa, a criação de um aplicativo que calcule a pressão total de oclusão e que auxilie profissionais de saúde na aplicabilidade prática do método com segurança e baixo custo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Aspectos Éticos

Todos os participantes desta pesquisa foram informados sobre os objetivos, o protocolo e os procedimentos a serem realizados, bem como os riscos e benefícios do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) contendo todas estas informações. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Maranhão (CEP/UFMA) sob o parecer de número 2.076.159, atendendo as determinações contidas na resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) nº 466 de 12 de dezembro de 2012 e na resolução do CNS nº 441, de 12 de maio de 2011.

Tipo de Estudo e Amostra

A pesquisa trata-se de um estudo quantitativo transversal, realizado entre o período de janeiro de 2022 a setembro de 2022. Foram incluídos no estudo 250 participantes com idade superior a 60 anos selecionados a partir de um banco de dados pertencente ao departamento de Educação Física da Universidade Federal do Maranhão por terem participado anteriormente em outros projetos de pesquisa e do banco de dados pertencente ao Centro de Atenção Integral ao Idoso (CAISI), órgão vinculado à Prefeitura Municipal de São Luís, Maranhão.

Crítérios de Inclusão

A participação na pesquisa atendeu aos seguintes critérios: pessoas com idade igual ou superior a 60 anos, que não apresentaram qualquer tipo de doença crônico-degenerativa

descontrolada e sem práticas regulares de exercícios físicos por pelo menos 6 meses que antecederam o estudo.

Avaliação Antropométrica e Composição Corporal

As medições antropométricas foram realizadas segundo as diretrizes da Sociedade Internacional para o avanço da Cineantropometria (STEWART et al., 2011). Foram determinadas as seguintes variáveis antropométricas: peso corporal, estatura, dez dobras cutâneas (peitoral, axilar medial, suprailíaca, supraespinhal, abdominal, subescapular, tricipital, bicipital, coxa medial e panturrilha medial) e oito perímetros corporais (ombro, tórax, cintura, abdominal, braço relaxado, antebraço relaxado, coxa medial e panturrilha). Todas as medidas foram realizadas no mesmo período e pelo mesmo avaliador. O avaliado permaneceu em posição ortostática, com roupa apropriada para a avaliação, enquanto o avaliador realizava as medidas de circunferência e de dobras cutâneas.

Para a identificação do Índice de Massa Corporal (IMC), realizou-se a medida de peso corporal por meio de uma balança digital da marca Balmak®, com capacidade de 150 quilogramas e precisão de 100 gramas; a estatura, por meio de um estadiômetro vertical, compacto, tipo trena EST 23, na escala milimétrica da marca Sanny®, assim como a medida de circunferência, utilizou-se uma fita métrica com precisão de 1 milímetro da mesma marca.

O IMC foi calculado considerando-se a razão entre o peso corporal (em Kg) e a estatura (em metros) ao quadrado (Kg/m^2) (ABESO, 2016) e classificado segundo as referências da Organização Mundial da Saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2004). A medida das dobras cutâneas foi aferida do lado direito do indivíduo, utilizando um compasso científico da marca Sanny® com precisão de 1 milímetro.

Para a determinação da composição corporal, foi aplicada a equação de predição de Densidade Corporal (DC) proposta por Petroski (1995) com a utilização de quatro dobras cutâneas, descrita a seguir: $(DC = 1,02902361 - 0,00067159 * (Dobra\ cutânea\ subescapular + Dobra\ cutânea\ tricipital + Dobra\ cutânea\ suprailíaca + Dobra\ cutânea\ da\ panturrilha) + 0,00000242 * (Dobra\ cutânea\ subescapular + Dobra\ cutânea\ tricipital + Dobra\ cutânea\ suprailíaca + Dobra\ cutânea\ da\ panturrilha)^2 - 0,0002073 * (Idade) - 0,00056009 * (Massa\ corporal) + 0,00054649 * (Estatura))$. Posteriormente, para conversão da DC em percentual de gordura corporal (%G), foi utilizada a equação de Siri (1961): $(\%G = [(4,95 / DC) - 4,50] * 100)$ (PETROSKI; PIRES-NETO; NETO, 1995).

Avaliação Hemodinâmica

Para a avaliação das variáveis hemodinâmicas, os sujeitos permaneceram sentados em repouso por um período de 10 minutos. A avaliação da pressão arterial sistólica, diastólica e frequência cardíaca, foi realizada por três vezes com 1 minuto de intervalo entre as medições usando um monitor digital (Microlife® São Paulo, SP, Brasil), de acordo com as recomendações da 7ª Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial (MALACHIAS et al., 2016). A média dos três valores foi utilizada para determinar a pontuação final

Determinação da Pressão Total de Oclusão

Para determinar a Pressão Total de Oclusão (PTO), utilizou-se um aparelho de Ecocolor Doppler vascular (HD11 XE Revision 2.0.8, Philips Ultrasound, Andover, MA, USA) e um transdutor de matriz linear de 5-12 MHz para otimizar a resolução na profundidade da artéria braquial, técnica esta considerada padrão ouro em diversos estudos, e foi realizado por uma médica angiologista experiente neste tipo de procedimento, reduzindo os possíveis erros e garantindo fidedignidade e confiança ao estudo.

As orientações para a realização do exame foram descritas em outros estudos, no qual os sujeitos foram orientados a não praticar nenhum tipo de esforço físico por pelo menos 8 horas que antecede o exame, bem como evitar a cafeína ou a nicotina por pelo menos 4 horas, realizado em uma sala silenciosa e com temperatura controlada (ALLEY et al., 2014; STORCH et al., 2017).

Os sujeitos foram colocados em decúbito dorsal e com o auxílio de um manguito pneumático (7 cm de largura x 80 cm de comprimento) da marca WCS® (Cardiomed), foi colocado no braço direito a uma distância de cinco centímetros acima da fossa cubital, foi inflado, causando a

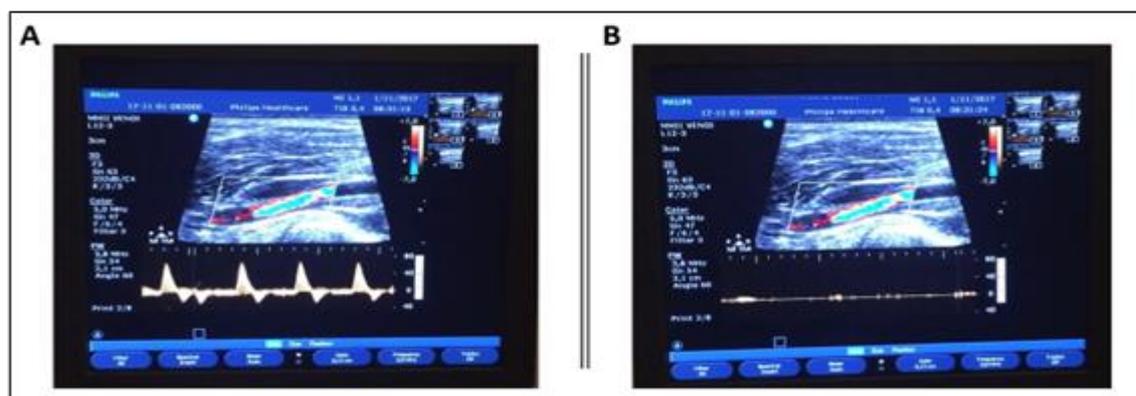
oclusão total da artéria braquial para a identificação da PTO de membros superiores. Já para a identificação da PTO de membros inferiores, o manguito pneumático (13 cm de largura x 80 cm de comprimento) foi colocado na região inguinal da coxa direita, inflado até o ponto em o pulso auscultatório da artéria poplítea, fosse interrompido e a onda de pulso gerada pela imagem de ultrassom desaparecesse (THIJSEN et al., 2009; KIZHAKKUTTU et al., 2010; STORCH et al., 2017).

Figura 01. Posição do avaliado durante a avaliação da pressão total de oclusão.



Fonte: Imagem capturada pelo próprio autor.

Figura 02. Imagem da tela do ultrassom antes (A) e após (B) a oclusão arterial total.



Fonte: Imagem capturada pelo próprio autor.

Análise Estatística

Os dados foram analisados usando o pacote estatístico GraphPad Prism 6.01 (GraphPad, San Diego, Califórnia, EUA). Os resultados do estudo são apresentados de acordo com a estatística descritiva (média e desvio padrão, mínimo, máximo) para as características dos sujeitos, dados antropométricos, composição corporal e variáveis hemodinâmicas.

Algoritmo de aprendizado de máquina

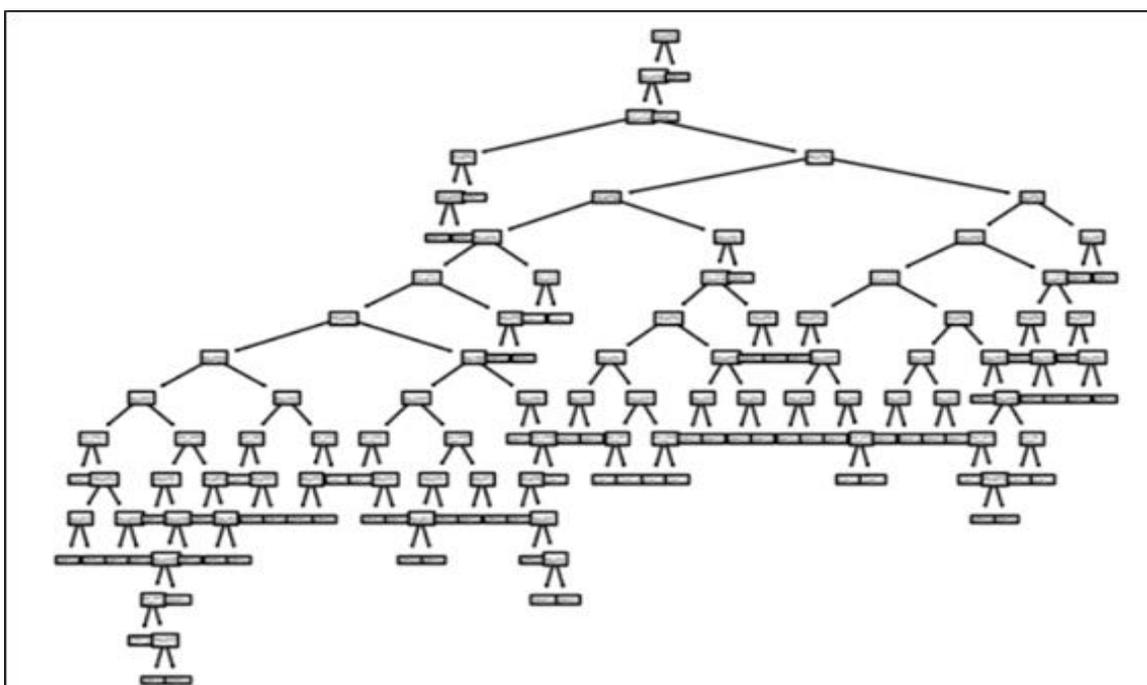
As variáveis independentes utilizadas (entradas do modelo) foram o percentual de gordura corporal, as circunferências corporais de braço e coxa medial e a pressão arterial sistólica e diastólica de repouso. A variável dependente (saída) foi a pressão total de oclusão identificada pelo ecocolor Doppler vascular. O banco de dados formado por 250 amostras, foi dividido em um conjunto de treinamento e um conjunto de teste. Assim, o conjunto de treinamento dará origem ao modelo matemático para estimação da pressão total de oclusão dos sujeitos usando a técnica de regressão de árvore de decisão. O conjunto de teste foi utilizado para avaliar os resultados. Para garantir a robustez e evitar overfitting foi utilizado no modelo a validação cruzada *K-Fold* ($k=5$) (SOUSA et al., 2019).

A técnica utilizada para implementação do modelo foi a técnica de aprendizado de máquina denominada regressão por árvore de decisão. A regressão por árvore de decisão tende a ser

menos disseminada que a árvore de decisão para resolução de problemas de classificação. Entretanto, quando comparado a outras técnicas de regressão, também possui um bom poder de predição e geralmente é utilizada para resolução de reais (MONARD; BARANAUSKAS, 2003; HINDRAYANI et al., 2020).

A Regressão por Árvores de Decisão é constituída pela Raiz, Nó e Folha semelhante às árvores de classificação. A diferença entre as árvores de regressão e as árvores de classificação está na saída. A saída da árvore de regressão é um valor contínuo ou valor de número real em vez de uma classe. As vantagens em sua utilização é a facilidade em entender, interpretar, além de permitir menor ações no pré-processamento dos dados (HINDRAYANI et al., 2020).

Figura 03. Representação do modelo da árvore de decisão por regressão gerada pelo algoritmo na identificação da pressão total de oclusão para membros superiores.



Fonte: Imagem capturada pelo próprio autor a partir do algoritmo.

RESULTADOS

Foram avaliados 250 idosos com idade média de 65.7 ± 5.1 anos, sendo 45.6% (n=114) do sexo masculino e 54.4% (n=136) do sexo feminino. As características dos sujeitos e os dados antropométricos e hemodinâmicos utilizados para criar o modelo de árvore de decisão pela regressão são apresentados na tabela 01.

Tabela 01. Características dos sujeitos, dados antropométricos e hemodinâmicos.

<i>DADOS ANTROPOMÉTRICOS</i>			
Variável	Média ± DP	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	65.7 ± 5.1	59.0	81.0
Peso (kg)	66.6 ± 11.7	48.0	110.0
Estatura (cm)	151.8 ± 6.5	137.0	171.0
IMC (kg/m ²)	28.8 ± 4.5	20.2	47.8
Gordura Corporal (%)	48.2 ± 12.0	24.4	78.2

Circunf. Braço (cm)	30.1 ± 3.6	22.9	41.7
Circunf. Coxa (cm)	53.2 ± 6.1	43.0	72.2
DADOS HEMODINÂMICOS			
PAS (mmHg)	125.1 ± 12.3	98.0	156.0
PAD (mmHg)	71.2 ± 7.2	56.0	91.0
FC (bpm)	74.7 ± 8.5	54.0	94.0
PTO MS (mmHg)	175.1 ± 36.7	120.0	300.0
PTO MI (mmHg)	213.0 ± 43.0	100.0	300.0

Kg = quilograma; cm = centímetros; IMC = índice de massa corporal; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; FC = frequência cardíaca; PTO = pressão de oclusão total. Estatísticas de dados descritivos foram usadas. Valores apresentados pela média ± desvio padrão.

Vários modelos foram testados para identificar as melhores variáveis para identificar a pressão de oclusão total dos sujeitos e o modelo mais adequado e com melhores resultados foi a árvore de decisão por regressão, que cria critérios para dividir os algoritmos pertencentes à Indução Top Down de Árvores de Decisão — TDIDT (34).

A partir do teste do modelo de árvore de decisão por regressão, as variáveis com melhores resultados para prever e identificar a pressão de oclusão total dos sujeitos foram divididas em membros superiores e inferiores, tabela 02, na qual podemos destacar o percentual de gordura, circunferência do braço, bíceps dobra cutânea e pressão arterial diastólica para estimar membros superiores com valores de $R = 0.900$ e $R^2 = 0.81$, e também o percentual de gordura, circunferência medial da coxa e pressão arterial diastólica para membros inferiores com valores de $R = 0.843$ e $R^2 = 0.71$.

Tabela 02. Variáveis de entrada em nosso modelo e os respectivos resultados para a predição da pressão total de oclusão para os membros superiores e inferiores.

ATRIBUTO	ABREVIACÃO	UNIDADE	RESULTADOS	
MMSS				
Circunferência do Braço	CB	cm		
Dobra Cutânea do Bíceps	DCB	mm	$R^2 = 0.81$	$R = 0.90$
Percentual de Gordura	%G	%	SEE = 6.4	
Pressão Arterial Diastólica	PAD	mmHg		
MMII				
Circunferência da Coxa	CC	cm		
Percentual de Gordura	%G	%	$R^2 = 0.71$	$R = 0.84$
Pressão Arterial Diastólica	PAD	mmHg	SEE = 6.7	

MMSS = Membros Superiores; MMII = Membros Inferiores; cm = centímetro; mm = milímetro; mmHg = milímetro de mercúrio; SEE = Erro padrão médio.

DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo estimar o percentual de restrição do fluxo sanguíneo para o treinamento físico com oclusão vascular para a população idosa. Foi utilizado o método de árvore de decisão por regressão para prever a pressão total de oclusão para membros superiores e inferiores em idosos, baseado em estudos anteriores que utilizaram as características antropométricas e hemodinâmicas dos sujeitos envolvidos (LOENNEKE et al., 2014; JESSEE et al., 2016; CIRILO-SOUSA et al., 2019), como a circunferência dos membros superiores e inferiores, pressão arterial sistólica e diastólica de repouso, além do percentual de gordura e dobras cutâneas selecionados a partir do nosso banco de dados pelo método utilizado.

Com o passar dos anos, as técnicas para a aplicação da pressão nos manguitos durante o treinamento físico com oclusão vascular vêm evoluindo significativamente. Estudos mais antigos, por muitas vezes, somente a pressão arterial de repouso como base de referência para a aplicação do método (TAKARADA, TAKAZAWA E ISHII, 2000A TAKARADA et al., 2000B; TAKARADA et al., 2000 C; TAKARADA, SATO E ISHII, 2002 D; MOORE et al., 2004; THIEBAUD et al., 2013).

Adiante, é possível perceber que o uso do doppler vascular se tornou frequente na identificação da pressão total de oclusão, sendo por diversas vezes, utilizados valores relativos (%) a esta pressão (NETO et al., 2015; LAURENTINO et al., 2016; WANG et al., 2022; FRANZ et al., 2022), proporcionando maior segurança e menores riscos e efeitos adversos.

Atualmente, porém, já existem estudos que utilizaram modelos matemáticos para a criação de equações que predizem a pressão total de oclusão a partir das características dos sujeitos e tendo como referência a pressão total de oclusão identificadas pelo doppler vascular. Cabe ressaltar, que todos os estudos que criaram as referidas equações preditivas foram desenvolvidas em indivíduos jovens adultos (LOENNEKE et al., 2014; JESSEE et al., 2016; CIRILO-SOUSA et al., 2019).

A maioria dos estudos na literatura científica que avaliaram o treinamento físico utilizando a metodologia de oclusão vascular, utilizam de diferentes recursos materiais para a identificação da pressão total de oclusão para a correta e segura prescrição do treinamento físico com oclusão vascular (LOENNEKE et al. 2014). Outros utilizam valores absolutos da pressão arterial de repouso, principalmente a sistólica (THIEBAUD et al., 2013). Porém, poucos estudos são encontrados na literatura científica que utilizaram as características dos sujeitos avaliados, a partir de modelos matemáticos, para a prever a pressão total de oclusão para a prescrição do treinamento com oclusão vascular e nenhum estudo foi encontrado até o momento desenvolvido para a população idosa, sendo este o primeiro estudo a identificar a pressão total de oclusão por modelo matemático a partir das características dos sujeitos.

Em um estudo realizado por Cirilo-Sousa e colaboradores (2019) desenvolveram uma equação preditiva dos níveis de pressão do manguito para uso no treinamento com oclusão vascular somente para os membros inferiores a partir da coleta de dados de 51 adultos com média de idade de 23.23 ± 5.24 anos de ambos os sexos (homens, $n = 32$; mulheres, $n = 19$) (CIRILO-SOUSA *et al.*, 2019). Um número de sujeitos avaliados bem inferior ao utilizado em nosso estudo que foi de uma amostra 4,9 vezes maior (250 indivíduos), proporcionando uma robustez maior de dados e resultados comparado ao publicado no referido estudo.

Os autores submeteram os participantes a uma série de testes e medidas antropométricas (massa corporal, altura, índice de massa corporal – IMC e circunferência da coxa – CC) e hemodinâmicas (pressão sistólica e diastólica). A pressão de oclusão arterial usada como referência para a elaboração da equação preditiva dos membros inferiores foi obtida a partir da utilização de uma sonda doppler (CIRILO-SOUSA et al., 2019), enquanto que em nosso estudo foi utilizado um aparelho de Ecocolor Doppler vascular, considerado na literatura científica, como padrão ouro para a identificação da pressão total de oclusão por obter 3 dados que confirmam de fato a existência de total oclusão arterial, que são a imagem da artéria emitida pelo equipamento, a onda de fluxo sanguíneo e o som cessado no bloqueio sanguíneo no local da oclusão (KIZHAKKUTTU et al., 2010; STORCH et al., 2017).

O mesmo estudo utilizou um modelo hierárquico de regressão linear composto por blocos, que teve como entrada a circunferência da coxa, pressão arterial sistólica, idade e sexo, para a criação da equação preditiva para a aplicação do treinamento com oclusão vascular para membros inferiores.

Os autores concluíram que a pressão do manguito para o treinamento com oclusão vascular para membros inferiores pode ser selecionada com base nas medidas de circunferência da coxa, pressão arterial sistólica, idade e sexo, sendo que, a circunferência da coxa é considerada a principal preditora (CIRILO-SOUSA et al., 2019). Os nossos dados correspondentes a pressão total de oclusão para membros inferiores, corroboram com estes resultados, visto que, a única variável em comum com o referido estudo, é a circunferência da coxa, sendo portanto, base fundamental para a identificação da predição da pressão total de oclusão para membros inferiores, porém apresentamos valores de $R^2 = 0.71$, resultado altamente relevante e superior ao referido estudo.

Outro estudo que também buscou elaborar uma equação preditiva para a identificação da pressão total de oclusão foi o de Loenneke et al. (2014) que objetivou determinar quais fatores deveriam ser levados em consideração para definir a pressão do manguito de oclusão vascular para os membros superiores e inferiores. 171 sujeitos participaram do estudo e foram avaliados a circunferência do braço, espessura do músculo e a espessura da gordura por meio de aparelho de ultrassom, além da pressão arterial sistólica e diastólica tomadas na posição supina. Para a determinação da pressão total de oclusão utilizada como referência, os autores também utilizaram uma sonda Doppler. Tal estudo, também utilizou um modelo hierárquico de regressão linear para determinar o maior preditor para membros superiores e inferiores, sendo empregado dois modelos para os braços e um modelo para as pernas.

Os autores concluem que a circunferência do braço e a pressão arterial sistólica, devem ser levadas em consideração ao determinar as pressões dos manguitos de oclusão vascular. Além disso, a circunferência da coxa também é apresentada como maior preditor da pressão total de oclusão para membros inferiores.

Outro estudo, conduzido por Jessee e colaboradores (2016), buscou examinar diferenças na pressão total de oclusão do braço a partir de três larguras diferentes (5, 10 e 12 cm) de manguito e utilizou ainda as variáveis de sexo e raça para criar equações a partir do modelo de regressão linear que estimam a pressão total de oclusão para cada largura do manguito. Para isso, 249 (homens $n = 102$; mulheres $n = 147$) foram ao laboratório e as variáveis coletadas foram do comprimento e circunferência do braço, pressão arterial sistólica e diastólica de repouso. Uma quantidade de sujeitos bem próxima ao número de participantes avaliados em nosso estudo que foi de 250 sujeitos.

Os autores utilizaram os três manguitos de larguras diferentes para identificar a pressão total de oclusão a partir de um doppler vascular e os resultados demonstram uma diferença significativa entre os manguitos ($p > 0.001$).

Os valores de R^2 do referido estudo é de 0.651, 0.570 e 0.557, para os manguitos de 5, 10 e 12 cm respectivamente, apresentando também um valor inferior ao nosso estudo.

Assim, os autores concluíram que a pressão total de oclusão é influenciada pela largura do manguito além das características dos participantes, especialmente a circunferência do braço (JESSEE et al., 2016). As equações preditivas dos estudos acima citados estão dispostas na tabela 04 a seguir:

Tabela 04 – Equações preditivas publicadas na literatura científica utilizando as características dos sujeitos a partir de um modelo matemático.

Cirilo-Sousa e colaboradores (2019)

$$PTO \text{ (mmHg)} = 65.290 + 1.110 \text{ (Circunferência da coxa em cm)} + 0.178 \text{ (PAS em mmHg)} + 1.153 \text{ (idade em anos)} - 7.984 \text{ (sexo, 1 - masculino e 2 - feminino)}, \text{ com valores de } R = 0.630, R^2 = 0.39$$

Loenneke et al. (2014)Membros superiores

$$\text{PTO (mmHg)} = 0.514 (\text{PAS}) + 0.339 (\text{PAD}) + 1.461 (\text{Circunferência do braço}) + 17.236$$

$$\text{PTO (mmHg)} = 0.667 (\text{PAS}) + 0.210 (\text{PAD}) + 0.331 (\text{Espessura muscular}) + 0.446 (\text{Espessura de gordura}) + 26.275$$

Membros inferiores

$$\text{PTO (mmHg)} = 5.893 + (\text{Circunferência da coxa}) + 0.735 (\text{PAD}) + 0.912 (\text{PAS}) - 220.046$$

Jessee et al. (2016)

$$5 \text{ cm} \rightarrow \text{PTO braço (mmHg)} = 2.926 (\text{circunferência do braço}) + 1.002 (\text{PAS}) - 0.428 (\text{comprimento do braço}) + 0.213 (\text{PAD}) + 12.668 (\text{sexo}) - 68.493$$

$$10 \text{ cm} \rightarrow \text{PTO braço (mmHg)} = 1.545 (\text{circunferência do braço}) + 0.722 (\text{PAS}) - 0.235 (\text{comprimento do braço}) + 0.205 (\text{PAD}) + 6.378 (\text{sexo}) - 15.918$$

$$12 \text{ cm} \rightarrow \text{PTO (mmHg)} = 1.393 (\text{circunferência do braço}) + 0.710 (\text{PAS}) - 0.294 (\text{comprimento do braço}) + 0.164 (\text{PAD}) + 6.419 (\text{sexo}) - 8.752$$

As circunferências dos membros superiores e inferiores é notadamente importante como ferramenta para a identificação da pressão total de oclusão, visto que a massa muscular de idosos é comprovadamente menor quando comparado a indivíduos mais jovens (GOTO et al., 2018), podendo interferir diretamente na aplicação da pressão a ser exercida durante o método de oclusão vascular e por isso requer um estudo mais aprofundado com as características específicas da população.

Com relação as variáveis escolhidas como atributos de entrada do modelo, foram utilizados o percentual de gordura, a dobra cutânea do bíceps, a circunferência do braço, pressão arterial diastólica para a identificação da pressão total de oclusão para os membros superiores, visto que há uma diferença já reportado na literatura sobre a pressão exercida nos braços comparado com as pernas, devido as massas corporais envolvidas, como músculo e gordura. Enquanto, que para a identificação da pressão total de oclusão para os membros inferiores, as variáveis utilizadas foram o percentual de gordura, circunferência da coxa, tendo como base o estudo Cirilo-Sousa et al. (2019) e pressão arterial diastólica da forma que Loenneke et al. (2014) utilizaram em seu estudo.

Cabe ressaltar que todos os estudos citados foram desenvolvidos com características de indivíduos adultos, diferentemente do nosso estudo, que foi desenvolvido com as características referentes a pessoa idosa, pois os fatores a serem considerados, é o fato do idoso acumular mais gordura corporal do que indivíduos mais jovens, ou seja, mudanças clinicamente significativas que ocorrem durante o envelhecimento, destacam-se aquelas que alteram a composição corporal, levando à diminuição da massa muscular e densidade óssea e também ao aumento da massa gorda, com modificações no padrão de distribuição da gordura corporal (FALSARELLA et al., 2015; NASCIMENTO, 2019), por isso, justifica-se incluir os dados correspondentes ao percentual de gordura do idosos, além da medida de dobra cutânea do bíceps para a identificação da pressão total de oclusão.

Alterações decorrentes do processo de envelhecimento acontecem nas paredes dos vasos, mais precisamente no endotélio, onde os compostos que induzem a vasodilatação, como o óxido nítrico, são reduzidos e por sua vez, os compostos que induzem a vasoconstrição, aumentados, havendo um desequilíbrio desses componentes ocasionando uma disfunção endotelial nesses indivíduos (BATLOUNI, 2001; ALLEY et al., 2014; STORCH et al., 2017; DELOREY et al., 2021) aumentando a rigidez arterial, com conseqüente aumento da resistência do vaso.

Devido a estas modificações, estudos tem demonstrado que durante o envelhecimento, a pressão arterial sofre grandes alterações, onde a pressão sistólica aumenta continuamente ao longo do tempo, enquanto a pressão diastólica primeiro aumenta e depois diminui ligeiramente após a meia-idade (MAKSUTI et al., 2016), por isso faz-se necessário incluir esta variável para predizer a pressão total em idosos, visto que, principalmente a pressão arterial diastólica está relacionada diretamente com a resistência periférica do vaso.

CONCLUSÃO

Este estudo sugere que para a predição da pressão total de oclusão em indivíduos idosos, as variáveis que devem ser levadas em consideração para a identificação da PTO para os membros superiores são: o percentual de gordura corporal, dobra cutânea do bíceps braquial, a circunferência da coxa e a pressão arterial diastólica, enquanto que para a identificação da PTO para os membros inferiores, as variáveis que devem ser levadas em consideração são: o percentual de gordura corporal, a circunferência da coxa e a pressão arterial diastólica, com boa reprodutibilidade, relevância e baixo custo. Vale ressaltar que estas variáveis só podem ser aplicadas na população em questão e que a utilização dessas variáveis não pode ser aplicada em outro público, que, para isto, novos estudos teriam que ser desenvolvidos para este fim.

Aplicações Práticas

Levando-se em considerações essas evidências e tendo em vista uma abordagem prática, pode-se inferir que os achados no presente estudo podem auxiliar profissionais da área da saúde na utilização segura do método de oclusão vascular em idosos, minimizando os riscos ou efeitos adversos. No entanto, um número maior de estudos referentes ao assunto deve ser realizado, de modo que a aplicabilidade prática do método de oclusão vascular em idosos possa ser melhor elucidado.

Conflito de Interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesse neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABESO. **Diretrizes brasileiras de obesidade 2016**/ABESO. 4.ed. - São Paulo, SP, p. 1–188, 2016.

AL-MALLAH, Mouaz H.; SAKR, Sherif; AL-QUNAIBET, Ada. Cardiorespiratory Fitness and Cardiovascular Disease Prevention: an update. **Current Atherosclerosis Reports**, v. 20, n. 1, jan. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11883-018-0711-4>.

ALLEY, H. et al. Ultrasound Assessment of Endothelial-Dependent Flow-Mediated Vasodilation of the Brachial Artery in Clinical Research. **Journal of Visualized Experiments**, n. 92, p. 1–11, 2014.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014. 268 p.

ANDERSON, A.; LECLERE, L. Blood Flow Restriction Therapy: Theories, Science, and Current Clinical Results. **Spring**, v. 1, p. 2–6, 2017.

BARBIERI, Elena et al. The Pleiotropic Effect of Physical Exercise on Mitochondrial Dynamics in Aging Skeletal Muscle. **Oxidative Medicine And Cellular Longevity**, v. 2015, p. 1-15, 2015. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/917085>.

BATLOUNI, M. Endotélio e hipertensão arterial. **Revista Brasileira de Hipertensão**. v. 8, p. 328-338, 2001.

BIAZUS-SEHN, Luiz Fernando et al. Effects of physical exercise on cognitive function of older adults with mild cognitive impairment: a systematic review and meta-analysis. **Archives Of Gerontology And Geriatrics**, v. 89, p. 104048, jul. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.archger.2020.104048>.

BRUM, P.C. et al. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. **Revista Paulista de Educação Física**. v. 18, n. esp., p. 21-31, 2004.

CIRILO-SOUSA, Maria do Socorro et al. PREDICTIVE EQUATION FOR BLOOD FLOW RESTRICTION TRAINING. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 25, n. 6, p. 494-497, dez. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1517-869220192506186803>.

CUFFE, Molly et al. Current Trends in Blood Flow Restriction. **Frontiers In Physiology**, v. 13, p. 1-11, 6 jul. 2022. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2022.882472>.

DELOREY, Darren S. et al. Sympathetic vasoconstriction in skeletal muscle: modulatory effects of aging, exercise training, and sex. **Applied Physiology, Nutrition, And Metabolism**, v. 46, n. 12, p. 1437-1447, dez. 2021. Canadian Science Publishing. <http://dx.doi.org/10.1139/apnm-2021-0399>.

DUTRA, M. T. et al. Hipotensão pós-exercício resistido: Uma revisão da literatura. **Revista da Educação Física**, v. 24, n. 1, p. 145-157, 2013.

ECKSTROM, Elizabeth; NEUKAM, Suvi; KALIN, Leah; WRIGHT, Jessica. Physical Activity and Healthy Aging. **Clinics In Geriatric Medicine**, v. 36, n. 4, p. 671-683, nov. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cger.2020.06.009>.

FALSARELLA, Gláucia et al. Body composition as a frailty marker for the elderly community. **Clinical Interventions In Aging**, p. 1661, out. 2015. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.2147/cia.s84632>.

FERNANDES, B. L. V. Atividade Física no processo de envelhecimento. **Revista portal de divulgação**, n. 40, p. 43-48, 2014.

FRANZ, Alexander et al. Impact of a Six-Week Prehabilitation With Blood-Flow Restriction Training on Pre- and Postoperative Skeletal Muscle Mass and Strength in Patients Receiving Primary Total Knee Arthroplasty. **Frontiers In Physiology**, v. 13, n. 1, p. 1-15, 14 jun. 2022. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2022.881484>.

GARATACHEA, N. et al. Exercise Attenuates the Major Hallmarks of Aging. **Rejuvenation Research**, v. 18, n. 1, p. 57-89, 2015.

GOTO, Kazuya et al. Longitudinal changes and body composition assessment using bioelectrical impedance in elderly patients with mild disequilibrium and different care needs. **Journal Of Physical Therapy Science**, v. 30, n. 12, p. 1473-1476, 2018. Society of Physical Therapy Science. <http://dx.doi.org/10.1589/jpts.30.1473>.

HEARING, C. M. et al. Physical Exercise for Treatment of Mood Disorders: a critical review. **Current Behavioral Neuroscience Reports**, v. 3, n. 4, p. 350-359, 14 out. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s40473-016-0089-y>.

HINDRAYANI, Kartika Maulida *et al.* Indonesian Stock Price Prediction including Covid19 Era Using Decision Tree Regression. **2020 3Rd International Seminar On Research Of Information Technology And Intelligent Systems (Isriti)**, p. 344-347, 10 dez. 2020. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/isriti51436.2020.9315484>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeções Populacionais para o Brasil e Unidades da Federação por sexo e idade: 2010-2060**. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/en/statistics/social/population/18176-population-projection.html>. Acesso em: 14 mar. 2023.

JESSEE, Matthew B. et al. The Influence of Cuff Width, Sex, and Race on Arterial Occlusion: implications for blood flow restriction research. **Sports Medicine**, v. 46, n. 6, p. 913-921, 28 jan. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-016-0473-5>.

KANDOLA, Aaron; STUBBS, Brendon. Exercise and Anxiety. **Physical Exercise For Human Health**, p. 345-352, 2020. Springer Singapore. http://dx.doi.org/10.1007/978-981-15-1792-1_23.

KIM, Daeyeol et al. Comparative Effects of Vigorous-Intensity and Low-Intensity Blood Flow Restricted Cycle Training and Detraining on Muscle Mass, Strength, and Aerobic Capacity. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 30, n. 5, p. 1453-1461, maio 2016. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0000000000001218>.

KIZHAKEKUTTU, T. J. et al. Measuring FMD in the brachial artery: how important is QRS gating? **Journal of Applied Physiology**, v. 109, n. 4, p. 959–965, 2010.

LAURENTINO, Gilberto Candido et al. Strength Training with Blood Flow Restriction Diminishes Myostatin Gene Expression. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, v. 44, n. 3, p. 406-412, mar. 2016. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1249/mss.0b013e318233b4bc>.

LIANG, Juan et al. Physical exercise promotes brain remodeling by regulating epigenetics, neuroplasticity and neurotrophins. **Reviews In The Neurosciences**, v. 32, n. 6, p. 615-629, 15 fev. 2021. Walter de Gruyter GmbH. <http://dx.doi.org/10.1515/revneuro-2020-0099>.

LOENNEKE, Jeremy P. et al. Blood flow restriction in the upper and lower limbs is predicted by limb circumference and systolic blood pressure. **European Journal Of Applied Physiology**, v. 115, n. 2, p. 397-405, 22 out. 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-014-3030-7>.

LOENNEKE, J. P. et al. Effects of cuff width on arterial occlusion: Implications for blood flow restricted exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 8, p. 2903–2912, 2012.

MAKSUTI, Elira et al. Contribution of the Arterial System and the Heart to Blood Pressure during Normal Aging – A Simulation Study. **Plos One**, v. 11, n. 6, p. 1-12, 24 jun. 2016. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0157493>.

MALACHIAS, Marcos Vinícius B. et al. **7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial**. Arq Bras Cardiol 2016; 107(3Supl.3):1-83

MONARD, Maria Carolina; BARANAUSKAS, José Augusto. Indução de regras e árvores de decisão. **Sistemas Inteligentes-fundamentos e aplicações**, v. 1, p. 115-139, 2003.

MOORE, Danielr. et al. Neuromuscular adaptations in human muscle following low intensity resistance training with vascular occlusion. **European Journal Of Applied Physiology**, v. 92, n. 4-5, p. 399-406, 17 jun. 2004. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-004-1072-y>.

NASCIMENTO, Dahan da Cunha. **Exercício Físico com Oclusão Vascular: métodos para a prescrição segura na prática clínica**. São Paulo: Blucher, 2018. 76 p.

NETO, G. R. et al. Hypotensive effects of resistance exercises with blood flow restriction. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 4, p. 1064–70, 2015.

PETROSKI, E. E. L.; PIRES-NETO, C. S.; NETO, C. P. Validação de Equações Antropométricas para estimativa da densidade Corporal em Mulheres. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, 1995.

POPE, Z. K.; WILLARDSON, J. M.; SCHOENFELD, B. J. A brief review: Exercise and blood flow restriction. **Journal of Strength and Conditioning Research**, s.n., v. 27, 2013.

POTON, Roberto; POLITO, Marcos Doederlein. Hemodynamic response to resistance exercise with and without blood flow restriction in healthy subjects. **Clinical Physiology And Functional Imaging**, v. 36, n. 3, p. 231-236, 27 nov. 2014. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/cpf.12218>.

POTON, R.; POLITO, M. D. Respostas Cardiovasculares durante Exercício Resistido com Restrição de Fluxo Sanguíneo. **Revista Brasileira de Cardiologia**, v. 27, n. 2, p. 600–606, 2014a.

REBELO-MARQUES, A. et al. Aging Hallmarks: the benefits of physical exercise. **Frontiers In Endocrinology**, v. 9, n. 258, p. 1-15, 25 maio 2018. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fendo.2018.00258>.

SATO, Y. The history and future of KAATSU Training. **International Journal of KAATSU Training Research**, n. 26, p. 1–5, 2005.

SOUSA, Carlos Magno et al. Development of a Computational Model to Predict Excess Body Fat in Adolescents through Low Cost Variables. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, v. 16, n. 16, p. 2962, 17 ago. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph16162962>.

STEFANI, Laura; GALANTI, Giorgio. Physical Exercise Prescription in Metabolic Chronic Disease. **Advances In Experimental Medicine And Biology**, p. 123-141, 2017. Springer Singapore. http://dx.doi.org/10.1007/978-981-10-5717-5_6.

STEWART, A. A. et al. International standards for anthropometric assessment. **Lower Hutt, New Zealand: International Society for the Advancement of Kinanthropometry**, p. 125f, 2011.

STORCH, A. S. et al. Methods of Endothelial Function Assessment: Description and Applications. **International Journal Of Cardiovascular Sciences**, v. 30, n. 3, p.262-273, mar. 2017. GN1 Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/2359-4802.20170034>.

TAKARADA, Yudai et al. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. **Journal Of Applied Physiology**, v. 88, n. 1, p. 61-65, 1 jan. 2000. American Physiological Society. <http://dx.doi.org/10.1152/jappl.2000.88.1.61>. (c)

TAKARADA, Yudai et al. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. **Journal Of Applied Physiology**, v. 88, n. 6, p. 2097-2106, 1 jun. 2000. American Physiological Society. <http://dx.doi.org/10.1152/jappl.2000.88.6.2097>. (b)

TAKARADA, Yudai; SATO, Yoshiaki; ISHII, Naokata. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. **European Journal Of Applied Physiology**, v. 86, n. 4, p. 308-314, fev. 2002. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-001-0561-5>. (d)

TAKARADA, Yudai; TAKAZAWA, Haruo; ISHII, Naokata. Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. **Medicine And Science In Sports And Exercise**, v. 32, n. 12, p. 2035-2039, dez. 2000. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-200012000-00011>. (a)

TEIXEIRA, E. L.; HESPANHOL, K. C.; MARQUEZ, T. B.; FILHO, E. M. et al. Efeito do treinamento de força com oclusão vascular na capacidade funcional de idosas. **Ensaios e Ciência**, v. 16, n. 4, p. 77–86, 2012a.

TEIXEIRA, E. L.; HESPANHOL, K. C.; MARQUEZ, T. B. Efeito do treinamento resistido com oclusão vascular em idosas. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v. 6, n. 36, p.560-568, nov. 2012b.

THIEBAUD, Robert S. et al. The effects of elastic band resistance training combined with blood flow restriction on strength, total bone-free lean body mass and muscle thickness in postmenopausal women. **Clinical Physiology And Functional Imaging**, v. 33, n. 5, p. 344-352, 3 abr. 2013. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/cpf.12033>.

THIJSSSEN, D. H. J. et al. Retrograde Flow and Shear Rate Acutely Impair Endothelial Function in Humans. **Hypertension**, v. 53, n. 6, p. 986–992, 2009.

WANG, Jiaoqin et al. Effect of Leg Half-Squat Training With Blood Flow Restriction Under Different External Loads on Strength and Vertical Jumping Performance in Well-Trained Volleyball Players. **Dose-Response**, v. 20, n. 3, p. 155932582211236, jul. 2022. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/15593258221123673>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a World Health Organization Consultation. Geneva: World Health Organization, 2004. p. 256. **WHO Obesity Technical Report Series**, n. 284.

XU, Liya et al. The Effects of Exercise for Cognitive Function in Older Adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, v. 20, n. 2, p. 1088, 7 jan. 2023. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph20021088>.

YASUDA, T. et al. Muscle size and arterial stiffness after blood flow-restricted low-intensity resistance training in older adults. **Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports**, v. 24, n. 5, p. 799-806, 3 jun. 2013. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/sms.12087>.

ANEXO C – Comprovante de Submissão de Artigo derivado da Tese.

São Paulo Medical Journal



Strength training with sixty percent of blood flow restriction increased strength, arterial dilation, reduced systolic blood pressure and parasympathetic modulation in elderly woman: a clinical study

Journal:	<i>São Paulo Medical Journal</i>
Manuscript ID	Draft
Manuscript Type:	Original Article
Keyword -- MESH List & Decs List:	Strength training, Endothelial dysfunction, Exercise training

SCHOLARONE™
Manuscripts

Submission Confirmation

Print

Thank you for your submission

Submitted to
São Paulo Medical Journal

Manuscript ID
SPMJ-2023-0233

Title
Strength training with sixty percent of blood flow restriction increased strength, arterial dilation, reduced systolic blood pressure and parasympathetic modulation in elderly woman: a clinical study

Authors
PINTO, LEANDRO
Dias, Carlos
Vicente Macedo de Sousa, Victor
José Dias, Carlos
Durans, Leonardo Hesley Ferraz
Ferreira, Andressa
Pires Silva Sousa, Nilviane
Rodrigues, Bruno
Dualibe Barros Filho, Allan Kardec
Mostarda, Cristiano

Date Submitted
04-Jul-2023

ANEXO D – Comprovante de Artigo Publicado

Journal of Aging and Physical Activity, (Ahead of Print)
<https://doi.org/10.1123/japa.2020-0137>
© 2020 Human Kinetics, Inc.

Human Kinetics 
ORIGINAL RESEARCH

Acute Effects of Resistance Exercise With Blood Flow Restriction in Elderly Women: A Pilot Study

Antonio W.S. Maciel, Leandro M. Pinto, Roberta C.A. Campos, Andressa C. Ferreira,
Carlos A.A. Dias-Filho, Carlos J.M. Dias, Flávio de Oliveira Pires,
Christiano B. Urtado, Bruno Rodrigues, and Cristiano Teixeira Mostarda

Aim: To compare the acute effects of two resistance exercise sessions with different partial blood flow restrictions (BFR) on hemodynamic parameters and cardiac autonomic modulation in older women with metabolic syndrome. **Methods:** Thirty-nine older women (64.4 ± 4.5 years) were allocated into three groups: BFR0 = resistance exercise (20%, 1 maximum repetition [MR]) + 0% BFR; BFR60 = 20% 1 MR resistance exercise + 60% BFR; and BFR80 = 20% 1MR resistance exercise + 80% BFR. **Results:** A reduction of 14 mmHg (BFR60 group) and 13 mmHg (BFR80 group) was observed 48 hr after the first exercise session, while vagal modulation was increased in the BFR60 group after 24 and 48 hr. **Conclusion:** A low-intensity resistance exercise session with 60% and 80% of BFR resulted in blood pressure (systolic, diastolic, and mean) reduction and positive changes on heart rate variability after 24 h of a RE session.

Keywords: blood pressure, metabolic syndrome, resistance exercise

ANEXO E – Comprovante de Artigo Publicado

Revistaft

ISSN 1678-0817 Qualis B2

Revista Científica de Alto Impacto.



HEMODYNAMIC RESPONSES OF A STRENGTH TRAINING
SESSION WITH TWO DIFFERENT INTENSITIES OF BLOOD
FLOW RESTRICTION IN NORMOTENSIVE ELDERLY
WOMEN

Ciências da Saúde, Edição 119 FEV/23 / 25/02/2023

REGISTRO DOI: 10.5281/zenodo.7689914

Leandro Moraes Pinto¹

Rafael Martins Andrade¹

José Carlos Dias^{1,2}

Carlos Alberto Alves Dias Filho^{1,5,6}

Andressa Coelho Ferreira¹

Alexandro Guimarães Reis⁵

Mariana Barreto Serra⁵

Cinthia Daniele Machado de Moraes⁵

Aécio Assunção Braga⁵

Nivaldo de Jesus Soares Jr¹

Cristiano Teixeira Mostarda^{1,2,3,4}

ANEXO F – Comprovante de Artigo Publicado

The logo for Revista ft features the word "Revista" in a grey, cursive script font, followed by "ft" in a bold, yellow, sans-serif font.**ISSN 1678-0817 Qualis B2**

Revista Científica de Alto Impacto.



A EFICÁCIA DO TREINAMENTO RESISTIDO COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO PARA AUMENTO DE FORÇA E HIPERTROFIA MUSCULAR: REVISÃO SISTEMÁTICA

Edição 120 MAR/23, Saúde Coletiva / 08/03/2023

THE EFFECTIVENESS OF RESISTANCE TRAINING WITH BLOOD FLOW RESTRICTION FOR MUSCLE STRENGTHENING AND HYPERTROPHY: SYSTEMATIC REVIEW

REGISTRO DOI: 10.5281/zenodo.7708155

Igor Costa da Silva Sales de Oliveira¹

Leandro Moraes-Pinto²

Cristiano Teixeira Mostarda²

Luiz Alexandre de Menezes Nunes¹

Daniela Alves Flexa Ribeiro¹

Emanuel Péricles Salvador²

Ezequias Rodrigues Pestana¹