UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

Efeitos do Treinamento Resistido Dinâmico, Isométrico e Combinado (Dinâmico + Isométrico) na Pressão Arterial Ambulatorial e no Aumento da Pressão Arterial durante a Execução do Exercício Resistido em Hipertensos de Meia-Idade

Julio Cesar Silva de Sousa

São Paulo
2022

JULIO CESAR SILVA DE SOUSA

Efeitos do Treinamento Resistido Dinâmico, Isométrico e Combinado (Dinâmico + Isométrico) na Pressão Arterial Ambulatorial e no Aumento da Pressão Arterial durante a Execução do Exercício Resistido em Hipertensos de Meia-Idade

Tese apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências

Área de Concentração: Estudos Biodinâmicos da Educação Física e Esporte

Orientadora: Profa. Dra. Cláudia Lúcia de Moraes Forjaz

São Paulo

2022

Catalogação da Publicação
Serviço de Biblioteca
Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

Sousa, Julio Cesar Silva de
Efeitos do treinamento resistido dinâmico, isométrico e combinado (dinâmico + isométrico) na pressão arterial ambulatorial e no aumento da pressão arterial durante a execução do exercício resistido em hipertensos de meia- idade / Julio Cesar Silva de Sousa. -- São Paulo : [s.n.], 2022.
119p.

Tese (Doutorado) --Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.
Orientadora: Profa. Dra. Cláudia Lúcia de Moraes Forjaz

1.Pressão arterial 2. Fisiologia do exercício 3. Exercício resistido 4. Treinamento aeróbico I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: SILVA DE SOUSA, Julio Cesar

Título: Efeitos do Treinamento Resistido Dinâmico, Isométrico e Combinado (Dinâmico + Isométrico) na Pressão Arterial Ambulatorial e no Aumento da Pressão Arterial durante a Execução do Exercício Resistido em Hipertensos de Meia-Idade.

Tese apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências

Data:___/___/___

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a).:_____

Instituição:_____Julgamento:_____

Prof(a). Dr(a).:_____

Instituição:_____Julgamento:_____

Prof(a). Dr(a).:_____

Instituição:_____Julgamento:_____

Agradecimentos

Aos meus pais, Rivaldo e Lourdes, pelo apoio, por fornecerem os elementos essenciais para a formação do meu caráter e por serem exemplos de pessoas honestas e trabalhadoras.

À minha orientadora, Profa. Cláudia Forjaz, pela paciência e dedicação em me orientar, qualidades demonstradas desde a minha época de aluno de graduação e que foram fundamentais para a minha formação científica; por ser um exemplo como professora, pesquisadora e cientista, por sua ética e competência profissionais que sempre servirão de inspiração para mim.

À Profa. Andréia Queiroz pelos ensinamentos durante minha iniciação científica e por me ajudar nos primeiros passos da minha formação científica.

À minha companheira, Giovanna Seracine, por sempre me lembrar de que sou capaz, pelo amor e confiança em meu potencial.

Aos amigos do Laboratório de Hemodinâmica da Atividade Motora (LAHAM), Luan Moraes, Leandro Brito, Gustavo, Thais, Natan Jr, Tereza e Luiz Riani por sempre estarem dispostos a ajudar. Especialmente ao Rafael Fecchio pela fundamental parceria na condução deste estudo, por sua paciência, lucidez e dedicação.

Aos Médicos Giovannio Vieira, Andrea Pio de Abreu e aos funcionários da Unidade de Hipertensão do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo pelo suporte no atendimento dos voluntários desta pesquisa.

Ao Professor David Low por me receber de portas abertas em seu laboratório na Liverpool John Moores University e por me aceitar para o período de doutorado sanduiche sob sua orientação, apesar de isso não ter sido possível devido à pandemia de COVID-19.

Aos voluntários(as) que gentilmente aceitaram participar desta pesquisa pela disponibilidade, dedicação e paciência, sem os quais este trabalho não seria possível.

A todos os funcionários e professores da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo por fazerem parte da minha formação. Graças a vocês, as lições aprendidas nesta instituição serão levadas para toda a minha vida.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (processo: 2018/19151-2) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (processo: 1760132) pelo fomento desta pesquisa.

Por fim, a todos que não foram citados aqui, mas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução deste trabalho e para a minha formação.

RESUMO

SILVA DE SOUSA, JULIO CESAR. **Efeitos do Treinamento Resistido Dinâmico, Isométrico e Combinado (Dinâmico + Isométrico) na Pressão Arterial Ambulatorial e no Aumento da Pressão Arterial durante a Execução do Exercício Resistido em Hipertensos de Meia-Idade**.

As diretrizes atuais de hipertensão arterial têm incluído o treinamento resistido dinâmico (TRD) e o treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h) no tratamento dessa doença. O efeito do TRD e do TRI_h diminuindo a pressão arterial clínica de hipertensos tem sido relatado na literatura, mas seus efeitos sobre a pressão arterial ambulatorial, que possui maior relação com o pior prognóstico em hipertensos, não têm sido identificados. Em adição, como o TRD e o TRI_h diminuem a pressão arterial, é possível que a combinação desses treinamentos, num treinamento resistido combinado (TRC), resulte em maior efeito hipotensor, diminuindo a pressão arterial ambulatorial, o que precisa ser investigado. Em complemento, durante a execução do exercício resistido ocorre aumento expressivo da pressão arterial, o que pode representar um risco aos hipertensos, sendo importante verificar se os treinamentos resistidos expostos anteriormente atenuam esse aumento. Assim, este estudo objetivou avaliar os efeitos do TRD, TRI_h e TRC sobre a pressão arterial ambulatorial e sobre o aumento da pressão arterial durante a execução do exercício resistido dinâmico e do exercício resistido isométrico de *handgrip* em hipertensos. Para tanto, foram avaliados 60 homens hipertensos de meia-idade medicados, que foram aleatoriamente divididos em 4 grupos que realizaram intervenções específicas 3 vezes por semana por 10 semanas, sendo eles: TRD (8 exercícios, 3 séries, 50% de 1RM, fadiga moderada), TRI_h (4 séries, 2 min, contração unilateral alternada, 30% da CVM), TRC (TRD seguido do TRI_h) e controle (CONT – 30 min de exercícios de alongamento). No início e no final do estudo, foi realizada uma monitorização ambulatorial da pressão arterial e uma sessão experimental para avaliar o aumento da pressão arterial sistólica (PAS – medida fotopletismográfica) durante a execução do exercício de extensão de joelho unilateral (3 séries, 50% de 1RM, fadiga concêntrica) e do exercício isométrico de *handgrip* (unilateral - 4 séries de 2 min, 30% da CVM), ambos realizados com a mesma carga absoluta e relativa. Os dados foram analisados por ANOVAs mistas de 2 ou 3 fatores, seguidas do teste de *post-hoc* de Newman-Keuls e considerando-se $P<0,05$ como significante. As médias da pressão arterial de 24h, vigília e sono não se alteraram em nenhum dos grupos (todas as análises - $p > 0,05$). Também não houve nenhuma interação significante com o fator grupo nas análises das respostas do PAS durante a execução dos exercícios resistidos dinâmico e isométrico de *handgrip*, demonstrando que os grupos de treinamento apresentaram a mesma resposta que o grupo CONT. Dessa forma, em conclusão, em homens hipertensos medicados, nem o TRD, nem o TRI_h e nem a combinação desses treinamentos num TRC diminui a pressão arterial ambulatorial e nem atenua o aumento da PAS durante a execução do exercício resistido dinâmico até a fadiga concêntrica ou do exercício isométrico de *handgrip*.

Palavras-chave: Hipertensão Arterial; Treinamento de Resistência; Monitorização Ambulatorial da Pressão Arterial; Exercício de força; Exercício isometrico

ABSTRACT

SILVA DE SOUSA, JULIO CESAR. **Effects of Dynamic Resistance Training, Isometric and Combined (Dynamic + Combined) on Ambulatory Blood Pressure and on Blood Pressure Increase during Resistance Exercise in Middle-aged Hypertensive Man.**

Current guidelines have included dynamic resistance training (DRT) and isometric handgrip training (IHT) as exercise modalities for the treatment of hypertension. Both of these exercises are effective to reduce clinic blood pressure, but their effects on ambulatory blood pressure, that has a better prognostic value, are unknown. Additionally, as both DRT and IHT reduces blood pressure, it is possible that their association in a combined resistance training (CRT) may produce a greater hypotensive effect, which needs to be investigated. Furthermore, blood pressure presents an expressive increase during the execution of a resistance exercise. As this increase may increase the risk for acute events in hypertensives, it is important to verified whether DRT, IHT or CRT are effective in blunting this increase. Thus, the present study was designed to evaluate the effects of DRT, IHT and CRT on ambulatory blood pressure and on the systolic blood pressure increase observed during dynamic resistance exercise and during isometric handgrip exercise in hypertensive men. For that, 60 medicated middle-aged hypertensive men were randomly allocated into four groups that trained 3 times for week during 10 weeks, following specific interventions: DRT (8 dynamic resistance exercises, 3 sets, 50% of 1RM, moderate fatigue), IHT (4 sets, 2 min, unilateral alternated isometric contraction, 30% of MVC), CRT (DRT followed by IHT) and control (CONT - 30 min, stretching exercises). Before and after the interventions, the subjects underwent an 24h ambulatory blood pressure monitoring and an experimental session designed to evaluate systolic blood pressure (SBP - photoplethysmography) increase during the execution of one-leg extension exercise (3 sets, 50% of 1RM, concentric fatigue) and isometric handgrip (4 sets, 2 min, unilateral, 30% of MVC) conducted with the same absolute and the same relative loads before and after training. Data were analysed by 2- or 3-way mixed ANOVAs followed by Newman-Keuls post-hoc tests and considering $p<0.05$ as significant. Twenty-four, awake and sleep blood pressure did not change in any of the four groups ($P>0.05$). In addition, there was no interaction with groups for SBP responses during the execution of the dynamic or the handgrip exercises, showing that all tra8ning groups presented responses similar to the CONT group. In conclusion, in medicated hypertensive men, DRT, IHT and CRT did not reduce ambulatory blood pressure and they also did not blunt SBP increase during the execution of dynamic resistance exercise or isometric handgrip exercise.

Keywords: Arterial Hypertension, Strength training, Ambulatory blood pressure, Strength exercise, Isometric exercise.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 1
2 OBJETIVOS 4
2.1 GERAIS 4
2.2 ESPECÍFICOS 4
3 REVISÃO DE LITERATURA 5
3.1 HIPERTENSÃO ARTERIAL 5
3.1.1 Caracterização 5
3.1.2 Diagnóstico 6
3.1.3 Prevalência 9
3.1.4 Consequências 10
3.1.5 Tratamento 12
3.2 TREINAMENTO RESISTIDO 14
3.2.1 Definição, Tipos e Função na Saúde 14
3.2.2 Treinamento Resistido Dinâmico e Pressão Arterial 16
3.2.3 Treinamento Resistido Isométrico de *Handgrip* e Pressão Arterial 19
3.2.4 Treinamento Resistido Combinado 23
3.3 CONSIDERAÇÕES GERAIS 26
4 MÉTODOS 27
4.1 CASUÍSTICA 27
4.2 PROCEDIMENTOS PRELIMINARES 28
4.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS 28
4.3.1 Monitorização Ambulatorial da Pressão Arterial 30
4.3.2 Familiarização aos Exercícios Resistidos 31
4.3.3 Teste de Força Dinâmica e Isométrica Máximas 31
4.3.4 Sessão Experimental 33
4.3.5 Intervenções 34
4.4 ANÁLISES DOS DADOS 36
4.4.1 Monitorização Ambulatorial da Pressão Arterial 36
4.4.2 Avaliação das respostas da pressão arterial durante os exercícios resistidos 37
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA 37
5 RESULTADOS 39
5.1 FLUXO DOS INDIVÍDUOS NO ESTUDO 39
5.2 CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA 41
5.3 EXECUÇÃO DO PROTOCOLO 42
5.3.1 Execução das intervenções 42

5.4 RESPOSTAS DA PRESSÃO ARTERIAL AMBULATORIAL 45
5.4.1 Pressão Arterial Sistólica 45
5.4.2 Pressão Arterial Diastólica 48
5.5 RESPOSTAS DA PRESSÃO ARTERIAL DURANTE OS EXERCÍCIOS RESISTIDOS 51
5.5.1 Exercício Resistido Dinâmico – Carga Absoluta 52
5.5.2 Exercício Resistido Dinâmico – Carga Relativa 57
5.5.3 Exercício Resistido Isométrico de *Handgrip* – Carga Absoluta 61
5.5.4 Exercício Resistido Isométrico de *Handgrip* – Carga Relativa 67
6 DISCUSSÃO 72
6.1 PRINCIPAIS ACHADOS 72
6.2 EXECUÇÃO DO ESTUDO 72
6.3 EFEITOS DOS TREINAMENTOS RESISTIDOS SOBRE A PRESSÃO ARTERIAL AMBULATORIAL 76
6.4 EFEITOS DOS TREINAMENTOS SOBRE O AUMENTO DA PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA DURANTE A EXECUÇÃO DO EXERCÍCIO RESISTIDO DINÂMICO 79
6.5 EFEITOS DOS TREINAMENTOS SOBRE AUMENTO DA PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA DURANTE A EXECUÇÃO DO EXERCÍCIO ISOMÉTRICO DE *HANDGRIP* 81
6.6 IMPLICAÇÃO CLÍNICA 83
6.7 LIMITAÇÕES 83
7 CONCLUSÕES 85
8 REFERÊNCIAS 86
9 ÍNDICE DE TABELAS 97
10 ÍNDICE DE FIGURAS 100
11 ÍNDICE DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS 104
12 ANEXO – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO 105

1 INTRODUÇÃO

A hipertensão arterial se caracteriza pela manutenção de níveis elevados de pressão arterial, o que é averiguado pela medida da pressão arterial realizada com o indivíduo em repouso, denominada pressão arterial clínica, e pode ser complementado pela medida sequencial da pressão arterial por 24 horas em condições cotidianas, o que é denominado pressão arterial ambulatorial (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021). A manutenção da pressão arterial elevada danifica os vasos sanguíneos e prejudica a função de diversos órgãos, como o coração, o cérebro e os rins, o que contribui em longo prazo para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e renais, que podem resultar em morte (NADAR, TAYEBJEE, *et al.*, 2006).

O treinamento físico aeróbico é um importante componente do tratamento não-medicamentoso da hipertensão arterial devido à sua comprovada eficácia em reduzir tanto a pressão arterial clínica quanto a ambulatorial (CARDOSO, GOMIDES, *et al.*, 2010) (CORNELISSEN e SMART, 2013). No entanto, em programas de treinamento físico, além do treinamento aeróbico, que tem importante efeito na saúde cardiovascular, o treinamento resistido é considerado igualmente importante por seus benefícios musculoesqueléticos, de modo que esse treinamento também é recomendado para a manutenção da saúde global (GARBER, BLISSMER, *et al.*, 2011).

Considerando o efeito do treinamento resistido na pressão arterial, o treinamento resistido dinâmico (TRD) diminui a pressão arterial clínica de hipertensos (DANTAS, BRASILEIRO-SANTOS, *et al.*, 2016; NORRIS, CARROLL e COCHRANE, 1990) e é recomendado por diferentes diretrizes para o tratamento da hipertensão arterial, como complemento ao treinamento aeróbico (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021; WHELTON, CAREY, *et al.*, 2018). Por outro lado, o treinamento resistido isométrico tem efeito hipotensor identificado quando se utiliza o exercício de *handgrip* (CARLSON, DIEBERG, *et al.*, 2014; CORNELISSEN e SMART, 2013; ESPINOZA SALINAS, SÁNCHEZ, *et al.*, 2014; GARG, MALHOTRA, *et al.*, 2014; INDER, CARLSON, *et al.*, 2016), de modo que embora esse treinamento ainda não seja recomendado pelas diretrizes brasileira e europeia de hipertensão arterial (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021; WILLIAMS, HASKELL, *et al.*, 2007), ele é apontado como uma possibilidade para os hipertensos na diretriz americana (WHELTON, CAREY, *et al.*, 2018).

Apesar da pressão arterial clínica ser muito relevante, sendo utilizada para o diagnóstico e o acompanhamento do controle da hipertensão arterial (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021), a pressão arterial ambulatorial possui maior relação com o prognóstico dos hipertensos (SHIMBO, ABDALLA, *et al.*, 2015; STAESSEN, THIJS, *et al.*, 1999; VERDECCHIA, 2000), de modo que a eficácia de condutas terapêuticas deve também considerar os efeitos dessas condutas sobre essa pressão. Nesse contexto, tanto o efeito do TRD (DANTAS, BRASILEIRO-SANTOS, *et al.*, 2016; MOTA, DE OLIVEIRA, *et al.*, 2013; TERRA, MOTA, *et al.*, 2008; TOMELERI, MARCORI, *et al.*, 2017), quanto do treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h) (BADROV, BARTOL, *et al.*, 2013; CARLSON, DIEBERG, *et al.*, 2014; MILLAR, LEVY, *et al.*, 2013) reduzindo a pressão arterial foram constatados na medida clínica dessa pressão. Pelo nosso conhecimento, apenas dois dos estudos que aplicaram o TRD em hipertensos utilizaram a medida ambulatorial da pressão arterial e eles não demonstraram redução após o período de treinamento (BERTANI, CAMPOS, *et al.*, 2018; BLUMENTHAL, SIEGEL e APPELBAUM, 1991; GOMES, CORREIA, *et al.*, 2018). Da mesma forma, considerando o TRI_h, apenas três estudos foram localizados com hipertensos e eles também não evidenciaram redução da pressão arterial ambulatorial (FARAH, RODRIGUES, *et al.*, 2018; PAGONAS, VLATSAS, *et al.*, 2017; STILLER-MOLDOVAN, KENNO e MCGOWAN, 2012). É importante ressaltar, no entanto, que são poucos estudos, sendo importante continuar investigando essa questão.

Há sugestões na literatura de que os efeitos dos TRD e TRI em reduzir a pressão arterial clínica ocorram por mecanismos diferentes, com o treinamento dinâmico melhorando a função endotelial (KIM e KIM, 2013) e o isométrico de *handgrip* influenciando a regulação autonômica cardiovascular (TAYLOR, MCCARTNEY, *et al.*, 2003). Assim, é possível sugerir a hipótese de que a combinação desses dois treinamentos, num treinamento resistido combinado (TRC), possibilite a somação de seus efeitos hipotensores pela adição desses mecanismos, promovendo redução da pressão arterial ambulatorial, o que ainda não foi investigado.

Outro aspecto importante na temática relacionada aos exercícios resistidos na hipertensão arterial é o fato de que durante a execução desses exercícios ocorre aumento expressivo da pressão arterial (GOMIDES, DIAS, *et al.*, 2010; HARRIS e HOLLY, 1987; NERY, GOMIDES, *et al.*, 2010; SALE, MOROZ, *et al.*, 1994), o que aumenta o risco de rompimento de aneurismas pré-existentes (ANDERSON, MHURCHU, *et al.*, 203;

VERMEER, RINKEL e ALGRA, 1997). Esse é um risco especialmente importante em hipertensos, pois eles possuem maior chance de possuírem aneurismas (ANDERSON, MHURCHU, *et al.*, 203) (VERMEER, RINKEL e ALGRA, 1997). Assim, é interessante investigar se o treinamento resistido é capaz de minimizar o aumento da pressão arterial durante a execução aguda do exercício resistido.

Alguns estudos demonstraram que o TRD atenua o aumento da pressão arterial durante a execução desse exercício quando realizado com mesma carga absoluta (MCCARTNEY, MCKELVIE, *et al.*, 1993; SALE, MOROZ, *et al.*, 1994), mas não modifica esse aumento quando o exercício é realizado com a mesma carga relativa (MCCARTNEY, MCKELVIE, *et al.*, 1993). Porém, esses estudos não foram realizados com indivíduos hipertensos, sendo fundamental investigar essa questão nessa população. Com relação ao TRI_h, pelo nosso conhecimento, apenas um estudo (BADROV, HORTON, *et al.*, 2013) investigou essa temática e demonstrou que esse treinamento atenuou o aumento da pressão arterial durante a execução do exercício na mesma carga relativa. Esse estudo investigou indivíduos hipertensos, mas seu resultado precisa ser replicado. Destaca-se ainda que, conforme a hipótese sugerida anteriormente, é possível que a associação desses dois treinamentos, além de promover redução da pressão arterial ambulatorial, possa resultar em maior redução do aumento da pressão arterial durante a execução aguda desses exercícios, o que precisa ser investigado.

Diante do exposto, verifica-se na literatura a existência de resultados que precisam ser replicados, lacunas que precisam ser preenchidas e hipóteses inovadoras a serem testadas sobre os efeitos do TRD e TRI_h, bem como da associação desses treinamentos num TRC sobre a pressão arterial ambulatorial e o aumento da pressão arterial durante a execução de exercícios resistido. Essa tese investigou esses aspectos, estudando homens hipertensos de meia idade, visto que eles representam um quarto da população hipertensa (WORLD HEATH ORGANIZATION, 2019), que essa população tem elevado interesse nesse tipo de treinamento (DOUMAS, PAPADEMETRIOU, *et al.*, 2013) e que existem poucos estudos sobre o efeito do treinamento resistido da pressão arterial dessa população especifica, ou seja, apenas 7% dos estudos incluídos na metanálise de Cornelissen e Smart (2013) e somente 3% dos estudos incluídos na metanálise de MacDonald, Johnson et al. (2016).

2 OBJETIVOS

2.1 GERAIS

Avaliar, em homens hipertensos medicados de meia-idade, os efeitos do TRD, TRI_h e do TRC sobre a pressão arterial ambulatorial e sobre os aumentos da sobrecarga cardiovascular promovidos pela execução do exercício resistido dinâmico e do exercício isométrico de *handgrip*.

2.2 ESPECÍFICOS

Avaliar, em homens hipertensos medicados de meia-idade, os efeitos do TRD, do TRI_h e do TRC sobre:

1. a média da pressão arterial de 24 horas, vigília e sono;
2. a variabilidade da pressão arterial ambulatorial;
3. o aumento da pressão arterial sistólica (PAS) durante a execução de um exercício resistido dinâmico realizado com a mesma carga absoluta antes e após o treinamento;
4. o aumento da PAS durante a execução de um exercício resistido dinâmico realizado com a mesma carga relativa antes e após o treinamento;
5. o aumento da PAS durante a execução do exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga absoluta antes e após o treinamento; e
6. o aumento da PAS durante a execução do exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga relativa antes e após o treinamento.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 HIPERTENSÃO ARTERIAL

3.1.1 Caracterização

A hipertensão arterial é uma condição clínica multifatorial crônica e não transmissível caracterizada pela elevação mantida dos níveis de PAS e/ou pressão arterial diastólica (PAD) (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021). Seu desenvolvimento depende de fatores genéticos, epigenéticos, ambientais e sociais, que promovem distúrbios nos mecanismos que controlam a pressão arterial, como o sistema nervoso autonômico, o sistema renina-angiotensina-aldosterona e o sistema renal, entre outros (PORTH, 2009). Em condições fisiológicas, alterações dos níveis de pressão arterial desencadeiam respostas compensatórias de curto, médio e longo prazos nesses sistemas, que promovem o retorno dos níveis de pressão arterial para valores normais, garantindo a adequada perfusão tecidual (BOLÍVAR, 2013). Entretanto, mediante a falha ou ineficiência desses sistemas de regulação, as elevações da pressão arterial não são eficientemente compensadas, mantendo-se valores elevados, o que caracteriza o quadro de hipertensão arterial (MULLINS, BAILEY e MULLINS, 2006).

Devido à natureza multifatorial do quadro hipertensivo e às complexas alterações dos mecanismos de controle da pressão arterial, em aproximadamente 90% dos casos, a causa da doença não é determinada, caracterizando a hipertensão arterial essencial (CARRETERO e OPARIL, 2000). Além disso, a hipertensão arterial é uma doença que raramente manifesta sintomas (ASHLEY e NIEBAUER, 2004), o que dificulta seu diagnóstico precoce e a adesão ao tratamento. Dessa forma, a hipertensão arterial é considerada um assassino silencioso, pois tem caráter predominantemente assintomático, mas é um dos principais contribuintes para mortes prematuras por doenças cardiovasculares, cerebrovasculares e renais (ARIMA, BARZI e CHALMERS, 2001; SEEDAT, 1981).

3.1.2 Diagnóstico

O diagnóstico da hipertensão arterial era caracterizado, até 2017, por valores de PAS e/ou PAD iguais ou maiores que 140/90 mmHg e esses valores de corte eram adotados por todas as diretrizes, incluindo a nacional (MALACHIAS, SOUZA, *et al.*, 2016) e as internacionais (CHOBANIAN, BAKRIS, *et al.*, 2003; MANCIA, FAGARD, *et al.*, 2013). No entanto, em 2018, as diretrizes do *American College of Cardiology* e do *American Heart Association* determinaram alterações nesses valores de corte, definindo a presença da hipertensão arterial quando constatados valores de PAS/PAD iguais ou maiores que 130/80 mmHg (WHELTON, CAREY, *et al.*, 2018). Essas recomendações se basearam em estudos observacionais que relataram aumento na ocorrência de eventos cardiovasculares com valores da PAS/PAD entre 120-129/80-89 mmHg (GUO, ZHANG, *et al.*, 2013; HUANG, WANG, *et al.*, 2013; HUANG, SU, *et al.*, 2014; SHEN, MA, *et al.*, 2013; WANG, WU, *et al.*, 2013). A adoção desses novos valores de corte, no entanto, causou controvérsias (AAFP, 2017; WILT, KANSAGARA e QASEEM, 2018). Uma importante repercussão dos novos valores é o aumento da prevalência da doença, demandando consequentemente alterações nas políticas de prevenção e tratamento (BRUNSTRÖM, CARLBERG e LINDHOLM, 2018; KARIO, 2018; KHERA, LU, *et al.*, 2018; MANCIA e CORRAO, 2018; MUNTNER, CAREY, *et al.*, 2018; SCHIFFRIN, 2018; WANDER e RAM, 2018; WANG e LIU, 2018). Outro importante aspecto é que a própria revisão do *American College of Cardiology* e da *American Heart Association* não demonstrou evidências de benefício com a redução dos valores de corte, pois as diminuições do risco cardiovascular global e do risco para doenças cerebrovasculares foram muito modestas com a redução da pressão arterial nessa faixa (1,1% e 0,5%, respectivamente) (WHELTON, CAREY, *et al.*, 2018). Diante desses aspectos, apesar da proposta americana, as diretrizes de tratamento da hipertensão arterial europeia (WILLIAMS, HASKELL, *et al.*, 2007) e brasileira (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021) atuais mantiveram os valores de corte anteriores para o diagnóstico da hipertensão arterial. Dessa forma, a diretriz brasileira, utilizada como referência nesta tese (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021) recomenda que o diagnóstico da hipertensão arterial seja feito a partir da medida da pressão arterial de consultório, também denominada de medida casual ou clínica (sendo o último termo utilizado nesta tese), que se caracteriza pela medida realizada em local adequado, com o indivíduo em repouso

sentado ou deitado. Para o diagnóstico, essa medida deve ser executada em pelo menos duas ocasiões, realizando-se pelo menos 2 medidas por ocasião e seguindo-se procedimentos técnicos adequados. Os valores de classificação da pressão arterial clínica segundo a diretriz brasileira estão apresentados na Tabela 1 e, como se verifica, a hipertensão arterial é diagnosticada por valores de PAS e/ou PAD iguais ou maiores a 140 e 90 mmHg, respectivamente.

Tabela 1. Classificação da pressão arterial clínica segundo as Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial – 2020 (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021).

CLASSIFICAÇÃO	PAS (mmHg)		PAD (mmHg)
Ótima	< 120	e	< 80
Normal	120 - 129	e/ou	80-84
Pré-hipertensão	130 - 139	e/ou	85-89
Hipertensão estágio 1	140-159	e/ou	90-99
Hipertensão estágio 2	160-179	e/ou	100-109
Hipertensão estágio 3	≥ 180	e/ou	≥ 110

PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica. Quando a PAS e a PAD situam-se em categorias diferentes, a maior deve ser utilizada na classificação.

Embora a medida clínica seja utilizada para o diagnóstico da hipertensão arterial, a realização da monitorização ambulatorial da pressão arterial (MAPA) também é indicada na Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021) e suas características, implicações, vantagens e análises são detalhadas nas VI Diretrizes de Monitorização Ambulatorial da Pressão Arterial (NOBRE *et al.*, 2018). A MAPA se caracteriza pela medida da pressão arterial realizada fora do ambiente clínico (consultório, clínica, hospital etc.) por equipamentos programados para fazer medidas sequenciais em intervalos pré-definidos por várias horas enquanto os indivíduos realizam suas atividades cotidianas (NOBRE, MION JÚNIOR, *et al.*, 2018). A utilização da MAPA complementa a medida clínica, minimizando as limitações dessa medida. Os valores considerados alterados da PAS e/ou PAD durante a MAPA são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores da pressão arterial considerados alterados na medida ambulatorial da pressão arterial segundo as Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial – 2020 (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021; NOBRE, MION JÚNIOR, *et al.*, 2018).

Período	PAS (mmHg)	PAD (mmHg)
24 horas	$\geq$ 130	$\geq$ 80
Vigília	$\geq$ 135	$\geq$ 85
Sono	$\geq$ 120	$\geq$ 70

PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica.

As principais limitações da medida clínica da pressão arterial são: a influência do observador e do ambiente onde a medida é realizada, o que pode gerar o chamado "efeito do avental branco", que aumenta os valores da pressão arterial e ocorre em 15 a 30% dos indivíduos (FRANKLIN, THIJS, *et al.*, 2013) e o número reduzido de medidas, o que reduz a reprodutibilidade do valor obtido (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021; NOBRE, MION JÚNIOR, *et al.*, 2018). O uso da MAPA abole o "efeito do avental branco" e permite inúmeras medidas. Além disso, a MAPA permite avaliar outros parâmetros do comportamento da pressão arterial, como: a média da pressão arterial nas 24 horas, no período de vigília e durante o sono, além da variabilidade da pressão arterial ao longo do dia. Esses parâmetros possuem forte associação com o prognóstico cardiovascular (SHIMBO, ABDALLA, *et al.*, 2015). Nesse sentido, como demonstrado em publicações derivadas do estudo longitudinal *Ohasama Study*, o risco de mortalidade em 5 anos é maior em indivíduos com a pressão arterial de 24 horas no quintil mais alto (OHKUBO, IMAI, *et al.*, 1997). Além disso, um aumento de 10 mmHg na PAS de 24 horas aumenta em 1,34 vezes o risco cardiovascular (STAESSEN, THIJS, *et al.*, 1999). Os parâmetros da variabilidade da pressão arterial ambulatorial também se correlacionam positivamente com mortalidade, como demonstrado em uma metanálise recente (STEVENS, WOOD, *et al.*, 2016) e nos dados do *International database on Ambulatory Blood Pressure* (HANSEN, THIJS, *et al.*, 2010). Destaca-se que essa associação dos parâmetros da MAPA com a mortalidade cardiovascular é independente e mais forte que a observada com a medida clínica da pressão arterial (STAESSEN, THIJS, *et al.*, 1999).

Dessa forma, diante da importância da MAPA na avaliação mais completa, com menos limitações e com maior associação com o prognóstico cardiovascular, é importante que intervenções terapêuticas que visam a redução da pressão arterial e a melhora da saúde cardiovascular de hipertensos tenham sua eficácia comprovada na melhora dos parâmetros da MAPA.

3.1.3 Prevalência

A análise da prevalência da hipertensão arterial, obviamente, depende do critério de diagnóstico adotado. Como dito anteriormente, em 2017, o *American College of Cardiology* e a *American Heart Association* propuseram a mudança desse critério para valores iguais ou superiores a 130/80 mmHg para a PAS/PAD (WHELTON, CAREY, *et al.*, 2018). Assim, um estudo publicado em 2019 demonstrou que a adoção desse novo critério causaria um aumento de 24,2 para 42,4% na prevalência da hipertensão arterial no Canadá (GARIES, HAO, *et al.*, 2019). Dessa forma, qualquer interpretação de estudos epidemiológicos deve levar em conta os critérios diagnósticos adotados. Assim, os dados apresentados a seguir consideram os valores de PAS/PAD maiores ou iguais a 140/90 mmHg (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021).

Com esse critério, segundo estimativas da Organização Mundial da Saúde, aproximadamente 1,13 bilhão de pessoas ao redor do mundo têm hipertensão (WORLD HEATH ORGANIZATION, 2019). Em 2014, 22% dos adultos com idade a partir dos 18 anos eram hipertensos no mundo (WORLD HEATH ORGANIZATION, 2019). Adicionalmente, quando analisados pelo sexo, a hipertensão arterial atinge um quarto dos homens e um quinto das mulheres (WORLD HEATH ORGANIZATION, 2019).

Além desse grave panorama global, os dados epidemiológicos demonstram que a prevalência da hipertensão arterial é diferente entre países desenvolvidos e aqueles em desenvolvimento (MILLS, BUNDY, *et al.*, 2016). Enquanto nos países desenvolvidos, a prevalência da doença no período entre 2000 e 2010 foi de 28,5%, nos países em desenvolvimento, ela foi significantemente maior, chegando a 31,5%. Além disso, nessa mesma década, a prevalência da hipertensão arterial diminuiu em 2,6% nos países desenvolvidos, mas aumentou 7,7% nos países em desenvolvimento (MILLS, BUNDY, *et al.*, 2016).

No Brasil, a prevalência da hipertensão arterial é elevada, variando de acordo com a população estudada, mas apresentando uma tendência à redução nos últimos anos (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021). Uma importante metanálise com dados epidemiológicos sobre a hipertensão arterial na população brasileira foi publicada em 2012 (PICON, FUCHS, *et al.*, 2012). Ela incluiu 40 estudos com amostras de diversas regiões do país e demonstrou que a prevalência da hipertensão arterial no país era de

36,1% na década de 1980 (3 estudos, n=3.331), 32,9% na década de 1990 (8 estudos, n=9.212) e 28,7% a partir da década de 2000 (14 estudos, n=17.085) (PICON, FUCHS, *et al.*, 2012). Cabe ressaltar, no entanto, que o aumento expressivo do número de estudos com o avançar das décadas pode ter influenciado na tendência de redução observada ao longo do tempo. A partir da análise conjunta de todos os períodos, os autores evidenciaram uma prevalência da hipertensão arterial de, aproximadamente, 31,0%. Adicionalmente, considerando as proporções continentais do Brasil e a grande desigualdade socioeconômica entre as regiões do país, os autores também analisaram a prevalência da doença por macrorregião a partir da década de 2000 (14 estudos) e demonstraram que a região centro-oeste foi a que apresentou maior prevalência (32,0% - 4 estudos, n=5.739), seguida das regiões nordeste (31,1% - 2 estudos, n=961), sudeste (28,5% - 3 estudos, n=3.041) e sul (28,3% - 4 estudos, n=7.143). Destaca-se que a região norte apresentou uma prevalência extremamente reduzida (5%), porém esse número foi baseado em apenas um estudo e com uma amostra de apenas 201 indivíduos (PICON, FUCHS, *et al.*, 2012).

Dessa forma, a partir dos dados epidemiológicos mais recentes, a hipertensão arterial acomete aproximadamente cerca de um terço da população brasileira (PICON, FUCHS, *et al.*, 2012), sendo esse número semelhante ao observado em outros países em desenvolvimento ao redor do mundo (31,5%) (MILLS, BUNDY, *et al.*, 2016). Essa alta prevalência representa um grave problema de saúde pública, contribuindo para a ocorrência de doenças decorrentes do quadro hipertensivo e agravando os índices de morbidade de mortalidade da população brasileira.

3.1.4 Consequências

Os valores elevados de pressão arterial presentes na hipertensão arterial provocam, em longo prazo, diversas consequências nocivas à saúde, contribuindo para a ocorrência de doenças que afetam diversos órgãos, como o coração, os rins, o cérebro e a retina, entre outros (MESSERLI, WILLIAMS e RITZ, 2007; NADAR, TAYEBJEE, *et al.*, 2006). As alterações morfológicas e funcionais que ocorrem nesses órgãos devido à manutenção da pressão arterial elevada são denominadas lesões de órgãos-alvo e são, em última análise, responsáveis pelos altos índices de morbidade e mortalidade relacionados

à hipertensão arterial (MESSERLI, WILLIAMS e RITZ, 2007; NADAR, TAYEBJEE, *et al.*, 2006; PAPAZAFIROPOULOU, SKLIROS, *et al.*, 2011).

Dentre as principais doenças cardiovasculares nas quais a hipertensão arterial tem papel determinante para o desenvolvimento, destacam-se a hipertrofia do ventrículo esquerdo, a doença da artéria coronária, a doença cerebrovascular e a insuficiência cardíaca (MESSERLI, WILLIAMS e RITZ, 2007; NADAR, TAYEBJEE, *et al.*, 2006). Esse dado pode ser exemplificado por um estudo europeu de 2011 realizado com uma amostra de 1.095 hipertensos (idade média de 61,9 anos), dos quais aproximadamente 44,5% apresentaram alguma doença associada à hipertensão arterial, sendo a mais prevalente a hipertrofia do ventrículo esquerdo (PAPAZAFIROPOULOU, SKLIROS, *et al.*, 2011). Dados prospectivos de 2015, demonstram ainda que, na população norte-americana, a hipertensão arterial está presente em 69% dos casos de infarto agudo do miocárdio, em 77% dos casos de acidente vascular cerebral e em 75% dos casos de insuficiência cardíaca (MOZAFFARIAN, BENJAMIN, *et al.*, 2015). Além disso, a hipertensão arterial também contribui para o aumento do risco da ocorrência de insuficiência renal e da retinopatia hipertensiva (NADAR, TAYEBJEE, *et al.*, 2006).

Quantitativamente, o *Charleston Heart Study* demonstrou que, independentemente de outros fatores de risco, como os níveis de colesterol, o índice de massa corporal, o tabagismo e a condição socioeconômica, a hipertensão arterial é o principal preditor de mortalidade em um período de 30 anos (LACKLAND, GAZES, *et al.*, 1995). Adicionalmente, o risco de ocorrência de doenças cardiovasculares dobra para cada aumento de 20 mmHg da PAS e de 10 mmHg da PAD (LEWINGTON, CLARKE, *et al.*, 2002). Dessa forma, a hipertensão arterial é, direta ou indiretamente, responsável por, aproximadamente, 50% das mortes por doenças cardiovasculares (SCALA, MAGALHÃES e MACHADO, 2015).

Portanto, o corpo de conhecimento atual permite afirmar que: a hipertensão arterial é um dos principais problemas de saúde pública; sua alta prevalência é um fator preponderante para o agravamento do cenário atual da saúde pública; e embora seja uma doença não-transmissível pode ser considerada pandêmica atualmente (LACKLAND, 2005).

3.1.5 Tratamento

O tratamento a hipertensão arterial inclui o uso de medicamentos anti-hipertensivos e a adoção de medidas não medicamentosas, com a mudança de hábitos de vida (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021). As diretrizes nacionais atuais de hipertensão arterial recomendam que o tratamento não medicamentoso seja realizado por todos os hipertensos, independentemente do nível da hipertensão arterial ou do grau de risco cardiovascular (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021). Em relação ao tratamento medicamentoso, seu início deve ser imediato em hipertensos estágio 2 ou 3 e em hipertensos no estágio 1 com risco cardiovascular alto; enquanto em hipertensos estágio 1 com risco cardiovascular baixo ou moderado, ele deve ser iniciado após 3 meses de tratamento não medicamentoso, caso o controle da pressão arterial não tenha sido obtido (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021). As metas de controle para hipertensos em qualquer estágio com risco cardiovascular baixo e moderado são PAS/PAD menores que 140/90 mmHg; enquanto para hipertensos com risco cardiovascular alto, os valores alvo são menores que 130/80 mmHg (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021).

O tratamento medicamentoso compreende diversas classes de medicamentos que podem ser utilizadas de forma única (monoterapia) ou em combinação (politerapia) (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021). As principais classes são: alfa-agonistas de ação central, diuréticos, betabloqueadores, alfabloqueadores, vasodilatadores diretos, bloqueadores de canais de cálcio, inibidores da enzima conversora de angiotensina, bloqueadores dos receptores AT_1 da angiotensina II e inibidores diretos da renina. Devido à natureza multifatorial da hipertensão arterial, esses diferentes tipos de medicamentos possuem efeitos específicos nos diversos sistemas que controlam a pressão arterial. O alfa-agonistas centrais promovem inibição da atividade simpática centralmente. Os diuréticos promovem redução da volemia, reduzindo a sobrecarga de volume no sistema cardiovascular. Os betabloqueadores têm como principal mecanismo de ação a redução da frequência cardíaca e, consequentemente, do débito cardíaco. Os alfabloqueadores são antagonistas dos receptores alfa-1 pós-sinápticos e promovem vasodilatação periférica. Os vasodilatadores diretos relaxam a musculatura lisa arterial e promovem vasodilatação. Os bloqueadores de canais de cálcio têm como mecanismo de ação a redução da quantidade de cálcio intracelular, sendo essa classe de medicamento dividida entre os diidropiridínicos, com ação vasodilatadora predominante, e os não-diidropiridínicos, que

além do efeito vasodilatador, reduzem a FC. Os inibidores diretos da renina impedem a formação de angiotensina II, os inibidores da enzima conversora de angiotensina impedem a transformação da angiotensina I em II e os bloqueadores dos receptores da angiotensina II impedem as ações da angiotensina II, de modo que que esses três medicamentos causam vasodilatação e redução da resistência vascular periférica. As classes de medicamentos que podem ser utilizadas em regime de monoterapia são os diuréticos, os inibidores da enzima conversora de angiotensina, os bloqueadores de canais de cálcio e os bloqueadores dos receptores de angiotensina. Porém, se as metas de controle não forem atingidas deve-se aumentar a dose ou utilizar combinações de medicamentos, sendo consideras combinações preferenciais: diuréticos com inibidores da enzima conversora de angiotensina e/ou bloqueadores de canais de cálcio e/ou bloqueadores dos receptores de angiotensina; bloqueadores dos receptores de angiotensina com bloqueadores de canais de cálcio; e bloqueadores de canais de cálcio com inibidores da enzima conversora de angiotensina (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021).

A terapia não medicamentosa inclui a mudança no estilo de vida, compreendendo o controle ponderal, as medidas nutricionais, a cessação do tabagismo, o controle do estresse e a prática regular de atividade física. A redução de 5% no peso corporal implica em diminuição de 20-30% na pressão arterial. As medidas nutricionais recomendadas têm como foco a adoção de um padrão alimentar saudável e sustentável, a redução do consumo de sódio e a moderação do consumo de álcool. A cessação do tabagismo reduz consideravelmente o risco cardiovascular e se associa à melhora do controle da pressão arterial. As práticas de gerenciamento de estresse, como terapias comportamentais, meditação, ioga, terapias de relaxamento e respiração lenta guiada, embora não apresentem evidências robustas de eficácia, têm potencial para a redução da pressão arterial. Considerando-se a atividade física, a prática regular de atividade física em geral reduz a pressão arterial de hipertensos, mas o treinamento físico estruturado é mais efetivo, sendo mais recomendado (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021).

Dentre os diferentes tipos de treinamento físico, o aeróbico é o primariamente recomendado para o tratamento da hipertensão arterial devido a sua comprovada eficácia em reduzir a pressão arterial tanto clínica quanto ambulatorial (CARDOSO, GOMIDES, *et al.*, 2010; CORNELISSEN e SMART, 2013). Além disso, o treinamento resistido, principalmente o dinâmico, tem sido recomendado em complemento ao treinamento (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021) e, mais recentemente, a diretriz norte americana

de hipertensão arterial (WHELTON, CAREY, *et al.*, 2018) incluiu a possibilidade do uso do TRI_h.

3.2 TREINAMENTO RESISTIDO

3.2.1 Definição, Tipos e Função na Saúde

Os exercícios resistidos podem ser definidos pela contração muscular de um ou múltiplos segmentos corporais contra uma resistência externa, que pode ser imposta por equipamentos, pesos livres ou o próprio peso corporal (FLECK e KRAEMER, 2014). Os exercícios resistidos dinâmicos são caracterizados quando a contração muscular é acompanhada de movimento articular; enquanto no exercício resistido isométrico, a contração muscular ocorre sem movimento articular (FLECK e KRAEMER, 2014). Os exercícios resistidos dinâmicos são comumente executados em séries nas quais se realiza um determinado número de ciclos de contrações concêntrica (encurtamento das fibras musculares) e excêntrica (prolongamento das fibras musculares), denominados repetições (FLECK e KRAEMER, 2014). Os exercícios resistidos isométricos também são executados em séries, mas nelas a contração muscular é sustentada de forma ininterrupta por um determinado período (FLECK e KRAEMER, 2014).

Os exercícios resistidos são parte indispensável de qualquer programa de treinamento físico para a melhora e manutenção da saúde. Como demonstrado na tabela 3, o TRD pode promover alterações positivas na composição corporal, no perfil glicêmico, no perfil lipídico, na taxa metabólica basal e na qualidade de vida (WILLIAMS, HASKELL, *et al.*, 2007). Dentre todos esses efeitos, no entanto, destacam-se como mais potentes os efeitos na função muscular, promovendo aumento da massa, força, potência e resistência musculares (FLECK e KRAEMER, 2014; MARCINIK, HODGDON, *et al.*, 1985; SALE, 1987).

Tabela 3. Efeitos do treinamento resistido sobre marcadores de saúde

Variável	Efeitos do Treinamento Resistido
Composição corporal	
Densidade mineral óssea	↑↑
Percentual de gordura corporal	↓
Massa muscular livre de gordura	↑↑
Força muscular	↑↑↑
Perfil glicêmico	
Sensibilidade à insulina	↑↑
Insulinemia	↓
Perfil lipídico	
HDL colesterol	↑→
LDL colesterol	↓→
Triglicérides	↓→
Taxa metabólica basal	↑
Qualidade de vida	↑→

HDL: lipoproteína de alta densidade; LDL: lipoproteína de baixa densidade; ↑: aumento pequeno; ↑↑: aumento moderado; ↑↑↑: aumento grande; ↓: redução pequena; ↓↓: redução moderada: ↓↓↓: redução grande; →: manutenção. Adaptado de Williams et al. (2007).

Todos esses benefícios podem contribuir para a redução e controle de inúmeras doenças, o que, consequentemente, pode reduzir a mortalidade. De fato, uma metanálise recente (SAEIDIFARD, MEDINA-INOJOSA, *et al.*, 2019), que avaliou as evidências da influência do treinamento resistido sobre índices de mortalidade revelou que a prática do TRD está associada a uma redução de 21% no risco de mortalidade por todas as causas. Considerando-se exclusivamente a mortalidade por doenças cardiovasculares, um grande estudo longitudinal (LIU, LEE, *et al.*, 2019), também publicado em 2019, acompanhou indivíduos por 10,5 anos e revelou que a prática do TRD de 1 a 3 vezes por semana, de forma exclusiva ou em combinação com outros tipos de exercício, se associou a uma redução de 40 a 70% no risco de eventos cardiovasculares. Os autores concluíram ainda que, independentemente da frequência semanal, a prática de uma hora por semana de exercícios resistidos é um fator independente para a redução do risco cardiovascular e da mortalidade por todas as causas.

A redução da mortalidade e do risco cardiovascular a partir do TRD pode se relacionar aos efeitos desse treinamento em diversos fatores, incluindo seu efeito sobre a pressão arterial, o que é especialmente importante na hipertensão arterial e será discutido no tópico seguinte desta revisão.

3.2.2 Treinamento Resistido Dinâmico e Pressão Arterial

O efeito do TRD na pressão arterial clínica de indivíduos hipertensos já vem sendo estudado há vários anos, com um crescimento expressivo no número de estudos em anos mais recentes. Dessa forma, algumas metanálises têm sido conduzidas ao longo do tempo (CORNELISSEN e SMART, 2013; MACDONALD, JOHNSON, *et al.*, 2016). Dentre elas, a metanálise de Cornelissen e Smart (2013) demonstrou efeito do TRD na PAS/PAD clínicas de hipertensos na ordem em -1,8/3,2 mmHg, mas apenas quatro estudos foram incluídos nessa análise e, com essa amostragem, a redução da pressão arterial com o TRD não foi significante. Além disso, apenas um estudo dessa metanálise foi realizado com homens hipertensos (HARRIS e HOLLY, 1987) e nele, apenas a PAD diminuiu -4,7 mmHg no grupo TRD mas também diminuiu -2,1 mmHg no grupo controle. Por outro lado, na metanálise mais recente, que incluiu 11 estudos com hipertensos, verificou-se redução significante da PAS/PAD clínicas de -5,7/-5,2 mmHg nos hipertensos (MACDONALD, JOHNSON, *et al.*, 2016), demonstrando um efeito hipotensor importante desse treinamento. Porém, poucos estudos incluídos na análise envolveram homens hipertensos, apenas 3%. Considerando que nessa população a prevalência da hipertensão arterial é elevada (um terço da população hipertensa é composta por homens de meia idade) (WORLD HEATH ORGANIZATION, 2019); é necessário manter a integridade do sistema muscular devido às perdas esperadas com o envelhecimento (ROBERTS *et al.*, 2016), e há grande interesse na realização do TRD (DOUMAS, PAPADEMETRIOU, *et al.*, 2013), fazem-se necessárias investigações direcionadas a esse púbico.

Como apontado anteriormente, a pressão arterial ambulatorial apresenta maior correlação com o prognóstico cardiovascular na hipertensão arterial que a pressão arterial clínica (VERDECCHIA, 2000), sendo um importante parâmetro para a avaliação da efetividade de intervenções terapêuticas. Nesse contexto, torna-se importante avaliar o efeito do treinamento resistido na pressão ambulatorial. Entretanto, a revisão de literatura realizada para essa tese identificou apenas três estudos que investigaram o efeito do TRD na pressão arterial ambulatorial em populações hipertensas (BERTANI, CAMPOS, *et al.*, 2018; BLUMENTHAL, SIEGEL e APPELBAUM, 1991; GOMES, CORREIA, *et al.*, 2018).

O estudo de Blumenthal, Siege e Appelbaum (1991) investigou os efeitos de quatro meses de TRD (3 vezes por semana) na pressão arterial clínica e ambulatorial de hipertensos de meia-idade que não estavam recebendo medicamentos anti-hipertensivos. Os autores evidenciaram redução da PAS e PAD clínica após o treinamento em relação ao valor pré-treinamento, porém, o grupo controle apresentou redução semelhante, de modo que o TRD não promoveu efeito hipotensor clínico. Com relação à pressão arterial ambulatorial, esse estudo avaliou a média da pressão arterial de 24 horas e vigília e não observou nenhuma redução significante após o TRD. Apesar de ser um estudo pioneiro nessa temática, deixou algumas lacunas. Embora a amostra do estudo fosse composta por hipertensos de meia-idade, os voluntários interromperam o uso dos medicamentos anti-hipertensivos para participar do estudo, o que dificulta a generalização dos resultados para a prática clínica, visto que a interrupção do tratamento medicamentoso não é recomendada para o treinamento. Além disso, nesse estudo não foram relatadas informações sobre o TRD empregado, como intensidade, exercícios, volume etc.

No estudo de Gomes, Correa et al. (2018), idosos com doença arterial obstrutiva periférica, dos quais 67% do grupo de TRD e 80% do grupo controle eram hipertensos medicados, treinaram por 12 semanas (8 exercícios resistidos dinâmicos, 2 vezes por semana, intensidade entre 5 e 10 na escala OMNI-RES). Esse treinamento não modificou nem a pressão arterial clínica nem as médias da pressão arterial de 24h, vigília ou sono. Porém, a variabilidade da pressão arterial ambulatorial, avaliada pelo desvio padrão das medidas, diminuiu significantemente, o que foi identificado pela redução da variabilidade da PAS de sono (-2,9±1,8 mmHg no grupo TRD vs. +3,2±1,2 mmHg no grupo controle), da PAD de 24h (-0,8±0,3 mmHg no grupo TRD vs. +1,9±0,4 mmHg no grupo controle) e da PAD de vigília (-1,1±0,6 mmHg no grupo TRD vs. +1,9±0,5 mmHg no grupo controle).

No terceiro e mais recente estudo, Bertani, Campos et al. (2017) submeteram idosos hipertensos medicados a 12 semanas de TRD (3 vezes por semana, 9 exercícios resistidos dinâmicos, 75% de 1 repetição máxima - 1RM) e também não verificaram efeito desse treinamento na PAS, mas identificaram aumento do descenso noturno da PAD (de 9,4 para 14,0% no grupo TRD).

Dessa forma, embora a literatura sugira que o TRD não diminui a pressão arterial ambulatorial de hipertensos, os dados ainda são escassos, sendo necessário replicar esses achados em novos estudos que envolvam indivíduos hipertensos medicados não, idosos e que apliquem protocolos de treinamento baseados nas recomendações para o tratamento

da hipertensão arterial. Nesse sentido, a diretriz brasileira recomenda que o TRD seja realizado de 2 a 3 vezes por semana, realizando-se 8 a 10 exercícios, preferencialmente unilaterais. Em cada exercício recomenda-se a execução de 1 a 3 séries, com carga adequada para se atingir a fadiga moderada (redução da velocidade de movimento) entre 10 e 15 repetições e mantendo um intervalo de 90 a 120 s entre as séries e os exercícios (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021).

Outro importante aspecto a ser considerado em relação ao TRD na hipertensão arterial é a resposta aguda da pressão arterial durante a execução desses exercícios. Estudos demonstram que durante a execução desse exercício ocorre aumento expressivo tanto da PAS quanto PAD (NERY, GOMIDES, *et al.*, 2010; PALATINI, MOS, *et al.*, 1989). Nesse sentido, o aumento da pressão arterial durante a execução dos exercícios resistidos dinâmicos é grande em indivíduos saudáveis, mas é ainda maior em indivíduos hipertensos (NERY, GOMIDES, *et al.*, 2010). Palatini, Mos et al. (1989) evidenciaram aumentos da PAS/PAD durante o exercício de agachamento em 95% de 1RM que atingiram valores médios de 345/245 mmHg em hipertensos não medicados. No mesmo sentido, Nery, Gomides et al. (2010), avaliando a respostas da PAS intra-arterial durante a execução de três séries do exercício resistido de extensão de joelhos em 40 e 80% de 1 RM relataram aumentos médios de +75±3 e +80±3 mmHg, respectivamente.

O uso de medicamentos anti-hipertensivos pode reduzir a pressão arterial durante o exercício resistido, mas os estudos ainda relatam aumentos importantes (GOMIDES, DIAS, *et al.*, 2010; SOUZA, GOMIDES, *et al.*, 2015). Nesse sentido, o estudo de Gomides, Dias et al. (2010) observou, com uso de atenolol, aumentos da PAS na ordem +69±7 e +68±11 mmHg durante o exercício de extensão de pernas realizado em 40 e 80% de 1 RM, enquanto o estudo de Souza, Gomides et al (2015) relataram valores picos de PAS de 273±10 e 271±11 mmHg nesses mesmos exercícios em hipertensos utilizando amlodipina.

Esse aumento grande e abrupto da PAS durante a execução do exercício resistido dinâmico pode ter importância clínica na população hipertensa uma vez que picos pressóricos podem ser um gatilho para o rompimento de aneurismas pré-existentes (ANDERSON, MHURCHU, *et al.*, 203) e indivíduos hipertensos tem maior risco de desenvolverem aneurismas (ISAKSEN, EGGE, *et al.*, 2002; VERMEER, RINKEL e ALGRA, 1997). Dessa forma, é interessante desenvolver protocolos que minimizem o aumento da PAS durante a execução do exercício e as recomendações apontadas

anteriormente pela diretriz brasileira para a prescrição desse tipo de treinamento consideram esse aspecto.

Além disso, é importante identificar se a execução regular do TRD é capaz de diminuir o aumento da PAS durante a execução desse exercício. Nesse sentido, em um estudo publicado em 1993, homens idosos realizaram 12 semanas de TRD (3 vezes por semana, com aumento progressivo de intensidade de 50 a 90% de 1RM) e a pressão intra-arterial foi medida antes e após o TRD durante a execução dos exercícios de *leg-press* unilateral, *leg-press* bilateral e flexão de cotovelos unilateral (10 repetições em 80% de 1RM, considerando as cargas relativas e absolutas). Os autores evidenciaram que para a mesma carga absoluta (80% de 1RM pré-treinamento), o valor pico da PAS atingido nos três exercícios diminuiu significantemente de 228±21 para 200±11 mmHg, sendo a maior redução observada no *leg-press* bilateral (de 247±14 para 206±9 mmHg). Por outro lado, para a mesma carga relativa (80% de 1RM pré e pós-treinamento), os aumentos da PAS foram iguais aos observados antes do treinamento para os três exercícios (MCCARTNEY, MCKELVIE, *et al.*, 1993). Um estudo posterior, com desenho experimental semelhante, mas investigando indivíduos jovens, também relatou resultados similares (SALE, MOROZ, *et al.*, 1994). Entretanto, é importante observar que nenhum desses estudos investigou indivíduos hipertensos, que são mais reativos ao exercício e, portanto, podem apresentar um efeito diferente ao treinamento resistido dinâmico. Assim, o efeito do treinamento resistido dinâmico no aumento da pressão arterial durante a execução desse exercício com mesma carga absoluta e relativa precisa ser investigado em indivíduos hipertensos.

3.2.3 Treinamento Resistido Isométrico de *Handgrip* e Pressão Arterial

Os efeitos do treinamento resistido isométrico sobre a pressão arterial têm sido alvo de diversos estudos. Um dos primeiros trabalhos a verificar redução da PA com esse treinamento foi conduzido na década de 1970, utilizando um protocolo com exercícios para diversos grupos musculares com contrações de 6s em indivíduos hipertensos predominantemente medicados (KIVELOFF e HUBER, 1971). Esse estudo verificou reduções significantes da PAS e PAD clínicas que variaram de -4 a -28 mmHg e de -2 a -14 mmHg, respectivamente. Posteriormente, diversos outros estudos investigaram essa temática e a maioria deles utilizou o TRI_h, sendo alguns conduzidos com indivíduos

normotensos (BADROV, BARTOL, *et al.*, 2013; MCGOWAN, LEVY, *et al.*, 2007; MILLAR, BRAY, *et al.*, 2008; WILEY, DUNN, *et al.*, 1992) e vários com hipertensos (BADROV, HORTON, *et al.*, 2013; CARLSON, INDER, *et al.*, 2016; FARAH, RODRIGUES, *et al.*, 2018; JØRGENSEN, RYG, *et al.*, 2018; MCGOWAN, VISOCCHI, *et al.*, 2007; MILLAR, LEVY, *et al.*, 2013; PAGONAS, VLATSAS, *et al.*, 2017; PUNIA e KULANDAIVELAN, 2020; STILLER-MOLDOVAN, KENNO e MCGOWAN, 2012; TAYLOR, MCCARTNEY, *et al.*, 2003).

Desses estudos, todos que investigaram indivíduos normotensos evidenciaram redução da PAS clínica. Considerando os estudos em hipertensos, Taylor, McCartney et al (2003) e, posteriormente, McGowan, Visocchi et al. (2007) submeteram idosos hipertensos medicados de ambos os sexos a um protocolo de TRI_h tradicional (4 séries de 2 min de contrações alternadas em 30% da contração voluntária máxima - CVM e 1 min de intervalo entre as séries) por 8 a 10 semanas e demonstraram redução significante da PAS, que diminuiu de 156±9 para 137±8 mmHg (TAYLOR, MCCARTNEY, *et al.*, 2003) e de 134±5 para 119±4 mmHg (MCGOWAN, VISOCCHI, *et al.*, 2007). Posteriormente, também em idosos hipertensos medicados, MILLAR et al. (2013) utilizaram um protocolo de TRI_h unilateral (braço não dominante) com 2 min de contração em 30% da CVM e intervalo de 4 min, o que foi realizado 3 vezes por semana por 8 semanas e observaram redução da PAS de 125±3 para 120±2 mmHg. No mesmo ano, Badrov, Horton et al (2013) demonstraram o efeito hipotensor do TRI_h em hipertensos medicados de meia idade e idosos (51 a 74 anos) utilizando o protocolo tradicional por 10 semanas. Nesse estudo, tanto a PAS (129±16 vs. 121±16 mmHg) quanto a PAD (72±9 vs. 67±8 mmHg) diminuíram significantemente. Mais recentemente, Farah, Rodrigues et al. (2018) demonstraram que 12 semanas do protocolo tradicional de TRI_h reduziram a PAS e PAD somente num grupo que realizou o treinamento de forma supervisionada e não modificou essas pressões no grupo não-supervisionado. Porém, em contraste com esses resultados, Punia e Kulandaivelan (2020), recentemente, submeteram homens e mulheres hipertensos de meia idade com ou sem o uso de medicação anti-hipertensiva ao TRI_h não-supervisionado por 8 semanas e verificaram redução da PAS de 144±8 para 138±9 mmHg e da PAD de 93±5 para 87±6 mmHg.

Com base nesses estudos, as metanálises sobre o efeito do treinamento resistido isométrico na pressão arterial revelam redução da PAS/PAD clínica na ordem de -10,9/-

6,2 mmHg (CORNELISSEN e SMART, 2013) e -8,3/-3,9 mmHg (JIN, YAN e YUAN, 2017), sendo importante salientar, no entanto, que a metanálise de Cornelisseen e Smart (2013) incluiu predominantemente estudos com o TRI_h (3 estudos vs. 1 estudo com treinamento resistido isométrico de flexão de joelhos) e a metanálise de Jin, Yan e Yuan (2017) incluiu exclusivamente estudos com o TRI_h, o que indica que o efeito hipotensor desse treinamento está evidenciado para o exercício de *handgrip*.

É importante salientar, no entanto, que esse efeito do TRI_h reduzindo a pressão arterial foi demonstrado apenas na pressão arterial clínica. De fato, os efeitos desse treinamento na pressão arterial ambulatorial são menos consistentes. Nesse sentido, Stiller-Moldovan, Kenno e McGowan (2012) investigaram os efeitos de 8 semanas do TRI_h sobre a pressão arterial ambulatorial de idosos hipertensos medicados e não verificaram redução da PAS nem da PAD de 24 horas, vigília ou sono. Da mesma forma, o estudo de Farah, Rodrigues et al. (2018) também não demonstrou efeito hipotensor do TRI_h sobre a pressão arterial ambulatorial nem no grupo supervisionado nem no não supervisionado. Os mesmos resultados também foram observados por Pagonas, Vlatsas et al. (2017) após 12 semanas de TRI_h em hipertensos medicados. De forma contrastante, no entanto, Taylor, Wiles et al. (2019) demonstraram reduções da PAS de 24 horas (131±6 vs. 120±6 mmHg), vigília (137±11 vs. 123±7 mmHg) e sono (114±11 vs. 104±7 mmHg) e também da PAD de 24 horas (91±8 vs. 85±6 mmHg), vigília (97±8 vs. 90±5 mmHg) e sono (77±7 vs. 73±6 mmHg) após o treinamento resistido isométrico em hipertensos. Entretanto, é importante ressaltar que o exercício utilizado nesse estudo não foi o *handgrip*, mas sim o *wall-squat* (TAYLOR, WILES, *et al.*, 2019). Adicionalmente, outro estudo demonstrou reduções significantes e semelhantes entre os sexos da PAS de 24 horas (homens: 131±7 vs. 127±5 mmHg; mulheres: 120±3 vs. 116±4 mmHg), vigília (homens: 134±8 vs. 131±7 mmHg; mulheres: 123±5 vs. 119±4 mmHg) e sono (homens: 126±8 vs. 122±10 mmHg; mulheres: 112±6 v. 109±7 mmHg) após o TRI_h, mas nesse estudo foram investigados indivíduos normotensos (SOMANI, BAROSS, *et al.*, 2017). Dessa forma, o TRI_h não parece ter efeito sobre a pressão arterial ambulatorial de hipertensos, no entanto, há apenas 3 estudos na literatura com essa população e os estudos em normotensos sugerem a possibilidade de um efeito significante de modo que o assunto precisa ser melhor investigado.

Assim como no exercício resistido dinâmico, outro aspecto importante em relação ao exercício resistido isométrico na hipertensão arterial é o fato de durante a execução

desse exercício também pode ocorrer aumento expressivo da pressão arterial (TOSKA, 2010), o que, como explicado anteriormente, pode representar um risco agudo.

Em estudos realizados nas décadas de 1970 e 1980 com indivíduos saudáveis, a PAS apresentou aumentos de +27±4 (MARTIN, SHAVER, *et al.*, 1974) e +32±4 (LEWIS, TAYLOR, *et al.*, 1983) mmHg e a PAD de +26±3 (MARTIN, SHAVER, *et al.*, 1974) e +24±3 (LEWIS, TAYLOR, *et al.*, 1983) mmHg durante a execução do exercício resistido isométrico de *handgrip* em 30% da CVM por 2 a 3 min de contração. No entanto, quando Seals, Hurley et al (1985) compararam essas respostas entre hipertensos e normotensos, observaram que embora o aumento médio da pressão arterial fosse semelhante entre os grupos (normotensos = +17±12 mmHg e hipertensos = +21±11 mmHg) a variabilidade das respostas foi muito maior nos hipertensos, com aumentos maiores que 35 mmHg em 56% dos indivíduos (SEALS, HURLEY, *et al.*, 1985).

O efeito do uso de medicamentos anti-hipertensivos no aumento da pressão arterial durante o exercício resistido isométrico de *handgrip* é controverso na literatura. Num estudo realizado em 1983 com indivíduos hipertensos, a PAS aumentou de 144±4 para 162±5 mmHg durante esse exercício quando os indivíduos não estavam medicados, representando um aumento médio de +18 mmHg. Após receberem um inibidor da enzima conversora de angiotensina II (captopril), o valor da PAS pré-exercício diminuiu para 130±4 mmHg e o valor máximo durante o exercício chegou a 152±7 mmHg, revelando um aumento de +22 mmHg, que não foi diferente da condição sem medicamento (VANDENBURG, HOLLY, *et al.*, 1983). Nesse mesmo estudo, com o uso de um betabloqueador (propranolol), os resultados foram no mesmo sentido, não havendo redução do aumento da pressão arterial durante o exercício. Por outro lado, em outro estudo, o uso de um bloqueador de canal do cálcio não diidropiridínico (verapamil) minimizou o aumento da PAS durante o exercício resistido isométrico de *handgrip* de 205±5 para 184±5mmHg em indivíduos hipertensos (CARDILLO, MUSUMECI, *et al.*, 1989), sendo esses resultados semelhantes aos observados em outros estudos realizados na mesma época com indivíduos hipertensos (BEAULIEU, KOUAMÉ e LACOURCIÈRE, 1994; FARIELLO, BONI, *et al.*, 1989).

Em conjunto, os resultados citados anteriormente, sugerem que apesar da execução do exercício resistido isométrico de *handgrip* promover aumento da pressão arterial durante sua execução, esse aumento possui magnitude variando de 20 a 30 mmHg quando os hipertensos estão medicados e realizam o protocolo tradicional de TRI_h, ou seja, o exercício de *handgrip* unilateral (pequena massa muscular), com contração por 3

min (duração curta) em 30% da CVM (baixa intensidade) e intervalo de 1 min entre as séries. Como esse protocolo reduz a pressão arterial clínica dos hipertensos, ele foi utilizado nesta tese.

Da mesma forma que discutido para o TRD, é possível propor que o TRI_h diminua o aumento da pressão arterial durante a execução desse exercício em hipertensos. Nesse sentido, no estudo de Badrov, Horton (2013), hipertensos medicados de meia idade ou idosos, de ambos os sexos, foram submetidos a 10 semanas do TRI_h. Antes a após esse treinamento, as respostas da PAS e PAD foram avaliadas durante a execução de 2 min do exercício resistido isométrico de *handgrip* em 30% da CVM. Os resultados demonstraram redução significante do aumento da PAS de +23±12 mmHg no início do treinamento para +16±8 mmHg após o treinamento. Esse resultado, no entanto, foi investigado em apenas 1 estudo pelo nosso conhecimento e, portanto, ainda precisa ser replicado em outras populações hipertensas.

3.2.4 Treinamento Resistido Combinado

O exercício resistido dinâmico e o exercício resistido isométrico de *handgrip* promovem estímulos hemodinâmicos distintos durante sua execução (FRIEDMAN, PEEL e MITCHELL, 1992; GREANEY, WENNER e FARQUHAR, 2015; MACDOUGALL, TUXEN, *et al.*, 1985; WILLIAMSON, OLESEN, *et al.*, 1996). Nesse sentido, ao se iniciar um exercício resistido dinâmico, ocorre ativação do comando central, que aumenta atividade simpática e reduz a parassimpática para o coração, aumentando a frequência cardíaca (MONTAIN, JILKA, *et al.*, 1988; PALATINI, 1994; ROWELL e O'LEARY, 1990). Adicionalmente, devido a sua natureza dinâmica e à ocorrência de movimento articular, nesse exercício há ativação dos mecanorreceptores periféricos, o que contribui para o aumento do balanço simpatovagal cardíaco e da frequência cardíaca (BARRON e COOTE, 1973; MURPHY, MIZUNO, *et al.*, 2011). Além disso, os movimentos articulares ocasionam ciclos de obstrução (contração) e liberação (relaxamento) do fluxo sanguíneo local e os períodos de oclusão promovem acúmulo de metabólitos na musculatura, o que ativa os metaborreceptores, aumentando ainda mais a atividade nervosa simpática, principalmente para a periferia (ROWELL e O'LEARY, 1990). Assim, a oclusão vascular local aumenta a resistência vascular da região ativa e a ativação simpática periférica promove vasoconstrição dos territórios

inativos, aumentando a resistência vascular também nessas regiões (MACDOUGALL, TUXEN, *et al.*, 1985; MACDOUGALL, MCKELVIE, *et al.*, 1992), de modo que a resistência vascular periférica total aumenta progressivamente durante a execução desse exercício. Por outro lado, os ciclos de contração e relaxamento musculares também favorecem o retorno venoso, aumentando o volume sistólico na fase de transição entre as repetições do movimento e contribuindo para o aumento do débito cardíaco já estimulado pelo aumento da frequência cardíaca (MACDOUGALL, TUXEN, *et al.*, 1985). Desse modo, durante a execução do exercício resistido dinâmico, os aumentos da frequência cardíaca, da resistência vascular periférica e do débito cardíaco contribuem para a elevação tanto da PAS quanto da PAD.

O mesmo mecanismo central de aumento do balanço simpatovagal, i.e. ativação do comando central, também é estimulado durante a execução do exercício resistido isométrico, levando ao aumento da frequência cardíaca (ASMUSSEN, 1981). Entretanto, nesse tipo de exercício, como não há movimento articular, o mecanorreflexo não é ativado, mas a manutenção da contração promove expressivo acúmulo de metabólitos na musculatura contraída, promovendo grande ativação dos metaborreceptores (ASMUSSEN, 1981), que ativam ainda mais o sistema nervoso simpático periférico, contribuindo para a vasoconstrição das regiões inativas. Dessa forma, nesse tipo de exercício, observa-se aumento da resistência vascular da região ativa devido à ação mecânica da contração muscular isométrica e aumento da resistência vascular da região inativa devido à vasoconstrição induzida pelo aumento da atividade simpática (ROWELL e O'LEARY, 1990), o que promove expressivo aumento da resistência vascular periférica total. Por outro lado, diferentemente do que ocorre no exercício resistido dinâmico, no exercício resistido isométrico há redução do débito cardíaco durante sua execução, visto que o retorno venoso está diminuído pelo impedimento mecânico na região ativa e ausência da "bomba" muscular. Essa redução do retorno venoso diminui o volume sistólico, o que não é suficientemente compensado apesar do aumento da frequência cardíaca, levando à redução do débito cardíaco na medida que a contração isométrica se mantém (FRIEDMAN, PEEL e MITCHELL, 1992). Assim, durante a execução do exercício resistido isométrico, o aumento da PAS e PAD ocorre, principalmente, devido ao aumento sustentado da resistência vascular periférica (ASMUSSEN, 1981).

Em síntese, comparando-se os dois estímulos, ambos apresentam obstrução do fluxo sanguíneo local, no entanto, no exercício dinâmico, o bloqueio do fluxo sanguíneo

é intermitente, de modo que entre as contrações pode ocorrer estímulo à vasodilatação e redução da ativação nervosa simpática, enquanto no exercício isométrico, durante sua execução, não há estímulo para a vasodilatação e a ativação simpática é mantida constantemente. Esses estímulos agudos diferentes podem causar adaptações cardiovasculares crônicas distintas. De fato, em relação ao TRD, uma metanálise recente demonstrou que esse tipo de treinamento melhora a função endotelial (ASHOR, LARA, *et al.*, 2015). Adicionalmente, as evidências sugerem que o TRD não causa alterações autonômicas importantes (COLLIER, KANALEY, *et al.*, 2009; GERAGE, FORJAZ, *et al.*, 2013; KANEGUSUKU, QUEIROZ, *et al.*, 2015; TREVIZANI, SEIXAS, *et al.*, 2017), não altera a frequência cardíaca (CONONIE, GRAVES, *et al.*, 1991; HARRIS e HOLLY, 1987; HU, FINNI, *et al.*, 2009; KANEGUSUKU, QUEIROZ, *et al.*, 2015; TERRA, MOTA, *et al.*, 2008) e não modifica o débito cardíaco (CONONIE, GRAVES, *et al.*, 1991; FISMAN, EMBONM, *et al.*, 1997; KANEGUSUKU, QUEIROZ, *et al.*, 2015).

Dessa forma, como verificado numa revisão recente do grupo (FECCHIO, BRITO, *et al.*, 2021) , as evidências atuais embora escassas sugerem que a redução da pressão arterial clínica com TRD se deve, pelo menos em parte, aos efeitos vasculares desse treinamento.

Considerando-se o TRI_h, alguns estudos sugerem que ele promove adaptações vasculares somente da região exercitada, com melhora da função endotelial (BADROV, BARTOL, *et al.*, 2013; BADROV, FREEMAN, *et al.*, 2016; MCGOWAN, VISOCCHI, *et al.*, 2007) ou aumento da condutância vascular (BAROSS, WILES e SWAINE, 2012) apenas no membro exercitado. Por outro lado, alguns estudos têm relatado efeitos desse treinamento sobre o sistema nervoso autônomo, com melhora da modulação autonômica cardíaca (MILLAR, LEVY, *et al.*, 2013; TAYLOR, MCCARTNEY, *et al.*, 2003) e redução da modulação simpática vasomotora (TAYLOR, MCCARTNEY, *et al.*, 2003). Dessa forma, ainda que com evidências muito pequenas, sugere-se que o efeito hipotensor do TRI_h ocorra, pelo menos em parte, pela melhora da regulação autonômica cardíaca.

Como o TRD e o TRI_h parecem diminuir a PA clínica de hipertensos por mecanismos distintos, é possível supor que a combinação desses treinamentos, num TRC, possa resultar em maior efeito hipotensor, diminuindo a pressão arterial ambulatorial nessa população e promovendo maior atenuação do aumento da PAS durante a execução de um exercício resistido. Essas hipóteses inovadoras precisam ser investigadas, pois se comprovadas, podem indicar a associação desses dois tipos de treinamento resistido como

medida não medicamentosa no tratamento da hipertensão arterial, contribuindo para a redução da pressão arterial ambulatorial e, possivelmente, para um melhor prognóstico.

3.3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Diante das lacunas de conhecimento apresentadas em relação à necessidade de replicação de resultados anteriores em populações diferentes e utilizando protocolos recomendados para hipertensos, o presente estudo propõe avaliar, em homens hipertensos medicados, os efeitos do TRD e do TRI_h realizados isoladamente na pressão arterial ambulatorial e no aumento da pressão arterial durante a execução do exercício resistido. Além disso, de forma inovadora, este estudo propõe investigar a possível potencialização dos efeitos desses treinamentos isolados através de sua combinação num TRC.

As principais hipóteses do estudo são: a) de forma isolada, o TRD e o TRI_h não modificarão a pressão arterial ambulatorial, mas o TRC reduzirá essa pressão; e b) os treinamentos isolados, TRD e TRI_h, promoverão redução do aumento da PAS durante a execução dos exercícios específicos (i.e. exercício resistido dinâmico e exercício resistido isométrico, respectivamente), enquanto o TRC promoverá maior redução do aumento da PAS nos dois exercícios.

4 MÉTODOS

4.1 CASUÍSTICA

Homens hipertensos entre 30 e 65 anos foram convidados a participar deste estudo desde que atendessem os seguintes critérios: 1) ter diagnóstico de hipertensão arterial e estar em uso de medicação anti-hipertensiva com droga e dose mantidas há, pelo menos, 4 meses; 2) não tomar medicamentos anti-hipertensivos que afetassem diretamente a modulação autonômica cardíaca (i.e. betabloqueadores e inibidores de canais de cálcio não diidropiridínicos); e 3) não praticar exercícios físicos regulares mais de 2 vezes/semana, não somar 150 min/semana de atividade física e não ter realizado treinamento resistido nos últimos 6 meses. Os critérios de exclusão foram: 1) evidência da presença de hipertensão arterial secundária e/ou lesões de órgãos-alvo; 2) PAS/PAD clínica em níveis não adequados para a execução de exercícios físico, ou seja, acima de 160/105 mmHg (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021); 3) presença de obesidade nível II ou superior, definida por índice de massa corporal (IMC) igual ou maior que 35 kg/m^2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA, 2016); 4) presença de outras doenças cardiovasculares além da hipertensão arterial; 5) presença de diabetes com complicações ou em uso de insulina; 6) presença de problemas ortopédicos que limitassem a execução de treinamento resistido; e 7) presença de alterações eletrocardiográficas em teste ergométrico máximo que sugerissem a presença de doenças cardíacas (GROSSMAN, SELLERA, *et al.*, 2020). Por fim, durante todo o estudo, os indivíduos que alteraram a medicação e/ou a dose do medicamento foram excluídos.

Todos os indivíduos foram esclarecidos sobre os procedimentos experimentais, possíveis riscos e desconfortos envolvidos e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO 1). Os dados utilizados nesta tese derivaram de um estudo clínico randomizado aprovado pelo Comitê de Ética da Escola de Educação Física e Esporte da USP (CAAE: 930688318.0.0000.5391) e registrado nos Ensaios Clínicos Brasileiros [RBR-4fgknb, http://www.ensaiosclinicos.gov.br].

4.2 PROCEDIMENTOS PRELIMINARES

Todos os indivíduos que assinaram o termo de consentimento realizaram alguns exames preliminares para checar a conformidade com todos os critérios do estudo. Nesses exames, primeiramente, os indivíduos foram entrevistados sobre seus dados pessoais, condição de saúde, histórico pessoal e familiar de saúde, uso de medicamentos e hábitos de atividade física. Além disso, foi aplicado o questionário internacional de atividade física versão curta (CRAIG, MARSHALL, *et al.*, 2003). Foram também realizadas medidas da massa corporal e da estatura para o cálculo do IMC (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA, 2016). Os indivíduos foram também avaliados por um médico que atestou a aptidão para a realização dos treinamentos (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021).

Por último, para avaliar a saúde cardiovascular, os indivíduos realizaram um teste ergométrico máximo em cicloergômetro (Lode Corival, B. V. Medical Technology - Holanda) seguido as orientações das Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2010).

4.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Após a etapa preliminar, os indivíduos que atenderam a todos os critérios do estudo participaram do protocolo experimental ilustrado na Figura 1.

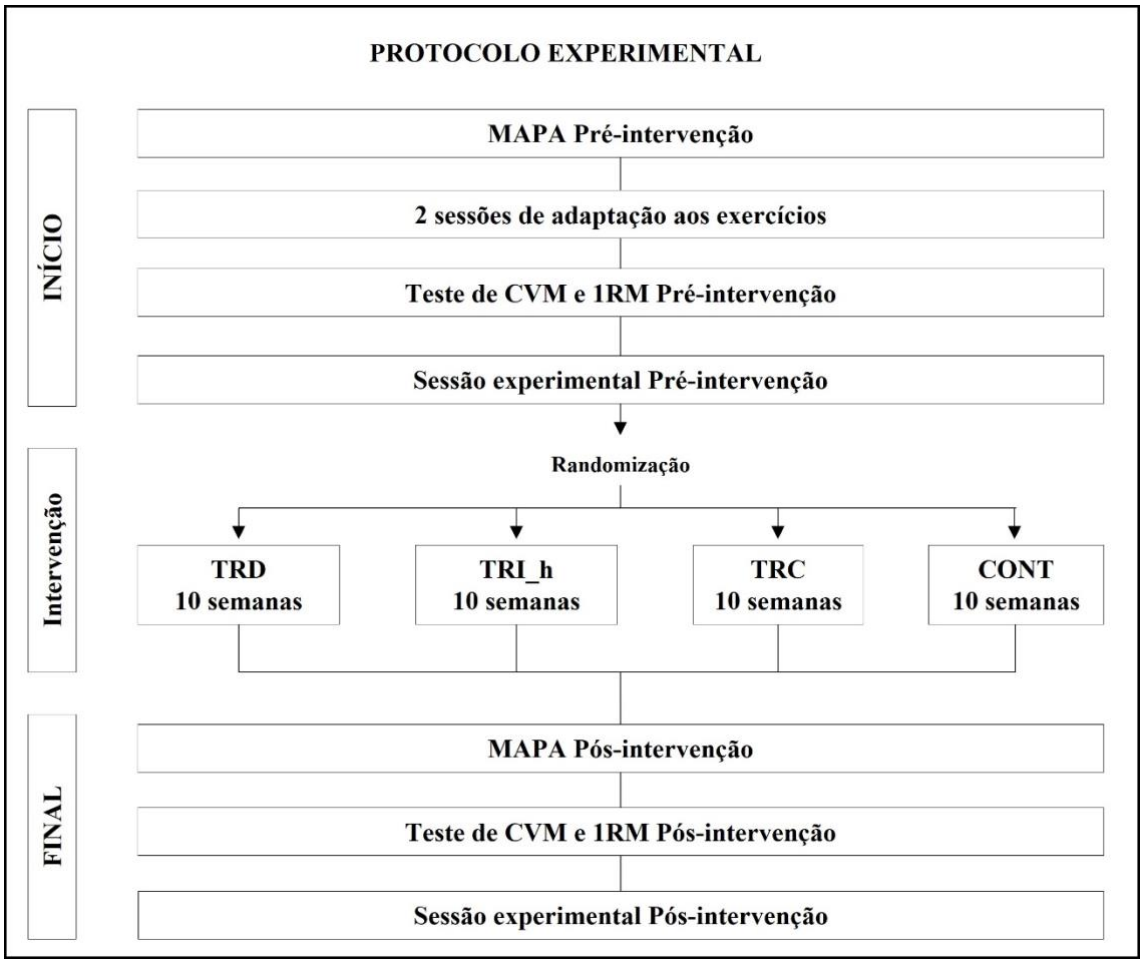


Figura 1. Protocolo experimental. MAPA = monitorização ambulatorial da pressão arterial; CVM = teste de contração voluntária máxima; 1RM = teste de uma repetição máxima; TRD = treinamento resistido dinâmico; TRI_h = treinamento resistido isométrico de *handgrip*; TRC = treinamento resistido combinado; CONT = controle.

O protocolo experimental foi composto por três períodos: fase inicial, intervenção e fase final. A fase inicial foi constituída por: a) uma sessão para a realização da monitorização ambulatorial da pressão arterial; b) duas sessões de familiarização aos exercícios resistidos; c) uma sessão de avaliação da CVM e de 1RM; e d) uma sessão experimental para a avaliação das respostas da PAS durante os exercícios resistidos dinâmico e isométrico. No período intervenção, os indivíduos foram alocados aleatoriamente nos grupos de TRD, TRI_h, TRC e controle (CONT) e seguiram os protocolos específicos de cada intervenção em sessões realizadas 3 vezes por semana por 10 semanas. Na fase final, os quatro grupos repetiram as sessões de avaliação da fase inicial, ou seja: a) realização da MAPA; b) avaliação da CVM e 1RM; e c) sessão experimental para a avaliação das respostas da PAS durante os exercícios resistidos

dinâmico e isométrico realizados com as mesmas cargas absoluta e relativa da avaliação inicial.

Garantiu-se um intervalo mínimo de 48 h entre as sessões de avaliação e entre a última sessão de treinamento e a primeira de avaliação da fase final. Para todas as sessões de avaliações, os indivíduos foram instruídos a: 1) não ingerir bebidas alcoólicas nas 24h anteriores; 2) não fumar nas 8h anteriores; 3) não praticar exercícios físicos nas 48h anteriores; 4) manter a utilização dos medicamentos de uso regular no horário habitual; e 5) manter a rotina de atividades diárias e de sono no dia anterior às sessões. Além disso, foram orientados a fazer uma refeição leve pelo menos 2 h antes das sessões, sem a ingestão de substâncias estimulantes, como bebida cafeinadas. Considerando-se os horários das avaliações, a MAPA foi iniciada no período da manhã, entre 8 e 10h, e as sessões de avaliação da CVM e da 1RM, bem como as sessões experimentais, foram realizadas no mesmo horário do dia em que cada indivíduo treinou. Em todas as avaliações, a temperatura do laboratório foi mantida entre 20 e 22ºC. Os procedimentos realizados em cada sessão são descritos a seguir.

4.3.1 Monitorização Ambulatorial da Pressão Arterial

Os indivíduos foram orientados a comparecer ao laboratório entre 8h e 10h. Previamente, eles foram orientados a absterem-se de exercícios físicos nas 24 horas que precederam o exame. No dia do exame, um manguito correspondente à circunferência do braço não dominante foi posicionado no ponto médio entre o tubérculo maior e o epicôndilo lateral do úmero. O aparelho de MAPA (Spacelabs Medical, modelo 90207) foi conectado ao manguito e programado para fazer medidas a cada 15 min no período das 24 horas. Durante o período de MAPA, os indivíduos foram orientados a manter suas atividades diárias normalmente, não tomar banho, não fazer exercícios, não dormir durante o dia e não consumir bebidas alcoólicas. Adicionalmente, foi solicitado aos indivíduos o preenchimento de um relatório no qual deveria constar os horários de dormir e acordar, horário das refeições, horário da ingestão dos medicamentos, e demais atividades (período de trabalho, repouso e/ou eventos adversos). Na MAPA realizada no período final do estudo, os indivíduos foram orientados a manter uma rotina semelhante àquelas descritas no relatório do período inicial.

4.3.2 Familiarização aos Exercícios Resistidos

Nessas sessões, os indivíduos realizaram 8 exercícios resistidos dinâmicos seguidos da realização do exercício isométrico de *handgrip* com cada um dos membros superiores. Os exercícios dinâmicos realizados foram: supino sentado (Supino), extensão de joelhos no *leg-press*, puxada na frente (Puxada), extensão de joelho unilateral (Extensora Esquerda e Direita), flexão de cotovelos bilateral, flexão de joelho unilateral (Flexora Esquerda e Direita). Em cada exercício, foram realizadas 2 séries de 20 repetições com a carga mínima permitida pelos aparelhos (Edge Line, Movement Fitness, São Paulo, Brazil), mantendo-se um intervalo de 90s entre as séries e os exercícios, como já feito em estudo prévio do grupo (QUEIROZ, KANEGUSUKU, *et al.*, 2013; REZK, MARRACHE, *et al.*, 2006). No exercício de *handgrip*, foram realizadas 4 séries de 2 min de contração isométrica unilateral, alternando-se os braços direito e esquerdo, com carga equivalente a 5% da CVM determinada imediatamente antes da realização do exercício e mantendo-se um intervalo de 1 min entre as séries, como já realizado em outros estudos (PAGONAS, VLATSAS, *et al.*, 2017; RAY e CARRASCO, 2000).

4.3.3 Teste de Força Dinâmica e Isométrica Máximas

Nessa sessão, inicialmente, a CVM no exercício *handgrip* foi avaliada nos dois braços conforme previamente descrito (HOGREL, 2015). Em cada membro, a CVM foi determinada como pelo maior valor atingido a partir de duas contrações isométricas realizadas com a força máxima por 2-4s e mantendo-se um intervalo de 30s entre elas. O teste foi realizado com o indivíduo sentado, o braço posicionado ao lado do corpo e utilizando-se um *handgrip* mecânico (*Saehan, SH5002, Changwon, South Korea*).

Cinco minutos após a avaliação da CVM em ambos os braços, foi realizado o teste de 1RM no exercício extensão unilateral de joelho com cada uma das pernas e, posteriormente, após 10 min, foram realizados testes de 1RM em cada um dos 8 exercícios resistidos dinâmicos utilizados nas sessões de familiarização. Para os testes de 1RM em cada exercício, os indivíduos realizaram um aquecimento (5 a 10 repetições com 40 a 60% da carga máxima estimada) e, após 1 min, executaram de 3 a 5 repetições com 60 a 80% da carga máxima estimada. Em seguida, foram feitas de 3 a 5 tentativas para se

obter a carga de 1RM, mantendo-se um intervalo de 3 min entre elas. Após cada tentativa realizada com sucesso, houve aumento da carga até que o indivíduo não conseguisse executar um movimento completo e correto (MAUD e FOSTER, 2006).

4.3.4 Sessão Experimental

O procedimento experimental utilizado nesta sessão em cada fase do estudo está apresentado na figura 2.

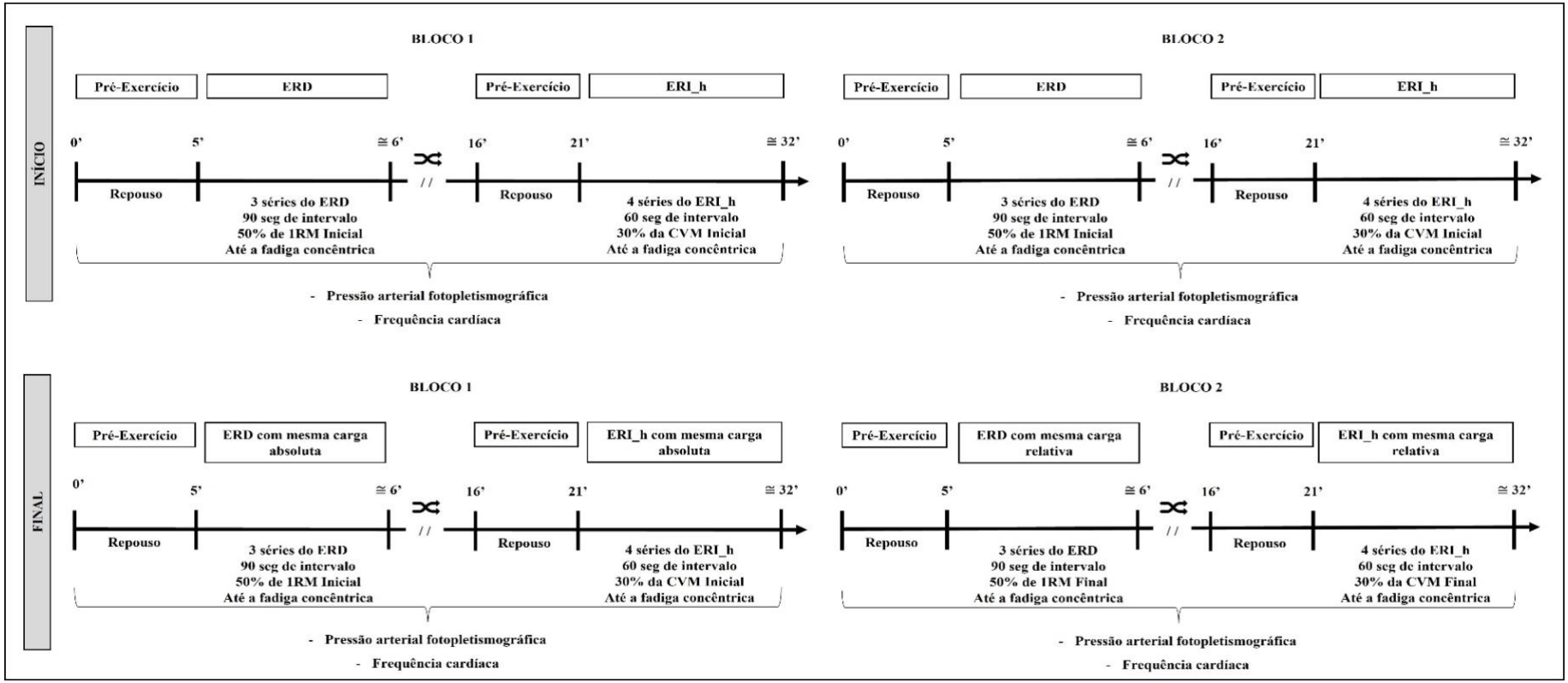


Figura 2. Desenho da sessão experimental. ERD = Exercício resistido dinâmico; ERI_h = Exercício resistido isométrico de *handgrip*; 1RM = uma repetição máxima; CVM = contração voluntária máxima.

Nela, os indivíduos realizaram dois exercícios resistidos: o exercício resistido dinâmico de extensão unilateral de joelho, no qual fizeram 3 séries até a fadiga concêntrica em 50% de 1RM, e o exercício isométrico de *handgrip*, que foi realizado de forma unilateral, executando-se 4 séries de 2 min de contração em 30% da CVM com intervalo de 2 min entre as séries. A sessão foi dividida em dois blocos. No primeiro bloco, os indivíduos realizaram o exercício resistido dinâmico e o isométrico de *handgrip* em ordem definida por sorteio e com o membro (direito ou esquerdo) também definido por sorteio. No segundo bloco, eles realizaram os exercícios na mesma ordem que no bloco 1, mas com o membro contralateral. Na sessão experimental realizada na fase final do estudo, para cada indivíduo, a ordem dos exercícios e dos membros foi mantida igual à fase inicial, porém no primeiro bloco os exercícios foram executados com a mesma carga absoluta utilizada na sessão experimental realizada na fase inicial do estudo e no segundo bloco, os exercícios foram realizados com a mesma carga relativa (ou seja, 50% da 1RM e 30% da 1CVM avaliadas na fase final do estudo).

Durante as sessões experimentais, a pressão arterial batimento a batimento foi continuamente monitorada pelo método fotopletismográfico (Finometer - Finapress Mensurement System, Arnhem, Netherlands). Para isso, um manguito de tamanho apropriado foi posicionado no dedo médio da mão contralateral àquela na qual o exercício foi realizado. A PAS foi registrada por 3 min antes de se iniciar os exercícios, durante toda a realização dos exercícios e por 3 min pós-exercício. A onda de pressão arterial foi digitalizada e registrada através do programa Windaq (Dataq Instruments , DI-720, Akron, USA) com frequência de amostragem de 500 Hz.

4.3.5 Intervenções

Os protocolos de intervenção propostos foram realizados por 10 semanas com frequência de 3 sessões semanais, totalizando 30 sessões. Quando houve falta por qualquer motivo, a sessão foi remarcada. Os protocolos específicos de cada grupo são apresentados a seguir

4.3.5.1 Treinamento resistido dinâmico

O TRD utilizado neste estudo seguiu as recomendações para esse tipo de treinamento em hipertensos (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021). Em cada sessão, os indivíduos realizaram os 8 exercícios exposto nas sessões de familiarização (Supino, Leg Press, Puxada, Extensora Direita, Extensora Esquerda, Flexão de Cotovelos, Flexora Esquerda e Flexora Direita). Em cada exercício, foram realizadas 3 séries consecutivas, conduzidas até a fadiga moderada (redução da velocidade do movimento) e com intervalo de 90 s entre as séries e os exercícios (QUEIROZ, SOUSA, *et al.*, 2015). A intensidade inicial foi de 50% da 1RM medida na fase inicial do estudo. Ao longo do treinamento, a carga para cada exercício foi aumentada na sessão seguinte sempre que a fadiga moderada ocorreu após a 15ª repetição em duas séries consecutivas (QUEIROZ, SOUSA, *et al.*, 2015).

4.3.5.2 Treinamento resistido isométrico de *handgrip*

O TRI_h utilizado neste estudo seguiu o protocolo clássico indicado para hipertensos (WHELTON, CAREY, *et al.*, 2018). Em cada sessão, os indivíduos realizaram 4 séries do exercício isométrico de *handgrip* unilateral (Zona Plus, Zona Health, Florida, US) com mãos alternadas, iniciando as séries com a mão direita. Em cada série, realizou-se a contração isométrica sustentada por 2 min com intensidade de 30% da CVM medida em cada braço imediatamente antes da execução de cada sessão de treinamento e manteve-se um intervalo de 60s entre as séries.

4.3.5.3 Treinamento resistido combinado

O TRC utilizado neste estudo combinou os treinamentos expostos anteriormente. Assim, nas sessões desse grupo, os indivíduos realizaram o protocolo de treinamento de TRD seguido pelo protocolo de TRI_h expostos anteriormente.

4.3.5.4 Grupo controle

A intervenção controle (CONT) utilizada neste estudo envolveu a realização de 30 min de exercícios de alongamento, visto que num estudo anterior do grupo com a mesma população, essa intervenção não resultou em nenhuma alteração cardiovascular (BRITO, PEÇANHA, *et al.*, 2019). Assim, em cada sessão, os indivíduos deste grupo realizaram de 20 a 25 exercícios de alongamento de forma passiva, mantendo o alongamento máximo sem dor por 20-30s. Posteriormente, foi oferecido aos voluntários deste grupo, a possibilidade de realizarem o treinamento resistido dinâmico por 10 semanas.

4.4 ANÁLISES DOS DADOS

4.4.1 Monitorização Ambulatorial da Pressão Arterial

Os resultados da MAPA foram analisados para a PAS e PAD, considerando-se os valores médios e parâmetros de variabilidade. Assim, foram calculadas as médias da pressão arterial de 24 horas, do período de vigília e do período de sono, considerando-se os horários de dormir e acordar relatados no diário de atividades de cada indivíduo (NOBRE, MION JÚNIOR, *et al.*, 2018). A variabilidade da pressão arterial foi avaliada por 2 índices: 1) o coeficiente de variação (CV), que avalia a variabilidade da pressão arterial nas 24 horas, independentemente de seu valor médio e é calculado pela razão entre o desvio padrão e a média da pressão arterial nas 24 horas; e 2) a variabilidade real média (ARV), que avalia a variabilidade medida a medida pela diferença absoluta entre medidas consecutivas, levando em conta o tempo entre essas medidas (HANSEN, THIJS, *et al.*, 2010) e sendo calculada pela seguinte equação:

$$ARV = \frac{1}{\sum w} \sum_{k=1}^{n-1} w \times |BP_{k+1} - BP_k|$$

na qual, *w* é o intervalo de tempo entre cada medida e a seguinte, e N é o número de medidas efetuadas (HANSEN, THIJS, *et al.*, 2010).

4.4.2 Avaliação das respostas da pressão arterial durante os exercícios resistidos

Para a resposta da PAS durante a realização dos exercícios resistido dinâmico e isométrico de *handgrip*, o valor da PAS Pré-exercício foi determinado pela média dos valores obtidos nos três min anteriores ao início de cada um desses exercícios, excluindo-se os últimos 30 s. A resposta máxima obtida durante cada exercício foi determinada pelo valor pico atingido em cada série, que foi definido pela média do maior valor atingido e os dois valores anteriores.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para o desfecho principal pré-determinado (i.e. PAS de 24 horas), o tamanho amostral mínimo calculado pelo software G*Power 3.1.9.2 (Universitat Kiel, Kiel, Germany) para este estudo foi de 56 indivíduos (14 em cada grupo), considerando-se um poder de 80%, um erro alfa de 0,05 e um tamanho do efeito de 0,230 (BLUMENTHAL, SIEGEL e APPELBAUM, 1991; PAGONAS, VLATSAS, *et al.*, 2017).

Para todas as variáveis, inicialmente, verificou-se a presença de valores extremos pela análise *boxplot*. Em seguida, a normalidade de todas as variáveis foi comprovada pelo teste de Shapiro-Wilks.

Para as comparações das características iniciais entre os grupos, utilizou-se ANOVAs de 1 fator independente para as variáveis contínuas e teste de Fisher para as variáveis categóricas.

A avaliação do efeito das intervenções sobre a força e as variáveis da pressão arterial ambulatorial foi realizada por ANOVAs mista de dois fatores, considerando o grupo (TRD, TRI_h, TRC e CONT) como fator independente e a fase (INÍCIO vs FINAL) como fator dependente. A seguir, o efeito das intervenções (Δ = valor inicial - final) para cada parâmetro da pressão arterial ambulatorial foi calculado e ajustado pelo valor inicial,

aplicando-se ANCOVAs de 1 fator para comparar as respostas entre os grupos (TRD, TRI_h, TRC e CONT).

Para a avaliação do efeito das intervenções sobre as respostas da PAS durante a execução dos exercícios resistidos, os valores absolutos medidos antes e durante os exercícios foram analisados por ANOVAs mistas de três fatores, considerando-se o fator grupo (TRD, TRI_h, TRC e CONT) como independente e os fatores fase (INÍCIO e FINAL) e momento (Pré-exercício, série 1, série 2 e série 3 no exercício resistido dinâmico e Pré-exercício, série 1, série 2, série 3 e série 4 no exercício isométrico de *handgrip*) como dependentes.

Para todas as ANOVAs foi aplicado o teste de *post-hoc* de Newman-Keuls quando houve efeitos e/ou interações significantes. Para as ANCOVAs, o teste *post-hoc* de Bonferroni foi aplicado quando houve efeito significante. Todas as análises foram realizadas nos pacotes estatísticos Statistica 10 for Windows (Stat Soft. Inc. Oklahoma, USA) e IBM SPSS Statistics 25 (IBM Corp. New York, USA). O nível de significância considerado foi de $p < 0,05$. Os dados são apresentados como média ± desvio-padrão quando não apontado de outra forma.

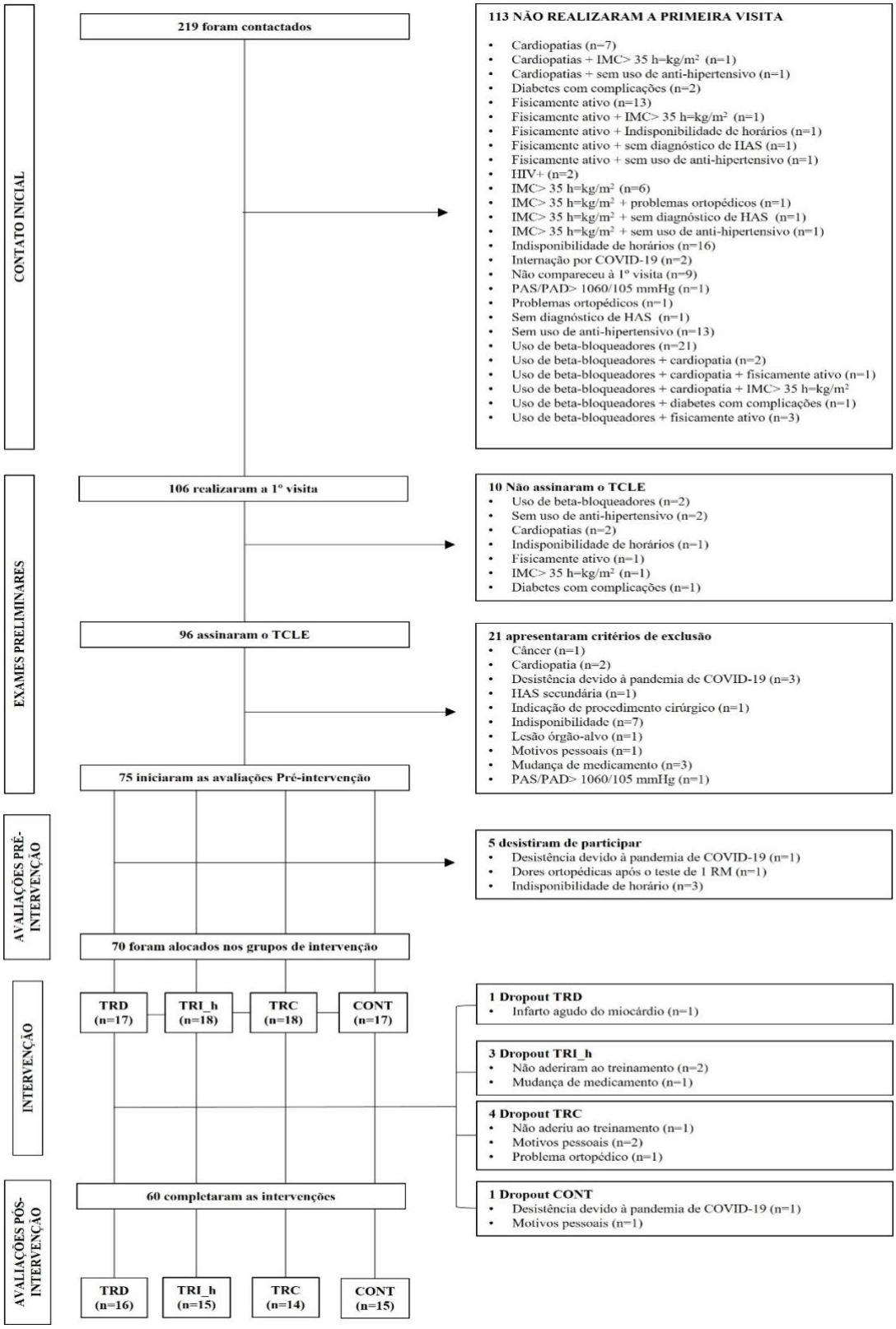
5 RESULTADOS

5.1 FLUXO DOS INDIVÍDUOS NO ESTUDO

A coleta de dados deste estudo teve duração de três anos e quatro meses (de setembro de 2018 a fevereiro de 2022). Durante esse período, houve interrupção ou restrição das coletas devido à pandemia de COVID-19. Assim, entre março e setembro de 2020, houve a interrupção total devido à primeira onda da pandemia, implicando na perda dos voluntários que estavam em andamento. Em setembro de 2020, as coletas foram retomadas com restrições devido às medidas sanitárias e, em março de 2021, devido à nova onda da pandemia, foi interrompido o recrutamento, sendo permitida a continuidade das coletas com os voluntários em andamento. Somente a partir de junho de 2021, as coletas foram retomadas em sua totalidade, com a conclusão do último voluntário em fevereiro de 2022.

Apesar das restrições impostas pela pandemia, 60 indivíduos concluíram o protocolo experimental. Assim, 219 indivíduos foram contactados para participar do estudo, dos quais 113 não chegaram a participar da primeira visita pelos motivos apresentados no fluxograma (Figura 3). Dos 106 indivíduos que realizaram essa visita, 10 não assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Portanto, 96 indivíduos assinaram esse termo, mas 21 foram excluídos nos exames preliminares, restando 75 que iniciaram as avaliações Pré-intervenção, mas 5 desistiram de participar. Assim, 70 indivíduos foram alocados nos grupos de intervenção (TRD = 17, TRI_h =18, TRC = 18 e CONT = 17). Durante o período de intervenção, mais 10 indivíduos desistiram, de modo que 60 concluíram todas as etapas do protocolo, divididos em 16 indivíduos no grupo TRD, 15 no TRI_h, 14 no TRC e 15 no CONT.

Figura 3. Fluxograma de indivíduos no estudo



IMC = Índice de massa corporal; HAS = hipertensão arterial; HIV+ = positivo para o vírus da imunodeficiência humana; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; TCLE = termo de consentimento livre e esclarecido; 1RM = teste de força máxima de uma repetição; TRD = treinamento resistido dinâmico; TRI_h = Treinamento resistido isométrico de *handgrip*; TRC = treinamento resistido combinado; CONT = controle.

5.2 CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA

As características gerais dos indivíduos de cada grupo são mostradas na Tabela 4.

Tabela 4. Características obtidas nos exames preliminares dos indivíduos que completaram o estudo em cada grupo: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT).

Vaiáveis	**TRD n = 15**	**TRI_h n = 15**	**TRC n = 14**	**CONT n = 15**	**P Grupo**
N	16	15	14	15	
Idade (anos)	54±7	55±7	51±11	53±9	0,566
Diabéticos - n(%)	2 (13)	2 (13)	3 (21)	2 (13)	0,891
COVID-19 sem internação – n(%)	2 (13)	1 (7)	1 (7)	1 (7)	1,000
Antropométricas					
Estatura (m)	1,75±0,06	1,74±0,08	1,78±0,10	1,75±0,06	0,568
Peso (kg)	91±12	86±15	90±18	89±12	0,738
IMC (kg/m^2)	29,8±3,5	28,1±3,5	28,4±3,8	29,3±3,7	0,55
Cardiovasculares					
PAS (mmHg)	130±12	131±13	132±10	127±11	0,648
PAD (mmHg)	88±9	88±7	87±8	85±7	0,584
Tratamento medicamentoso					
Monoterapia	9 (56)	8 (53)	6 (43)	9 (60)	0,844
Politerapia	7 (44)	7 (47)	8 (57)	6 (40)	
BRA - n(%)	11 (69)	9 (60)	10 (71)	9 (60)	0,904
IECA - n(%)	2 (13)	1 (7)	3 (21)	3 (20)	0,674
Bloq_Ca - n(%)	5 (31)	5 (33)	6 (43)	6 (40)	0,906
Diurético – n(%)	6 (38)	6 (40)	5 (36)	3 (20)	0,653

Dados: média ± desvio padrão ou número (porcentagem). Análise: ANOVA de um fator para as variáveis contínuas e Teste exato de Fisher para as variáveis categóricas. COVID-19 = doença por coronavírus – 2019; IMC = índice de massa corporal; PAS= pressão arterial sistólica; PAD= pressão arterial diastólica; BRA = Bloqueador de receptor de angiotensina; IECA= Inibidor da enzima conversora de angiotensina; Bloq_Ca = bloqueador de canal de cálcio não-diidropiridínico.

Todos os indivíduos atenderam aos critérios do estudo. Não houve diferenças entre os grupos ($p>0,05$) para nenhuma das variáveis medidas nos exames preliminares (gerais, antropométricas, clínicas e cardiovasculares) ou no regime de medicação anti-hipertensiva em uso.

5.3 EXECUÇÃO DO PROTOCOLO

5.3.1 Execução das intervenções

As taxas de aderência às intervenções nos 4 grupos são mostradas na Tabela 5.

Tabela 5 - Aderência às intervenções experimentais

VARIÁVEIS	TRD (n=16)	TRI_h (n=15)	TRC (n=14)	CONT (n=15)	P Grupo
Número de sessões realizadas	27±2	27±3	27±2	26±3	0,921
Porcentagem das sessões previstas	89±7	90±9	89±7	88±9	0,921

Dados= média ± desvio padrão. Análise: ANOVA de 1 fator. TRD = treinamento resistido dinâmico; TRI_h = treinamento resistido isométrico de *handgrip*; TRC = treinamento resistido combinado; CONT = controle.

Como se verifica, em todos os grupos, houve aderência elevada às sessões de intervenção (≅ 90%) e sem diferenças entre os grupos (p = 0,921).

As características do TRI_h executado nos grupos TRI_h e TRC na sessão inicial e final de treinamento estão demonstradas na Tabela 6.

Tabela 6- Contração voluntária máxima e *SCORE* obtido no exercício isométrico de *handgrip* na primeira e na última sessão de treinamento nos grupos treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h) e treinamento resistido combinado (TRC).

	TRI_h (n=15)		TRC (n=14)		P grupo	P fase	P interação
	Início	Final	Início	Final			
CVM esquerda	61±13	67±12	72±19	76±14	0,057	0,101	0,830
CVM direita	65±13	69±16	74±21	79±13	0,124	0,154	0,912
SCORE	94±3	96±3(#)	93±4	95±3(#)	0,140	**0,012**	0,852

Dados: média ± desvio padrão. Análise: ANOVA mista de 2 fatores. CVM = contração voluntária máxima. ( ) efeito principal da Fase; # = diferente do início (P<0,05).

Para a CVM dos membros direito e esquerdo, não houve efeito nem interação significante dos fatores grupo e fase. Porém, houve efeito significante do fator fase para o desempenho no exercício isométrico de *handgrip* avaliado pelo SCORE, evidenciando que, independentemente do grupo, o SCORE aumentou significantemente do início para o final do estudo.

As características do TRD executado nos grupos TRD e TRC na sessão inicial e final do período de intervenção estão demonstradas na Tabela 7.

Tabela 7 - Número total de repetições e cargas utilizadas nos exercícios realizados na primeira e na última sessão de treino nos grupos: treinamento resistido dinâmico (TRD) e treinamento resistido combinado (TRC)

	TRD (n=16)		TRC (n=14)		P Grupo	P Fase	P Grupo x Fase
	INÍCIO	FINAL	INÍCIO	FINAL			
Supino							
Intensidade (% de 1RM inicial)	50 ± 0	69 ± 12(#)	50 ± 0	67 ± 10 (#)	0,543	**0,000**	0,648
Total de repetições na sessão	38 ± 4	38 ± 5	39 ± 5	38 ± 6	0,672	0,771	0,821
Leg-Press							
Intensidade (% de 1RM inicial)	50 ± 0	80 ± 24(#)	51 ± 2	74 ± 16(#)	0,511	**0,000**	0,433
Total de repetições na sessão	42 ± 9	38 ± 5	41 ± 9	40 ± 9	0,994	0,189	0,405
Puxada							
Intensidade (% de 1RM inicial)	50 ± 0	65 ± 13(#)	50 ± 0	62 ± 9(#)	0,468	**0,000**	0,470
Total de repetições na sessão	38 ± 4	37 ± 4	37 ± 4	35 ± 5	0,178	0,165	0,676
Extensão de joelho esquerdo							
Intensidade (% de 1RM inicial)	50 ± 1	65 ± 16(#)	50 ± 0	71 ± 29(#)	0,523	**0,000**	0,461
Total de repetições na sessão	34 ± 5	35 ± 5	35 ± 4	36 ± 4	0,419	0,480	0,674
Extensão de joelho direito							
Intensidade (% de 1RM inicial)	50 ± 1	66 ± 13(#)	50 ± 0	66 ± 20(#)	0,899	**0,000**	0,978
Total de repetições na sessão	33 ± 7	35 ± 5	35 ± 4	36 ± 5	0,480	0,287	0,967
Flexão de cotovelos							
Intensidade (% de 1RM inicial)	50 ± 0	63 ± 10(#)	50 ± 0	62 ± 12(#)	0,762	**0,000**	0,755
Total de repetições na sessão	32 ± 5	37 ± 4(#)	32 ± 6	35 ± 5(#)	0,260	**0,002**	0,433
Flexão de joelho esquerdo							
Intensidade (% de 1RM inicial)	50 ± 0	70 ± 13(#)	50 ± 1	67 ± 1(#)	0,434	**0,000**	0,468
Total de repetições na sessão	37 ± 5	36 ± 5	37 ± 5	36 ± 4	0,867	0,181	0,957
Flexão de joelho direito							
Intensidade (% de 1RM inicial)	50 ± 0	73 ± 15(#)	50 ± 1	65 ± 10(#)	0,108	**0,000**	0,123
Total de repetições na sessão	37 ± 9	35 ± 5	34 ± 3	36 ± 4	0,634	0,993	0,242

Dados: média ± desvio padrão. Análise: ANOVA mista de 2 fatores. 1RM = teste de uma repetição máxima; ( ) efeito principal Fase; # = diferente do início (P<0,05).

Houve efeito significante do fator fase para a intensidade (% de 1RM) em todos os exercícios resistidos, de modo que independentemente do grupo (TRD e TRC), a intensidade dos exercícios aumentou significantemente da fase inicial para a final do estudo. Além disso, houve efeito significante do fator fase para o número de repetições do exercício flexão de cotovelos, demonstrado que, independentemente do grupo, (TRD e TRC), o número de repetições nesse exercício específico aumentou significantemente do início para o final do estudo.

5.3.1.1 Efeitos do treinamento resistido sobre a força muscular

Os efeitos das intervenções na força muscular avaliada nos exercícios resistidos dinâmicos e isométrico são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Valores da contração voluntária máxima (CVM) e de 1 repetição máxima (1RM) avaliados no início e ao final do estudo nos 4 grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de handgrip (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT).

VARIÁVEIS	PERÍODO	GRUPO				ANOVA
		TRD (n=16)	TRI_h (n=15)	TRC (n=14)	CONT (n=15)	
CVM *Handgrip* Esquerdo (kg)	INÍCIO	36 ± 9	38 ± 6	41 ± 10	39 ± 8	P grupo = 0,265 P fase = 0,254 P grupo x fase = 0,287
	FINAL	37 ± 9	41 ± 6	43 ± 10	37 ± 8	
CVM *Handgrip* Direito (kg)	INÍCIO	42 ± 17	39 ± 8	48 ± 16	45 ± 11	P grupo = 0,412 P fase = 0,152 P grupo x fase = 0,118
	FINAL	43 ± 19	42 ± 8	50 ± 17	43 ± 12	
1RM Supino (kg)	INÍCIO	54 ± 14	50 ± 11	51 ± 13	51 ± 14	P grupo = 0,273 **P fase = 0,000** **P grupo x fase = 0,000**
	FINAL	65 ± 20#	50 ± 11	63 ± 18#	54 ± 17	
1RM Leg-Press (kg)	INÍCIO	109 ± 24	109 ± 56	94 ± 28	107 ± 31	P grupo = 0,444 **P fase = 0,000** **P grupo x fase = 0,000**
	FINAL	142 ± 26#	105 ± 51	127 ± 33#	112 ± 36	
1RM Puxada na Frente (kg)	INÍCIO	46 ± 10	50 ± 10	48 ± 12	48 ± 11	P grupo = 0,723 **P fase = 0,000** **P grupo x fase = 0,000**
	FINAL	58 ± 12#	50 ±10	59 ± 15#	49 ± 13	
1RM Extensora E (kg)	INÍCIO	39 ± 12	43 ± 16	37 ± 10	34 ± 11	P grupo = 0,216 **P fase = 0,000** **P grupo x fase = 0,000**
	FINAL	48 ± 12#	40 ± 12	48 ± 10#	37 ± 13	
1RM Extensora D (kg)	INÍCIO	39 ± 9	45 ± 17	39 ± 9	38 ± 11	P grupo = 0,464 **P fase = 0,001** **P grupo x fase = 0,000**
	FINAL	49 ± 12#	41 ± 13	49 ± 13#	39 ± 13	
1RM Flexão de Cotovelos (kg)	INÍCIO	37 ± 10	38 ± 8	38 ± 13	38 ± 12	P grupo = 0,414 **P fase = 0,000** **P grupo x fase = 0,000**
	FINAL	49 ± 13#	36 ± 6	45 ± 15#	38 ± 10	
1RM Flexora E (kg)	INÍCIO	23 ± 4	25 ± 7	26 ± 9	25 ± 8	P grupo = 0,282 **P fase = 0,000** **P grupo x fase = 0,000**
	FINAL	31 ± 7#	25 ± 15	33 ± 12#	25 ± 10	
1RM Flexora D (kg)	INÍCIO	23 ± 4	26 ± 7	27 ± 8	25 ± 7	P grupo = 0,222 **P fase = 0,000** **P grupo x fase = 0,000**
	FINAL	31 ± 6#	25 ± 6	34 ± 12#	25 ± 10	

Dados= média ± desvio padrão. Análises: ANOVA mista de 2 fatores. # = diferente do início (P<0,05).

Não houve efeitos nem interação significantes entre os fatores grupo e fase para a CVM no exercício resistido isométrico realizado com o membro direito nem esquerdo. Entretanto, em todos os exercícios resistidos dinâmicos, houve interação significante

entre os fatores grupo e fase, com o teste de *post-hoc* revelando aumento significante e similar da força muscular do início para o final do estudo apenas nos grupos TRD e TRC.

5.4 RESPOSTAS DA PRESSÃO ARTERIAL AMBULATORIAL

5.4.1 Pressão Arterial Sistólica

Os efeitos das intervenções sobre valores médios da PAS de 24 horas, vigília e sono estão apresentados na tabela 9 e figura 4.

Tabela 9. Médias da pressão arterial sistólica (PAS) de 24 horas, vigília e sono medidas nas fases inicial e final do estudo nos grupos: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT).

VARIÁVEL	**GRUPO**	**FASE**		**ANOVA**
		INÍCIO	**FINAL**	
PAS 24h (mmHg)	**TRD (n=16)**	127 ± 8	123 ± 9	P grupo = 0,972
	TRI_h (n=15)	127 ± 11	125 ±12	P fase = 0,349
	TRC (n=14)	125 ± 7	124 ± 6	P grupo x fase 0,429
	CONT (n=15)	124 ± 9	125 ± 11	
PAS Vigília (mmHg)	**TRD (n=16)**	133 ± 10	127 ± 9	P grupo = 0,863
	TRI_h (n=15)	133 ± 13	131 ± 11	P fase = 0,284
	TRC (n=14)	130 ± 7	130 ± 7	P grupo x fase 0,136
	CONT (n=15)	128 ± 11	130 ± 11	
PAS Sono (mmHg)	**TRD (n=16)**	113 ± 8	113 ± 8	P grupo = 0,827
	TRI_h (n=15)	111 ± 15	111 ± 15	P fase = 0,878
	TRC (n=14)	111 ± 8	110 ± 7	P grupo x fase 0,790
	CONT (n=15)	112 ± 12	114 ± 13	

Dados: média ± desvio-padrão. Análise: ANOVA mista de 2 fatores.

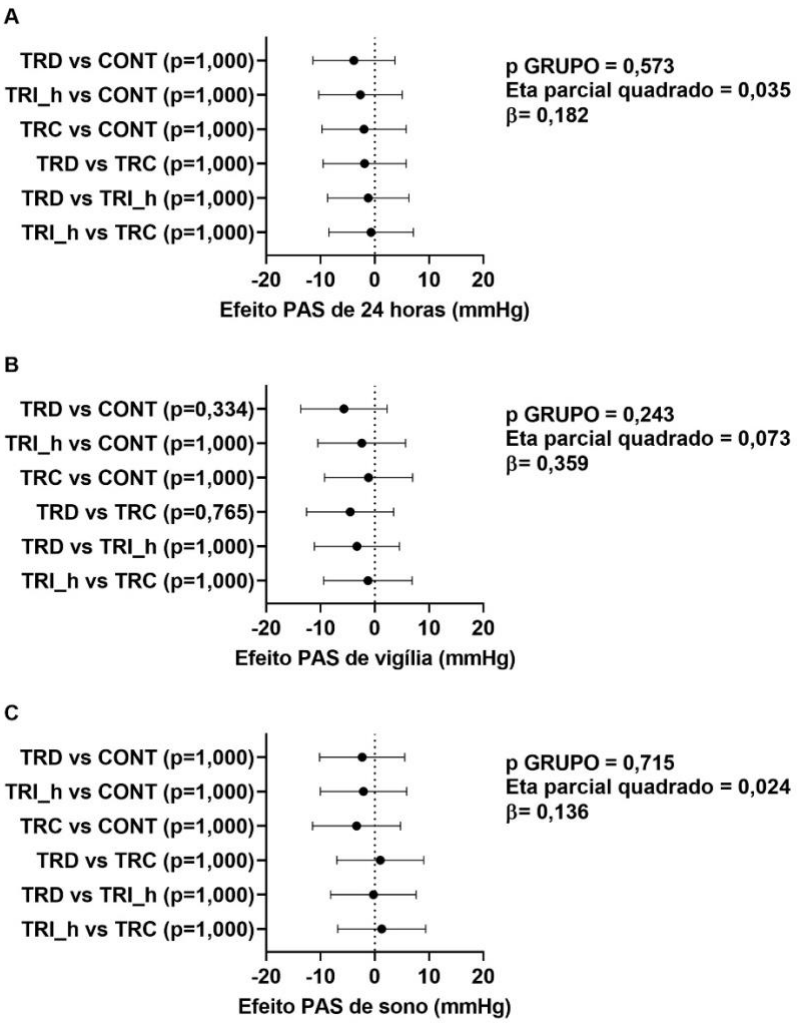


Figura 4. Comparação dos efeitos das intervenções nas médias da pressão arterial sistólica (PAS) de 24 horas, vigília e sono ajustadas pelos valores iniciais entre os grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT). Análise: ANCOVA de um fator ajustada pelo valor inicial.

Como se observa, não houve efeitos nem interações significantes entre os fatores grupo e fase para as médias da PAS de 24 horas, vigília ou sono. Além disso, as ANCOVAs de um fator ajustadas pelos valores iniciais também não revelaram diferenças significantes entre os grupos para essas variáveis.

Os efeitos das intervenções sobre o CV e a ARV da PAS ambulatorial são mostrados na tabela 10 e figura 5.

Tabela 10. Coeficiente de variação (CV) e variabilidade real média (ARV) da pressão arterial sistólica (PAS) ambulatorial medidos nas fases inicial e final do estudo nos grupos treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT).

VARIÁVEL	GRUPO	FASE		ANOVA
		INÍCIO	FINAL	
CV (%)	TRD (n=16)	10 ± 2	9 ± 2	P grupo = 0,498
	TRI_h (n=15)	11 ± 3	11 ± 4	P fase = 0,550
	TRC (n=14)	10 ± 2	11 ± 2	P grupo x fase 0,171
	CONT (n=15)	10 ± 2	10 ± 2	
ARV (mmHg)	TRD (n=16)	8 ± 1	8 ± 1	P grupo = 0,407
	TRI_h (n=15)	8 ± 1	8 ± 1	P fase = 0,332
	TRC (n=14)	7 ± 1	7 ± 1	P grupo x fase 0,827
	CONT (n=15)	7 ± 1	8 ± 1	

Dados: média ± desvio-padrão. Análise: ANOVA mista de 2 fatores. σ dados sem distribuição normal e sem alteração nos resultados após transformação logarítmica.

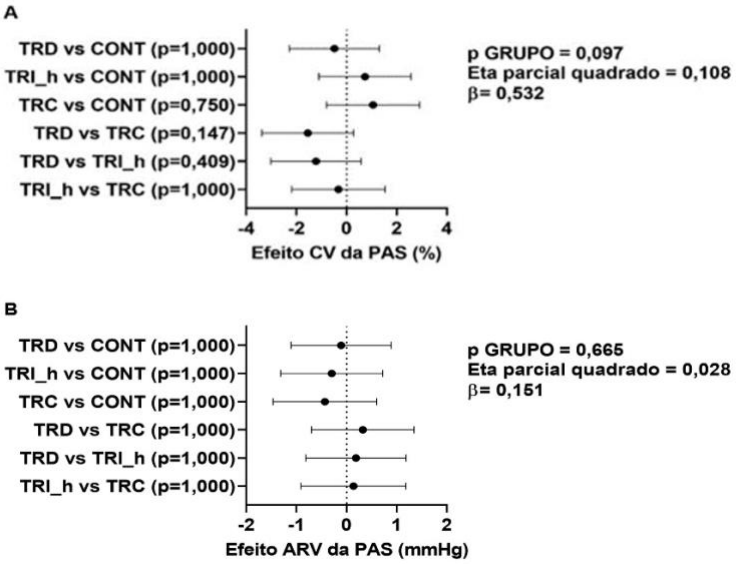


Figura 5. Comparação dos efeitos das intervenções sobre o coeficiente de variação (CV) e a variabilidade real média (ARV) da pressão arterial sistólica (PAS) ambulatorial ajustados pelos valores iniciais entre os grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT). Análise: ANCOVA de um fator ajustada pelo valor inicial.

Não houve efeitos nem interações significantes entre os fatores grupo e fase para o CV e a ARV da PAS. Além disso, as ANCOVAs de um fator ajustada pelos valores iniciais também não revelaram diferenças significantes entre os grupos para essas variáveis.

5.4.2 Pressão Arterial Diastólica

Os efeitos das intervenções sobre valores médios da PAD de 24 horas, vigília e sono estão apresentados na tabela 11 e figura 6.

Tabela 11. Médias da pressão arterial diastólica (PAD) de 24 horas, vigília e sono medidas nas fases inicial e final do estudo nos grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT).

VARIÁVEL	GRUPO	FASE		ANOVA
		INÍCIO	FINAL	
PAD 24h (mmHg)	TRD (n=16)	83 ± 5	79 ± 6	P grupo = 0,535
	TRI_h (n=15)	82 ± 6	81 ± 6	P fase = 0,347
	TRC (n=14)	78 ± 5	79 ± 6	P grupo x fase 0,096
	CONT (n=15)	79 ± 7	80 ± 8	
PAD Vigília (mmHg)	TRD (n=16)	88 ± 7	83 ± 6	P grupo = 0,490
	TRI_h (n=15)	88 ± 7	86 ± 6	P fase = 0,327
	TRC (n=14)	83 ± 5	84 ± 6	P grupo x fase 0,056
	CONT (n=15)	84 ± 9	85 ± 9	
PAD Sono (mmHg)	TRD (n=16)	71 ± 5	69 ± 2	P grupo = 0,676
	TRI_h (n=15)	68 ± 8	69 ± 9	P fase = 0,837
	TRC (n=14)	67 ± 6	67 ± 6	P grupo x fase 0,380
	CONT (n=15)	68 ± 9	70 ± 11	

Dados: média ± desvio-padrão. Análise: ANOVA mista de 2 fatores.

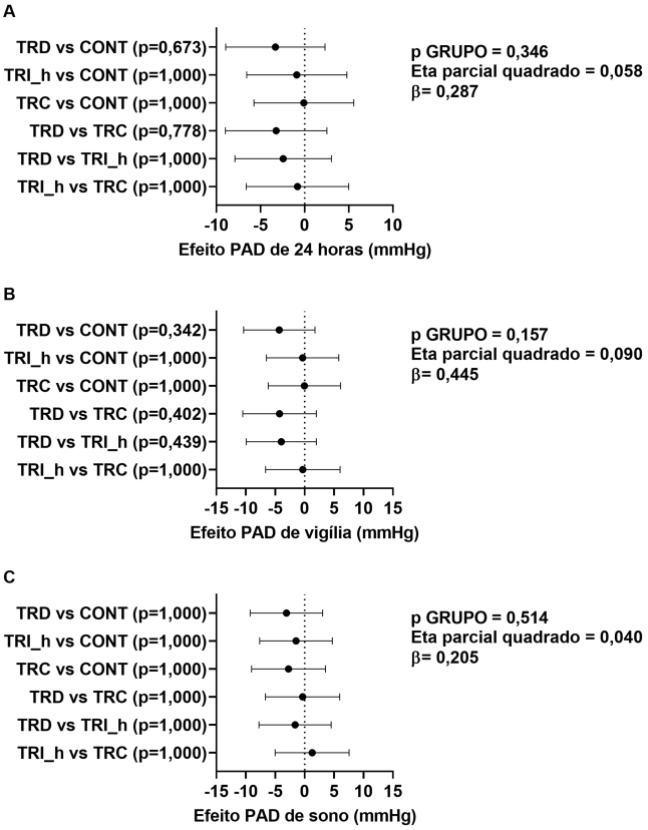


Figura 6. Comparação dos efeitos das intervenções nas médias da pressão arterial diastólica (PAD) de 24 horas, vigília e sono ajustadas pelos valores iniciais entre os grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT). Análise: ANCOVA de um fator ajustada pelo valor inicial

Não houve efeitos nem interação significantes entre os fatores grupo e fase para as médias da PAD de 24 horas, vigília ou sono. Além disso, as ANCOVAs de um fator ajustadas pelos valores iniciais também não revelaram diferenças significantes entre os grupos para essas variáveis.

Os efeitos das intervenções sobre o CV e a ARV da pressão arterial diastólica ambulatorial são mostrados na tabela 12 e figura 7.

Tabela 12. Coeficiente de variação (CV) e variabilidade real média (ARV) da pressão arterial diastólica (PAD) ambulatorial medidos nas fases inicial e final do estudo nos grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT).

VARIÁVEL	GRUPO	FASE		ANOVA
		INÍCIO	FINAL	
CV da PAD (%)	TRD (n=16)	14 ± 3	13 ± 2	P grupo = 0,925
	TRI_h (n=15)	14 ± 3	14 ± 4	P fase = 0,891
	TRC (n=14)	14 ± 3	14 ± 2	P grupo x fase 0,545
	CONT (n=15)	14 ± 3	14 ± 3	
ARV da PAD (mmHg)	TRD (n=16)	7 ± 1	7 ± 1	P grupo = 0,275
	TRI_h (n=15)	6 ± 1	6 ± 1	P fase = 0,954
	TRC (n=14)	6 ± 1	6 ± 1	P grupo x fase 0,590
	CONT (n=15)	6 ± 1	6 ± 1	

Dados: média ± desvio-padrão. Análise: ANOVA mista de 2 fatores

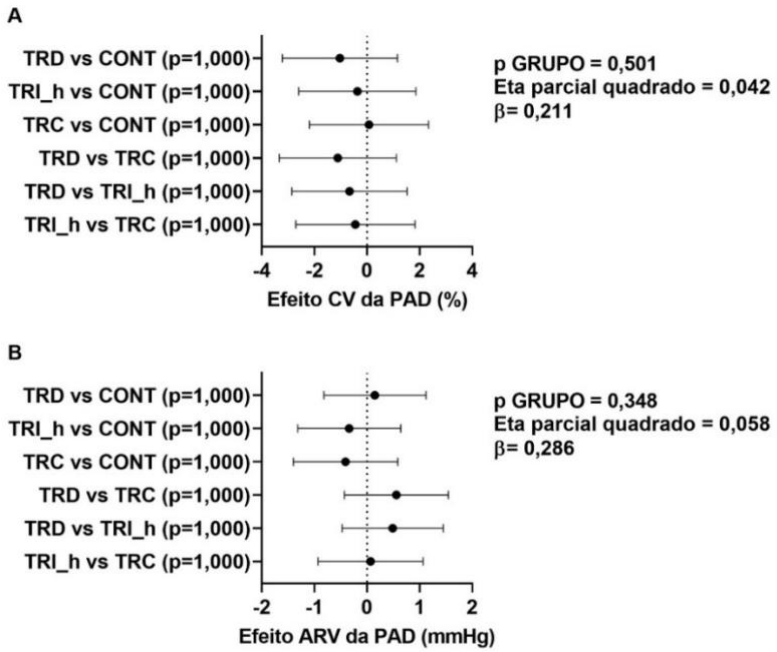


Figura 7. Comparação dos efeitos das intervenções sobre o coeficiente de variação (CV) e a variabilidade real média (ARV) da pressão arterial diastólica (PAD) ambulatorial ajustados pelos valores iniciais entre os grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT). Análise: ANCOVA de um fator ajustada pelo valor inicial.

Não houve efeitos nem interações significantes entre os fatores grupo e fase para o CV e a ARV da PAD ambulatorial. Além disso, as ANCOVAs de um fator ajustadas pelos valores iniciais também não revelaram diferenças significantes entre os grupos para essas variáveis.

5.5 RESPOSTAS DA PRESSÃO ARTERIAL DURANTE OS EXERCÍCIOS RESISTIDOS

Devido a problemas técnicos nas sessões iniciais do estudo, 3 indivíduos (TRD: n=1; TRI_h: n=1; CONT: n=1) não tiveram seus dados analisados nesta sessão. Assim, 57 indivíduos (TRD: n=15; TRI_h: n=14; TRC = 14 e CONT: n=14) realizaram as sessões experimentais de respostas da pressão arterial durante os exercícios resistidos.

Em acordo com o desenho experimental proposto, 9 (60%) indivíduos do grupo TRD, 6 (43%) do TRI_h, 8 (57%) TRC e 6 (43%) do grupo CONT iniciaram essa sessão experimental com o exercício resistido dinâmico e depois fizeram o exercício resistido isométrico de *handgrip*, enquanto os demais indivíduos de cada grupo realizaram a sessão na ordem inversa. Não houve diferença nessa distribuição entre os grupos (p=0,757). Do mesmo modo, 8 (53%) indivíduos do grupo TRD, 6 (43%) do TRI_h, 8 (57%) do TRC e 7 (50%) do grupo CONT fizeram o primeiro bloco da sessão com o braço e joelho direitos e o segundo bloco com o braço e joelho esquerdos, enquanto os demais indivíduos de cada grupo realizaram os blocos com os membros opostos. Também não houve diferença nesta ordem entre os grupos (p=0,937).

Os resultados sobre os efeitos dos treinamentos nas respostas durante os exercícios resistidos são apresentados de forma separada para o exercício dinâmico e o isométrico de *handgrip* de mesma carga absoluta e relativa. Para cada, exercício são apresentadas, inicialmente, a comparação das características dos exercícios realizados no início e no final do estudo. A seguir, é mostrado o comportamento da PAS em cada grupo para fins ilustrativos. Para completar, como para essas análises foi utilizada a ANOVA de 3 fatores e obteve-se significâncias, principalmente, em efeitos principais ou em interações de 2 fatores, optou-se, para facilitar a compreensão dos resultados, por demonstrar em tabelas os resultados da ANOVA sem apontar as significâncias e, a seguir, expor as diferenças encontradas nos testes de *post-hoc* através de gráficos adequados às combinações pertinentes.

5.5.1 Exercício Resistido Dinâmico – Carga Absoluta

5.5.1.1 Características dos Exercício

O exercício resistido dinâmico de extensão de joelho realizado com mesma carga absoluta no início e no final do estudo utilizou as cargas médias de 16±3, 17±5, 15±4 e 16±4 kg, respectivamente, nos TRD, TRI_h, TRC e CONT, não havendo diferença nessa carga entre os grupos (p = 0,591). Tais cargas equivaliam a 50±3% do 1RM inicial no TRD, 49±3% no TRI_h; 51±5% no TRC e 49±7% no grupo CONT, não havendo também diferenças nessa intensidade relativa entre os grupos (p=0,137).

O número de repetições realizadas em cada série desse exercício no início e no final do estudo está apresentado na Tabela 13.

Tabela 13. Número de repetições realizadas até a fadiga concêntrica nas séries 1, 2 e 3 do exercício resistido dinâmico extensão de joelho realizado com a mesma carga absoluta nas sessões experimentais do início e final do estudo nos quatro grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD, n = 15), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h, n = 14), treinamento resistido combinado (TRC, n = 14) e controle (CONT, n = 14).

GRUPO	**FASE**	**MOMENTO**			**ANOVA**
		SERIE 1	**SÉRIE 2**	**SÉRIE 3**	
TRD	**INÍCIO**	15 ± 6	13 ± 4	11 ± 3	**P grupo = 0,013** **P fase = 0,004** **P momento = 0,000** **P grupo x fase = 0,006** P grupo x momento = 0,123 P fase x momento = 0,636 P grupo x fase x momento = 0,873
	FINAL	19 ± 4	15 ± 3	14 ± 2	
TRI_h	**INÍCIO**	17 ± 15	12 ± 4	11 ± 3	
	FINAL	16 ± 5	11 ± 3	10 ± 3	
TRC	**INÍCIO**	19 ± 4	14 ± 4	12 ± 4	
	FINAL	22 ± 8	17 ± 6	15 ± 5	
CONT	**INÍCIO**	16 ± 4	12 ± 3	9 ± 3	
	FINAL	16 ± 6	11 ± 4	10 ± 3	

Dados média ± desvio-padrão. Análise: ANOVA mista de três fatores.

Com relação ao número de repetições completadas no exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga absoluta no início e no final do estudo, houve efeito significante do fator momento (P = 0,000) e interação entre os fatores grupo e fase (P =

0,006). Os resultados das comparações *post-hoc* realizadas para essa variável estão apresentados na Figura 8.

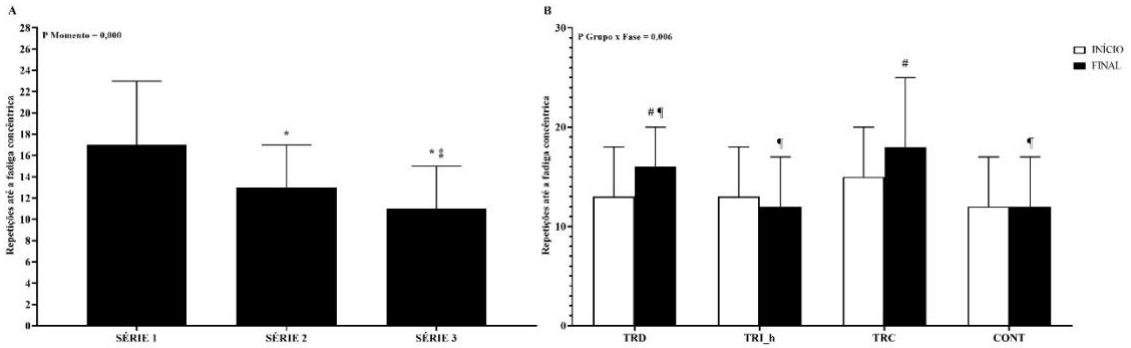


Figura 8. Painel A. Valores combinados entre os grupos e as fases do número de repetições realizadas até a fadiga concêntrica nas séries 1, 2 e 3 do exercício resistido dinâmico extensão de joelho realizado com a mesma carga absoluta. Painel B. Valores combinados entre as séries do número de repetições realizadas no exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga absoluta nas sessões experimentais do início e final do estudo em cada um dos quatro grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD, n = 15), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h, n = 14), treinamento resistido combinado (TRC, n = 14) e controle (CONT, n = 14). Análise*:* Painel A. *Post-hoc* de Newman-Keuls para o fator momento. Painel B. *Post-hoc* de Newman-Keuls para interação grupo x fase. * = diferente da SÉRIE 1 (P<0,05); ⁑ = diferente da SÉRIE 2 (P<0,05); # = diferente de Início (P<0,05); ¶ = diferente de TRC (P<0,05).

Considerando o fator momento, independentemente do grupo e da fase, o número de repetições foi significantemente menor a cada nova série (valores combinados de grupo e fase: 17±5 vs. 13±4 vs. 11±4 para as séries 1, 2 e 3, respectivamente, P<0,05). Em relação à interação grupo x fase, o teste de *post-hoc* revelou que, independentemente do momento, o número de repetições aumentou significantemente da fase inicial para a final do estudo apenas nos grupos TRD (valores combinados das séries: 13±5 vs. 16±4 repetições, p<0,05) e TRC (valores combinados das séries: 15±5 vs. 18±7 repetições, p<0,05), mas não mudou nos grupos TRI_h (valores combinados das séries: 13±5 vs. 12±5 repetições, p<0,05) e CONT (valores combinados das séries: 12±5 vs. 12±5 repetições, p<0,05). Além disso, o número de repetições na fase final do estudo foi significantemente maior no grupo TRC que na mesma fase nos grupos TRD, TRI_h e CONT (valores combinados das séries no final do estudo: 18±7 vs. 16±4, 12±5 e 12±5 repetições, respectivamente, P<0,05).

O trabalho total (número de repetições x carga) do exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga absoluta no início e no final do estudo está apresentado na Tabela 14.

Tabela 14. Trabalho total (repetições x carga) do exercício resistido de extensão de joelho realizado com a mesma carga absoluta nas sessões experimentais do início e final do estudo nos quatro grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD, n = 15), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h, n = 14), treinamento resistido combinado (TRC, n = 14) e controle (CONT, n = 14)

	INÍCIO	**FINAL**	**ANOVA**
TRD	590 ± 137	736 ± 121#	P Grupo = 0,154
TRI_h	658 ± 242	632 ± 246	**P Fase = 0,012**
TRC	644 ± 210	768 ± 278#	**P Grupo x Fase = 0,005**
CONT	561 ± 192	538 ± 140	

Dados média ± desvio-padrão. Análise: ANOVA mista de dois fatores (P<0,05). #diferente de Início (P<0,05).

A ANOVA mista de dois fatores apontou interação significante entre os fatores grupo e fase para o trabalho total realizado no exercício de extensão de joelho realizado com mesma carga absoluta no início e n final do estudo. O teste *post-hoc* apontou que nos grupos TRD e TRC, o trabalho total realizado foi significantemente maior na fase final do estudo em comparação com a fase inicial.

5.5.1.2 Pressão arterial sistólica

A Figura 9 mostra o comportamento da PAS durante a execução do exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga absoluta no início e no final do estudo em cada grupo experimental, enquanto a Tabela 15 mostra a análise desse comportamento.

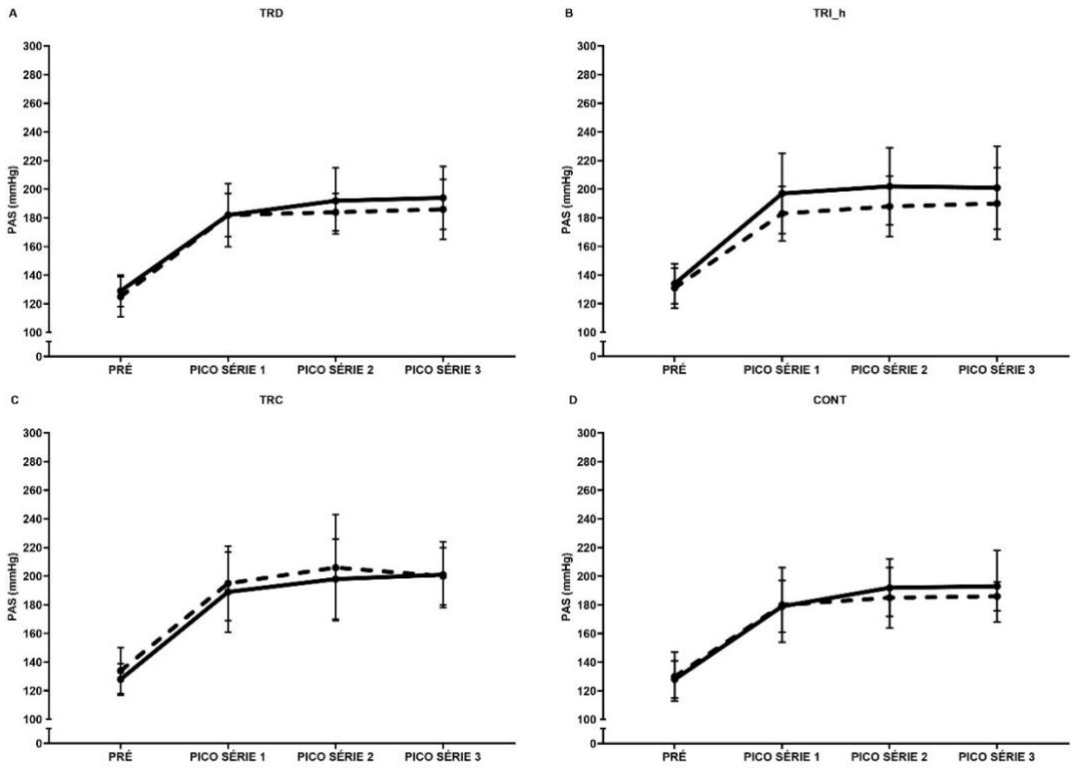


Figura 9. Pressão arterial sistólica (PAS) medida antes (Pré) e valor pico atingido em cada uma das três séries do exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga absoluta no início (linha contínua) e final (linha tracejada) do estudo. TRD = grupo de treinamento resistido dinâmico; TRI_h = grupo de treinamento resistido isométrico de *handgrip*; TRC= grupo de treinamento resistido combinado; CONT = grupo controle. Dados média ± desvio-padrão.

Tabela 15. Pressão arterial sistólica (mmHg) medida antes (Pré) e valor pico atingido em cada uma das três séries do exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga absoluta no início e final do estudo nos 4 grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD, n = 15), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h, n = 14), treinamento resistido combinado (TRC, n=14) e controle (CONT, n = 14).

GRUPO	**FASE**	**MOMENTO**				**ANOVA**
		PRÉ	**SÉRIE 1**	**SÉRIE 2**	**SÉRIE 3**	
TRD	**INÍCIO**	129 ± 11	182 ± 22	192 ± 23	194 ± 22	
	FINAL	125 ± 14	182 ± 15	184 ± 13	186 ± 21	
TRI_h	**INÍCIO**	135 ± 14	197 ± 28	202 ± 27	201 ± 29	P Grupo = 0,341 P Fase = 0,073 **P Momento = 0,000** P Grupo x Fase = 0,515 P Grupo x Momento = 0,6223 **P Fase x Momento = 0,0271** P Grupo x Fase x Momento = 0,653
	FINAL	131 ± 14	183 ± 19	188 ± 21	190 ± 25	
TRC	**INÍCIO**	128 ± 11	189 ± 28	198 ± 28	201 ± 23	
	FINAL	134 ± 16	195 ± 26	206 ± 37	200 ± 20	
CONT	**INÍCIO**	128 ± 13	179 ± 18	192 ± 20	193 ± 25	
	FINAL	130 ± 17	180 ± 26	185 ± 21	186 ± 10	

Dados: média ± desvio-padrão. Análise: Anova mista de três fatores**.**

Houve interação significante (p=0,027) entre os fatores fase e momento para a resposta da PAS ao exercício de extensão de joelho realizado com mesma carga absoluta no início e no final do estudo. O resultado da comparação *post-hoc* realizada para essa variável está apresentado na Figura 10.

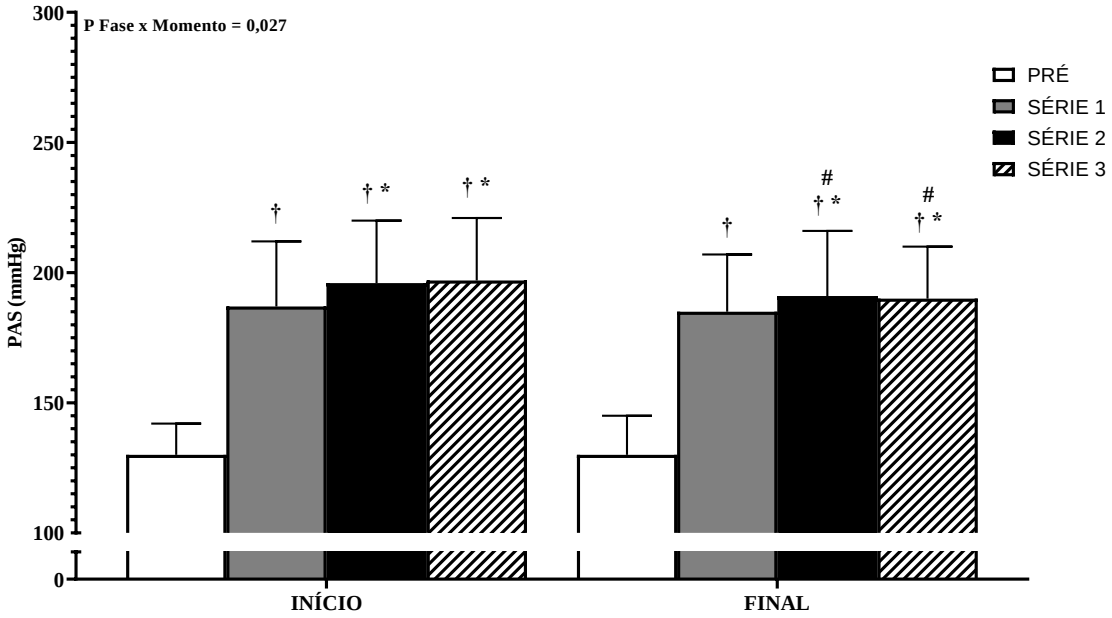


Figura 10. Valores combinados entre os grupos para a pressão arterial sistólica (PAS) medida antes (PRÉ) e valor pico atingido em cada uma das três séries do exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga absoluta no início e final do estudo. Análise: Post-hoc de Newman-Keuls para a interação fase x momento. † diferente de PRE (P<0,05); * diferente da SÉRIE 1 (P<0,05); # diferente do Início (P<0,05)

O teste *post-hoc*, revelou que, independentemente do grupo, em ambas as fases (início e final), a PAS nas séries 1, 2 e 3 foram significantemente maiores que no Pré-exercício e, além disso, nas séries 2 e 3 a PAS foi significantemente maior que na série 1 (valores combinados dos grupos: Início - 130±12 vs 187±25 vs 196±24 e 197±24 mmHg; final - 130±15 vs. 185±22 vs. 191±25 e 190±20 mmHg, para os momentos Pré, Série 1, 2 e 3, respectivamente). Além disso, independentemente do grupo, nas séries 2 e 3, os valores da PAS pico foram significantemente menores na fase final que inicial do estudo (valores combinados dos grupos: 191±25 vs. 196±24 mmHg e 190±20 vs. 197±24 mmHg, final vs. início para as séries 2 e 3, respectivamente).

5.5.2 Exercício Resistido Dinâmico – Carga Relativa

5.5.2.1 Características do exercício

As cargas utilizadas no exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga relativa (50% de 1 RM) no início e no final do estudo são mostradas na tabela 16.

Tabela 16. Carga utilizada no exercício de extensão de joelho realizado com mesma carga relativa (50% de 1 repetição máxima) no início e final do estudo nos grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT).

	FASE	TRD	TRI_h	TRC	CONT	ANOVA
Carga (kg)	INÍCIO	16 ± 3	17 ± 5	14 ± 4	15 ± 4	P grupo = 0,605 P Fase = 0,000
	FINAL	19 ± 2 #	17 ± 4	19 ± 4 #	16 ± 5	**P grupo x fase = 0,000**

Dados média ± desvio-padrão. Análise: ANOVA mista de dois fatores. # diferente de Início (P<0.05).

Houve interação significante entre os fatores grupo e fase e o teste *post-hoc* apontou aumento significante da carga nos grupos TRD e TRC do início para o final do estudo.

O número de repetições realizadas em cada série desse exercício no início e no final do estudo está apresentado na Tabela 17.

Tabela 17. Número de repetições realizadas até a fadiga concêntrica nas séries 1, 2 e 3 no exercício resistido de extensão de joelho realizado com a mesma carga relativa no início e no final do estudo nos grupos: treinamento resistido dinâmico (TRD, n =15), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h, n = 14), treinamento resistido combinado (TRC, n = 14) e controle (CONT, n = 14).

GRUPO	FASE	MOMENTO			ANOVA
		SÉRIE 1	SÉRIE 2	SÉRIE 3	
TRD	**INÍCIO**	15 ± 4	13 ± 4	12 ± 4	P grupo = 0,314 P fase = 0,161 **P momento = 0,000** P grupo x fase = 0,283 P grupo x momento = 0,418 P fase x momento = 0,858 P grupo x fase x momento = 0,751
	FINAL	16 ± 4	13 ± 3	12 ± 3	
TRI_h	**INÍCIO**	15 ± 5	13 ± 5	11 ± 4	
	FINAL	16 ± 5	12 ± 4	11 ± 3	
TRC	**INÍCIO**	19 ± 6	15 ± 6	13 ± 5	
	FINAL	17 ± 5	13 ± 3	12 ± 3	
CONT	**INÍCIO**	15 ± 4	12 ± 3	11 ± 3	
	FINAL	14 ± 5	12 ± 4	11 ± 4	

Dados média ± desvio-padrão. Análise: Anova mista de três fatores.

Para o número de repetições realizadas até a fadiga moderada no exercício de extensão de joelho executado com a mesma carga relativa no início e no final do estudo, houve efeito significante apenas do fator momento (P=0,000). O resultado da comparação *post-hoc* realizada para essa variável está apresentado na Figura 15.

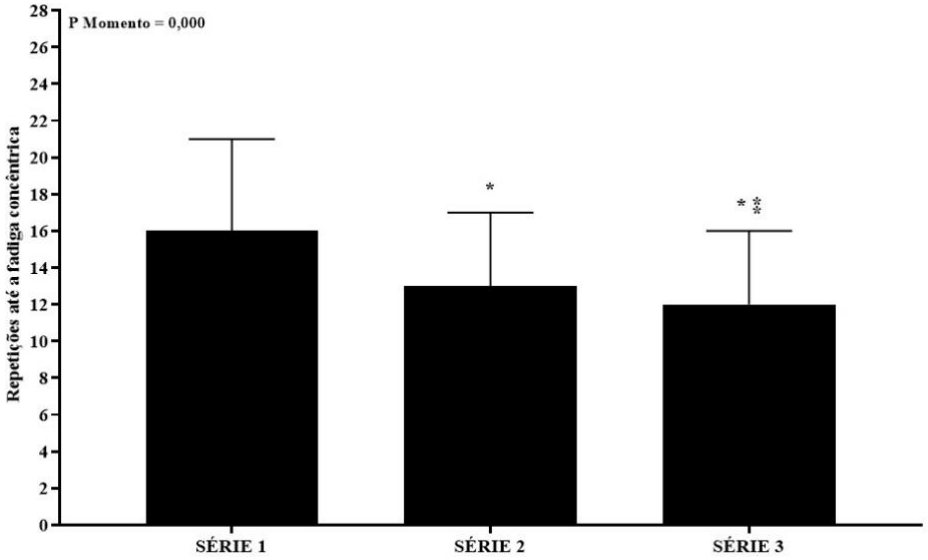


Figura 15. Valores combinados dos grupos e das fases para o número de repetições atingido em cada uma das três séries do exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga absoluta, considerando os grupos e as fases combinados. Análise*: Post-hoc* de Newman-Keuls para o fator momento. * diferente da SÉRIE 1 (P<0,05); ‡ diferente da SÉRIE 2 (P<0,05)

O teste *post-hoc* apontou que, independentemente do grupo e da fase do estudo, houve redução do número de repetições com a progressão das séries desse exercício (valores combinados dos grupos e fases: 16 ± 15 vs. 13 ± 4 vs. 12 ± 4 repetições para as séries 1, 2 e 3, respectivamente).

O trabalho total (número de repetições x carga) do exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga relativa no início e no final do estudo está apresentado na Tabela 18.

Tabela 18. Trabalho total (repetições x carga) do exercício resistido de extensão de joelho realizado com a mesma carga relativa nas sessões experimentais do início e final do estudo nos quatro grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD, n = 15), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h, n = 14), treinamento resistido combinado (TRC, n = 14) e controle (CONT, n = 14)

	INÍCIO	**FINAL**	**ANOVA**
TRD	614 ± 107	755 ± 198#	P Grupo = 0,214
TRI_h	653 ± 312	643 ± 243	**P Fase = 0,002**
TRC	679 ± 283	811 ± 302#	**P Grupo x Fase = 0,015**
CONT	568 ± 174	568 ± 172	

Dados média ± desvio-padrão. Análise: ANOVA mista de dois fatores (P<0,05). #diferente de Início (P<0,05)

A ANOVA mista de dois fatores apontou interação significante entre os fatores grupo e fase para o trabalho total do exercício de extensão de joelho realizado com mesma carga relativa no início e no final do estudo. O teste *post-hoc* apontou que nos grupos TRD e TRC, o trabalho total realizado foi significantemente maior na fase final do estudo em comparação com a inicial.

5.5.2.2 Pressão arterial sistólica

A Figura 16 mostra o comportamento da PAS durante a execução do exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga relativa (50% de 1RM) no início e no final do estudo em cada grupo experimental, enquanto a Tabela 20 apresenta a análise desse comportamento.

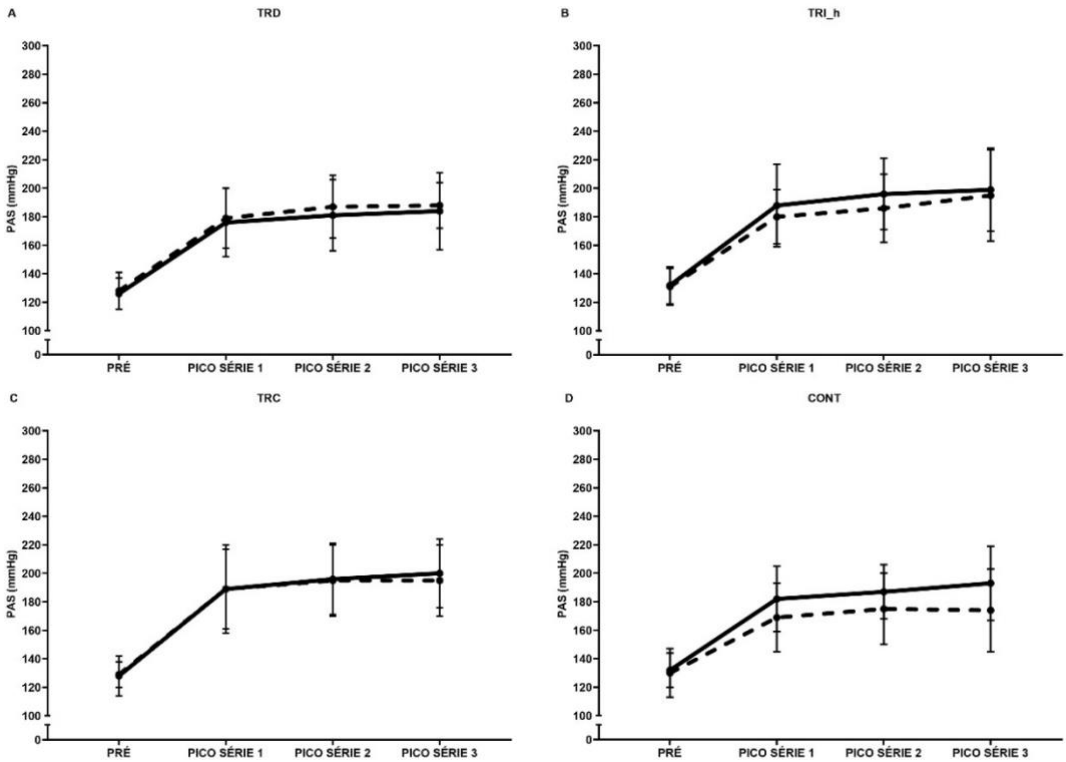


Figura 16. Pressão arterial sistólica (PAS) medida antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das três séries do exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga relativa no início (linha contínua) e final (linha tracejada) do estudo. TRD = grupo de treinamento resistido dinâmico; TRI_h = grupo de treinamento resistido isométrico de *handgrip*; TRC= grupo de treinamento resistido combinado; CONT = grupo controle. Dados média ± desvio-padrão.

Tabela 19. Pressão arterial sistólica (mmHg) medida antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das três séries do exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga relativa no início e final do estudo nos 4 grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD, n = 15), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h, n = 14), treinamento resistido combinado (TRC, n = 14) e controle (CONT, n = 14).

GRUPO	**FASE**	**MOMENTO**				**ANOVA**
		PRÉ	**SÉRIE 1**	**SÉRIE 2**	**SÉRIE 3**	
TRD	**INÍCIO**	126 ± 11	176 ± 24	181 ± 25	184 ± 24	P Grupo = 0,254 P Fase = 0,185 **P Momento = 0,000** P Grupo x Fase 0,252 P Grupo x Momento 0,155 P Fase x Momento = 0,439 P Grupo x Fase x Momento 0,447
	FINAL	128 ± 13	179 ± 21	187 ± 22	188 ± 16	
TRI_h	**INÍCIO**	132 ± 13	188 ± 29	196 ± 25	199 ± 29	
	FINAL	131 ± 13	180 ± 19	186 ± 24	195 ± 32	
TRC	**INÍCIO**	128 ± 14	189 ± 28	196 ± 25	200 ± 24	
	FINAL	129 ± 9	189 ± 31	195 ± 25	195 ± 25	
CONT	**INÍCIO**	132 ± 12	182 ± 23	187 ± 19	193 ± 26	
	FINAL	130 ± 17	169 ± 24	175 ± 25	175 ± 27	

Dados: média ± desvio-padrão. Análise: Anova mista de três fatores.

Houve efeito significante apenas do fator momento (p=0,000) para o comportamento da PAS no exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga relativa no início e no final do estudo. O resultado da comparação *post-hoc* realizada para essa variável está apresentado na Figura 18.

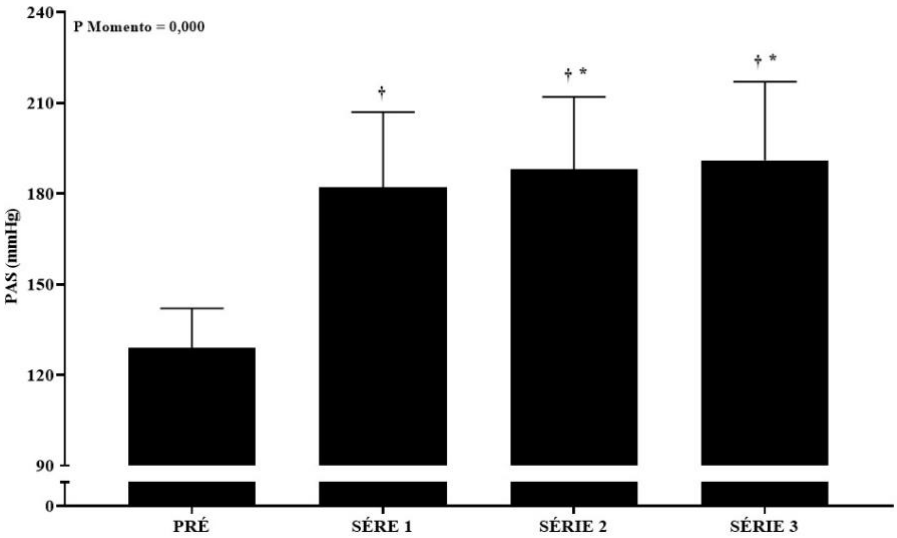


Figura 17. Valores combinados dos grupos e das fases para a pressão arterial sistólica (PAS) medida antes (PRÉ) e valor pico atingido em cada uma das três séries do exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga absoluta no início e final do estudo. Análise: Post-hoc de Newman-Keuls para o fator momentos. † diferente de PRE (P<0,05); * diferente da SÉRIE 1 (P<0,05)

O teste *post-hoc* apontou que, independentemente do grupo e da fase, os valores da PAS nas séries 1, 2 e 3 foram significantemente maiores que Pré-exercício e os valores atingidos nas séries 2 e 3 foram significantemente maiores que na série 1 (valores combinados de grupos e fases: 129±13 vs. 182±25 vs. 188±24 e 191±27 mmHg para Pré-exercício, série 1, 2 e 3, respectivamente).

5.5.3 Exercício Resistido Isométrico de *Handgrip* – Carga Absoluta

5.5.3.1 Características do exercício

O exercício isométrico de *handgrip* realizado com mesma carga absoluta no início e no final do estudo foi executado com as cargas médias de 11±3, 11±2, 13±3 e 13±3 kgf,

respectivamente, nos grupos TRD, TRI_h, TRC e CONT, não havendo diferença nessa carga entre os grupos (ANOVA, p = 0,175). Tais cargas equivaleram a 31±3% da CVM inicial no grupo TRD, 30±2% no grupo TRI_h; 30±2% no TRC e 31±3% no grupo CONT, sem diferenças entre os grupos (p=0,849).

Embora o tempo proposto de manutenção da contração isométrica tenha sido de 2 min, nem todos os indivíduos suportaram manter esse tempo de contração. Assim, o tempo de contração isométrica mantido em cada série do exercício isométrico de *handgrip* no início e no final do estudo em cada grupo está apresentado na Tabela 20.

Tabela 20. Tempo de contração isométrica (min) mantido em cada série do exercício de *handgrip* realizado com a mesma carga absoluta no início e final do estudo nos 4 grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT).

GRUPO	**FASE**	**MOMENTO**				**ANOVA**
		SÉRIE 1	**SÉRIE 2**	**SÉRIE 3**	**SÉRIE 4**	
TRD	**INÍCIO**	1,9 ± 0,2	1,9 ± 0,3	1,7 ± 0,5	1,4 ± 0,5	
	FINAL	2,0 ± 0,2	1,9 ± 0,2	1,8 ± 0,4	1,6 ± 0,5	
TRI_h	**INÍCIO**	2,0 ± 0,3	1,9 ± 0,4	1,8 ± 0,5	1,8 ± 0,4	P grupo = 0,810 P fase = 0,610 **P momento = 0,000** P grupo x fase = 0,311 P grupo x momento = 0,562 P fase x momento = 0,562 P grupo x fase x momento = 0,311
	FINAL	2,0 ± 0,1	2,0 ± 0,3	1,9 ± 0,3	1,8 ± 0,5	
TRC	**INÍCIO**	2,0 ± 0,1	1,8 ± 0,5	1,6 ± 0,6	1,5 ± 0,7	
	FINAL	2,0 ± 0,2	2,0 ± 0,2	1,7 ± 0,6	1,6 ± 0,7	
CONT	**INÍCIO**	2,0 ± 0,0	1,9 ± 0,3	1,8 ± 0,4	1,5 ± 0,6	
	FINAL	2,0 ± 0,1	1,9 ± 0,2	1,6 ± 0,5	1,4 ± 0,6	

Dados média ± desvio-padrão. Análise: Anova mista de três fatores.

Houve apenas efeito significante do fator momento para o tempo de contração isométrica no exercício de *handgrip* realizado no início e no final do estudo com a mesma carga absoluta. O resultado da comparação post-hoc realizada para essa variável está apresentado na Figura 22.

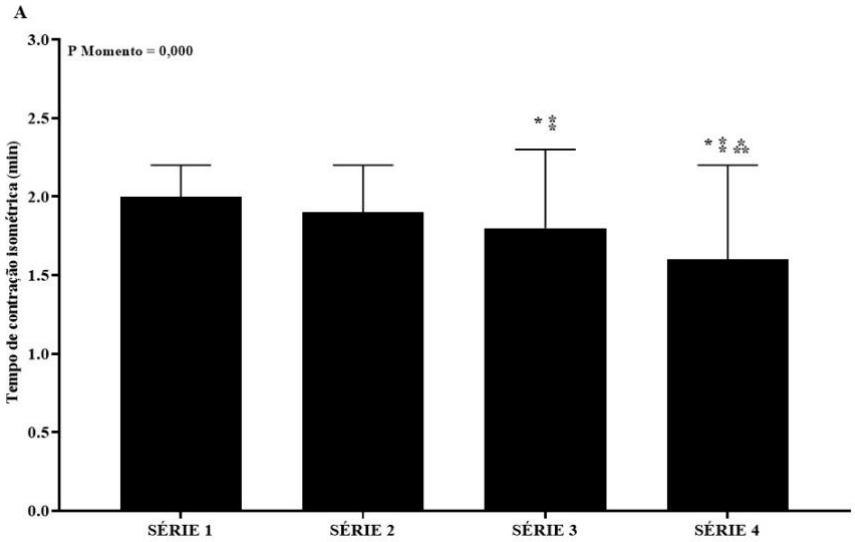


Figura 22. Valores combinados dos grupos e das fases para tempo de contração (min) medida antes (PRÉ) e valor pico atingido em cada uma das três séries do exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga absoluta. Análise: Post-hoc de Newman-Keuls para o fator momento. * diferente da SÉRIE 1 (P<0,05); ⁑ diferente da SÉRIE 2 (P<0,05); ⁂ diferente da SÉRIE 3 (P<0,05).

O teste de *post-hoc* mostrou que, independentemente do grupo e da fase do estudo, o tempo de contração isométrica no exercício de *handgrip* foi significantemente menor na série 3 que na 1 e 2 e na série 4 em relação à 1, 2 e 3 (valores combinados grupos e fases, 2,0 ± 0,2 vs. 1,9 ± 0,3 vs. 1,8 ± 0,5 vs. 1,6 ± 0,6 min paras as séries 1, 2, 3 e 4, respectivamente).

O trabalho total (número de repetições x carga) do exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga absoluta no início e no final do estudo está apresentado na Tabela 21.

Tabela 21. Trabalho total (tempo de contração x carga) do exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga absoluta nas sessões experimentais do início e final do estudo nos quatro grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD, n = 15), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h, n = 14), treinamento resistido combinado (TRC, n = 14) e controle (CONT, n = 14)

	INÍCIO	FINAL	ANOVA
TRD	80 ± 23	83 ± 20	P Grupo = 0,538
TRI_h	88 ± 20	88 ± 21	P Fase = 0,071
TRC	86 ± 20	96 ± 24	P Grupo x Fase = 0,913
CONT	92 ± 23	86 ± 23	

Dados média ± desvio-padrão. Análise: ANOVA mista de dois fatores (P<0,05).

A ANOVA mista de dois fatores não apontou interação nem fator significante para a análise do trabalho total do exercício resistido isométrico de *handgrip* realizado com mesma carga absoluta no início e no final do estudo.

5.5.3.2 Pressão arterial sistólica

A Figura 23 mostra o comportamento da PAS durante a execução do exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga absoluta no início e no final do estudo em cada grupo experimental, enquanto a Tabela 22 apresenta a análise desse comportamento.

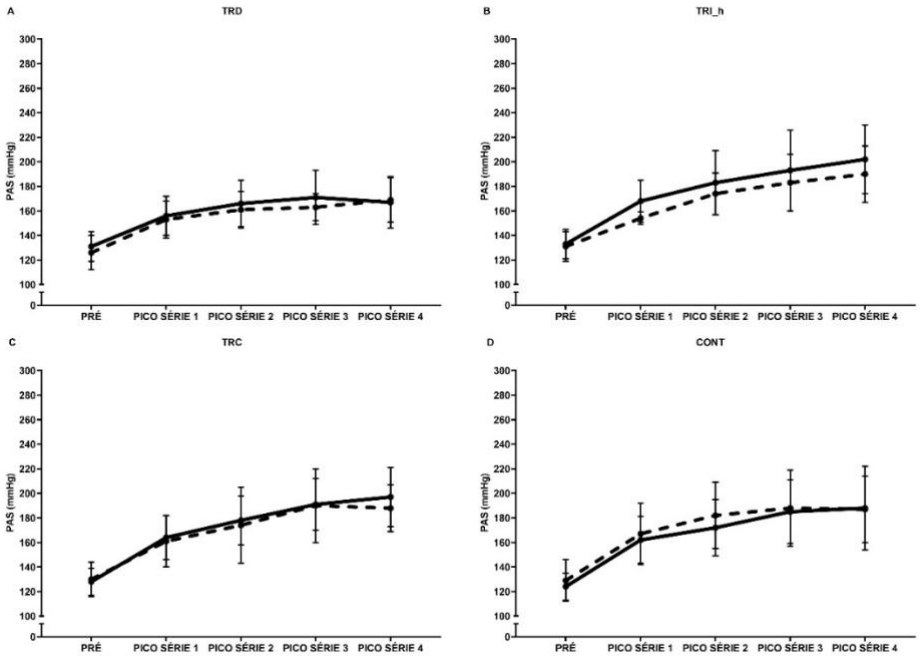


Figura 23. Pressão arterial sistólica (PAS) medida antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das quatro séries do exercício resistido isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga absoluta no início (linha contínua) e final (linha tracejada) do estudo. TRD = grupo de treinamento resistido dinâmico; TRI_h = grupo de treinamento resistido isométrico de *handgrip*; TRC= grupo de treinamento resistido combinado; CONT = grupo controle. Dados média ± desvio-padrão.

Tabela 22. Pressão arterial sistólica (mmHg) medida antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das quatro séries do exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga absoluta no início e final do estudo nos 4 grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT).

GRUPO	**FASE**	**MOMENTO**					**ANOVA**
		PRÉ	**SÉRIE 1**	**SÉRIE 2**	**SÉRIE 3**	**SÉRIE 4**	
TRD (n=15)	**INÍCIO**	131 ± 12	156 ± 16	166 ± 19	171 ± 22	167 ± 21	
	FINAL	126 ± 14	153 ± 15	161 ± 15	163 ± 11	169 ± 18	P Grupo = 0,052 P Fase = 0,252
TRI_h (n=14)	**INÍCIO**	133 ± 12	168 ± 17	183 ± 26	193 ± 33	202 ± 28	**P Momento = 0,000**
	FINAL	131 ± 12	154 ± 5	174 ± 17	183 ± 23	190 ± 23	P Grupo x Fase = 0,212 **P Grupo x Momento = 0,000**
TRC (n=14)	**INÍCIO**	128 ± 11	164 ± 18	178 ± 20	191 ± 2	197 ± 24	P Fase x Momento = 0,226
	FINAL	130 ± 14	161 ± 21	174 ± 31	190 ± 30	188 ± 19	P Grupo x Fase x Momento =0,069
CONT (n=14)	**INÍCIO**	124 ± 11	162 ± 19	172 ± 23	185 ± 26	188 ± 34	
	FINAL	129 ± 17	167 ± 25	182 ± 27	188 ± 31	187 ± 27	

Dados média ± desvio-padrão. Análise: Anova mista de três fatores.

Houve interação significante entre os fatores grupo e momento (p=0,000) para a PAS medida no exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga absoluta no início e no final do estudo. O resultado da comparação *post-hoc* realizada para essa variável está apresentado na Figura 24.

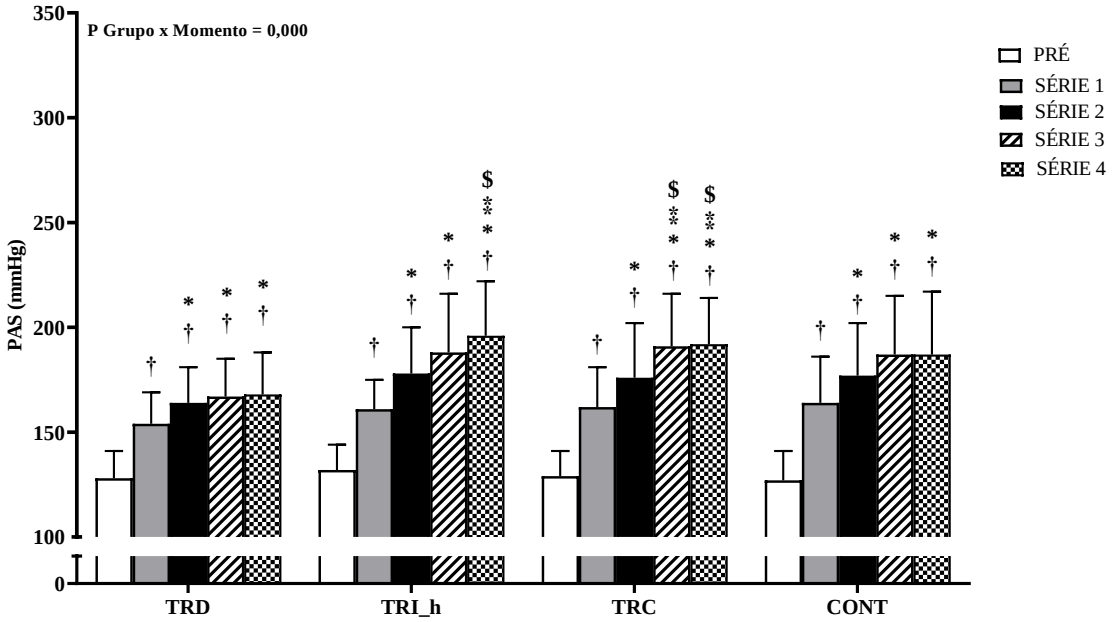


Figura 24. Valores combinados das fases para a pressão arterial sistólica (PAS) medida antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das quatro séries do exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga absoluta nos 4 grupos experimentais. Treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT). Dados média ± desvio-padrão. Análise: Teste post-hoc para a interação grupo e momento. † diferente de PRE (P<0,05); * diferente da SÉRIE 1 (P<0,05); ⁑ diferente da SÉRIE 2 (P<0,05); $ diferente de TRD (P<0,05)

O teste post-hoc revelou que, independentemente da fase do estudo, em todos os grupos, a PAS foi significantemente maior nas séries 1, 2, 3 e 4 que no Pré-exercício e foi maior nas séries 2, 3 e 4 que na 1. Além disso, no grupo TRI_h, a PAS na série 4 foi maior que na série 2 e no grupo TRC, a PAS nas séries 3 e 4 foi maior que na série 2 (valores das fases combinadas: TRD = 128 ± 13 vs. 154 ± 15 vs. 164 ± 17, 167 ± 18 e 168 ± 20 mmHg, TRI_h = 132 ± 12 vs. 161 ± 14 vs. 178 ± 22, 188 ± 28 e 196 ± 26 mmHg, TRC = 129 ± 12 vs. 162 ± 19 vs. 176 ± 26, 191 ± 25 e 192 ± 22 mmHg e CONT = 127 ± 14 vs. 164 ± 22 vs. 177 ± 25, 187 ± 28 e 187 ± 30 mmHg, respectivamente para Pré-exercício e séries 1, 2, 3 e 4). Para completar, independentemente da fase do estudo, o grupo TRD, na série 3, apresentou pico da PAS significantemente menor que o grupo TRC (valores das fases combinadas: 167 ± 18 vs. 191 ± 25 vs. mmHg, respectivamente) e na série 4, esse grupo apresentou picos de PAS significantemente menores que os grupos TRI_h e TRC (valores das fases combinadas: 168 ± 20 vs. 196 ± 26 e 192 ± 22 mmHg, respectivamente para TRD, TRI-h e TRC).

5.5.4 Exercício Resistido Isométrico de *Handgrip* – Carga Relativa

5.5.4.1 Características do exercício

As cargas utilizadas no exercício isométrico de *handgrip* realizado com mesma carga relativa no início e no final do estudo são mostradas na tabela 23.

Tabela 23. Carga utilizada no exercício resistido isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga relativa (50% da CVM) no início e final do estudo nos grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT).

	FASE	TRD	TRI_h	TRC	CONT	ANOVA
Carga (kgf)	INÍCIO	11 ± 2	11 ± 2	12 ± 3	12 ± 4	P grupo = 0,283 P Fase = 0,061 P grupo x fase = 0,096
	FINAL	11 ± 3	13 ± 2	13 ± 3	12 ± 4	

Dados média ± desvio-padrão. Análise: ANOVA mista de dois fatores.

Não houve nem efeito nem interação significante entre os fatores grupo e fase para carga utilizada no exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga relativa (50% de CVM) no início e no final do estudo.

O tempo de contração mantido em cada série do exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga relativa no início e no final do estudo está apresentado na Tabela 24.

Tabela 24. Tempo de contração do exercício isométrico de *handgrip* mantido em cada uma das séries do exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga relativa (50% de CVM) no início e no final do estudo nos quatro grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT).

GRUPO	PERÍODO	MOMENTO				ANOVA
		SÉRIE 1	SÉRIE 2	SÉRIE 3	SÉRIE 4	
TRD (n=15)	**INÍCIO**	2,0 ± 0,1	1,9 ± 0,3	1,7 ± 0,4	1,6 ± 0,4	P grupo = 0,588 P fase = 0,777 **P momento = 0,000** P grupo x fase = 0,411 P grupo x momento = 0,581 P fase x momento = 0,220 P grupo x fase x momento = 0,990
	FINAL	2,1 ± 0,2	2,0 ± 0,2	1,9 ± 0,3	1,5 ± 0,6	
TRI_h (n=14)	**INÍCIO**	2,0 ± 0,1	2,0 ± 0,2	1,9 ± 0,3	1,8 ± 0,4	
	FINAL	2,0 ± 0,0	1,9 ± 0,3	1,9 ± 0,3	1,8 ± 0,5	
TRC (n=14)	**INÍCIO**	1,9 ± 0,3	1,8 ± 0,5	1,7 ± 0,5	1,6 ± 0,5	
	FINAL	2,0 ± 0,2	1,9 ± 0,3	1,8 ± 0,4	1,6 ± 0,5	
CONT (n=14)	**INÍCIO**	2,0 ± 0,3	1,9 ± 0,3	1,8 ± 0,3	1,8 ± 0,4	
	FINAL	1,9 ± 0,6	1,8 ± 0,6	1,7 ± 0,6	1,5 ± 0,6	

Dados média ± desvio-padrão. Análise: Anova mista de três fatores.

Houve efeito significante do fator momento para o tempo de manutenção da contração no exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga relativa no início e no final do estudo. O resultado da comparação *post-hoc* realizada para essa variável está apresentado na Figura 29.

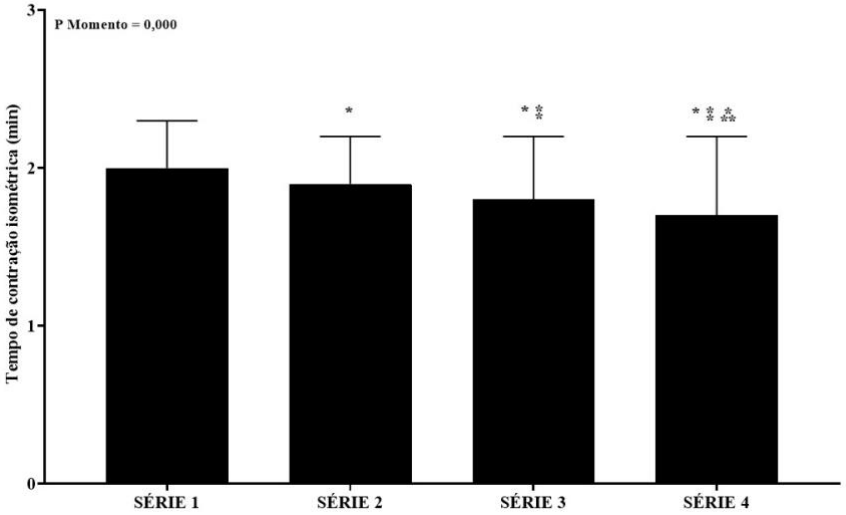


Figura 29. Valores combinados dos grupos e das fases para tempo de contração (min) medida antes (PRÉ) e valor pico atingido em cada uma das 3 séries do exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga relativa. Análise: Post-hoc de Newman-Keuls para o fator momento. † diferente de PRE (P<0,05); * = diferente da SÉRIE 1 (P<0,05); ⁑ = diferente da SÉRIE 2 (P<0,05); ⁂ diferente da SÉRIE 3 (P<0,05)

O teste de *post-hoc* apontou que, independentemente do grupo e da fase do estudo, o tempo de contração nas séries foi progressivamente menor (valores combinados dos grupos e fases: 2,0 ± 0,3 vs. 1,9 ± 0,3 vs. 1,8 ± 0,4 e 1,7 ± 0,5 min para as séries 1, 2 ,3 e 4, respectivamente).

O trabalho total (número de repetições x carga) do exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga relativa no início e no final do estudo está apresentado na Tabela 25.

Tabela 25. Trabalho total (tempo de contração x carga) do exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga relativa nas sessões experimentais do início e final do estudo nos quatro grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD, n = 15), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h, n = 14), treinamento resistido combinado (TRC, n = 14) e controle (CONT, n = 14)

	INÍCIO	FINAL	ANOVA
TRD	78 ± 20	78 ± 17	P Grupo = 0,275
TRI_h	88 ± 21	94 ± 18	P Fase = 0,113
TRC	86 ± 20	96 ± 24	P Grupo x Fase = 0,053
CONT	92 ± 23	86 ± 23	

Dados média ± desvio-padrão. Análise: ANOVA mista de 2 fatores (P<0,05). #diferente de Início (P<0,05)

A ANOVA mista de dois fatores não apontou para interação significante entre os fatores grupo e fase para o trabalho total realizado nas séries do exercício resistido isométrico de *handgrip* com mesma carga relativa.

5.5.4.2 Pressão arterial sistólica

A Figura 30 mostra o comportamento da PAS durante a execução do exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga relativa no início e no final do estudo em cada grupo experimental, enquanto a Tabela 26 apresenta a análise desse comportamento.

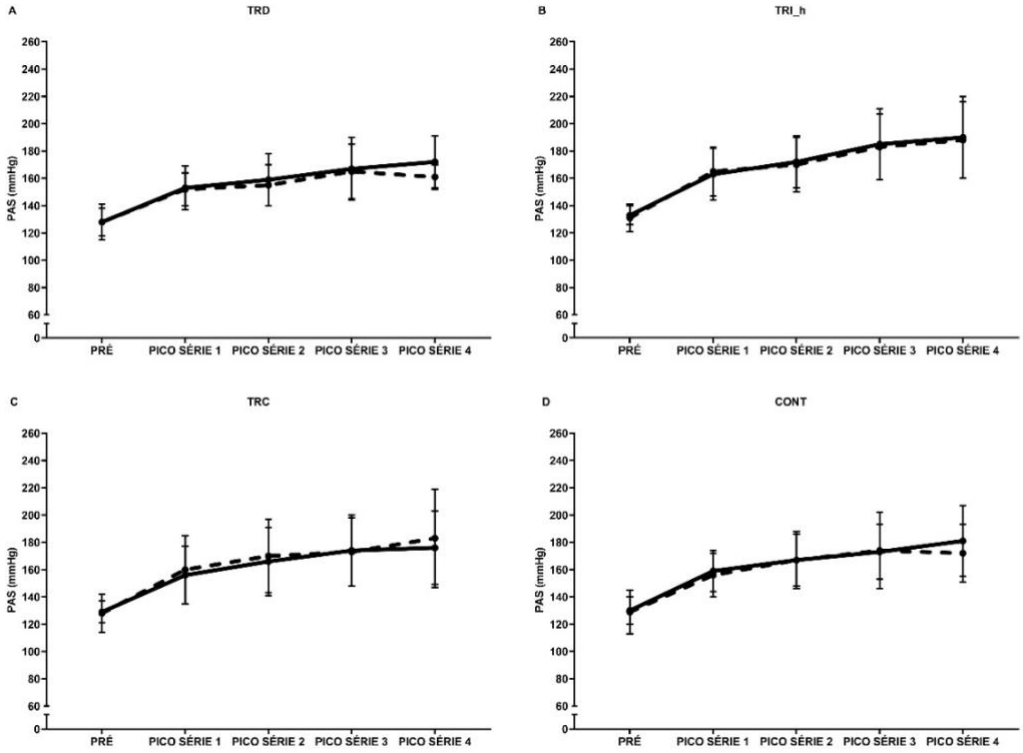


Figura 30. Pressão arterial sistólica (PAS) medida antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das quatro séries do exercício isométrico de *handgrip* com a mesma carga relativa no início (linha contínua) e final (linha tracejada) do estudo. TRD = grupo de treinamento resistido dinâmico; TRI_h = grupo de treinamento resistido isométrico de *handgrip*; TRC= grupo de treinamento resistido combinado; CONT = grupo controle. Dados média ± desvio-padrão.

Tabela 26. Pressão arterial sistólica (mmHg) medida antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das quatro séries do exercício resistido isométrico de handgrip realizado com a mesma carga relativa no início e final do estudo nos 4 grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD, n = 15), treinamento resistido isométrico de handgrip (TRI_h, n = 14), treinamento resistido combinado (TRC, n= 14) e controle (CONT, n= 14).

GRUPO	FASE	MOMENTO					ANOVA
		PRÉ	SÉRIE 1	SÉRIE 2	SÉRIE 3	SÉRIE 4	
TRD	INÍCIO	128 ± 10	153 ± 16	159 ± 19	167 ± 23	172 ± 19	P Grupo = 0,145 P fase = 0,688 **P Momento = 0,000** P Grupo x Fase = 0,797 P Grupo x Momento = 0,114 P Fase x Momento = 0,606 P Grupo x Fase x Momento = 0,494
	FINAL	128 ± 13	152 ± 12	155 ± 15	165 ± 20	161 ± 19	
TRI_h	INÍCIO	133 ± 7	163 ± 19	172 ± 19	185 ± 26	190 ± 30	
	FINAL	131 ± 10	165 ± 18	170 ±20	183 ± 24	188 ± 28	
TRC	INÍCIO	129 ± 8	156 ± 21	166 ± 25	174 ± 26	176 ± 27	
	FINAL	128 ± 14	160 ± 25	170 ± 27	173 ± 25	183 ± 36	
CONT	INÍCIO	130 ± 10	159 ± 15	167 ± 19	173 ± 20	181 ± 26	
	FINAL	129 ± 16	156 ± 16	167 ± 21	174 ± 28	172 ± 21	

Dados média ± desvio-padrão. Análise: Anova mista de três fatores.

A ANOVA apontou efeito significante para o fator momento (p=0,000) no comportamento da PAS durante o exercício resistido isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga relativa no início e no final do estudo. O resultado da comparação post-hoc realizada para essa variável está apresentado na Figura 31.

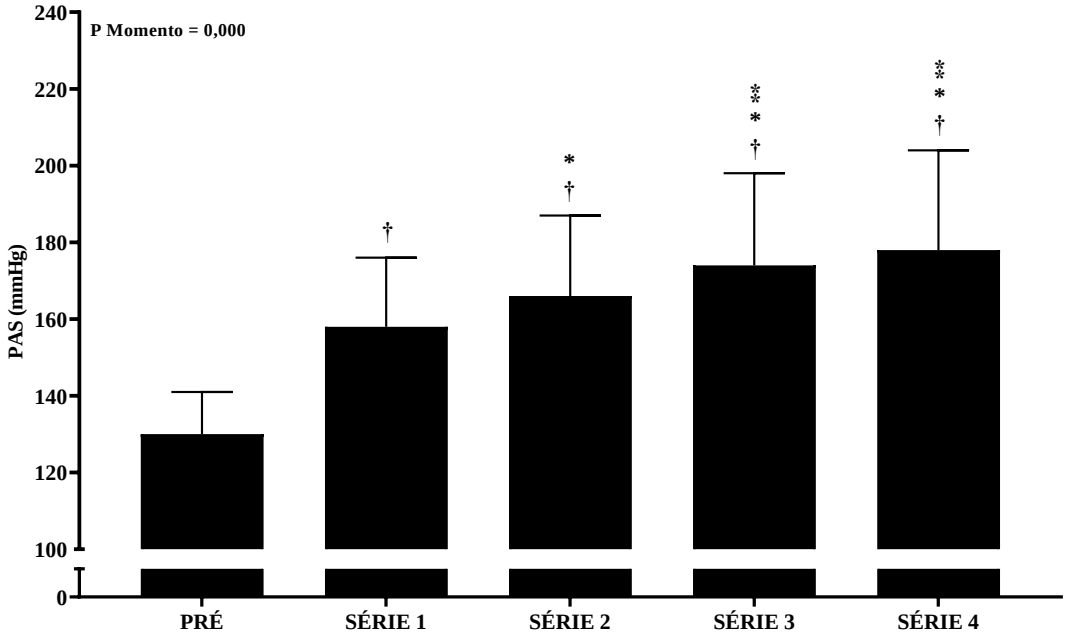


Figura 31. Valores combinados dos grupos e fases para a pressão arterial sistólica (PAS) medida antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das quatro séries do exercício resistido isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga relativa. Análise: Post-hoc de Newman Keuls para o fator momento. † diferente de PRE (P<0,05); * diferente da SÉRIE 1 (P<0,05); ⁑ diferente da SÉRIE 2 (P<0,05).

O teste *post-hoc* apontou que, independentemente do grupo ou da fase do estudo, a PAS em todas as séries foi significantemente maior que Pré-exercício e foi maior na séries 2, 3 e 4 que na série 1. Além disso, a PAS nas séries 3 e 4 foi significantemente maior que na série 2 (valores combinados dos grupos e fases: 130 ± 11 vs. 158 ± 18 vs. 166 ± 21 vs. 174 ± 24 e 178 ± 26 mmHg para Pré-exercício e séries 1, 2, 3 e 4, respectivamente).

6 DISCUSSÃO

6.1 PRINCIPAIS ACHADOS

Considerando que os objetivos desta tese foram avaliar, em homens hipertensos de meia-idade, os efeitos do TRD, TRI_h e TRC sobre a pressão arterial ambulatorial e sobre o aumento da PAS observado durante a execução do exercício resistido dinâmico e o isométrico de *handgrip*, os principais achados deste estudo foram:

a) o TRD, o TRI_h e o TRC não modificaram as médias de 24 horas, vigília e sono da pressão arterial ambulatorial;
b) o TRD, o TRI_h e o TRC não modificaram a variabilidade da pressão arterial ambulatorial;
c) o TRD, o TRI_h e o TRC não modificaram o aumento da PAS durante a execução do exercício resistido dinâmico realizado com uma mesma carga absoluta e com a mesma carga relativa até a fadiga concêntrica. Porém, esse mesmo aumento foi observado, nos grupos TRD e TRC, frente à execução de um exercício com maior trabalho total; e
d) o TRD, o TRI_h e o TRC não modificaram o aumento da PAS durante a execução do exercício resistido isométrico de *handgrip* com mesma carga absoluta e com a mesma carga relativa.

6.2 EXECUÇÃO DO ESTUDO

Os resultados encontrados no estudo não corroboram as hipóteses iniciais, o que, inicialmente, pode levantar questões relativas à execução do estudo que serão discutidas a seguir.

Um primeiro aspecto a ser considerado é o possível impacto da pandemia na coleta de dados, o que poderia comprometer o número final de indivíduos, reduzindo o poder estatístico das análises. De fato, como apontado nos resultados, o processo de recrutamento e coleta dos dados foi bastante longo (três anos e quatro meses) e, durante

esse período, houve interrupções e restrições impostas pela pandemia da COVID-19. Apesar disso, o tamanho amostral previamente calculado (14 indivíduos em cada grupo) foi atingido, de modo que o poder estatístico desejado foi alcançado, de modo que a ausência de efeito dos treinamentos conforme a hipótese inicial não deve ser atribuída a esse fator.

Outro aspecto diz respeito ao fluxo de entrada e saída de indivíduos do estudo. Nesse sentido, dos 96 indivíduos que assinaram o termo de consentimento livre esclarecido, 26% (n=26) foram excluídos durante as avaliações preliminares e iniciais, mas desses apenas 4 foram excluídos por causa das limitações da COVID, de modo que a porcentagem de exclusão nesta fase independente da COVID-19 foi de 22%, que é um número inferior ao que temos obtido em estudos anteriores com essa população (i.e. cerca de 36%) (BRITO, PEÇANHA, *et al.*, 2019). Assim, esses dados demonstram que não houve aumento da perda de voluntários em função da pandemia. De fato, como no estudo anterior do grupo (BRITO, PEÇANHA, *et al.*, 2019), grande parte da perda amostral nesta etapa do estudo se deveu à presença de critérios de exclusão, uma vez que esses critérios precisaram ser bem rigorosos face ao fato do estudo maior, do qual deriva esta tese, investigar também mecanismos associados aos efeitos do treinamento resistido, exigindo critérios detalhados de participação para garantir o controle de variáveis intervenientes. Outro motivo de desistência importante nessa etapa foi a indisponibilidade para a participação após se evidenciar a real exigência de horários para o desenvolvimento do estudo (n=10).

É interessante observar, ainda, que dos indivíduos que iniciaram as intervenções (n = 70), apenas 14% não completaram o protocolo, o que atende ao limite estabelecido (i.e. <15%) para este critério na Escala PEDro de avaliação da qualidade de estudos clínicos randomizados (MAHER, SHERRINGTON, *et al.*, 2003). Além disso, nessa fase, apenas 6 indivíduos desistiram ou não aderiram aos treinamentos (8% do total). Considerando esse nível de desistência entre os envolvidos nos protocolos com treinamento resistido dinâmico (TRD e TRC), a taxa (3 em 35 indivíduos = 8,6%) foi semelhante à relatada na literatura. Por exemplo, o estudo de Blumenthal, Siegel (1991) relatou um nível de desistência de, aproximadamente, 7% em hipertensos realizando o TRD. Considerando, especificamente, a desistência ao protocolo de TRI_h, a taxa obtida neste estudo (2 em 18 = 11,1%) foi baixa em comparação com o estudo de FARAH et al. (2018), no qual dos 24 indivíduos alocados no grupo de TRI_h supervisionado, 5 desistiram de participar, o que corresponde a 20,8%. Dessa forma, a desistência de

indivíduos ao longo do estudo apresentou comportamento condizente com os critérios de participação e com estudos anteriores da literatura, não explicando a ausência de efeito observada nos resultados e contrária à hipótese inicial.

É interessante ressaltar que o processo de alocação dos indivíduos nos quatro grupos de intervenção por sorteio resultou numa distribuição adequada, formando-se grupos com características etárias, antropométricas, clínicas e de tratamento medicamentoso semelhantes, como observado na Tabela 4, o que implica que o estudo foi obtido sem a possibilidade de efeitos indesejados derivados de diferenças iniciais entre os grupos.

Destaca-se também a elevada aderência dos indivíduos aos protocolos de treinamento, visto que todos os participantes que terminaram o estudo, participaram de, aproximadamente, 90% das sessões de treinamento previstas em todos os grupos. Essa elevada taxa, provavelmente, está relacionada ao fato de as sessões perdidas pelos participantes serem reagendadas. Além disso, a elevada aderência sustenta que a ausência de efeitos dos treinamentos observada neste estudo nas variáveis desfecho não se deve a uma possível negligência dos indivíduos de comparecerem aos treinamentos propostos.

Outro fator importante é verificar se os protocolos propostos foram desenvolvidos como planejado e se foram eficazes em aumentar o desempenho muscular, que é o desfecho de saúde principal desse tipo de treinamento. Nesse sentido, verifica-se que nos grupos com treinamento resistido dinâmico, ou seja, TRD e TRC, houve progressão da intensidade dos exercícios da primeira para a última sessão de treinamento (como observado na Tabela 7), o que variou de 50 a 62-70% de 1 RM nos exercícios de membros superiores e de 50 a 65-80% de 1RM nos exercícios de membros inferiores, mostrando que o treinamento proposto foi realizado com intensidade progressiva de 50 e 80% de 1RM, o que representa uma intensidade moderada e está de acordo com diretrizes de prescrição desse tipo de treinamento para a melhora da função muscular (GARBER, BLISSMER, *et al.*, 2011). De fato, como esperado, esse treinamento resultou em aumento médio de 27,2% na força muscular, sendo de 24% nos exercícios de membros superiores e 29% no de membros inferiores. Essa magnitude de aumento está de acordo com estudos na literatura que empregaram protocolos semelhantes de treinamento em hipertensos. Visto que no estudo de Harris e Holly (1987), evidenciou-se um aumento da força muscular de 12,3% para o exercício supino com o TRD, enquanto neste estudo houve um aumento de 17% neste exercício com esse treinamento. Da mesma forma, no estudo de Hu, Finni et al (2009), após o TRD, também houve um aumento semelhante da ordem de

22% na força muscular geral. Os aumentos de força muscular observados nos grupos TRD e TRC sustentam a efetividade do treinamento proposto, visto que o aumento da força muscular é o principal marcador da eficácia do treinamento resistido (FLECK e KRAEMER, 2014). É importante ressaltar que, conforme esperado, devido à especificidade do exercício, o TRI_h não modificou a força máxima nos exercícios dinâmicos e, dessa forma, o aumento observado no TRC derivou exclusivamente do treinamento dinâmico incluído nesse treinamento, o que pôde ser observado pela ausência de diferença nos aumentos verificados nos grupos TRD e TRC.

Considerando o treinamento isométrico aplicado nos grupos TRI_h e TRC, ele não progrediu ao longo das sessões em relação à intensidade. No entanto, o SCORE, que representa a porcentagem do tempo de contração isométrica em que o indivíduo manteve a intensidade desejada (ZONA HEALTH, 2022), aumentou ao longo do período de treinamento, o que indica a melhora da resistência muscular e, portanto, demonstra a efetividade deste treinamento. Apesar desse efeito, a força máxima de contração isométrica (CVM) não se modificou, o que era esperado visto que o exercício isométrico é efetivo em promover aumento de força muscular apenas quando realizado com intensidade elevada, entre 70-75% da CVM (LUM e BARBOSA, 2019), e o treinamento realizado neste estudo utilizou a intensidade de 30% da CVM. Portanto, a ausência de ganho de força para o exercício isométrico de *handgrip* está de acordo com as adaptações ocasionadas para esse tipo de exercício e intensidade, como já observado em outros estudos (FARAH, RODRIGUES, *et al.*, 2018). Por outro lado, o aumento do SCORE sugere uma melhora da resistência muscular, o que suporta que esse treinamento também foi efetivo melhorando a função muscular como esperado.

Dessa forma, em conjunto, a baixa taxa de desistência no estudo, a alta taxa de adesão às sessões de treinamento e o ganho de força observado nos grupos TRD e TRC e de resistência muscular observado nos grupos TRI_h e TRC, permitem afirmar que os protocolos de treinamento aplicados neste estudo foram eficazes quando considerado o principal marcador de eficácia desse tipo de treinamento, ou seja, a melhora da função muscular. Assim, considerando a condução satisfatória das intervenções nos quatro grupos, é possível afirmar que as intervenções utilizadas no estudo podem ser utilizadas para avaliar seus efeitos sobre a pressão arterial.

6.3 EFEITOS DOS TREINAMENTOS RESISTIDOS SOBRE A PRESSÃO ARTERIAL AMBULATORIAL

Apesar de as intervenções deste estudo terem sido eficazes em promover ganhos de função muscular, nenhum dos treinamentos (nem o TRD, nem o TRI_h e nem o TRC) promoveu alteração dos parâmetros da MAPA.

Como apresentado anteriormente, as evidências atuais demonstram a eficácia do TRD em reduzir a pressão arterial clínica de hipertensos, como concluído numa metanálise recente (MACDONALD, JOHNSON, *et al.*, 2016). De fato, em outra parte do estudo maior do qual derivou essa tese, o efeito desses treinamentos sobre a pressão arterial clínica foi avaliado e observou-se redução significante da PAS clínica nos grupos TRD e TRC (PAS: 125±11 vs. 119±12 e 128±12 vs. 119±12 mmHg, respectivamente, $P<0.05$) (FECCHIO, 2022) sendo a magnitude dessa redução coerente com a literatura.

No mesmo sentido, a ausência de efeito do TRD na redução da pressão arterial ambulatorial observada no presente estudo também está em acordo com a literatura. Como exposto na introdução, apenas dois estudos anteriores investigaram o efeito do TRD na pressão arterial ambulatorial de hipertensos (BERTANI, CAMPOS, *et al.*, 2018; BLUMENTHAL, SIEGEL e APPELBAUM, 1991) e eles não relataram reduções das médias da pressão arterial de 24 horas, vigília ou sono. Cabe ressaltar, no entanto, que há diferenças entre o presente estudo e os anteriores em relação à população estudada, composta por hipertensos idosos no estudo de Bertani, Campos et al. (2018) e por hipertensos não medicados no estudo de Blumentha, Siegel e Appelbaum (1991). Assim, ao replicar o achado de ausência de efeito do TRD na pressão arterial ambulatorial em outra população hipertensa, homens de meia idade medicados, a presente investigação fortalece as evidências de que o TRD não é eficaz em reduzir a pressão arterial ambulatorial de hipertensos.

Da mesma forma que para o TRD, a ausência de efeito do TRI_h em reduzir a pressão arterial ambulatorial de hipertensos observada neste estudo também está em acordo com a literatura. Como visto na introdução, os três estudos existentes que investigaram esse efeito nessa população também não relataram nenhuma alteração da pressão arterial de 24 horas, vigília ou sono (FARAH, RODRIGUES, *et al.*, 2018; PAGONAS, VLATSAS, *et al.*, 2017; STILLER-MOLDOVAN, KENNO e MCGOWAN, 2012). Novamente, cabe apontar as diferenças entre o presente estudo e os

anteriores. Nesse sentido, no estudo de Stiller-Moldovan, Kenno e McGowan (2012), a população estudada foi submetida a um protocolo de TRI_h em um regime semi-supervisionado, no qual apenas duas das sessões semanais ocorreram sob supervisão dos pesquisadores. No estudo de Pagonas, Vlatsas et al. (2017), não houve um grupo controle que não realizou os treinamentos e as comparações entre antes e após o treinamento foram realizadas com um grupo de treinamento aeróbico. Por fim, no estudo de Farah, Rodrigues et al. (2018), a amostra foi composta por homens e mulheres hipertensos medicados, mas com idade média de 60,0 ± 8,5 anos, o que difere do estudo atual. Dessa forma, novamente ao replicar o achado de ausência de efeito do TRI_h na pressão arterial ambulatorial em outra população hipertensa, com o treinamento supervisionado e em comparação com um grupo controle, a presente investigação fortalece a evidência científica de que o TRI_h também não é eficaz em reduzir a pressão arterial ambulatorial de hipertensos.

Em concordância com a ausência de efeito do TRD e do TRI_h na pressão ambulatorial, mas contrário à hipótese do estudo, a associação desses treinamentos num TRC não promoveu efeito aditivo e, dessa forma, não reduziu as médias da pressão arterial de 24h, vigília e sono. De acordo com a hipótese previamente determinada, o fato de o exercício resistido dinâmico e isométrico de *handgrip* promoverem estímulos cardiovasculares agudos diferentes (FRIEDMAN, PEEL e MITCHELL, 1992; GREANEY, WENNER e FARQUHAR, 2015; MACDOUGALL, MCKELVIE, *et al.*, 1992) e, consequentemente, adaptações crônicas distintas, com o TRD promovendo melhora, principalmente, da função vascular (ASHOR, LARA, *et al.*, 2015; FECCHIO, BRITO, *et al.*, 2021) e o TRI_h promovendo alterações, principalmente, autonômicas (MILLAR, LEVY, *et al.*, 2013; TAYLOR, MCCARTNEY, *et al.*, 2003), faria com que a combinação desses dois estímulos promovesse simultaneamente adaptações vasculares e autonômicas, que levariam a um maior efeito hipotensor. A ausência de redução da pressão ambulatorial com o TRC sugere que esses treinamentos não atuam em mecanismos diferentes, ou se o fazem, esses mecanismos não se somam quando os treinamentos são associados. De fato, na outra parte do estudo maior do qual essa tese deriva, observou-se que o TRD melhorou a função microvascular, mas o TRI_h não afetou a regulação autonômica cardiovascular (FECCHIO, 2022). Assim, a ausência de efeito do TRC na pressão arterial ambulatorial é coerente com o efeito desse treinamento apenas na função vascular e em magnitude semelhante ao TRD, sendo capaz de promover diminuição da pressão arterial clínica, mas não ambulatorial.

Considerando-se a variabilidade da pressão arterial ambulatorial, embora um estudo anterior (GOMES, CORREIA, *et al.*, 2018) incluído na revisão bibliográfica desta tese tenha relatado redução dessa variabilidade com o treinamento resistido, o estudo citado investigou uma população hipertensa que também possuía doença arterial periférica. Assim, a diferença de resultado entre esse estudo e o presente pode se dever à população estudada, visto que indivíduos com doença arterial periférica apresentam dor na perna durante a deambulação, o que provoca aumento da pressão arterial ambulatorial e sua variabilidade, que é minimizada pelo treinamento (CLEMENT, DE BUYZERE e DUPREZ, 2004). Dessa forma, o fato dos hipertensos deste estudo não apresentarem a doença arterial periférica e, consequentemente, não terem dor ao deambular pode explicar a diferença de resultados entre os estudos. A ausência de efeito dos três treinamentos propostos, TRD, TRI_h e TRC, na variabilidade da pressão arterial ambulatorial está em acordo com a ausência de efeito desses treinamentos nos valores médios da pressão arterial de 24h, vigília e sono.

Os resultados do presente estudo, demonstrando que as diferentes modalidades de exercício resistido, ou seja, o TRD e o TRI_h, realizadas seguindo protocolos recomendados para hipertensos pelas diretrizes de hipertensão arterial (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021; WHELTON, CAREY, *et al.*, 2018) não são eficazes em diminuir a pressão arterial ambulatorial nem quando realizadas de forma isolada nem quando associados possuem importante implicação clínica. Nesse sentido, esses resultados apontam que ambas as modalidades de treinamento resistido dinâmico não devem ser consideradas no tratamento de hipertensos em detrimento à recomendação clássica do treinamento aeróbico, que sabidamente diminui a pressão arterial ambulatorial (CORNELISSEN e SMART, 2013) que possui maior relação com o prognóstico do indivíduo hipertenso (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021).

A discrepância de efeito dos treinamentos resistidos (TRD e TRI_h), reduzindo a pressão arterial clínica mas não alterando a pressão arterial ambulatorial, pode estar relacionada à sensibilidade dos diferentes tipos de medida em detectar alterações da pressão arterial. A medida da pressão arterial clínica é realizada em condições ambientais bem controladas e na ausência de estímulos que possam afetar os níveis de pressão arterial, ou seja, horário controlado, temperatura ambiental controlada, movimentação limitada, repouso etc., o que reduz possíveis influências externas nos valores da pressão arterial (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021). Por outro lado, durante a MAPA, as medidas são realizadas enquanto o indivíduo está realizando suas atividades cotidianas,

se expondo a diferentes condições ambientais e a situações que estimulam a alteração da pressão arterial (FRANKLIN, THIJS, *et al.*, 2013; NOBRE, MION JÚNIOR, *et al.*, 2018). Esses aspectos podem aumentar a variabilidade da pressão arterial e dificultar a observação de um possível efeito hipotensor do treinamento. Dessa forma, é possível que seja necessário um maior período de treinamento físico para se observar redução da pressão arterial ambulatorial em decorrência de uma intervenção. Nesse sentido, um estudo realizado com treinamento aeróbico em hipertensos verificou que após 6 meses de treinamento apenas a pressão arterial clínica havia diminuído significantemente, mas após 12 meses, verificou-se redução também a pressão arterial ambulatorial (SEALS e REILING, 1991). Dessa forma, estudos futuros devem realizar o treinamento resistido por um período mais longo para verificar se ocorre redução da pressão arterial ambulatorial.

6.4 EFEITOS DOS TREINAMENTOS SOBRE O AUMENTO DA PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA DURANTE A EXECUÇÃO DO EXERCÍCIO RESISTIDO DINÂMICO

Com relação aos efeitos dos treinamentos resistidos sobre a sobrecarga cardiovascular observada durante a execução do exercício resistido dinâmico realizado com a mesma carga absoluta e relativa, os dados do presente estudo mostraram que nenhum dos treinamentos modificou o valor pico da PAS atingido durante a execução desses exercícios. Isso foi observado pois na análise de 3 fatores da resposta da PAS no exercício dinâmico de mesma carga absoluta houve significância apenas da interação fase e momento, enquanto na análise para a mesma carga relativa houve significância apenas do fator momento. Assim, ambas as análises revelaram que os grupos se comportaram de maneira semelhante, ou seja, o que se observou no TRD, TRI_h e TRC foi semelhante ao CONT, mostrando ausência de efeito específico de qualquer um dos 3 treinamentos.

Apesar do aumento pico da PAS durante a execução do exercício resistido dinâmico realizado com mesma carga absoluta e relativa até a fadiga concêntrica não ter sido modificado com os treinamentos resistidos propostos, esse mesmo aumento ocorreu com a execução de um trabalho total significantemente maior nos grupos TRD e TRC na fase final do estudo, caracterizado pelo aumento do número de repetições no exercício de mesma carga absoluta e pelo aumento da carga no exercício de mesma carga relativa. O

mesmo aumento da PAS perante um maior trabalho sugere que, se o exercício fosse realizado com o mesmo trabalho total no início e no final do estudo, ou seja, com a mesma carga e o mesmo número de repetições, os valores da PAS seriam reduzidos por esses dois treinamentos. Dessa forma, esses resultados sugerem que o TRD e o TRC são capazes de reduzir a sobrecarga cardiovascular durante a execução de um exercício com mesmo trabalho total, mas não reduzem essa sobre carga com o mesmo exercício realizado até a fadiga concêntrica que implica em maior trabalho total após o treinamento. Por outro lado, o TRI_h não foi capaz de promover modificação do trabalho total, de modo que ele não modifica o aumento da pressão arterial durante a execução do exercício resistido dinâmico quer ele seja conduzido até a fadiga concêntrica ou com o mesmo trabalho total.

Considerando a literatura, como dito anteriormente, estudos prévios apontam que o TRD é capaz de atenuar os valores pico da PAS durante o exercício realizado com a mesma carga absoluta, mas não com a mesma carga relativa (MCCARTNEY, MCKELVIE, *et al.*, 1993; SALE, MOROZ, *et al.*, 1994), o que de alguma forma é coerente com os resultados da presente investigação. Nesse sentido, de forma semelhante à presente investigação, o estudo de Sale, Moroz et al (1994), conduzido com indivíduos jovens saudáveis, não observou redução da pressão arterial medida durante o exercício realizado com a mesma carga relativa até a fadiga concêntrica. Em adição, o estudo de McCarney, McKelvie, et al (1993), que avaliou homens idosos normotensos submetidos a um treinamento progressivo de alta intensidade, verificou redução da PAS para o exercício realizado com a mesma intensidade absoluta e o mesmo número de repetições (10 repetições), ou seja, com mesmo trabalho total. Para completar, este mesmo estudo, não observou modificação da pressão arterial com o exercício realizado com a mesma carga relativa e mesmo número de repetições, o que impõe um maior trabalho total após o treinamento, mas não se equivale ao que testado na presente investigação. Dessa forma, os resultados atuais reforçam as evidências anteriores de que o TRD diminui a sobrecarga durante o exercício resistido realizado com o mesmo trabalho total, estendendo-as para a população hipertensa, mas indica que esse efeito hipotensor não ocorre quando o trabalho total é maior após o treinamento.

Considerando o TRI_h, pelo nosso conhecimento, nenhum estudo investigou seu efeito sobre a resposta da PAS durante a execução do exercício resistido dinâmico realizado com mesma carga absoluta nem relativa. De fato, a ausência de qualquer efeito

é coerente com a ausência de efeito desse treinamento sobre a PA clínica (FECCHIO, 2022) e sobre a PA ambulatorial.

Com relação aos possíveis efeitos aditivos da associação do TRD ao TRI_h, contrariando a hipótese inicial, não houve maior efeito do TRC sobre as respostas de PAS durante o exercício resistido dinâmico em comparação ao TRD, revelando que o possível efeito dessa associação atenuando o aumento da PAS para o exercício de mesmo trabalho total se deve, exclusivamente, ao efeito do TRD presente neste treinamento, o que é coerente com a ausência de efeito do TRI_h. É importante salientar que não há estudos anteriores que investigaram o efeito da combinação do TRD ao TRI_h, de modo que essa tese, de forma inovadora, demonstrou o TRC não potencializa o efeito de TRD em reduzir o aumento da pressão arterial durante a execução e um exercício de mesmo trabalho total.

A principal implicação clínica dos resultados deste estudo em relação aos efeitos dos treinamentos resistidos na sobrecarga cardiovascular promovida durante a execução de exercícios resistido dinâmicos reside no fato de que o TRD parece ser capaz de reduzir o aumento da PAS para o exercício resistido realizado com o mesmo trabalho absoluto, mas não diminui o pico de PAS para o exercício resistido realizado com a mesma carga absoluta ou relativa quando conduzido até a fadiga concêntrica. É importante observar, que os valores picos atingidos durante a realização desse exercício conduzido até a fadiga concêntrica atingiram valores em torno de 200 mmHg num período entre 30 e 40 s nos hipertensos medicados tanto antes quanto após o treinamento, o que demonstra uma elevação expressiva e abrupta. Esses dados reforçam a necessidade dos cuidados recomendados para a redução dessa elevação durante a execução desse tipo de treinamento nessa população tanto no início do treinamento quanto ao longo de seu desenvolvimento (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021; SILVA DE SOUSA, 2019).

6.5 EFEITOS DOS TREINAMENTOS SOBRE AUMENTO DA PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA DURANTE A EXECUÇÃO DO EXERCÍCIO ISOMÉTRICO DE *HANDGRIP*

Com relação aos efeitos do TRD, TRI_h e TRC sobre a sobrecarga cardiovascular produzida durante a execução do exercício resistido isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga absoluta e relativa, os resultados obtidos não evidenciaram qualquer

efeito desses treinamentos, visto que as ANOVAs de 3 fatores revelaram significância apenas da interação fase e momento para a análise do exercício de mesma carga absoluta e significância apenas do fator momento na análise do exercício de mesma carga relativa. Assim, em ambas as análises, os grupos se comportaram de maneira semelhante, ou seja, o que se observou no TRD, TRI_h e TRC foi semelhante ao CONT, mostrando a ausência de efeito de qualquer um dos 3 treinamentos. Cumpre destacar que para esse exercício, não houve diferença na carga nem no tempo de contração nos exercícios realizados no início e no final do estudo em nenhum dos grupos, reforçando a ausência de efeito hipotensor mesmo perante um mesmo trabalho total.

Esses resultados são contrários aos relatados na literatura em relação ao efeito do TRI_h. De fato, o único estudo encontrado na literatura que investigou esse tema, verificou que o TRI_h diminuiu a resposta da PAS durante a execução do exercício de *handgrip* executado com a mesma carga relativa (BADROV, HORTON, *et al.*, 2013). Nesse estudo, a amostra foi composta por homens e mulheres hipertensas e apenas parte da amostra estavam sob uso de medicamentos anti-hipertensivos. Como descrito anteriormente, o uso de medicação anti-hipertensiva é um dos fatores que atenua a resposta da PAS durante o exercício isométrico em hipertensos (BEAULIEU, KOUAMÉ e LACOURCIÈRE, 1994; CARDILLO, MUSUMECI, *et al.*, 1989; FARIELLO, BONI, *et al.*, 1989). Dessa forma, a diferença de resultados entre o presente estudo e o de Badrov, Horton, et al (2013) pode se dever a esse fator, o que precisa ser investigado no futuro.

O efeito do TRD sobre as respostas da PAS durante a execução do exercício resistido isométrico de *handgrip*, pelo nosso conhecimento, ainda não havia sido investigado, de modo que este estudo foi pioneiro em demonstrar que o treinamento dinâmico não atenua a sobrecarga de pressão arterial imposta pela execução do exercício isométrico. Em adição, a ausência de efeito do TRC é coerente com a ausência de efeito dos treinamentos dinâmico e isométrico isoladamente.

A principal implicação desses resultados é que os treinamentos resistidos, quer dinâmico quer isométrico, não modificam o aumento da pressão arterial durante a execução do exercício isométrico de *handgrip*. É interessante observar, no entanto, que nesse exercício, a PAS atingiu valores em torno de 180 a 190 mmHg tanto no início quando no final do treinamento mesmo utilizando-se um protocolo de pequena massa muscular (antebraço), baixa intensidade (30% da CVM) e curta duração (2 min), o que sugere a necessidade de cuidados ao se utilizar exercícios isométricos com característica que possibilitem aumentos ainda maiores da PAS na população hipertensa.

6.6 IMPLICAÇÃO CLÍNICA

De maneira geral, diferentemente das hipóteses deste estudo, os resultados obtidos demonstram que o TRD, o TRI_h e o TRC não alteram a pressão arterial ambulatorial e não modificam o aumento da PAS durante a execução do exercício resistido dinâmico realizado até a fadiga concêntrica ou o exercício isométrico de *handgrip* realizado com o protocolo padrão. Dessa forma, esses resultados não sustentam a recomendação do TRD e do TRI_h como tipo isolado de treinamento no tratamento da hipertensão arterial, reforçando suas indicações apenas como complemento ao treinamento aeróbico. Além disso, os resultados sugerem que não se deve esperar redução do aumento da pressão arterial promovido durante a execução desses exercícios à medida que o período de treinamento evolui. Para completar, a associação do TRD ao TRI_h, num TRC, não promove efeitos aditivos nem na melhora da função muscular, nem na alteração da pressão arterial ambulatorial e nem na atenuação do aumento da PAS durante a realização de exercícios, de modo que essa combinação não parece necessária.

6.7 LIMITAÇÕES

Algumas limitações do presente estudo já foram apresentadas ao longo da discussão, mas outras precisam ser apontadas. O fato de a amostra ser composta apenas por homens hipertensos de meia idade, restringe a aplicação direta dos resultados à essa população. Os motivos para essa escolha já foram apresentados na introdução e estudos futuros devem verificar a replicação em outras populações, como mulheres e outras idades. Outro aspecto importante é que os indivíduos incluídos no estudo estavam em uso de diferentes classes de medicamentos anti-hipertensivos. Como apontado ao longo da discussão, estudos com hipertensos não medicados podem trazer resultados diferentes e, da mesma forma, é possível que classes diferentes de medicamentos resultem em respostas distintas. No entanto, como a maioria dos hipertensos recebe a terapêutica medicamentosa e diferentes classes são utilizadas, a opção desse estudo amplia a validade externa dos resultados, mas estudos futuros devem investigar indivíduos em uso de

classes específicas de anti-hipertensivos. Destaca-se que devido ao fato desta tese derivar de um estudo maior que investigava mecanismos, os hipertensos em uso de betabloqueadores e bloqueadores de canais de cálcio não diidropiridínicos não foram incluídos. Como essas medicações têm efeito direto sobre a regulação autonômica, que pode ser um mecanismo modificado pelo TRI_h, estudo futuros devem estudar indivíduos em uso específico desses medicamentos. Outro ponto importante é que as respostas obtidas neste estudo são dependentes dos protocolos de treinamento e de exercício agudo utilizados, ou seja, elas podem ser diferentes se forem empregados outros protocolos. No entanto, optou-se pela adoção dos protocolos de treinamento por seguirem as recomendações para essa população (BARROSO, RODRIGUES, *et al.*, 2021; WHELTON, CAREY, *et al.*, 2018) e possuírem evidências de serem capazes de reduzir a pressão arterial clínica de hipertensos (CORNELISSEN e SMART, 2013; MACDONALD, JOHNSON, *et al.*, 2016), enquanto os exercícios agudos utilizados representaram um protocolo típico de cada tipo de treinamento. Estudos futuros devem empregar outros protocolos caso haja evidência de possível resposta diferente da verificada nessa investigação.

7 CONCLUSÕES

Em homens hipertensos de meia-idade medicados, o TRD, TRI_h e TRC não alteram a pressão arterial de 24 horas, vigília e sono, bem como não modificam sua variabilidade. Além disso, os três tipos de treinamento resistido não atenuam o aumento da PAS que ocorre durante a execução do exercício resistido dinâmico realizado com a mesma carga absoluta ou relativa até a fadiga concêntrica e não modificam o aumento dessa pressão durante a realização do exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga absoluta e relativa. Entretanto, é possível que o TRD e TRC atenuem o aumento da PAS durante o exercício resistido dinâmico executado com o mesmo trabalho total.

8 REFERÊNCIAS

AAFP. Guidelines Developed by External Organizations Not Endorsed by the AAFP, 2017. Disponivel em: <https://www.aafp.org/family-physician/patient-care/clinical-recommendations/non-endorsed.html>. Acesso em: Setembro 2022.

ANDERSON, C. et al. Triggers of subarachnoid hemorrhage: Role of physical exertion, smoking, and alcohol in the Australasian Cooperative Research on Subarachnoid Hemorrhage Study (ACROSS). **Stroke**, 34, n. 7, 203. 1771-1776.

ARIMA, H.; BARZI, F.; CHALMERS, J. Mortality patterns in hypertension. **J Hypertens**, 29 (Suppl), 2001. S2–S7.

ASHLEY, E. A.; NIEBAUER, J. Hypertension. In: ASHLEY, E. A.; NIEBAUER, J. **Cardiology Explained**. 1. ed. Chicago: Remedica: [s.n.], 2004. p. 77–92.

ASHOR, A. W. et al. Exercise Modalities and Endothelial Function: A Systematic Review and Dose–Response Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. **Sports Medicine**, 45, n. 2, 2015. 279-296.

ASMUSSEN, E. S. A. D. B. S. A. D. E. Circ Res, 1981. 3-10.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA. **Diretrizes brasileiras de obesidade 2016**. 4. ed. [S.l.]: [s.n.], 2016.

BADROV, M. B. et al. Cardiovascular stress reactivity tasks successfully predict the hypotensive response of isometric handgrip training in hypertensives. **Psychophysiology**, 50, n. 4, 2013. 404-414.

BADROV, M. B. et al. Effects of isometric handgrip training dose on resting blood pressure and resistance vessel endothelial function in normotensive women. **European Journal of Ap**, 50, n. 4, 2013. 407–414.

BADROV, M. B. et al. Isometric exercise training lowers resting blood pressure and improves local brachial artery flow-mediated dilation equally in men and women. **European Journal of Applied Physiology**, 116, n. 7, 2016. 1289-1296.

BAROSS, A. W.; WILES, J. D.; SWAINE, I. L. Effects of the intensity of leg isometric training on the vasculature of trained and untrained limbs and resting blood pressure in middle-aged men. **International Journal of Vascular Medicine**, 2012, 2012. 964697.

BARRON, W.; COOTE, J. H. The contribution of articular receptors to cardiovascular reflexes elicited by passive limb movement. **The Journal of Physiology**, 235, n. 2, 1973. 423-436.

BARROSO, W. K. S. et al. Brazilian guidelines of hypertension. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 116 , n. 3, 2021. 516–658.

BEAULIEU, M.; KOUAMÉ, N.; LACOURCIÈRE, Y. Comparative effects of quinapril, atenolol, and verapamil on blood pressure and forearm hemodynamics during handgrip exercise. **American Journal of Hypertension**, 6, 1994. 566-570.

BERTANI, R. F. et al. Resistance Exercise Training Is More Effective than Interval Aerobic Training in Reducing Blood Pressure During Sleep in Hypertensive Elderly Patients. **Journal od Strenght and Conditioning Research**, 32, n. 7, 2018. 2085-2090.

BLUMENTHAL, J. A.; SIEGEL, W. C.; APPELBAUM, M. Failure of exercise to reduce blood pressure in patients with mild hypertension. Results of a randomized controlled trial. **JAMA**, 266, n. 15, 1991. 2098-2104.

BOLÍVAR, J. J. Essential hypertension: An approach to its etiology and neurogenic pathophysiology. **International Journal of Hypertension**, 2013, n. 547809, 2013.

BRITO, L. C. et al. Morning versus Evening Aerobic Training Effects on Blood Pressure in Treated Hypertension. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 51, n. 4, 2019. 653-662.

BRUNSTRÖM, M.; CARLBERG, B.; LINDHOLM, L. H. Perspective From Sweden on the Global Impact of the 2017 American College of Cardiology/American Heart Association Hypertension Guidelines: A “Sprint” Beyond Evidence in the United Stated. **Circulation**, 137, 2018. 886-888.

CARDILLO, C. et al. Effects of sustained-release verapamil on 24-hour ambulatory blood pressure and on pressor response to isometric exertion in hypertensive patients. **Journal of Cardiovascular Pharmacology, v. 13, p. S31–S33,** 13, 1989. S31-S33.

CARDOSO, C. G. et al. Acute and chronic effects of aerobic and resistance exercise on ambulatory blood pressure. **Clinics**, 65, n. 3, 2010. 317–25.

CARLSON, D. J. et al. Isometric exercise training for blood pressure management: A systematic review and meta-analysis. Mayo Clinic Proceedings, n. 3, 2014. 327–334.

CARLSON, D. J. et al. The efficacy of isometric resistance training utilizing handgrip exercise for blood pressure management: A randomized trial. **Medicine, v. 95, n. 52, p. e5791, 201**, 95, n. 52, 2016. e5791.

CARRETERO, O. A.; OPARIL, S. Essential Hypertension - Part I: Definition ans Etiology. **Circulation**, 101, 2000. 329-335.

CHOBANIAN, A. et al. The seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. **Hypertension**, 42, n. 6, 2003. 1206-1252.

CLEMENT, D. L.; DE BUYZERE, M. L.; DUPREZ, D. A. Hypertension in Peripheral Arterial Disease. **Current Pharmaceutical Design**, 2004. 3615-3620.

COLLIER, S. R. et al. Cardiac autonomic function and baroreflex changes following 4 weeks of resistance versus aerobic training in individuals with pre-hypertension. **Acta Physiologica**, 195, n. 3, 2009. 339-348.

CONONIE, C. C. et al. Effect of exercise training on blood pressure in 70- to 79-yr-old men and women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 23, n. 4, 1991. 505-511.

CORNELISSEN, V. A.; SMART, N. A. Exercise Training for Blood Pressure: A Systematic Review and Meta-analysis. **Journal of the American Heart Association**, e004473 , n. 1, 2013. e004473.

CRAIG, C. L. et al. International physical activity questionnaire: 12-Country reliability and validity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 35, n. 8, 2003. 1381-1395.

DANTAS, F. F. O. et al. Effect of strength training on oxidative stress and the correlation of the same with forearm vasodilatation and blood pressure of hypertensive elderly women: A randomized clinical trial. **PLoS ONE**, 11, n. 8, 2016. 1–19.

DOUMAS, M. et al. Gender differences in hypertension: Myths and reality. **Current Hypertension Reports**, 15, n. 4, 2013. 321-330.

ESPINOZA SALINAS, A. et al. Decreasing systolic blood pressure with isometric muscle training: a CAT. **Medwave**, 14, n. 8, 2014. e6017.

FARAH, B. Q. et al. Supervised, but not home-based, isometric training improves brachial and central blood pressure in medicated hypertensive patients: A randomized controlled trial. **Frontiers in Physiology**, 9, Jul 2018. 1-10.

FARIELLO, R. et al. Effect of Enalapril at Rest and during Isometric and Dynamic Exercise in Essential Hypertensive Patients. **Journal of International Medical Research**, 17, n. 1, 1989. 76-81.

FECCHIO, R. Y. et al. Potential Mechanisms Behind the Blood Pressure-Lowering Effect of Dynamic Resistance Training. **Current Hypertension Report**, 23, n. 35, 2021. 0-13.

FECCHIO, R. Y. F. **Efeitos do Treinamento Resistido Dinâmico, Isométrico e Combinado (Dinâmico + Isométrico) na Função e Regulação Cardiovascular de Repouso e Pós-Exercício em Homens Hipertensos Medicados**. escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2022.

FISMAN, E. Z. et al. Comparison of left ventricular function using isometric exercise Doppler echocardiography in competitive runners and weightlifters versus sedentary individuals. **Ameriacan Journal of Cardiology**, 79, n. 3, 1997. 355-359.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Designing Resistance Training Programs**. 4. ed. [S.l.]: Champain: Human Kinetcs, 2014.

FRANKLIN, S. S. et al. White-coat hypertension new insights from recent studies. **Hypertension**, 62, n. 6, 2013. 982-987.

FRIEDMAN, D. B.; PEEL, C.; MITCHELL, J. H. Cardiovascular responses to voluntary and nonvoluntary static exercise in humans. **Journal of applied physiology**, 73, n. 5, 1992. 1982-1985.

GARBER, C. E. et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 43, n. 7, 2011. 1334–1.

GARG, R. et al. Effect of isometric handgrip exercise training on resting blood pressure in normal healthy adults. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, 8, n. 9, 2014. BC08-BC10.

GARIES, S. et al. Prevalence of Hypertension, Treatment, and Blood Pressure Targets in Canada Associated With the 2017 American College of Cardiology and American Heart Association Blood Pressure Guidelines. **JAMA**, 2, n. 3, 2019. e190406.

GERAGE, A. M. et al. Cardiovascular adaptations to resistance training in elderly postmenopausal women. **International Journal of Sports Medicine**, 34, n. 9, 2013. 806-813.

GOMES, A. P. F. et al. Effects of Resistance Training on Cardiovascular Function in Patients With Peripheral Artery Disease: A Randomizeded Controlled Trial. **Journal of Strenght and Conditioning Research**, 32, n. 4, 2018. 1072-1080.

GOMIDES, R. S. et al. Finger blood pressure during leg resistance exercise. **International Journal of Sports Medicine**, 31, n. 8, 2010. 590-595.

GREANEY, J. L.; WENNER, M. M.; FARQUHAR, W. B. Exaggerated increases in blood pressure during isometric muscle contraction in hypertension: Role for purinergic receptors. **Autonomic Neuroscience**, 188, 2015. 51-57.

GROSSMAN, G. B. et al. Posicionamento Posicionamento do Departamento de Ergometria , Exercício , Cardiologia Nuclear e Reabilitação Cardiovascular (DERC / SBC) sobre a Atuação Médica em suas Áreas Durante a Pandemia por COVID-19. **Arq Bras Cardiol**, 115, n. 2, 2020. 284-291.

GUO, X. et al. Association Between Pre-hypertension and Cardiovascular Outcomes : A Systematic Review and Meta-analysis of Prospective Studies. **Curr Hypertens Rep**, 15, 2013. 703-716.

HANSEN, T. W. et al. Prognostic value of reading-to-reading blood pressure variability over 24 hours in 8938 subjects from 11 populations. **Hypertension**, 55, n. 4, 2010. 1049-1057.

HARRIS, K. A.; HOLLY, R. G. Physiological response to circuit weight training in borderline hypertensive subjects. **Medicine and science in sports and exercise**, 19, n. 3, 1987. 246-252.

HOGREL, J. Y. Grip strength measured by high precision dynamometry in healthy subjects from 5 to 80 years. **BMC Musculoskeletal Disorders**, 16, n. 1, 2015. 1-11.

HU, M. et al. Effects of strength training on work capacity and parasympathetic heart rate modulation during exercise in physically inactive men. **International Journal of Sports Medicine**, 30, n. 10, 2009. 719-724.

HUANG, Y. et al. Prehypertension and incidence of cardiovascular disease : a meta-analysis. **BMC Medicine**, 11, n. 1, 2013. 1.

HUANG, Y. et al. Association of all-cause and cardiovascular mortality with prehypertension : A meta-analysis. **American Heart Journal**, 167, n. 2, 2014. 160-168.

INDER, J. D. et al. Isometric exercise training for blood pressure management: a systematic review and meta-analysis to optimize benefit. **Hypertens Research**, 39, n. 2, 2016. 88-94.

ISAKSEN, J. et al. Risk factors for aneurysmal subarachnoid haemorrhage: the Tromsø study. **Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry**, 73, n. 2, 2002. 185-187.

JIN, Y. Z.; YAN, S.; YUAN, W. X. Effect of isometric handgrip training on resting blood pressure in adults: A meta-analysis of randomized controlled trials. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, 57, n. 1-2, 2017. 154-160.

JØRGENSEN, M. G. et al. Twenty weeks of isometric handgrip home training to lower blood pressure in hypertensive older adults: A study protocol for a randomized controlled trial. **Trials, v. 19, n. 1, p. 1–7**, 19, n. 1, 2018. 1-7.

KANEGUSUKU, H. et al. High-intensity progressive resistance training increases strength with no change in cardiovascular function and autonomic neural regulation in older adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, 23, n. 3, 2015. 339-345.

KARIO, K. Global Impact of 2017 American Heart Association/American College of Cardiology Hypertension Guidelines: A Perspective From Japan. **Circulation**, 137, 2018. 543-545.

KHERA, R. et al. Impact of 2017 ACC / AHA guidelines on prevalence of hypertension and eligibility for antihypertensive treatment in United States and China: nationally representative cross sectional study. **BMJ**, 362, 2018. 1-9.

KIM, H.-S.; KIM, D.-G. Effect of long-term resistance exercise on body composition, blood lipid factors, and vascular compliance in the hypertensive elderly men. **Journal of Exercise Rehabilitation, v. 9, n. 2, p. 271–277, 2013.**, 9, n. 2, 2013. 271-277.

KIVELOFF, B.; HUBER, O. BRIEF MAXIMAL ISOMETRIC EXERCISE IN HYPERTENSION. **Journal of The American Geriatrics Society**, 19, n. 12, 1971. 1006-1012.

LACKLAND, D. T. Systemic hypertension: An endemic, epidemic, and a pandemic. **Seminars in Nephrology**, 25, n. 4, 2005. 194-197.

LACKLAND, D. T. et al. Outcomes of Black and White Hypertensive Individuals after 30 Years of Follow-up. **Clin and Exper Hypertension**, 17, n. 7, 1995. 1091-1105.

LEWINGTON, S. et al. Aged-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studie. **Lancet**, 360, n. 9349, 2002. 1903-1913.

LEWIS, S. F. et al. Haemodynamic responses to static and dynamic handgrip before and after autonomic blockade. **Clinical Science**, 6, 1983. 593-599.

LIU, Y. et al. Associations of Resistance Exercise with Cardiovascular Disease Morbidity and Mortality. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 51, n. 3, 2019. 499-508.

LUM, D.; BARBOSA, T. M. Brief Review: Effects of Isometric Strength Training on Strength and Dynamic Performance. **International Journal of Sports Medicine**, 40, n. 6, Maio 2019. 363-375.

MACDONALD, H. V. et al. Dynamic resistance training as stand-alone antihypertensive lifestyle therapy: A meta-analysis. **Journal of the American Heart Association**, 5, n. 10, 2016. e003231.

MACDOUGALL, J. D. et al. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. **Journal of applied physiology**, 58, n. 3, 1985. 785-790.

MACDOUGALL, J. D. et al. Factors affecting blood pressure during heavy weight lifting and static contractions. **Journal of applied physiology**, 73, n. 4, 1992. 1590-1597.

MAHER, C. G. et al. Reliability of the PEDro Scale for Rating Quality of Randomized Controlled Trials. **Phys Ther**, 83, n. 8, 2003. 713-721.

MALACHIAS, M. et al. 7a Diretriz Brasileira De Hipertensão Arterial. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 107, n. 3, 2016. 1-83.

MANCIA, G. et al. 2013 ESH/ESC guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). **European Heart Journal**, 34, n. 28, 2013. 2159-2219.

MANCIA, G.; CORRAO, G. Global Impact of 2017 American Heart Association/American College of Cardiology Hypertension Guidelines: A Perspective From Italy. **Circulation**, 137, 2018. 889-890.

MARCINIK, E. J. et al. Aerobic/calisthenic and aerobic/circuit weight training programs for Navy men: A comparative study. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 17, n. 4, Agosto 1985. 482-487.

MARTIN, C. E. et al. Autonomic mechanisms in hemodynamic responses to isometric exercise. **Journal of Clinical Investigation**, 1, 1974. 104-115.

MAUD, P. J.; FOSTER, C. **Physiological Assessment of Human Fitness**. 2. ed. Champaign, IL: Human Kinetcs, 2006.

MCCARTNEY, N. et al. Weight-training-induced attenuation of the circulatory response of older males to weight lifting. **J Appl Physiol**, 74, 1993. 1056-1060.

MCGOWAN, C. L. et al. Isometric handgrip training does not improve flow-mediated dilation in subjects with normal blood pressure. **Clinical Science**, 112, n. 7, 2007. 403-409.

MCGOWAN, C. L. et al. Isometric handgrip training improves local flow-mediated dilation in medicated hypertensives. **European Journal of Applied Physiology**, 99, n. 3, 2007. 227-234.

MESSERLI, F. H.; WILLIAMS, B.; RITZ, E. Essential hypertension. **Lancet**, 370, n. 9587, 2007. 591-603.

MILLAR, P. J. et al. The hypotensive effects of isometric handgrip training using an inexpensive spring handgrip training device. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention, v. 28, n. 3, p. 203–207, 200**, 28, n. 3, 2008. 203-207.

MILLAR, P. J. et al. Isometric handgrip training lowers blood pressure and increases heart rate complexity in medicated hypertensive patients. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, 23, n. 5, 2013. 620-626.

MILLS, K. T. et al. Global Disparities of Hypertension Prevalence and Control: A Systematic Analysis of Population-based Studies from 90 Countries. **Circulation**, 134, n. 6, 2016. 441-450.

MONTAIN, S. J. et al. Altered hemodynamics during exercise in older essential hypertensive subjects. **Hypertension**, 12, n. 5, 1988. 479-484.

MOTA, M. R. et al. Acute and Chronic Effects of Resistive Exercise on Blood Pressure in Hypertensive Elderly Women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 27, n. 12, 2013. 3475-3480.

MOZAFFARIAN, D. et al. Heart disease and stroke statistics-2016 update a report from the American Heart Association. **Circulation**, 131, n. 4, 2015. e29-e39.

MULLINS, L. J.; BAILEY, M. A.; MULLINS, J. J. Hypertension, kidney, and transgenics: A fresh perspective. **Physiological Reviews**, 86, n. 2, 2006. 709-746.

MUNTNER, P. et al. Potential U.S. Population Impact of the 2017 American College of Cardiology/American Heart Association High Blood Pressure Guideline. **Circulation**, 137, n. 2, 2018. 109-118.

MURPHY, M. N. et al. Cardiovascular regulation by skeletal muscle reflexes in health and disease. American journal of physiology. **Heart and circulatory physiology**, 301, n. 4, 2011. H191-H204.

NADAR, S. et al. Target Organ Damage in Hypertension: Pathophysiology and Implications for Drug Therapy. Current Pharmaceutical Design, 12, n. 13, 2006. 1581–1592.

NERY, S. D. S. et al. Intra-arterial blood pressure response in hypertensive subjects during low- and high-intensity resistance exercise. **Clinics**, 3, 2010. 271-277.

NOBRE, F. et al. 6a Diretrizes de Monitorização Ambulatorial Da Pressão Arterial E 4a Diretrizes De Monitorização Residencial da Pressão Arterial. **Arq Bras Cardiol**, 110, n. 5, 2018. Supl 1.

NORRIS, R.; CARROLL, D.; COCHRANE, R. The effects of aerobic and anaerobic training on fitness, blood pressure, and psychological stress and well-being. Journal of Psychosomatic Research, 34, n. 4, 1990. 367–375.

OHKUBO, T. et al. Relation between nocturnal decline in blood pressure and mortality: The Ohasama study. **American Journal of Hypertension**, 10, n. 11, 1997. 1201-1207.

PAGONAS, N. et al. Aerobic versus isometric handgrip exercise in hypertension: a randomized controlled trial. **Journal of Hypertension**, 35, n. 11, 2017. 1-8.

PALATINI, P. Exercise haemodynamics in the normotensive and the hypertensive subject. **Clinical science**, 3, 1994. 275-288.

PALATINI, P. et al. Blood pressure changes during heavy-resistance exercise. **Journal of Hypertension - Supplement**, 7, n. 6, 1989. S72-S73.

PAPAZAFIROPOULOU, A. et al. Prevalence of target organ damage in hypertensive subjects attending primary care: C.V.P.C. study (epidemiological cardio-vascular study in primary care. **BMC Family Practice**, 12, n. 1, 2011. 75.

PICON, R. V. et al. Trends in Prevalence of Hypertension in Brazil: A Systematic Review with Meta-Analysis. **PLoS ONE, v. 7, n. 10, 2012.**, 7, n. 10, 2012. e48255.

PORTH, C. M. Disorders of Blood Pressure Regulation. In: PORTH, C. M.; MATFIN, G. **Pathophysiology:** Concepts of Altered Health States. 8. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2009. p. 505-531.

PUNIA, S.; KULANDAIVELAN, S. Home-based isometric handgrip training on RBP in hypertensive adults—Partial preliminary findings from RCT. **Physiotherapy Research International**, 25, n. 1, Janeiro 2020. 1-6.

QUEIROZ, A. C. C. et al. Cardiac work remains high after strength exercise in elderly. **International Journal of Sports Medicine**, 34, n. 5, 2013. 391-397.

QUEIROZ, A. C. C. et al. Post-resistance exercise hemodynamic and autonomic responses: Comparison between normotensive and hypertensive men. **Scandinavian Journall of Medicine and Sciences in Sports**, 25, n. 4, 2015. 486-494.

RAY, C. A.; CARRASCO, D. I. Isometric handgrip training reduces arterial pressure at rest without changes in sympathetic nerve activity. American journal of physiology. **Heart and circulatory physiology**, 279, n. 1, 2000. H245-H249.

REZK, C. C. et al. Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: Influence of exercise intensity. **European Journal of Applied Physiology**, 98, n. 1, 2006. 105-112.

ROWELL, L. B.; O'LEARY, D. S. Reflex control of the circulation during exercise : chemoreflexes and mechanoreflexes Reflex control of the circulation during exercise : chemoreflexes and mechanoreflexes. **J Appl Physiol**, 69, n. 2, 1990. 407-418.

SAEIDIFARD, F. et al. The association of resistance training with mortality: A systematic review and meta-analysis. **European Journal of Preventive Cardiology**, 26, n. 15, 2019. 1647-1665.

SALE, D. G. Influence of exercise and training on motor unit activation. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, 15, 1987. 95-151.

SALE, D. G. et al. Effect of training on the blood pressure response to weight lifting. **Canadian journal of applied physiology v. 19, n. 1, p. 60–74, 19**, 19, n. 1, 1994. 60-74.

SCALA, L.; MAGALHÃES, L.; MACHADO, A. Epidemiologia da Hipertensão Arterial Sistêmica. In: CARDIOLOGIA, S. B. D. **Livro Texto da Sociedade Brasileira de Cardiologia.** 2. ed. São Paulo: Manole, 2015. p. 780-785.

SCHIFFRIN, E. L. Global Impact of the 2017 American College of Cardiology/American Heart Association Hypertension Guidelines: A Perspective From Canada. **Circulation**, 137, 2018. 883-885.

SEALS, D. R. et al. Effects of training on systolic time intervals at rest and during isometric exercise in men and women 61 to 64 years old. **Am J Cardiol**, 55 , n. 6, 1 Março 1985. 797-800.

SEALS, D. R.; REILING, M. J. Effect of Regular Exercise on 24-Hour Arterial Pressure in Older Hypertensive Humans. **Hypertension**, 18, n. 5, 1991. 583-592.

SEEDAT, Y. High blood pressure - the silent killer. **S Afr Med J**, 7, n. 59(6), 1981. 173-176.

SHEN, L. et al. Meta-Analysis of Cohort Studies of Baseline Prehypertension and Risk of Coronary Heart Disease. **The American Journal of Cardiology**, 112, n. 2, 2013. 266-271.

SHIMBO, D. et al. Role of ambulatory and home blood pressure monitoring in clinical practice: A narrative review. **Annals of Internal Medicine**, 163, n. 9, 2015. 691-700.

SILVA DE SOUSA, J. C. Sistema Cardiovascular e Exercícios resistidos. In: NEGRÃO, C. E.; BARRETO, A. C. P.; RONDON, M. U. P. B. **Cardiologia do Exercício:** Do Atleta ao Cardiopata. 4. ed. São Paulo: Manole, 2019. p. 259–279.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Teste Ergométrico. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 95, n. 1, 2010. 1-26.

SOMANI, Y. et al. Reductions in ambulatory blood pressure in young normotensive men and women after isometric resistance training and its relationship with cardiovascular reactivity. **Blood Pressure Monitoring**, 22, n. 1, 2017. 1-7.

SOUZA, D. R. et al. Amlodipine reduces blood pressure during dynamic resistance exercise in hypertensive patients. **Scandinavian Journal of Medicine ans Science in Sports**, 25, n. 1, 2015. 53-60.

STAESSEN, J. A. et al. Predicting Cardiovascular Risk Using Conventional vs Ambulatory Blood Pressure in Older Patients With Systolic Hypertension. **Jama**, 282, n. 6, 1999. 539-546.

STEVENS, S. L. et al. Blood pressure variability and cardiovascular disease: Systematic review and meta-analysis. **BMJ**, 354, 2016. i4098.

STILLER-MOLDOVAN, C.; KENNO, K.; MCGOWAN, C. L. Effects of isometric handgrip training on blood pressure (resting and 24 h ambulatory) and heart rate variability in medicated hypertensive patients. **Blood Pressure Monitoring**, 17, n. 2, 2012. 55-61.

TAYLOR, A. C. et al. Isometric training lowers resting blood pressure and modulates autonomic control. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 35, n. 2, 2003. 251-256.

TAYLOR, K. A. et al. Neurohumoral and ambulatory haemodynamic adaptations following isometric exercise training in unmedicated hypertensive patients. **Journal of Hypertension**, 37, n. 4, 2019. 827-836.

TERRA, D. F. et al. Reduction of arterial pressure and double product at rest after resistance exercise training in elderly hypertensive women. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 91, n. 5, 2008. 299-305.

TOMELERI, C. M. et al. Chronic Blood Pressure Reductions and Increments in Plasma Nitric Oxide Bioavailability. **International Journal od Sports Medicine**, 38, n. 4, 2017. 290-299.

TOSKA, K. Handgrip contraction induces a linear increase in arterial pressure by peripheral vasoconstriction, increased heart rate and a decrease in stroke volume. **Acta Physiologica**, 3, 2010. 211-221.

TREVIZANI, G. A. et al. Effect of resistance training on blood pressure and autonomic responses in treated hypertensivesives. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 32, n. 5, 2017. 1462-1470.

VANDENBURG, M. J. et al. The effect of captopril and propranolol on the responses to posture and isometric exercise in patients with essential hypertension. **European Journal of Clinical Pharmacology**, 25, n. 6, 1983. 721-728.

VERDECCHIA, P. Prognostic value of ambulatory blood pressure : current evidence and clinical implications. **Hypertension**, 35, n. 3, 2000. 844-851.

VERMEER, S. E.; RINKEL, G. J. E.; ALGRA, A. Circadian fluctuations in onset of subarachnoid hemorrhage: New data on aneurysmal and perimesencephalic hemorrhage and a systematic review. **Stroke**, 29, n. 4, 1997. 805-808.

WANDER, G. S.; RAM, C. V. S. Global Impact of 2017 American Heart Association/American College of Cardiology Hypertension Guidelines: A Perspective From India. **Circulation**, 137, 2018. 549-550.

WANG, J.; LIU, L. Global Impact of 2017 American Heart Association/American College of Cardiology Hypertension Guidelines: A Perspective From China. **Circulation**, 137, 2018. 546-548.

WANG, S. et al. Impact of baseline prehypertension on cardiovascular events and all-cause mortality in the general population : A meta-analysis of prospective cohort studies. **International Journal of Cardiology**, 168, n. 5, 2013. 4857-4860.

WHELTON, P. K. et al. 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults. **Hypertension**, 71, 2018. e13–e115.

WILEY, R. L. et al. Isometric Exercise Training Lowers Resting Blood Pressure. **Med Sci Sports Exerc**, 24, n. 7, 1992. 749-754.

WILLIAMS, M. A. et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: A scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. **Circulation**, 116, n. 5, 2007. 572-584.

WILLIAMSON, J. W. et al. Central command increases cardiac output during static exercise in humans. **Acta Physiologica Scandinavica**, 156, n. 4, 1996. 429-434.

WILT, T. J.; KANSAGARA, D.; QASEEM, A. Hypertension Limbo: Balancing Benefits , Harms , and Patient Preferences Before We Lower the Bar on Blood Pressure. **Ann Intern Med**, 168, n. 5, 2018. 369-370.

WORLD HEATH ORGANIZATION. Hypertension, 2019. Disponivel em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/hypertension>. Acesso em: Setembro 2022.

ZONA HEALTH. Manual do Usuário Zona Plus, 2022. Disponivel em: <https://pt.manuals.plus/zona/zona-plus-user-manual#axzz7fOyavOr0>. Acesso em: Setembro 2022.

9 ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Classificação da pressão arterial clínica segundo as Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial – 2020 (BARROSO et al., 2021)(BARROSO et al., 2021)(BARROSO et al., 2021)(BARROSO et al., 2021)(BARROSO et al., 2021)(BARROSO et al., 2021)(BARROSO et al., 2021)(BARROSO et al., 2021)(BARROSO et al., 2021)(BARROSO et al., 2021)

Tabela 2. Valores da pressão arterial considerados alterados na medida ambulatorial da pressão arterial segundo as Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial – 2020 (BARROSO et al., 2021)(BARROSO et al., 2021)(BARROSO et al., 2021)(BARROSO et al., 2021)(BARROSO et al., 2021)(BARROSO et al., 2021)(BARROSO et al., 2021)(BARROSO et al., 2021)(BARROSO et al., 2021)(BARROSO et al., 2021).

Tabela 3. Efeitos do treinamento resistido sobre marcadores de saúde
Tabela 4. Características obtidas nos exames preliminares dos indivíduos que completaram o estudo em cada grupo: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT).

Tabela 5 - Aderência às intervenções experimentais

Tabela 6- Contração voluntária máxima e *SCORE* obtido no exercício isométrico de *handgrip* na primeira e na última sessão de treinamento nos grupos treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h) e treinamento resistido combinado (TRC)
Tabela 7 - Número total de repetições e cargas utilizadas nos exercícios realizados na primeira e na última sessão de treino nos grupos: treinamento resistido dinâmico (TRD) e treinamento resistido combinado (TRC)

Tabela 8. Valores da contração voluntária máxima (CVM) e de 1 repetição máxima (1RM) avaliados no início e ao final do estudo nos 4 grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de handgrip (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT).

Tabela 9. Médias da pressão arterial sistólica (PAS) de 24 horas, vigília e sono medidas nas fases inicial e final do estudo nos grupos: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT).

Tabela 10. Coeficiente de variação (CV) e variabilidade real média (ARV) da pressão arterial sistólica (PAS) ambulatorial medidos nas fases inicial e final do estudo nos grupos treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT).

Tabela 11. Médias da pressão arterial diastólica (PAD) de 24 horas, vigília e sono medidas nas fases inicial e final do estudo nos grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT).

Tabela 12. Coeficiente de variação (CV) e variabilidade real média (ARV) da pressão arterial diastólica (PAD) ambulatorial medidos nas fases inicial e final do estudo nos grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT).

Tabela 13. Número de repetições realizadas até a fadiga concêntrica nas séries 1, 2 e 3 do exercício resistido dinâmico extensão de joelho realizado com a mesma carga absoluta nas sessões experimentais do início e final do estudo nos quatro grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD, n = 15), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h, n = 14), treinamento resistido combinado (TRC, n = 14) e controle (CONT, n = 14).

Tabela 14. Trabalho total (repetições.carga) do exercício resistido dinâmico extensão de joelho realizado com a mesma carga absoluta nas sessões experimentais do início e final do estudo nos quatro grupos

experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD, n = 15), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h, n = 14), treinamento resistido combinado (TRC, n = 14) e controle (CONT, n = 14)

Tabela 15. Pressão arterial sistólica (mmHg) medida antes (Pré) e valor pico atingido em cada uma das três séries do exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga absoluta no início e final do estudo nos 4 grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD, n = 15), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h, n = 14), treinamento resistido combinado (TRC, n=14) e controle (CONT, n = 14).

Tabela 16 Carga utilizada no exercício de extensão de joelho realizado com mesma carga relativa (50% de 1 repetição máxima) no início e final do estudo nos grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT).

Tabela 17. Número de repetições realizadas até a fadiga concêntrica nas séries 1, 2 e 3 no exercício resistido de extensão de joelho realizado com a mesma carga relativa no início e no final do estudo nos grupos: treinamento resistido dinâmico (TRD, n =15), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h, n = 14), treinamento resistido combinado (TRC, n = 14) e controle (CONT, n = 14).

Tabela 18. Trabalho total (repetições.carga) do exercício resistido dinâmico extensão de joelho realizado com a mesma carga relativa nas sessões experimentais do início e final do estudo nos quatro grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD, n = 15), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h, n = 14), treinamento resistido combinado (TRC, n = 14) e controle (CONT, n = 14)

Tabela 19. Pressão arterial sistólica (mmHg) medida antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das três séries do exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga relativa no início e final do estudo nos 4 grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD, n = 15), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h, n = 14), treinamento resistido combinado (TRC, n = 14) e controle (CONT, n = 14).

Tabela 20. Tempo de contração isométrica (min) mantido em cada série do exercício de *handgrip* realizado com a mesma carga absoluta no início e final do estudo nos 4 grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT).

Tabela 21. Trabalho total (tempo de contração.carga) do exercício resistido isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga absoluta nas sessões experimentais do início e final do estudo nos quatro grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD, n = 15), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h, n = 14), treinamento resistido combinado (TRC, n = 14) e controle (CONT, n = 14)

Tabela 22. Pressão arterial sistólica (mmHg) medida antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das quatro séries do exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga absoluta no início e final do estudo nos 4 grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT).

Tabela 23. Carga utilizada no exercício resistido isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga relativa (50% da CVM) no início e final do estudo nos grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT).

Tabela 24. Tempo de contração do exercício isométrico de *handgrip* mantido em cada uma das séries do exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga relativa (50% de CVM) no início e no final do estudo nos quatro grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT).

Tabela 25. Trabalho total (tempo de contração.carga) do exercício resistido isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga relativa nas sessões experimentais do início e final do estudo nos quatro grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD, n = 15), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h, n = 14), treinamento resistido combinado (TRC, n = 14) e controle (CONT, n = 14)

Tabela 26. Pressão arterial sistólica (mmHg) medida antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das quatro séries do exercício resistido isométrico de handgrip realizado com a mesma carga relativa no início e final do estudo nos 4 grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD, n = 15), treinamento resistido isométrico de handgrip (TRI_h, n = 14), treinamento resistido combinado (TRC, n= 14) e controle (CONT, n= 14).

10 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Protocolo experimental. MAPA = monitorização ambulatorial da pressão arterial; CVM = teste de contração voluntária máxima; 1RM = teste de uma repetição máxima; TRD = treinamento resistido dinâmico; TRI_h = treinamento resistido isométrico de *handgrip*; TRC = treinamento resistido combinado; CONT = controle.

Figura 2. Desenho da sessão experimental. ERD = Exercício resistido dinâmico; ERI_h = Exercício resistido isométrico de *handgrip*; 1RM = uma repetição máxima; CVM = contração voluntária máxima.

Figura 3. Fluxograma de indivíduos no estudo

Figura 4. Comparação dos efeitos das intervenções nas médias da pressão arterial sistólica (PAS) de 24 horas, vigília e sono ajustadas pelos valores iniciais entre os grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT). Análise: ANCOVA de um fator ajustada pelo valor inicial.

Figura 5. Comparação dos efeitos das intervenções sobre o coeficiente de variação (CV) e a variabilidade real média (ARV) da pressão arterial sistólica (PAS) ambulatorial ajustados pelos valores iniciais entre os grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT). Análise: ANCOVA de um fator ajustada pelo valor inicial.

Figura 6. Comparação dos efeitos das intervenções nas médias da pressão arterial diastólica (PAD) de 24 horas, vigília e sono ajustadas pelos valores iniciais entre os grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT). Análise: ANCOVA de um fator ajustada pelo valor inicial

Figura 7. Comparação dos efeitos das intervenções sobre o coeficiente de variação (CV) e a variabilidade real média (ARV) da pressão arterial diastólica (PAD) ambulatorial ajustados pelos valores iniciais entre os grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT). Análise: ANCOVA de um fator ajustada pelo valor inicial.

Figura 8. Comparações significantes identificadas pela ANOVA de 3 fatores para a análise do número de repetições realizadas até a fadiga concêntrica nas séries 1, 2 e 3 do exercício resistido dinâmico extensão de joelho realizado com a mesma carga absoluta nas sessões experimentais do início e final do estudo nos quatro grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD, n = 15), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h, n = 14), treinamento resistido combinado (TRC, n = 14) e controle (CONT, n = 14). Painel A: Efeito principal do momento (P=0,000). Painel B: Interação grupo x fase = 0,006. * = diferente da SÉRIE 1 (P<0,05); ⁑ = diferente da SÉRIE 2 (P<0,05); # = diferente de Início (P<0,05); ¶ = diferente de TRC (P<0,05)

Figura 9. Pressão arterial sistólica (PAS) medida antes (Pré) e valor pico atingido em cada uma das três séries do exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga absoluta no início (linha contínua) e final (linha tracejada) do estudo. TRD = grupo de treinamento resistido dinâmico; TRI_h = grupo de treinamento resistido isométrico de *handgrip*; TRC= grupo de treinamento resistido combinado; CONT = grupo controle. Dados média ± desvio-padrão.

Figura 10. Valores combinados entre os grupos para a pressão arterial sistólica (PAS) medida antes (PRÉ) e valor pico atingido em cada uma das três séries do exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga absoluta no início e final do estudo. Análise: Post-hoc de Newman-Keuls para a interação fase x momento. † diferente de PRE (P<0,05); * diferente da SÉRIE 1 (P<0,05); # diferente de Início (P<0,05)

Figura 11. Frequência cardíaca (FC) medida antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das três séries do exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga absoluta no início (linha contínua) e final (linha tracejada) do estudo. TRD = grupo de treinamento resistido dinâmico; TRI_h = grupo de treinamento resistido isométrico de *handgrip*; TRC= grupo de treinamento resistido combinado; CONT = grupo controle). Dados média ± desvio-padrão

Figura 12. Valores combinados dos grupos e das fases para a frequência cardíaca (FC) medida antes (PRÉ) e valor pico atingido em cada uma das três séries do exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga absoluta. Análise: Post-hoc de Newman-Keuls para o fator momento. † diferente de PRE (P<0,05).

Figura 13. Duplo produto (DP) medido antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das três séries do exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga absoluta no início (linha contínua) e final (linha tracejada) do estudo. TRD = grupo de treinamento resistido dinâmico; TRI_h = grupo de treinamento resistido isométrico de handgrip; TRC= grupo de treinamento resistido combinado; CONT = grupo controle). Dados média ± desvio-padrão.

Figura 14. Valores combinados dos grupos e das fases para o duplo produto (DP) medido antes (PRÉ) e valor pico atingido em cada uma das três séries do exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga absoluta, considerando os grupos e as fases combinados. Análise*: Post-hoc* de Newman-Keuls para o fator momento. † diferente de PRE (P<0,05); * diferente da SÉRIE 1 (P<0,05).

Figura 15. Valores combinados dos grupos e das fases para o número de repetições atingido em cada uma das três séries do exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga absoluta, considerando os grupos e as fases combinados. Análise*: Post-hoc* de Newman-Keuls para o fator momento. * diferente da SÉRIE 1 (P<0,05); ⁑ diferente da SÉRIE 2 (P<0,05)

Figura 16. Pressão arterial sistólica (PAS) medida antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das três séries do exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga relativa no início (linha contínua) e final (linha tracejada) do estudo. TRD = grupo de treinamento resistido dinâmico; TRI_h = grupo de treinamento resistido isométrico de *handgrip*; TRC= grupo de treinamento resistido combinado; CONT = grupo controle. Dados média ± desvio-padrão.

Figura 17. Valores combinados dos grupos e das fases para a pressão arterial sistólica (PAS) medida antes (PRÉ) e valor pico atingido em cada uma das três séries do exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga absoluta no início e final do estudo. Análise: Post-hoc de Newman-Keuls para o fator momentos. † diferente de PRE (P<0,05); * diferente da SÉRIE 1 (P<0,05)

Figura 18. Frequência cardíaca (FC) medida antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das três séries do exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga relativa no início (linha contínua) e no final (linha tracejada) do estudo. TRD = grupo de treinamento resistido dinâmico; TRI_h = grupo de treinamento resistido isométrico de *handgrip*; TRC= grupo de treinamento resistido combinado; CONT = grupo controle. Dados média ± desvio-padrão.

Figura 19. Valores combinados entre as fases para a frequência cardíaca (FC) medida antes (PRÉ) e valor pico atingido em cada uma das três séries do exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga absoluta. Análise: *Post-hoc* de Newman-Keus considerando a interação grupo x momento. † diferente de PRE (P<0,05).

Figura 20. Duplo produto (DP) medido antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das três séries do exercício de extensão de joelho realizado com a mesma carga relativa (50% de 1 repetição máxima) no início (linha contínua) e final (linha tracejada) do estudo. TRD = grupo de treinamento resistido dinâmico; TRI_h = grupo de treinamento resistido isométrico de *handgrip*; TRC= grupo de treinamento resistido combinado; CONT = grupo controle. Dados média ± desvio-padrão.

Figura 21. Duplo produto (DP) medido antes (PRÉ) e valor pico atingido em cada uma das três séries do exercício de extensão de joelho (SÉRIE 1 = S1, SÉRIE 2 = S2; SÉRIE 3 = 3 e SÉRIE S4 = S4) realizado com a mesma carga relativa no início e final do estudo nos 4 grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD, n = 15), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h, n = 14), treinamento resistido combinado (TRC, n=14) e controle (CONT, n = 14). Análise: Anova mista de três fatores. * diferente da SÉRIE 1 (P<0,05), ⁑ diferente da SÉRIE 2 (P<0,05), ⁂ diferente da SÉRIE 3 (P<0,05), # diferente de INÍCIO (P<0,05).

Figura 22. Valores combinados dos grupos e das fases para tempo de contração (min) medida antes (PRÉ) e valor pico atingido em cada uma das três séries do exercício isométrico de *handgrip* realizado com a

mesma carga absoluta. Análise: Post-hoc de Newman-Keuls para o fator momento. † diferente de PRE (P<0,05).

Figura 23. Pressão arterial sistólica (PAS) medida antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das quatro séries do exercício resistido isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga absoluta no início (linha contínua) e final (linha tracejada) do estudo. TRD = grupo de treinamento resistido dinâmico; TRI_h = grupo de treinamento resistido isométrico de *handgrip*; TRC= grupo de treinamento resistido combinado; CONT = grupo controle. Dados média ± desvio-padrão.

Figura 24. Valores combinados das fases para a pressão arterial sistólica (PAS) medida antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das quatro séries do exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga absoluta nos 4 grupos experimentais. Treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT). Dados média ± desvio-padrão. Análise: Teste post-hoc para a interação grupo e momento. † diferente de PRE (P<0,05); * diferente da SÉRIE 1 (P<0,05); ⁑ diferente da SÉRIE 2 (P<0,05); $ diferente de TRD (P<0,05)

Figura 25. Frequência cardíaca (FC) medida antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das quatro séries do exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga absoluta no início (linha contínua) e final (linha tracejada) do estudo. TRD = grupo de treinamento resistido dinâmico; TRI_h = grupo de treinamento resistido isométrico de *handgrip*; TRC= grupo de treinamento resistido combinado; CONT = grupo controle. Dados média ± desvio-padrão.

Figura 26. Frequência cardíaca (FC) medida antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das quatro séries do exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga absoluta no início e final do estudo nos 4 grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT). Análise: Anova mista de três fatores. # diferente de Início (P<0,05); † diferente de PRE (P<0,05); * diferente da SÉRIE 1 (P<0,05); ⁑ diferente da SÉRIE 2 (P<0,05); ⁂ diferente da SÉRIE 3 (P<0,05).

Figura 27. Duplo produto (DP) medido antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das quatro séries do exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga absoluta no início (linha contínua) e final (linha tracejada) do estudo. TRD = grupo de treinamento resistido dinâmico; TRI_h = grupo de treinamento resistido isométrico de handgrip; TRC= grupo de treinamento resistido combinado; CONT = grupo controle. Dados média ± desvio-padrão.

Figura 28. Valores combinados entre as fases para o duplo produto (DP) medido antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das quatro séries do exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga absoluta nos 4 grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h), treinamento resistido combinado (TRC) e controle (CONT). Análise: Anova mista de três fatores. † diferente do Pré (P<0,05); * diferente da SÉRIE 1 (P<0,05); ⁑ diferente da SÉRIE 2 (P<0,05)

Figura 29. Valores combinados dos grupos e das fases para tempo de contração (min) medida antes (PRÉ) e valor pico atingido em cada uma das três séries do exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga relativa. Análise: Post-hoc de Newman-Keuls para o fator momento. † diferente de PRE (P<0,05).

Figura 30. Pressão arterial sistólica (PAS) medida antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das quatro séries do exercício isométrico de *handgrip* com a mesma carga relativa no início (linha contínua) e final (linha tracejada) do estudo. TRD = grupo de treinamento resistido dinâmico; TRI_h = grupo de treinamento resistido isométrico de *handgrip*; TRC= grupo de treinamento resistido combinado; CONT = grupo controle. Dados média ± desvio-padrão.

Figura 31. Valores combinados dos grupos e fases para a pressão arterial sistólica (PAS) medida antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das quatro séries do exercício resistido isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga relativa. Análise: Post-hoc de Newman Keuls para o fator momento. † diferente de PRE (P<0,05); * diferente da SÉRIE 1 (P<0,05); ⁑ diferente da SÉRIE 2 (P<0,05).

Figura 32. Frequência cardíaca (FC) medida antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das quatro séries do exercício resistido isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga relativa no início (linha

contínua) e final (linha tracejada) do estudo. TRD = grupo de treinamento resistido dinâmico; TRI_h = grupo de treinamento resistido isométrico de handgrip; TRC= grupo de treinamento resistido combinado; CONT = grupo controle. Dados média ± desvio-padrão.

Figura 33. Valores combinados das fases para a frequência cardíaca (FC) medida antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das quatro séries do exercício isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga relativa no início e final do estudo nos 4 grupos experimentais: treinamento resistido dinâmico (TRD, n = 15), treinamento resistido isométrico de *handgrip* (TRI_h, n = 14), treinamento resistido combinado (TRC, n = 14) e controle (CONT, n = 14). Análise: Post-hoc de Newman Keuls para a interação grupo x momento. † diferente de PRE (P<0,05); * diferente da SÉRIE 1 (P<0,05); ⁑ diferente da SÉRIE 2 (P<0,05); ⁂ diferente da SÉRIE 3 (P<0,05)

Figura 34. Duplo produto (DP) medido antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das quatro séries (série 1, série 2, série 3 e série 4) do exercício resistido isométrico de handgrip com a mesma carga relativa no início (linha contínua) e final (linha tracejada) do estudo. TRD = grupo de treinamento resistido dinâmico; TRI_h = grupo de treinamento resistido isométrico de handgrip; TRC= grupo de treinamento resistido combinado; CONT = grupo controle). Dados média ± desvio-padrão.

Figura 35. Valores combinadas dos grupos para o duplo produto (DP) medido antes (Pré) e o valor pico atingido em cada uma das quatro séries (série 1, série 2, série 3 e série 4) do exercício resistido isométrico de *handgrip* realizado com a mesma carga relativa no início e final do estudo nos 4 grupos: treinamento resistido dinâmico (TRD, n = 15), treinamento resistido isométrico de handgrip (TRI_h, n = 14), treinamento resistido combinado (TRC, n =14) e controle (CONT, n = 14). Análise: Post-hoc de Newman Keuls para a interação grupo x momento.† diferente do Pré (P<0,05); * diferente da SÉRIE 1 (P<0,05); ⁑ diferente da SÉRIE 2 (P<0,05); ⁂ diferente da SÉRIE 3 (P<0,05); # diferente de Início (P<0,05).

11 ÍNDICE DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

( ) = efeito principal da Fase

= diferente do início

† diferente de PRE

* = diferente da SÉRIE 1

⁑ = diferente da SÉRIE 2

⁂ diferente da SÉRIE 3

¶ = diferente de TRC

$ diferente de TRD

1RM: uma repetição máxima

ARV: variabilidade real média

Bloq_Ca = bloqueador de canal de cálcio não-diidropiridínico.

BRA = Bloqueador de receptor de angiotensina

CONT: controle

COVID-19: Doença por coronavírus - 2019

CV: coeficiente de variação

CVM: contração voluntária máxima

DP: duplo-produto

FC: frequência cardíaca

HDL: lipoproteína de alta densidade

IECA= Inibidor da enzima conversora de angiotensina

IMC: Índice de massa corporal

LDL: lipoproteína de baixa densidade

MAPA: monitorização ambulatorial da pressão arterial

PAD: Pressão arterial diastólica

PAS: pressão arterial sistólica

TRC: treinamento resistido combinado

TRD: treinamento resistido dinâmico

TRI_h: treinamento resistido isométrico de handgrip

12 ANEXO – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. DADOS DO INDIVÍDUO

Nome completo _____

Sexo ☐ Masculino
☐ Feminino

RG _____

Data de nascimento _____

Endereço completo _____

CEP _____

Fone _____

e-mail _____

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. Título do Projeto de Pesquisa

EFEITOS CARDIOVASCULARES DO TREINAMENTO RESISTIDO DINÂMICO, ISOMÉTRICO E COMBINADO (DINÂMICO + ISOMÉTRICO) NA HIPERTENSÃO ARTERIAL.

2. Pesquisador Responsável

Profa. Dra. Claudia Lúcia de Moraes Forjaz

3. Cargo/Função

Docente do Departamento de Biodinâmica do Movimento do Corpo Humano e Coordenadora do Laboratório de Hemodinâmica da Atividade Motora da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

4. Avaliação do risco da pesquisa:

[X] RISCO MÍNIMO ☐ RISCO BAIXO ☐ RISCO MÉDIO ☐ RISCO MAIOR

(probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo)

5. Duração da Pesquisa

36 meses

III - EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO INDIVÍDUO OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, DE FORMA CLARA E SIMPLES, CONSIGNANDO:

1. Justificativa e os objetivos da pesquisa;

O exercício de força (musculação) tem sido recomendado para hipertensos, porém o seu efeito sobre a pressão arterial ainda é controverso. Sendo assim, o senhor está sendo convidado para participar de uma pesquisa que tem o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes modelos de treinamento de força (chamados dinâmico, isométrico e combinado: dinâmico + isométrico) no organismo e, principalmente, no sistema cardiovascular (coração e vasos) em indivíduos com hipertensão arterial.

2. Procedimentos que serão utilizados e propósitos, incluindo a identificação dos procedimentos que são experimentais;

Um dos responsáveis por essa pesquisa explicará detalhadamente ao senhor todos os procedimentos que serão executados. Ao concordar em participar, o senhor será submetido aos seguintes procedimentos para verificar se se enquadra nos critérios da pesquisa:

(1) participará de uma entrevista com um dos membros da equipe que perguntará sobre sua saúde e hábitos de vida e fará uma avaliação na qual serão medidos sua pressão arterial, seu peso e sua altura.

(2) participará da rotina de avaliação da Liga de Hipertensão Arterial do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo com o intuito de avaliar seu estado clínico e sua aptidão para execução do treinamento de força.

(3) realizará um teste máximo. Nesse teste, o senhor pedalará numa bicicleta ergométrica até o máximo que conseguir e serão avaliados os batimentos do seu coração, sua pressão arterial e sua condição física.

Após esses procedimentos, caso o senhor se enquadre nos critérios do estudo, iniciará sua participação na pesquisa propriamente dita. Para isso, o senhor realizará os seguintes procedimentos iniciais:

(4) fará uma monitorização ambulatorial da pressão arterial, ou seja, terá sua pressão medida durante 24 horas. Para isso, o senhor deverá comparecer ao laboratório pela manhã e colocaremos um aparelho em seu braço que medirá sua pressão arterial a cada 15 minutos durante 24 horas.

(5) realizará duas sessões para se familiarizar com os exercícios de força (musculação). Em cada uma dessas sessões, o senhor fará oito exercícios de musculação e o exercício de preensão manual (fechar a mão com força com um equipamento na palma da mão) com cargas bem leves para aprender a execução correta desses exercícios.

(6) medirá sua força muscular. Para isso, o senhor tentará realizar a maior força possível nos oito exercícios de musculação e no exercício de preensão manual.

(7) participará de uma sessão de avaliação das respostas do seu coração à execução dos exercícios de força. Nessa sessão, o senhor realizará o exercício de estender a perna num aparelho de musculação e o exercício de preensão manual. Esses exercícios serão realizados com diferentes cargas e a frequência de batimentos do seu coração e sua pressão arterial serão medidas antes e durante a execução.

(8) fará uma sessão experimental para medir as respostas do seu sistema cardiovascular antes e após a execução de uma sessão de exercícios de força ou de repouso. O protocolo utilizado na sessão será sorteado e o senhor poderá ficar apenas em repouso sentado, executar os 8 exercícios de musculação, fazer o exercício de preensão manual ou fazer os 8 exercícios de musculação seguidos do exercício de preensão manual. Essas sessões serão feitas pela manhã e o senhor deverá comparecer por volta das 7 horas em jejum de, pelo menos, 8 horas. Cada sessão terá duração aproximada de 3h e 30 min e, nelas, serão medidos antes e após a execução do protocolo sorteado:

- ✓ seus batimentos cardíacos, com eletrodos que serão colocados em seu peito;
- ✓ sua respiração, com uma cinta elástica que será colocada em volta do seu tórax;
- ✓ sua pressão arterial, com um aparelho que será colocado em seu braço e um outro no seu dedo;
- ✓ seu débito cardíaco (a quantidade de sangue que sai de seu coração por minuto). Para esta medida, o senhor irá respirar por 20 segundos, o ar de uma bolsa com uma concentração um pouco mais alta de gás carbônico.
- ✓ seu fluxo sanguíneo (a velocidade do seu sangue nos vasos) e a função vascular. Para isso, será colocado um sensor em seu braço, que obterá imagens de sua artéria e medirá a velocidade do seu sangue. Em seguida, seu braço será apertado por um manguito durante 5 minutos e a medida será repetida.

Após essas avaliações, o senhor participará de treinamentos por 10 semanas e esses treinamentos serão realizados 3 vezes por semana. De acordo com o sorteio, o senhor poderá participar de um grupo que realizará sessões: 1) de treinamento de alongamento com 30 minutos de duração, 2) de treinamento de musculação, 3) de treinamento do exercício de preensão manual e 4) de treinamento de musculação seguido do treinamento de preensão manual.

Após esses treinamentos, o senhor repetirá as avaliações descritas nos itens 4, 6, 7 e 8 para verificar os efeitos dos treinamentos realizados.

3. Desconfortos e riscos esperados;

Todos os exames desta pesquisa são seguros e bem tolerados. Entretanto, alguns desconfortos podem ocorrer. De maneira geral, pode-se esperar:

a) Em todos os procedimentos que envolverem o exercício físico, o senhor poderá sentir cansaço, desconforto e dor muscular tanto durante quanto ao final do exercício;
b) No teste máximo, em algumas pessoas que sofrem do coração, mas desconhecem este fato, esse exame poderá tornar o problema evidente. Para sua segurança, o exame sempre será acompanhado por um médico;
c) Nas sessões experimentais, durante a medida do débito cardíaco, a inalação de gás carbônico poderá dar a sensação de boca seca e um pouco de tosse momentânea;
d) As medidas de fluxo sanguíneo e função vascular podem causar um desconforto nos membros enquanto o manguito estiver inflado.

4. Benefícios que poderão ser obtidos;

Sem custo algum, o senhor fará uma avaliação cardiovascular, que incluirá exames como eletrocardiograma de repouso, teste de esforço máximo e medida da pressão arterial de repouso e de 24 horas. Adicionalmente, o senhor passará pela rotina de exames da Liga de Hipertensão do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, o que inclui além de uma consulta médica, exames para a investigação da existência ou não de doenças associadas a hipertensão arterial. Além disso, sua condição física também será avaliada. Se algum problema de saúde for evidenciado, o senhor será informado. O senhor desfrutará também dos benefícios da prática regular de exercícios, destacando-se para o seu caso, o controle da pressão arterial. Além disso, caso possua interesse, poderá receber ao final do estudo, uma prescrição de exercícios, visando melhora de sua saúde. Os indivíduos que forem sorteados para o treinamento de alongamento e o treinamento de preensão muscular poderão, se quiserem, receber um treinamento de musculação no final do estudo. As informações obtidas neste estudo poderão ter importância para orientar a prescrição do exercício de força para indivíduos hipertensos em uso de medicamentos.

5. Procedimentos alternativos que possam ser vantajosos para o indivíduo.

Não há procedimentos alternativos nesse estudo.

IV - ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA:

1. Acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa, inclusive para dirimir eventuais dúvidas;

O senhor terá acesso, quando quiser, às informações constantes nesta declaração ou a qualquer outra informação que deseje sobre este estudo, incluindo os resultados de seus exames.

2. Liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo à continuidade da assistência;

O senhor pode se recusar a participar e pode também desistir de participar a qualquer momento.

3. Salvaguarda da confidencialidade, sigilo e privacidade;

A pesquisa é confidencial e sigilosa, garantindo a privacidade dos participantes. Assim, o senhor não terá sua imagem ou seu nome publicado em qualquer via de comunicação como revistas, artigos, textos na internet, etc. Seus dados serão tratados sempre de maneira anônima.

4. Disponibilidade de assistência no HU ou HCFMUSP, por eventuais danos à saúde, decorrentes da pesquisa.

Em caso de algum dano à saúde relacionado à pesquisa, está garantido seu encaminhamento ao Hospital das Clínicas ou ao Hospital Universitário da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

V - INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

Profª. Dra. Claudia Lucia de Moraes Forjaz / cforjaz@usp.br

Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

Av. Prof. Mello Moraes, nº 65 - Cidade Universitária - São Paulo - CEP 05508-030

Tel.: 3091-3136 Fax: 3813-5921

Profº Julio Cesar Silva de Sousa / julio.sousa@usp.br

Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

Av. Prof. Mello Moraes, nº 65 - Cidade Universitária - São Paulo - CEP 05508-030

Tel.: 98238-3041

Profº Rafael Yokoyama Fecchio / rafael.feccchio@usp.br

Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

Av. Prof. Mello Moraes, nº 65 - Cidade Universitária - São Paulo - CEP 05508-030

Tel.: 99181-4040

VI. - OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

Comitê de Ética da EEFE-USP
Escola de Educação Física e Esporte - USP
Av. Prof. Mello Moraes, 65 - Cidade Universitária
CEP: 05508-030 - São Paulo – SP
Telefone (011) 3091-3097
E-mail: cep39@usp.br

VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Projeto de Pesquisa.

São Paulo, _____/_____/_____

_____	_____
assinatura do sujeito da pesquisa	assinatura do pesquisador
ou responsável legal	(carimbo ou nome legível)