



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

NATÃ GOMES DE LIMA STAVINSKI

**EFEITO DA RESPONSABILIDADE ÀS MUDANÇAS NA MASSA
MUSCULAR INDUZIDA PELO TREINAMENTO RESISTIDO
SOBRE A APTIDÃO FUNCIONAL, FORÇA, COMPOSIÇÃO
CORPORAL E INDICADORES DE RISCO
CARDIOVASCULAR EM MULHERES IDOSAS**

Londrina
2023

NATÃ GOMES DE LIMA STAVINSKI

**EFEITO DA RESPONSABILIDADE ÀS MUDANÇAS NA MASSA
MUSCULAR INDUZIDA PELO TREINAMENTO RESISTIDO
SOBRE A APTIDÃO FUNCIONAL, FORÇA, COMPOSIÇÃO
CORPORAL E INDICADORES DE RISCO
CARDIOVASCULAR EM MULHERES IDOSAS**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Estadual à Londrina, como requisito a obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino

Londrina
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

N271e Stavinski, Natã.

EFEITO DA RESPONSABILIDADE ÀS MUDANÇAS NA MASSA MUSCULAR INDUZIDA PELO TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE A APTIDÃO FUNCIONAL, FORÇA, COMPOSIÇÃO CORPORAL E INDICADORES DE RISCO CARDIOVASCULAR EM MULHERES IDOSAS / Natã Stavinski. - Londrina, 2023.
97 f. : il.

Orientador: Edilson Serpeloni Cyrino.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, 2023.

Inclui bibliografia.

1. Treinamento resistido para idosas - Tese. 2. Responsividade ao aumento da massa muscular - Tese. 3. Força e aptidão funcional - Tese. 4. Composição corporal e indicadores de risco cardiovascular - Tese. I. Serpeloni Cyrino, Edilson. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. III. Título.

CDU 61

NATÃ GOMES DE LIMA STAVINSKI

**EFEITO DA RESPONSABILIDADE ÀS MUDANÇAS NA MASSA
MUSCULAR INDUZIDA PELO TREINAMENTO RESISTIDO
SOBRE A APTIDÃO FUNCIONAL, FORÇA, COMPOSIÇÃO
CORPORAL E INDICADORES DE RISCO
CARDIOVASCULAR EM MULHERES IDOSAS**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Estadual à Londrina, como requisito a obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino
Universidade Estadual de Londrina

Profa. Dra. Cláudia Regina Cavaglieri
Universidade Estadual de Campinas

Prof. Dr. Danilo Rodrigues Pereira da Silva
Universidade Federal de Sergipe

Londrina, 24 de janeiro de 2023.

Dedico este trabalho aos meus familiares: a minha mãe, Claudete, meu pai, Orlando, minha irmã, Clarissa, meus avós Gentil (*in memoriam*), Walquíria, Miguel (*in memoriam*) e Eunice (*in memoriam*). Ainda, à minha namorada, Fernanda. Nos momentos mais nublados, estas foram as pessoas que me lembraram de acender a luz.

AGRADECIMENTOS

Só sou quem eu sou porque comigo estiveram pessoas que me permitiram: encarar o futuro sem medo, me alegrar com o presente, e me orgulhar ao olhar para trás. A esses, eu só tenho a agradecer.

Agradeço a Deus pelo dom da vida, pela força que me deu e me dá, pela luz que me guia todos os dias, pela saúde que me permite fazer o que amo, e por me rodear das pessoas certas.

Agradeço a todos de minha família por tudo, mas em especial: à minha mãe Claudete, grandessíssima incentivadora das primeiras leituras e primeira professora, meu modelo de cuidado, afeto e primeira a fazer-me ponderar sobre a possibilidade de me tornar professor. Ao meu pai Orlando, meu espelho de honestidade e organização, professor da vida e exemplo de bondade. À minha irmã, minha companheira de tantas aventuras, obrigado pela compreensão e pelos muitos concertos mundo afora. Aos três, devo tudo, vocês alicerçam minha trajetória e minha vida. Amo vocês.

À minha namorada Fernanda, porque entre todos, você é quem vê de perto todas as conquistas e as decepções. Na tempestade e na calmaria você esteve sempre ao meu lado. À minha companheira de existência, obrigado por partilhar a vida comigo, por toda a doçura e carinho, por tudo que desbravamos juntos. Quão afortunado eu sou de me apaixonar pela minha melhor amiga. Te amo.

Ao professor Edilson, por me acolher e me receber no momento em que eu mais me questioneei academicamente. Por ter tido fé em mim e em minha capacidade, pela parceria, pela paciência, pelas orientações, pelos momentos de descontração e por mostrar o caminho. Meu muito obrigado.

Aos professores Danilo e Cláudia, membros da banca, pessoas que eu admiro profissionalmente e que espero em breve poder trabalhar junto, muitíssimo obrigado pela valorosa contribuição com meu trabalho.

Ao professor Timothy, por tão enfaticamente ter acreditado que eu poderia ser melhor como pesquisador e por ter me ensinado que só ser mestre não é o suficiente. Da escolha do orientador à submissão de um artigo, da escolha do barzinho até a escolha dos exercícios do treino, obrigado por tantos ensinamentos e por não me deixar desistir.

Aos meus irmãos de outra mãe, Cassiano, Juan e Daniele, por terem acompanhado tão de perto a minha jornada e por terem estado presentes em tantos momentos importantes da minha vida. Vocês me são muito queridos, agradeço por torcerem tanto por mim. Tenham convicção de que eu, também, sempre torcerei por vocês.

Aos meus irmãos acadêmicos e companheiros de luta do GEPEMENE, muito obrigado Gabriel, Jarlisson, Witalo, Daniella, Marcelo, Letícia, Ian, Felipe, Luís, Pâmela e Dan. A penúria e o sofrimento são menores quando temos quem gostamos ao nosso lado. Obrigado pela amizade, pelas discussões de ideias, pelas noites de risada e de troca, a vida em Londrina é mais leve com vocês. Somos amigos agora e pra vida.

A todas as participantes do projeto Envelhecimento Ativo, obrigado pela experiência que me permitiram adquirir, pela confiança que tiveram em nosso trabalho, por todo o carinho e cuidado para comigo e com nossa equipe. Não há palavras para vocês.

À Sandra, secretária de nossa pós-graduação. Após dois anos de importunação, dúvidas e problemas a serem resolvidos por você, daqui me formo e me apresento para outra fase da minha vida, mas não sem um singelo agradecimento pela sua paciência e dedicação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação Araucária e ao Ministério da Educação pelo apoio financeiro ao projeto, bem como à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela possibilidade da realização do curso de mestrado, integralmente, com bolsa.

A todos vocês, obrigado por me permitirem ser um Natã melhor.

“Quando você elimina o impossível, o que restar, não importa o quão improvável, deve ser a verdade. ”

(Sir Arthur Conan Doyle)

STAVINSKI, Natã Gomes de Lima. **Efeito da responsividade às mudanças na massa muscular induzida pelo treinamento resistido sobre a aptidão funcional, força, composição corporal e indicadores de risco cardiovascular em mulheres idosas.** 2023. 97 f. Projeto de dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Centro de Ciências da Saúde. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi comparar os efeitos da responsividade ao aumento da massa muscular (MM) em resposta ao treinamento resistido (TR) sobre componentes da força muscular, aptidão funcional, composição corporal e indicadores de risco cardiovascular em mulheres idosas. Para tanto, uma amostra de 123 mulheres (>60 anos) fisicamente independentes foi dividida em dois grupos: grupo controle (CON, n = 61) e grupo treinamento resistido (GT, n = 62). O GT foi submetido a um programa de TR, composto por oito exercícios de corpo todo que foram realizados em três séries de 10-15 repetições, em três sessões semanais, em dias alternados, ao longo de 12 semanas, ao passo que o CON não realizou nenhuma intervenção. Medidas antropométricas, de força muscular, aptidão funcional e composição corporal foram determinadas na linha de base e ao final do período de intervenção. Adicionalmente, biomarcadores metabólicos de risco cardiovascular foram analisados. Equações de estimativas generalizadas foram utilizadas para comparar a diferença bruta entre as variáveis dependente entre os grupos CON e GT e em função do tempo. Por fim, o GT foi estratificado em tercís a partir da mudança da MM, resultando em tercís inferior (INF, n = 20), médio (MED, n = 21) e superior (SUP, n = 21), de acordo com a responsividade ao aumento da MM. Aumentos significantes foram encontrados em todos os testes de força máxima isoinercial no GT em comparação ao CON ($P < 0,001$). O TR resultou em aumento da força máxima isocinética nos movimentos de extensão ($60^{\circ}\cdot s^{-1}$ e $180^{\circ}\cdot s^{-1}$) e flexão de joelhos ($60^{\circ}\cdot s^{-1}$) ($P < 0,05$). Uma melhoria significativa do desempenho nos testes de sentar e levantar cinco vezes e na força de preensão manual foi revelada no GT em comparação ao CON ($P < 0,05$). Uma redução na adiposidade corporal total, de pernas, de tronco e ginoide foi encontrada no GT ($P < 0,05$). Além disso, uma redução significativa da gordura de tronco foi identificada no GT em comparação ao CON ($P < 0,05$). Ambos os grupos melhoraram a lipemia, ao passo que GT aumentou a glicose, embora sem aumento da HbA_{1c} ($P > 0,05$). Não foram encontradas diferenças entre os tercís para a força muscular isoinercial e nos indicadores de aptidão funcional após o TR ($P > 0,05$). Somente os tercís MED e SUP melhoraram o desempenho nos testes de

sentar e levantar cinco vezes e força de preensão manual em função do tempo ($P < 0,05$), contudo, sem diferenças entre eles e com o tercil INF ($P > 0,05$). Não houve diferenças significantes na adiposidade corporal total ou segmentar entre os tercils, embora uma redução na gordura total, de pernas, tronco e ginoide tenha sido encontrada no tercil INF, ao passo que uma diminuição na gordura total e de tronco foi revelada no tercil MED ($P < 0,05$). Entretanto, nenhuma diferença significativa na adiposidade corporal total ou segmentar foi identificada nas comparações com o tercil SUP. Não houve diferenças no perfil glicêmico e lipídico entre os tercils. Nossos resultados sugerem que a responsividade ao aumento da MM não parece influenciar o comportamento da força, aptidão funcional, adiposidade corporal e fatores de risco cardiovascular em mulheres idosas após um programa de 12 semanas de TR.

PALAVRAS-CHAVE: treinamento de força, hipertrofia, capacidade funcional, gordura regional, biomarcadores sanguíneos.

STAVINSKI, Natã Gomes de Lima. **Effect of responsiveness to muscle mass changes induced by resistance training on functional fitness, strength, body composition, and cardiovascular risk indicators in older women.** 2023. 97 f. Thesis (Master in Health Sciences) – Center of Health Sciences. State University of Londrina, Londrina, 2023.

ABSTRACT

This study compared the effects of responsiveness to increased skeletal muscle mass (SMM) in response to resistance training (RT) on components of muscular strength, functional fitness, body composition, and cardiovascular risk indicators in older women. For this purpose, a sample of 123 physically independent women (>60 years) was divided into two groups: the control group (CON, n = 61) and the training group (TG, n = 62). The TG underwent a TR program consisting of eight whole-body exercises performed in three sets of 10-15 repetitions, in three weekly sessions, on alternate days, over 12 weeks. The CON did not perform any intervention. We determined muscular strength, functional fitness, body composition, and metabolic biomarkers of cardiovascular risk at baseline and the end of the intervention. Generalized estimating equations were used to compare the crude difference in dependent variables between CON and TG groups and as a function of time. Finally, the TG was stratified into tertiles from the change in SMM, resulting in lower (INF, n = 20), middle (MED, n = 21), and upper (SUP, n = 21) tertiles according to responsiveness to increased SMM. Significant increases were found in all isoinertial maximal strength tests in the TG compared to the CON ($P < 0.001$). TR resulted in increased isokinetic maximal strength in the movements of extension (60° -s-1 and 180° -s-1) and knee flexion (60° -s-1) ($P < 0.05$). A significant improvement in performance in the five times sit-to-stand test over time and in the handgrip strength tests was revealed in the TG compared to the CON ($P < 0.05$). A reduction in the total leg, trunk, and gynoid body adiposity was found in the TG ($P < 0.05$). In addition, a significant reduction in trunk fat was identified in the TG compared to the CON ($P < 0.05$). Both groups improved lipemia, whereas TG increased glucose, with no increase in Hba1c ($P > 0.05$). No differences were found between tertiles for isoinertial muscular strength and functional fitness indicators after RT ($P > 0.05$). Only the MED and SUP tertiles improved performance in the five times sit-to-stand test over time and in the handgrip strength tests ($P < 0.05$); however, with no differences between them and with the INF tertile ($P > 0.05$). There were no significant differences in total or segmental body adiposity between tertiles. However, a reduction in the total leg, trunk,

and gynoid fat was found in the INF tertile, whereas a decrease in total and trunk fat was revealed in the MED tertile ($P < 0.05$). However, the comparisons with the SUP tertile identified no significant difference in total or segmental body adiposity. There were no differences in glycemic and lipid profiles between tertiles. Our results suggest that responsiveness to increased SMM does not appear to influence the behavior of strength, functional fitness, body adiposity, and cardiovascular risk factors in older women after a 12-week TR program.

KEYWORDS: Strength training, hypertrophy, functional capacity, regional fat, blood biomarkers.

LISTA DE TABELAS

Table 1 Participants' characteristics at baseline.	52
Table 2 Changes in skeletal muscle mass, strength, and functional fitness between RTG and CON.....	53
Table 3 Changes in skeletal muscle mass, strength, and functional fitness between tertiles.	54
Table 4 Anthropometric characteristics and food habits at baseline.....	70
Table 5 Changes in SMM, isokinetic knee strength, body adiposity, and cardiovascular risk parameters over time stratified by groups.....	71
Table 6 Changes in SMM, isokinetic knee strength, body adiposity, and cardiovascular risk parameters over time stratified by tertiles.	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1-RM	Uma repetição máxima
30-s chair stand	Teste de sentar e levantar em 30 s
AIC	Critério de Informação de Akaike
AMM	Massa muscular apendicular
BMI	Índice de massa corporal
CCI	Coeficiente de correlação intraclasse
CI	Intervalo de confiança
CON	Grupo controle
CT	Colesterol total
DXA	Absortometria radiológica de dupla energia
EDTA	Ácido etilendiaminotetracético dipotássico
ELISA	Ensaio de imunoabsorção enzimática
EPM	Erro padrão de medida
FTSS	Sentar e levantar cinco vezes
HbA _{1c}	Hemoglobina glicada ou glicosilada
HDL-c	Lipoproteína de alta densidade do colesterol
HERITAGE	Saúde, fatores de risco, treinamento físico e genética
HIGH	Tercil superior
ICC	Coeficiente de correlação intraclasse
INF	Tercil inferior
IL-10	Interleucina-10
IL-1 β	Interleucina-1 beta
IL-6	Interleucina-6
IMC	Índice de massa corporal

ISOK	Isocinética
LDL-c	Lipoproteína de baixa densidade do colesterol
LOW	Tercil inferior
MED	Tercil médio
MID	Tercil médio
Nm	Newton por metro
QIC	critério de <i>quasi-verossimilhança</i> sob o modelo de independência
RT	Treinamento resistido
RTG	Grupo treinamento resistido
SEM	Erro padrão de medida
SF-36	Questionário curto de 36 itens
SMM	Massa muscular esquelética
SPPB	Bateria curta de performance física
STL	Soma da carga total
SUP	Tercil superior
T2	Tipo 2
TG	Triglicerídeos
TLCC	Teste de levantar da cadeira e caminhar
TMAM	Tecido mole apendicular magro
TR	Treinamento resistido
TSL30	Teste de sentar e levantar em 30 s
TUG	<i>timed-up-and-go</i>
TVM	Teste de velocidade de marcha
VLDL-c	Lipoproteína de muito baixa densidade do colesterol

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 Massa muscular esquelética: saúde e envelhecimento.....	18
1.2 Responsividade ao exercício físico	19
1.3 Massa muscular e força muscular.....	20
1.4 Massa muscular e aptidão funcional	21
1.5 Massa muscular e adiposidade corporal	21
1.6 Massa muscular e fatores de risco cardiovascular	22
2 OBJETIVOS	25
2.1 Objetivo Geral.....	25
2.2 Objetivos Específicos.....	25
3 HIPÓTESES	26
4 MÉTODOS	27
4.1 Delineamento experimental	27
4.2 Participantes	29
4.3 Antropometria	30
4.4 Composição corporal	31
4.5 Força muscular isoinercial	31
4.6 Força muscular isocinética.....	32
4.7 Aptidão funcional	33
4.8 Biomarcadores metabólicos	34
4.9 Treinamento resistido	35
4.10 Hábitos alimentares	35
4.11 Análise estatística	36
5 RESULTADOS	37
5.1 Artigo 1 – Skeletal muscle mass: does it even matter? Effects of responsiveness to muscle mass gains in strength and functional fitness after a resistance training program in older women	38
5.1.1 Introduction	40
5.1.2 Methods.....	41
5.1.2.3 Experimental design.....	41
5.1.2.4 Participants	41
5.1.2.5 Anthropometry	42
5.1.2.6 Body composition.....	42
5.1.2.7 Dynamic muscle strength	42
5.1.2.8 Functional fitness	43
5.1.2.9 RT protocol	44

5.1.2.10 Dietary intake	44
5.1.2.11 Statistical analysis.....	44
5.1.3 Results.....	45
5.1.3.1 Changes in SMM, muscle strength, and functional ability between RTG and CON	45
5.1.3.2 Changes in muscle strength and functional ability between LOW, MOD, and HIGH	46
5.1.4 Discussion	47
5.1.5 Conclusion	48
5.2 Artigo 2 - Is it bigger equals better? Effects of responsiveness to muscle mass gains and changes in body adiposity and cardiovascular risk factors in older women after 12 weeks of resistance training.....	55
5.2.1 Introduction	57
5.2.2 Methods.....	58
5.2.2.1 Experimental design.....	58
5.2.2.2 Participants	58
5.2.2.3 Anthropometry	59
5.2.2.4 Skeletal muscle mass assessment.....	59
5.2.2.5 Isokinetic muscle strength.....	59
5.2.2.6 Biochemical analysis.....	60
5.2.2.7 RT program.....	60
5.2.2.8 Dietary intake	61
5.2.2.9 Statistical analysis.....	61
5.2.3 Results.....	62
5.2.3.1 Changes in SSMM, isokinetic muscle strength, body adiposity, and CV risk factors between RTG and CON	62
5.2.3.2 Changes in SSMM, isokinetic muscle strength, body adiposity, and CV risk factors between tertiles	63
5.2.4 Discussion	63
5.2.5 Conclusion	65
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	73
6.1 Aplicações práticas	73
6.2 Futuras perspectivas.....	74
REFERÊNCIAS	75
APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido	84
ANEXO A – Carta de aprovação do projeto pelo comitê de ética.....	86
ANEXO B – Modelo do recordatório alimentar	91
ANEXO C – Exemplos de porções apresentadas às participantes	92

1 INTRODUÇÃO

1.1 Massa muscular esquelética: saúde e envelhecimento

A massa muscular exerce papel de destaque para os movimentos corporais, manutenção da postura, controle de peso, proteção de articulações, controle metabólico, entre outras (FRONTERA & OCHALA, 2015; MUKUND & SUBRAMANIAM, 2020). Por outro lado, a redução da massa muscular, muito frequente com o envelhecimento ou em decorrência de doenças crônico-degenerativas ou, até mesmo, em virtude da inatividade física, pode resultar em declínio da força muscular e aptidão funcional, diminuição das atividades físicas da vida diária, aumento do número de quedas e fraturas, comprometimento da saúde metabólica e obesidade (CRUZ-JENTOFT et al., 2019; DE SANTANA et al., 2021; SHUR et al., 2021). Portanto, a manutenção ou aumento da massa muscular, especialmente na população idosa é fundamental para a saúde, qualidade de vida e longevidade.

A redução da massa muscular com o avanço da idade, tanto em homens quanto em mulheres, tem sido relacionada à diversas causas, tais como a redução da ingestão energética, aumento progressivo de tecido não contrátil, degeneração de junções neuromusculares e redução dos níveis de atividade física (BATSIS & VILLAREAL, 2018; PAPADOPOULOU, 2020; TZENG et al., 2020). Vale destacar que, embora o declínio seja observado nos diferentes segmentos corporais, a taxa de redução da massa muscular, em geral, é maior em membros inferiores do que em membros superiores (JANSSEN et al., 2000), tendo um grande impacto sobre diversas atividades, relativamente simples, da vida diária, tais como sentar e levantar de uma cadeira, caminhar, subir e descer escadas, entre outras (CRUZ-JENTOFT et al., 2019; LAURETANI et al., 2003; ZHANG et al., 2020).

Nesse sentido, a prática regular de treinamento resistido (TR) e o controle da ingestão proteica têm sido apontados como estratégias valiosas para a preservação ou ganho de massa muscular, sobretudo em idosos (CHEN et al., 2021; MENDE et al., 2022; TESSIER & CHEVALIER, 2018). Entretanto, muitas das respostas adaptativas ao TR parecem ser indivíduo-dependentes, ou seja, no caso da massa muscular, a magnitude das modificações pode variar acentuadamente, em virtude de diversos fatores como idade (LEE & NEPPL, 2021), intensidade e volume do treinamento (SCHOENFELD et al., 2017; SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017), ingestão proteica (NABUCO et al., 2019), resistência anabólica (MORTON et al., 2018), entre outros.

1.2 Responsividade ao exercício físico

A heterogeneidade nas respostas a um determinado tratamento (fármaco, suplemento nutricional, dieta, entre outros) tendo sido denominada na literatura como responsividade. Nesse sentido, as nomenclaturas respondedores e não-respondedores têm sido frequentemente utilizadas para classificar o comportamento de diferentes indivíduos, a partir da resposta alcançada por meio de um tratamento específico (URYNIAK et al., 2011). As possíveis explicações para este fenômeno, ainda, não estão bem estabelecidas pela literatura, podendo estar associadas ao efeito isolado ou combinado de variáveis moderadoras ou mediadoras, que podem explicar a relação entre diferentes variáveis ou o quanto uma determinada variável pode influenciar o relacionamento entre duas variáveis específicas (dependente e independente).

A respeito do exercício físico, a responsividade começou a ser investigada a partir da década de 1980, no contexto do exercício aeróbico, em gêmeos monozigóticos, revelando que após 20 semanas de intervenção, com incrementos na capacidade aeróbia variando de 0 a 41% (PRUD'HOMME et al., 1984). Outros estudos investigando a responsividade ao exercício físico apresentaram resultados semelhantes, uma melhora nos valores médios dos grupos, com uma discrepância interindividual considerável em diversos desfechos (DESPRÉS et al., 1984; SIMONEAU et al., 1986). Estes achados culminaram no desenvolvimento no principal este sobre responsividade desenvolvido até este momento, o HERITAGE *Family Study*, um projeto que se propôs a investigar o impacto de fatores modificáveis e não modificáveis nas respostas interindividuais ao exercício físico (BOUCHARD; RANKINEN, 2001). O estudo revelou que fatores como idade, sexo e etnia parecem exercer reduzida influência na relação entre exercício aeróbico e modificação dos desfechos investigados, ao passo que características genéticas e o comportamento inicial, revelado na linha de base, podem acelerar ou atenuar as respostas adaptativas.

Embora o exercício aeróbico possa produzir respostas adaptativas heterogêneas em diferentes indivíduos, pouco se sabe sobre a responsividade aos efeitos do TR, sendo um fenômeno investigado mais recentemente (PICKERING; KIELY, 2019), particularmente, no que tange ao aumento da massa muscular. Nesse sentido, existem indivíduos que respondem melhor do que outros a um mesmo estímulo e em condições similares (PICKERING & KIELY, 2019).

Uma das primeiras investigações que analisaram a heterogeneidade das respostas induzidas pelo TR sobre a força e massa muscular, em homens e mulheres, de diferentes faixas etárias, foi conduzida por Ahtiainen et al. (2016). Apesar de um aumento significativo, a variação nos ganhos de massa muscular entre os participantes foi na ordem de -11% à 30%, demonstrando que embora o TR seja a principal estratégia

recomendada para o aumento da massa muscular, nem todos os indivíduos alcançam este benefício com o treinamento.

Recentemente, a variabilidade interindividual ao ganho de massa muscular foi analisada em resposta ao TR realizado com diferentes volumes, após 12 e 24 semanas, em mulheres idosas (NUNES et al., 2021). As participantes foram submetidas a um programa de treinamento de corpo inteiro, composto por oito exercícios que foram realizados em uma única série nas primeiras 12 semanas e em duas séries nas últimas 12 semanas do período experimental. Após as primeiras 12 semanas, pouco menos da metade das participantes (17/39) foram consideradas respondedoras ao aumento de massa muscular. Após o aumento do volume de treinamento, apenas três das participantes não-respondedoras se tornaram respondedoras. Estes achados indicam que as mudanças na massa muscular podem ser influenciadas por outros fatores, independente do volume e do tempo de treinamento.

1.3 Massa muscular e força muscular

Uma das primeiras variáveis relacionada ao aumento da massa muscular é a força, de modo que a redução ou o aumento da massa muscular pode interferir direta ou indiretamente no processo de geração de força (FOLLAND & BALSHAW, 2021). Nesse contexto, Moritani e DeVries (1979) propuseram um modelo teórico no qual o aumento da força em resposta ao TR ocorreria em duas fases distintas, sendo que na primeira fase, o aumento da força estaria associado ao aprendizado da tarefa motora, um fenômeno denominado de adaptações neurais, ao passo que na segunda fase os aumentos de força seriam dependentes do aumento da massa muscular (hipertrofia).

De fato, alguns estudos das últimas décadas têm revelado importante relação entre força muscular e hipertrofia ($r = 0,46 - 0,70$) (BALSHAW et al., 2017; ERSKINE et al., 2014; HIGBIE et al., 1996). Por outro lado, alguns pesquisadores advogam que tanto o ganho de força quanto a hipertrofia muscular podem ocorrer de forma independente (BUCKNER et al., 2016, 2021; LOENNEKE et al., 2019; ROBERTS et al., 2020). Nesse sentido, a despeito da significância estatística, Erskine et al. (2010) e Ahtiainen et al. (2016) encontraram uma fraca correlação entre o aumento de força e os ganhos de massa muscular ($r = 0,15$ e $0,16$, respectivamente). Portanto, tal relação precisa ser investigada com maior profundidade, especialmente em idosos, em virtude da importância desses componentes para a saúde, qualidade de vida e autonomia funcional.

1.4 Massa muscular e aptidão funcional

O declínio da aptidão funcional e a fragilidade são efeitos não desejados do envelhecimento, os quais implicam em maior risco de queda e incapacidade, sobretudo, na população idosa (MAKIZAKO et al., 2015; IKEGAMI et al., 2019). Assim, o aumento da atividade física, em especial, a partir da prática de exercícios físicos, com destaque para o TR, é um dos principais fatores modificáveis que podem melhorar diferentes componentes da aptidão física na população idosa (IZQUIERDO et al., 2021). Embora a relação entre o aumento da força e da massa muscular em resposta ao TR tenha sido mais explorada pela literatura científica, estudos recentes têm demonstrado uma importante relação, também, entre a massa muscular e a aptidão funcional (AKIMA et al., 2020; ORSATTI et al., 2017; PATIÑO-VILLADA et al., 2020).

Nesse sentido, Akima et al. (2020) identificaram uma correlação inversa entre o tempo da realização de testes funcionais (deitar e levantar; sentar, levantar e caminhar 5 m) e a massa corporal magra, em idosos japoneses e brasileiros ($r = -0,47$ e $-0,72$, respectivamente). Esses resultados sugerem que a capacidade de realizar atividades de vida diária pode ser parcialmente explicada pela massa magra. Vale ressaltar que a aptidão funcional ocupa uma posição de destaque para a população idosa, uma vez que uma baixa aptidão funcional está relacionada a fragilidade, institucionalização e mortalidade precoce (BALTASAR-FERNANDEZ et al., 2021; JUNG et al., 2018).

Em um estudo transversal, Orsatti et al. (2017) investigaram as possíveis associações entre a performance em diferentes testes funcionais e a massa muscular apendicular absoluta e relativa. Os autores revelaram que a massa muscular apendicular é um preditor significativo nos testes de caminhada de 6 min, score do *Short Physical Performance Battery* (SPPB), questionário de capacidade funcional SF-36, e Z-escore da somatória das três medidas, reforçando a ideia de que a massa muscular pode influenciar de maneira importante a aptidão funcional. Dessa forma, embora força e aptidão funcional exerçam papel de proteção contra quedas e fragilidade (CADORE & IZQUIERDO, 2018; MERCHANT et al., 2021), a massa muscular pode ser um importante aliado nesse processo.

1.5 Massa muscular e adiposidade corporal

O tecido adiposo teve seu papel no organismo revisto nos últimos anos, de modo que a sua participação no controle metabólico tem atraído a atenção da comunidade científica (LEAL; LOPES; BATISTA, 2018). O aumento do tecido adiposo, especialmente nas vísceras, resulta na liberação de adipocinas pró-inflamatórias que provocam inflamação de baixo grau e que pode acarretar resistência à insulina,

desenvolvimento de diabetes tipo 2 e doenças cardiovasculares (MRAZ; HALUZIK, 2014; LEAL; LOPES; BATISTA, 2018; SEVERINSEN; PEDERSEN, 2020). Por outro lado, a hipertrofia muscular acarreta aumento do gasto energético e da taxa metabólica basal (CATOIRE et al., 2014; KANG et al., 2021; PICOLI et al., 2020; ZOICO et al., 2004). Além disso, o músculo esquelético está envolvido na regulação do metabolismo lipídico por meio da secreção de miocinas anti-inflamatórias, estas que estão envolvidas na lipólise (SEVERINSEN; PEDERSEN, 2020). Tais características tornam possível uma relação entre o aumento do músculo esquelético e a redução do tecido adiposo.

Em um investigação bastante interessante, Kim et al. (2014) analisaram a relação entre massa muscular e gordura visceral, por meio de um estudo observacional prospectivo. As mudanças reveladas no tecido mole apendicular magro (TMAM) foram negativamente correlacionadas com a gordura visceral na linha de base. Adicionalmente, mulheres com maior obesidade visceral tiveram uma maior redução no TMAM, indicando a necessidade de investigações mais consistentes sobre o impacto das possíveis modificações da gordura localizada no comportamento da massa muscular e vice-versa. Nesse sentido, o TR parece ser eficaz na redução do tecido adiposo simultaneamente ao aumento da massa muscular (CAVALCANTE et al., 2018; CUNHA et al., 2018). Em idosos, a redução da massa muscular, concomitantemente com o aumento do tecido adiposo, está associada à obesidade sarcopênica, condição que aumenta o risco para desenvolvimento de síndrome metabólica, institucionalização e mortalidade (ROH & CHOI, 2020).

Cavalcante et al. (2018) verificaram uma remodelagem de tecido, com aumento da massa muscular e redução da gordura em idosas que realizaram TR durante 12 semanas em diferentes volumes, de modo que mesmo em volumes mais baixos o TR parece ser eficaz na melhora da composição corporal. Nesse sentido, é plausível hipotetizar que uma maior responsividade ao aumento da massa muscular possa favorecer uma maior redução da adiposidade corporal.

1.6 Massa muscular e fatores de risco cardiovascular

Para além dos conhecidos benefícios associados ao TR, o papel do ganho de massa muscular sobre indicadores de saúde cardiovascular não tem sido estudado com profundidade. Um parâmetro de grande relevância para a redução do risco cardiovascular é o perfil glicêmico, sendo o TR recomendado para o controle da glicemia e, conseqüentemente, proteção contra o desenvolvimento de diabetes tipo 2 (KANALEY et al., 2022). O TR gera a captação da glicose a partir da contração muscular por vias independentes da insulina durante e após o exercício (BIRD & HAWLEY, 2017). Além

disso, o tecido muscular secreta citocinas com a potencial função de regulação insulino dependente da captação de glicose e do seu metabolismo, como por exemplo a interleucina-6, que quando expressa, torna possível o aumento da captação de glicose pelo músculo, aumentando a sensibilidade à insulina (DOMIN et al., 2021; GARCÍA-HERMOSO et al., 2022). Dessa forma, é plausível acreditar que o aumento da massa muscular, quando moderada pelo TR, tenha capacidade de modificar o perfil glicêmico.

Mavros et al. (2013) investigaram as possíveis relações entre a mudança na composição corporal moderada pelo TR progressivo e a melhora do perfil glicêmico em idosos, revelando uma tendência na redução da hemoglobina glicada no grupo que realizou TR progressivo em comparação com o grupo controle. Em seguida, os autores dividiram o grupo TR progressivo em dois grupos, participantes que aumentaram e que reduziram a massa muscular. A análise revelou que os participantes que aumentaram a massa muscular tiveram redução significativa da hemoglobina glicada, embora sem diferenças do grupo controle, indicando um possível efeito do aumento da massa muscular no controle do perfil glicêmico.

Adicionalmente, o perfil lipídico exerce papel clinicamente relevante para o aumento ou redução do risco cardiovascular (MENDOZA; KACHUR; LAVIE, 2022). O perfil lipídico alterado acarreta dislipidemia, disfunção caracterizada como o acúmulo de lipoproteínas plasmáticas, o qual leva ao desenvolvimento de aterosclerose (quadro clínico que consiste na formação de placas de colesterol com outros elementos). A aterosclerose, quando associada a inflamação crônica, é um dos principais mecanismos que pode induzir o aparecimento de doenças cardiovasculares (FERRUCCI & FABRI, 2018; MENDOZA et al., 2022). Por sua vez, o TR parece ser eficaz para a melhoria do perfil lipídico e redução da inflamação (MAGALHÃES et al., 2022; TOMELERI et al., 2016), se mostrando uma valiosa intervenção terapêutica não-farmacológica para a redução de risco cardiovascular.

Dada a sua relação inversa com risco cardiovascular (GUNGOR et al., 2022), o aumento da massa muscular pode interagir com o perfil lipídico, fato esse que pode ser interessante para populações clínicas com dislipidemia e/ou aterosclerose. Recentemente, um estudo longitudinal investigou a relação entre o índice de massa muscular (massa muscular apendicular dividida pelo índice de massa corporal) e os níveis de LDL-c em 22.672 adultos de meia idade, revelando que os participantes com menor índice de massa muscular tiveram maiores concentrações de LDL-c e maiores chances de desenvolver dislipidemia (LEE et al., 2021). Em outro estudo, Vella et al. (2020) revelaram que indivíduos idosos posicionados nos maiores quartis de massa muscular apresentavam também menores concentrações de colesterol total, bem como

menores de trigliceridemia. Essas informações ilustram o fato de que a massa muscular pode ser um aliado importante na redução do risco de doenças cardiovasculares.

Apesar das informações apresentadas nesta breve introdução, pesquisas com ênfase na análise da relação entre TR, aumento da massa muscular e indicadores de risco cardiovasculares são escassas. Dessa forma, estudos mais robustos sobre o impacto do aumento da massa muscular nos desfechos em saúde podem trazer importantes contribuições, em especial, para a saúde da população idosa.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Comparar os efeitos da responsividade ao aumento da massa muscular em resposta ao TR sobre componentes da composição corporal, aptidão funcional, força muscular e indicadores de risco cardiovascular em mulheres idosas.

2.2 Objetivos Específicos

Analisar a relação entre as modificações na massa muscular sobre:

- O desempenho em testes de uma repetição máxima (1-RM), de velocidade de marcha, de levantar da cadeira e caminhar, de sentar e levantar em 30 s e de sentar e levantar cinco vezes.
- As mudanças na adiposidade corporal total e segmentar (braços, pernas, tronco, androide e ginoide);
- As mudanças na razão da gordura androide e ginoide;
- Indicadores de risco cardiovascular (glicose, hemoglobina glicada, triglicerídeos, colesterol total e suas frações HDL-c, LDL-c e VLDL-c).

3 HIPÓTESES

Com base nas informações disponíveis na literatura até o presente momento, as principais hipóteses para este estudo são:

- Participantes mais responsivas ao aumento da massa muscular terão maior redução da adiposidade corporal total e androide, sem diferenças para tronco, braços, pernas e ginoide comparadas às participantes menos responsivas.
- Não haverá diferença entre participantes mais e menos responsivas ao aumento da massa muscular na melhora da força e da aptidão funcional.
- Participantes mais responsivas ao aumento da massa muscular terão maior redução na glicose e na hemoglobina glicada.
- Não será observada diferença entre participantes mais e menos responsivas ao aumento da massa muscular nos marcadores de lipemia.

Acreditamos que haverá maior redução na gordura corporal e androide em participantes mais responsivas ao aumento da massa muscular partindo do pressuposto de que a massa muscular influencia positivamente no aumento do gasto energético total. Considerando que a massa muscular secreta citocinas anti-inflamatórias é esperado que essa exerça um papel importante no controle do tecido adiposo androide que, por sua vez, está relacionado com inflamação de baixo grau.

Espera-se encontrar uma melhoria na glicemia em jejum e na hemoglobina glicada em participantes mais responsivas ao aumento da massa muscular, em função do papel da massa muscular no metabolismo da glicose e da liberação de miocinas anti-inflamatórias.

Por fim, o aumento da força e da aptidão funcional não deve se diferir entre os grupos submetidos ao TR em função dessas variáveis estarem atreladas a uma melhora da qualidade muscular. Além disso, acreditamos que a lipemia também não será relacionada à variação da massa muscular, em função dessa ter uma maior relação com os hábitos nutricionais do que com o TR propriamente dito.

4 MÉTODOS

4.1 Delineamento experimental

O presente estudo faz parte do “Estudo Longitudinal Envelhecimento Ativo”, parcialmente financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Processo 310957/2021-4). Para esta investigação foram utilizados dados coletados entre novembro de 2021 e junho de 2022. O estudo teve duração total de 18 semanas, das quais as semanas 1 a 3 foram dedicadas à seleção da amostra, avaliações, testes e medidas de linha de base. Já nas semanas 4 a 15, as participantes ou realizaram a intervenção proposta, caracterizando-se assim o GT, ou não tiveram intervenção, caracterizando-se assim o CON. Por fim, as semanas 16 a 18 foram utilizadas para a reavaliação das participantes (**Figura 1**). Os hábitos alimentares foram monitorados nas primeiras duas e nas últimas duas semanas de intervenção. Todos os testes foram conduzidos pelos mesmos avaliadores nos momentos de coleta, o que garante uma melhor reprodutibilidade em cada medida.

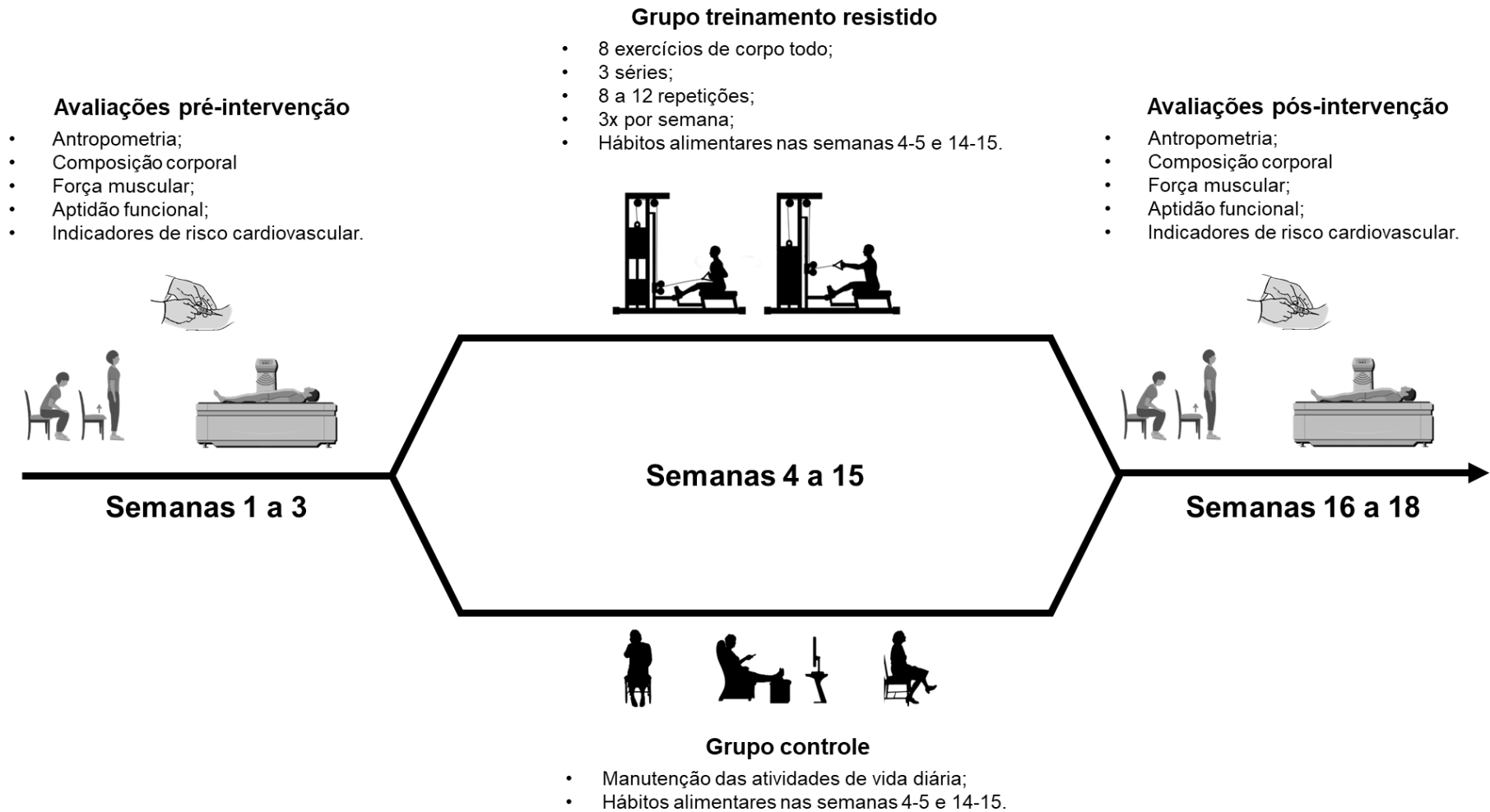


Figura 1 Desenho experimental do estudo

4.2 Participantes

O recrutamento da amostra foi realizado de forma não-probabilística com gerenciamento intencional, onde o projeto foi divulgado por meio de informativos noticiados nos principais veículos de comunicação (jornais, rádios e canais de televisão) e mídias sociais (*Whatsapp*, *Instagram* e *Facebook*). A seleção da amostra transcorreu a partir de uma entrevista prévia e uma anamnese clínica, onde as participantes estariam aptas a participarem do estudo se satisfeitos os pressupostos previamente estabelecidos. Assim, para a inclusão no estudo, as participantes deveriam atender aos seguintes critérios: a) idade > 60 anos; b) sexo feminino; c) fisicamente independente; d) ausência de cardiopatias, diabetes e/ou hipertensão não-controlada; e) estar sem realizar atividade física sistematizada a pelo menos seis meses. Adicionalmente, as participantes só foram incluídas e liberadas para a prática do TR após a realização de um teste de esforço com eletrocardiograma de 12 derivações por um médico cardiologista. Por fim, o critério de exclusão foi definido como: a) o não cumprimento de pelo menos 80% das sessões de TR; b) não realização das avaliações pré e/ou pós intervenção; c) envolvimento com outro programa de exercício durante o período de experimental. Inicialmente, 157 participantes foram consideradas elegíveis e realizaram as avaliações de linha de base. Destas, 8 das 157 participantes não realizaram avaliações pós intervenção, 13 participantes não realizaram a avaliação da massa muscular antes e/ou após a intervenção e 13 participantes não realizaram ao menos 80% das sessões de TR. Por fim, 123 participantes foram incluídas na análise, entre elas, n = 61 no CON e n = 62 no GT. Para a análise *a posteriori*, as participantes do GT foram estratificadas em tercís a partir das mudanças na massa muscular, a fim de investigar se haviam diferenças entre eles (em especial, tercil inferior e superior) para a melhora nas variáveis dependentes. Após serem informadas da finalidade e procedimentos do estudo, todas as participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A). O projeto original foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina (Anexo A), o qual está de acordo com a Declaração de Helsinque. O fluxograma adotado para este estudo é ilustrado na **Figura 2**.

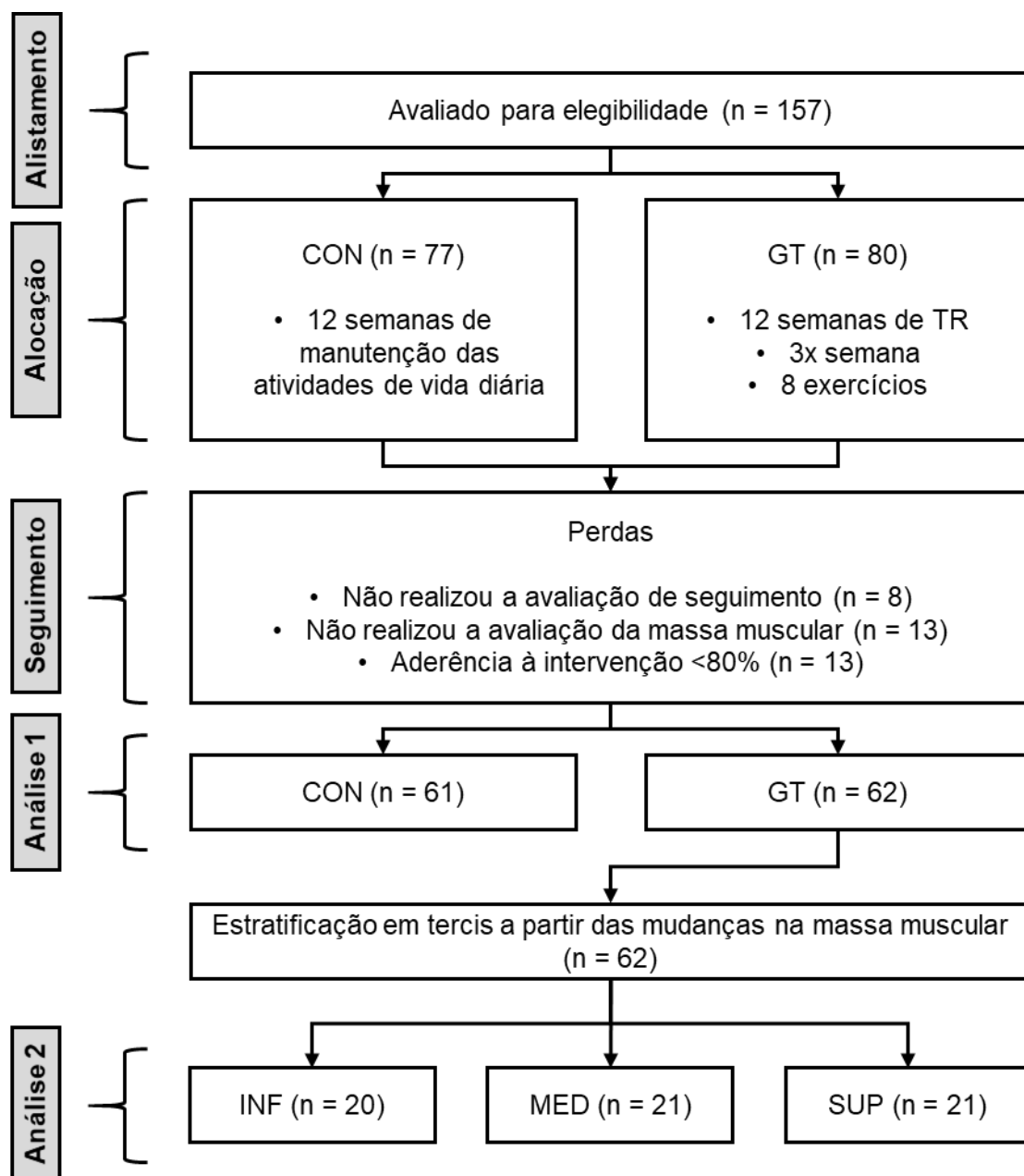


Figura 2 Fluxograma do estudo. CON = controle, GT = grupo treinamento resistido, INF = tercil inferior, MED = tercil médio, SUP = tercil superior.

4.3 Antropometria

A massa corporal foi medida por meio de uma balança eletrônica Balmak, com precisão de 0,1 kg (*Laboratory Equipment Labstore*, Curitiba, Paraná, Brasil). A estatura foi obtida em um estadiômetro acoplado à balança, com precisão de 0,1 cm. As participantes foram medidas com roupas leves e descalças. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado como base na relação massa corporal (kg) / estatura (m) ao quadrado.

4.4 Composição corporal

A massa livre de gordura, a massa gorda e o tecido magro e mole apendicular foram estimados por meio de exames realizados em um equipamento de absorptometria radiológica de dupla energia (DXA) Lunar Prodigy, modelo NRL 41990 (GE Lunar, Madison, WI, USA). A partir dos valores de tecido mole apendicular magro, a massa muscular esquelética foi estimada pela equação de Kim et al. (2002):

$$\text{Massa muscular (kg)} = (1,13 * \text{TMAM}) - (0,02 * \text{idade}) + (0,61 * \text{sexo}) + 0,97$$

Nessa equação, o tecido mole apendicular magro é representado pela sigla TMAM, a idade é representada em anos e o sexo é apresentado como: mulheres = 0 e homens = 1. Antes dos exames, as participantes foram instruídas a remover todos os objetos de metal. O escaneamento foi realizado com as participantes em decúbito dorsal, com os pés fixados por faixas elásticas para evitar qualquer movimento durante o exame, enquanto as mãos foram posicionadas em posição pronada dentro da área demarcada. Tanto a calibração quanto as análises foram realizadas por um técnico especializado em radiologia. A calibração seguiu as recomendações do fabricante. O software Lunar Prodigy DXA System v.9.3 (GE Lunar, Madison, WI, USA) gerou linhas separando os diferentes segmentos corporais (tronco, braços e pernas), de acordo com os hemisférios direito e esquerdo, que foram ajustadas pelo mesmo técnico. A adiposidade corporal foi analisada a partir da gordura total e segmentada (androide, ginoide, de tronco, braços e pernas), sendo calculada, também, a razão entre gordura androide e gordura ginoide. A qualidade de medida do nosso laboratório para essas variáveis são: coeficiente de correlação intraclasse (CCI) de 0,990 e 0,980 para massa músculo esquelética e gordura corporal, respectivamente, bem como um erro padrão de medida (EPM) de 0,290 kg e 0,90 kg para massa músculo esquelética e gordura corporal, respectivamente (TOMELERI et al., 2017).

4.5 Força muscular isoinercial

A força muscular isoinercial foi determinada a partir de testes de uma repetição máxima (1-RM) em três exercícios que foram executados na seguinte ordem: supino sentado, cadeira extensora e rosca *scott*. Cada teste foi precedido por uma série de aquecimento com 50% da carga estimada para a primeira tentativa. Em seguida, foi fornecido um intervalo de dois minutos para as participantes iniciarem a primeira tentativa. Em cada sessão, cada participante realizou três tentativas com intervalo de três a cinco minutos entre elas em um mesmo exercício e um intervalo de cinco minutos

entre os exercícios. Em cada tentativa foi fornecido um encorajamento verbal para as participantes tentarem completar duas repetições com a carga imposta. Em caso de sucesso ou fracasso a carga foi aumentada ou reduzida, respectivamente, de 3 e 10%, de acordo com o grau de facilidade e ou dificuldade da executante percebida pelo avaliador. Para a determinação da carga máxima em cada exercício foram realizadas três sessões de testes, sendo considerada 1-RM a carga mais alta levantada nessas sessões em uma única ação muscular voluntária máxima. Todas as sessões foram supervisionadas por pesquisadores e profissionais de Educação Física com experiência em TR para garantir a qualidade dos movimentos, a segurança e a integridade física das participantes. A qualidade das medidas obtidas pelo nosso laboratório para os exercícios utilizados foram: EPM = 0,46 kg e CCI = 0,97 para supino vertical, EPM = 1,67 kg e CCI = 0,91 para a cadeira extensora e EPM = 0,93 e CCI = 0,93 para a rosca scott (NABUCO, 2018).

4.6 Força muscular isocinética

A força muscular isocinética de flexo-extensão de joelho foi avaliada com o dinamômetro isocinético Biodex System 3 (Biodex Medical Systems Ltda., Shirley, NY, USA). O aquecimento, que também serviu como familiarização para as participantes, consistiu na realização de 10 repetições de flexo-extensão submáximas a 60°/s. Duas tentativas consecutivas foram realizadas para cada movimento, com duas velocidades angulares: 60 e 180°/s, nesta ordem. Para cada velocidade, foram realizadas cinco repetições em cada tentativa, cada qual com duração de 5 s, tendo um intervalo de um minuto entre as séries. Dos procedimentos de ajuste da participante no equipamento, o eixo do braço de alavanca do dinamômetro foi alinhado com o eixo da articulação do joelho, isto é, alinhado com o epicôndilo lateral do fêmur. A perna dominante foi presa com uma tira de velcro acima do maléolo medial e outra acoplou a coxa dominante à cadeira de modo que a articulação do joelho tivesse liberdade para realizar uma amplitude de movimento de ~90°. As participantes foram orientadas para colocar as mãos nos ombros com os braços cruzados no peito para garantir uma maior reprodutibilidade. O valor do pico de torque para cada ação muscular foi expresso em Newton-metro (Nm). Os coeficientes de reprodutibilidade de EPM e CCI foram estabelecidos anteriormente em nosso laboratório para extensão a 60°/s (EPM = 3,7 Nm; CCI = 0,98), flexão a 60°/s (EPM = 2,6 Nm; CCI = 0,98), extensão a 180°/s (EPM = 3,1 Nm; CCI = 0,97) e flexão a 180°/s (EPM = 2,7 Nm; CCI = 0,93) (NUNES et al., 2020).

4.7 Aptidão funcional

A aptidão funcional foi analisada a partir dos testes de velocidade de marcha (TVM), *timed-up-and-go* (TUG), sentar e levantar em 30 s (TSL30), sentar e levantar cinco vezes (TSLCV) e força de preensão manual. Para o TVM, as participantes percorreram um trecho de 4 m (trecho do teste) demarcado com fitas adesivas no chão com 2 m adicionais antes e depois (área de escape) do trecho de medida do teste, totalizando 8 m de área demarcada. Os avaliadores instruíram as participantes a percorrerem os 8 m caminhando sob velocidade habitual do dia-a-dia, contudo, apenas o tempo o qual as participantes percorreram os 4 m centrais foi cronometrado e utilizado. O teste foi realizado três vezes, sendo utilizada a média das três tentativas, onde o valor foi expresso em s.

O TUG consistiu em a participante manter-se sentada em uma cadeira sem descanso para braços, apoiada na parede, com as costas tocando o encosto, os pés totalmente apoiados no chão e as mãos descansando sobre a coxa. Ao sinal do avaliador, a participante deveria levantar, caminhar, contornar um cone à 3 m em frente à cadeira, retornar se possível linearmente à cadeira e sentar novamente. Para realizar o trajeto, as participantes deveriam caminhar o mais rápido possível sem correr ou realizar fase aérea. Foram realizadas três tentativas por participante, sendo computado o melhor resultado. O valor obtido foi convertido em segundos.

O TSL30 foi conduzido por dois avaliadores experientes, os quais explicaram o protocolo do teste antes do início para as participantes. Com o tempo sendo cronometrado, as participantes foram instruídas a começar o teste quando recebessem o sinal do avaliador, este que realizava uma contagem regressiva antes do início. Do teste, as participantes deveriam sentar e levantar da cadeira o maior número possível de vezes sem parar durante 30 s, mantendo os braços cruzados sobre o peito. Foi contabilizado o número de repetições completas durante os 30 s de teste. Duas tentativas foram realizadas, sendo registrado o maior número de repetições alcançado em uma delas.

Por fim, o TSLCV foi conduzido aos mesmos preceitos do TSL30, à exceção de que, ao sinal do avaliador, a participante deveria realizar a ação de sentar e levantar da cadeira por cinco vezes o mais rápido o possível com os braços cruzados sobre o peito, onde o tempo do teste foi cronometrado e empregado. As participantes realizaram este teste apenas uma vez, com o valor sendo expresso em s.

A força de preensão manual da mão dominante foi determinada com um dinamômetro manual isométrico hidráulico (Jamar®, Sammons Preston Rolyan, Bolingbrook, IL, USA). Do posicionamento, as participantes foram posicionadas sentadas em uma cadeira com encosto e sem braços, de modo que os pés pudessem

ficar fixos ao chão e os joelhos fletidos em $\sim 90^\circ$. O cotovelo da mão dominante foi fletido em 90° segurando o dinamômetro enquanto o outro braço permaneceu relaxado ao lado do corpo. Do aquecimento, as participantes foram instruídas a realizarem 10 repetições de prensão, o que também foi utilizado como familiarização com o equipamento. Do teste, as participantes foram instruídas a “apertar” o dinamômetro o mais forte possível. Foram concedidas três tentativas, num intervalo de mínimo de dois minutos entre cada tentativa. O valor de cada ação muscular foi expresso em kg.

4.8 Biomarcadores metabólicos

As participantes foram instruídas a não ingerir álcool ou cafeína e não realizar exercícios vigorosos por pelo menos 72 h antes das coletas. As coletas de sangue foram obtidas em jejum de 12 h no período da manhã. Foram retirados cinco mililitros de sangue de uma das veias mais proeminentes da fossa cubital do braço e depois armazenado em um tubo com ácido etilenodiaminotetracético dipotássico (EDTA), um anticoagulante e conservante. Em seguida, as amostras foram centrifugadas a 3.000 rotações por minuto durante 15 min para a separação do soro e plasma, os quais foram armazenados a -80°C até o momento da análise. Foram avaliadas as seguintes variáveis: glicose, hemoglobina glicada (HbA_{1c}), colesterol total (CT), lipoproteína de baixa densidade (LDL-c), lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL-c), lipoproteína de alta densidade (HDL-c) e triglicérides (TG).

Os níveis séricos de glicose, HbA_{1c}, CT, TG e HDL-c foram dosados no Laboratório de Análises Clínicas do Hospital Universitário de Londrina. As análises foram realizadas em um sistema de autoanálise bioquímica com Kits comerciais (Dimension RxL Max - Siemens Dade Behring) compatíveis com as recomendações do fabricante. Após obtidas as amostras, foram determinadas as concentrações de glicose, CT, HDL-c, e TG. A medição da HbA_{1c} foi realizada com base no princípio imunoenensaio turbidimétrico de inibição, onde a medida da hemoglobina total é baseada em uma modificação da reação da hematina alcalina. Utilizando valores obtidos para cada uma destas substâncias a analisar, foi calculada e reportada a proporção relativa da hemoglobina total que é glicada. A hemoglobina foi medida a 405 e 700 nm. O LDL-c foi obtido por meio da equação de Friedewald, Levy e Fredrickson (1972), onde $\text{LDL-c} = \text{CT} - (\text{HDL-c} + \text{TG}/5)$, ao passo que o VLDL-c foi obtido a partir do valor de TG dividido por cinco. A HbA_{1c} foi expressa em percentual e tanto a glicose em jejum quanto a lipemia em mg/dL. Todas as amostras foram dosadas em duplicatas.

4.9 Treinamento resistido

O programa de TR foi realizado três vezes por semana, em dias não consecutivos (segundas, quartas e sextas-feiras) no período da manhã (entre 8h00min e 11h00min), com duração total de 12 semanas, ou seja, 36 sessões totais. O programa de TR consistiu de oito exercícios com pesos livres ou máquinas para o corpo todo, sendo estes: supino sentado, *leg press* horizontal, remada baixa fechada, cadeira extensora, tríceps na polia, cadeira flexora, rosca *scott* e panturrilha sentado. Todas as participantes realizaram três séries de 10-15 repetições em todos os exercícios, com um intervalo de descanso de 90 e 120 s entre as séries e exercícios, respectivamente. As participantes foram instruídas a inspirar na fase excêntrica e expirar na fase concêntrica, mantendo a velocidade de execução de 1:2 s, respectivamente. Todas as sessões de treinamento foram supervisionadas por profissionais de Educação Física qualificados e com ampla experiência neste tipo de exercício. O ajuste de carga foi feito individualmente, em cada exercício, sempre que a participante foi capaz de realizar em duas sessões consecutivas 12 repetições nas três séries. Nessas situações a carga foi aumentada entre 2 a 5% nos exercícios para tronco e membros superiores e de 5 a 10% nos exercícios para membros inferiores (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009), ficando mais próximo do limite inferior em exercícios monoarticulares e mais próximo do limite superior em exercícios multiarticulares.

4.10 Hábitos alimentares

Os hábitos alimentares foram monitorados nas duas primeiras e duas últimas semanas de intervenção a partir de recordatórios de 24 h. Os recordatórios foram obtidos em um dia durante a semana e um dia no final de semana (Anexo B). A coleta dos dados foi conduzida por nutricionistas habituados a este tipo de avaliação, utilizando registros fotográficos padronizados para a estimativa das porções dos alimentos e bebidas (Anexo C). As participantes foram instruídas a manterem seus hábitos alimentares e de consumo de água costumeiros durante as avaliações. Após as coletas, o consumo energético total e de macronutrientes ingeridos foi calculado a partir de um programa de avaliação nutricional *software* Virtual Nutri®. Quando um determinado alimento não se encontrava na base de dados do *software*, os alimentos foram adicionados manualmente tomando como base a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO, 2011).

4.11 Análise estatística

Medidas de tendência central e de dispersão foram apresentadas por meio de média e desvio padrão para dados descritivos e variáveis resposta, bem como intervalos de confiança de 95% para as variáveis dependentes. Análise de variância (ANOVA) *one-way* e o teste do qui-quadrado foram conduzidos para comparar os grupos na linha de base nas variáveis contínuas e dicotômicas, respectivamente. A estatística inferencial foi dividida em duas partes: primeiro, equações de estimativas generalizadas (EEG) foram utilizadas para comparar a diferença bruta entre nas variáveis dependentes entre grupos (GT e CON) em função do tempo, utilizando os valores de linha de base como covariável quando esta era significativa e o modelo tinha um melhor ajuste. Quando a estatística de Wald era significativa, o *post-hoc* de Bonferroni foi utilizado para identificar as diferenças entre os grupos. Para a obtenção do fator tempo foi utilizado o intervalo de confiança (IC 95%) da diferença média entre o valor pré e pós-treino, sendo considerado um efeito do tempo quando os limites inferior e superior do IC 95% não cruzam o zero. O GT foi estratificado em tercís em função das mudanças na massa muscular, resultando em tercís inferior (INF), médio (MED) e superior (SUP) de responsividade ao aumento da massa muscular. Neste momento, as variáveis dependentes foram comparadas usando uma análise de covariância (ANCOVA) para verificar o efeito da responsividade ao aumento da massa muscular, utilizando os valores de linha de base como covariável quando esta era significativa. A análise foi voltada para a identificação de diferenças entre INF e SUP. O critério de *quasi*-verossimilhança sob o modelo de independência (QIC) e o critério de informação de Akaike (AIC) foram utilizados para determinar o melhor ajuste das EEG e ANCOVA, respectivamente, e quando os modelos apresentavam ajuste semelhante e com covariáveis não-significantes, o modelo mais simples e com menos variáveis independentes foi adotado. O *d* de Cohen foi adotado para obter o tamanho de efeito em função do tempo, este que é calculado a partir da diferença entre os valores pré e pós-treino, dividido pelo desvio padrão agrupado (COHEN, 1992). A significância estatística adotada foi de 5%. As análises descritivas e modelos de ANOVA e ANCOVA foram conduzidas no software estatístico Jamovi (The Jamovi Project, Sidney, Austrália), versão 2.3 para Windows, ao passo que os modelos de EEG foram conduzidos no pacote estatístico SPSS (IBM Corp., Armonk, NY, USA), versão 26.0 para Windows.

5 RESULTADOS

Os resultados da presente dissertação foram delineados à estrutura de um modelo escandinavo, dando importância ao fato de que este apresenta os elementos introdutórios contextualizando o problema de maneira equivalente ao modelo convencional, o qual dará origem aos objetivos da dissertação. Todavia, seus resultados refletem a estrutura de um artigo científico, de modo que sua composição é coerente com as respectivas respostas à intervenção. Os resultados foram estruturados em dois artigos, de forma que os desfechos apresentados fossem consoantes uns com os outros. O primeiro analisou o efeito da responsividade ao aumento da massa muscular nas mudanças na força e capacidade funcional em resposta ao TR em mulheres idosas. O segundo investigou os efeitos da responsividade ao aumento da massa muscular nas mudanças na adiposidade corporal e em fatores de risco cardiovascular em mulheres idosas. Ambos os artigos serão submetidos ao *Journal of Strength and Conditioning Research*.

5.1 Artigo 1 – Skeletal muscle mass: does it even matter? Effects of responsiveness to muscle mass gains in strength and functional fitness after a resistance training program in older women

Short title: Skeletal muscle mass responsiveness and function

Authors: Natã Stavinski¹, Marcelo Carneiro¹, Gabriel Kunevaliki¹, Witalo Kassiano¹, Bruna Costa¹, Jarlisson Francsuel¹, Ian Tricoli¹, Danielle Venturini², Décio S. Barbosa², Edilson S. Cyrino¹

Affiliations: ¹Metabolism, Nutrition and Exercise Laboratory, Physical Education and Sport Center, State University of Londrina, Londrina, PR, Brazil. ²Clinical Analyses Laboratory, State University of Londrina, Londrina, PR, Brazil.

***Correspondence author:** Natã Stavinski. e-mail: natavinski@hotmail.com | ORCID number: 0000-0003-1868-7173. Metabolism, Nutrition, and Exercise Laboratory. Center of Health Sciences, State University of Londrina, Londrina 86039-440, PR, Brazil.

Affiliation where the research was conducted: Physical Education and Sport Center. State University of Londrina, Brazil.

Abstract

The present study analyzed the relationship between responsiveness to changes in skeletal muscle mass (SMM) and changes in strength, functional fitness, and body adiposity in older women in response to a resistance training program. One hundred-twenty-three older women (age: 69.5 ± 5.8 years, BMI: 28.4 ± 4.7 kg·m⁻²) were allocated either to a control (CON) or resistance training group (RTG), where the RTG was submitted to a resistance training program three days a week during 12 weeks. Following the intervention, the RTG was stratified according to changes in skeletal muscle mass in tertiles, as lower (LOW), middle (MID), and higher (HIGH) responsiveness to SMM changes. We determined appendicular lean soft tissue by dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) to estimate SMM. Dynamic strength was obtained by one-repetition maximum, while gait speed, timed-up-and-go, 30-s chair stand, five times sit-to-stand, and handgrip strength were used to assess functional fitness. No differences were found between tertiles in one-repetition maximum or functional fitness tests. However, only MID and HIGH significantly increased five times sit-to-stand (MID: -1.03 s (-1.73 to -0.34); HIGH: -0.73 s (-1.43 to -0.04)) and handgrip strength (MID: 1.64 kg (0.70 to 2.60); HIGH: 1.67 kg (0.72 to 2.61)) over time. Results suggest that SMM changes have little or no impact on strength and functional fitness in older women after 12 weeks of resistance training.

Keywords: strength training, body composition, older adults, function, aging.

5.1.1 Introduction

Skeletal muscle mass (SMM) plays a central role in body movement, posture maintenance, weight control, joint protection, and metabolic control, among others (FRONTERA; OCHALA, 2015; MUKUND; SUBRAMANIAM, 2020). In contrast, the progressive and generalized loss of SMM and function, defined as sarcopenia, can lead to a reduction of daily life activities, an increased number of falls and fractures, metabolic impairment, and obesity (CRUZ-JENTOFT et al., 2019; DE SANTANA et al., 2021; SHUR et al., 2021). As a countermeasure, resistance training (RT) promotes SMM maintenance and increases strength and functional improvement in older adults (FRAGALA et al., 2019).

Even though it is already established that RT stimulates SMM increase (FRAGALA et al., 2019), there are indications that some individuals have better adaptive responses than others to the same stimulus and under similar conditions (PICKERING; KIELY, 2019), with that being called responsiveness. While many variables influence such heterogeneity (SCHOENFELD et al., 2017; MORTON et al., 2018; DE SANTANA; CASTRO; CAVAGLIERI, 2021; LEE; NEPPL, 2021), recent findings enlighten the fact that differential responsiveness to SMM increases occurs despite the training volume and intervention duration (NUNES et al., 2021). In this regard, Ahtiainen et al. (2016) investigated the heterogeneity of RT-induced responses on SMM and strength in men and women of different age groups for 20-24 weeks. Although a significant increase in SMM was found, the variation between participants ranged from -11% to 30%, demonstrating that although RT is the main recommended strategy for increasing SMM, not all individuals achieve this benefit with training, especially at older ages.

Albeit SMM plays an important role in force generation, activities of daily living, and energy expenditure, it is not clear whether changes in SMM induced by RT influence variables such as strength, functional ability, or body adiposity. For instance, in the last decade, Balshaw et al. (2017) found a moderate correlation between changes in SMM and cross-sectional area ($r = 0.46$). However, in another study, Erskine et al. (2010) found a weak non-significant correlation between changes in voluntary muscle contraction and quadriceps volume ($r = 0.15$). Regarding functional fitness, a recent study by Orsatti et al. (2017) demonstrated that functional fitness might be related to SMM corrected by body fat whilst, conversely, Franzon et al. (2019) revealed that only muscle function, but not SMM, was associated with independent aging. Since the results are conflicting in the relationship between SMM changes and strength and functional ability changes, randomized controlled trials might add to this question to investigate the genuine role of responsiveness to SMM changes. Thus, this study aimed to investigate

the relationship between responsiveness to changes in SMM and changes in strength, functional ability and body adiposity in older women in response to a RT program.

5.1.2 Methods

5.1.2.3 Experimental design

The present study is part of the Active Aging Longitudinal Study, a research project that aims to analyze the effects of RT on different parameters of older women's health. For this investigation, the data of two arms of the project from trials conducted in 2021 and 2022 were used. The study lasted 18 weeks, from which 1–3 and 16–18 were dedicated to measurement collection. The same evaluators, to ensure reproducibility performed all tests. The participants took part in anthropometric, body composition, strength, and functional ability measurements. In weeks 4–15, the participants were allocated either to the RT group (RTG) or the control (CON).

5.1.2.4 Participants

The participants were recruited through the newspaper, radio advertising, and social media. The sample selection occurred after a previous interview, from which participants were considered eligible to join the study. Thus, participants should meet the following inclusion criteria: a) > 60 years; b) female; c) physically independent; d) absence of heart disease, uncontrolled hypertension and/or diabetes; and e) not performing systematic physical activity >1/wk in the three months before the study initiate. Furthermore, participants passed through a cardiologist evaluation to ensure they could be safely incorporated into the sample. Participants that did not: a) take part in at least 80% of the intervention; b) perform pre and/or post-intervention assessment; c) get involved in another physical activity program were excluded. One hundred fifty-seven participants were eligible and completed the baseline assessment. Eight of the 157 participants did not attend the follow-up, 13 did not carry out the muscle mass assessment, and 13 did not participate in at least 80% of the intervention. Finally, 123 participants were included in the analysis; 61 were in the CON, and 62 were in the RTG. For later analysis, the RTG was stratified in tertiles according to the SMM changes to investigate their differences (particularly between upper and lower tertiles) in the dependent variables. The participants were all informed of the aims and procedures of the experiment before it began, having signed an informed consent form. The University Ethics Committee approved the original project following the Declaration of Helsinki.

5.1.2.5 Anthropometry

Body mass was measured using a calibrated electronic scale with a precision of 0.1 kg (Balmak, Laboratory Equipment Labstore, Curitiba, Paraná, Brazil). Height was obtained using a stadiometer attached to the scale, with a precision of 0.1 cm. Participants were measured wearing light clothing and barefoot. The body mass index (BMI) was calculated as the body mass in kilograms divided by the square of the height in meters.

5.1.2.6 Body composition

Fat-free mass, fat mass, and appendicular lean soft tissue were estimated using a Lunar Prodigy dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) scan, model NRL 41990 (GE Lunar, Madison, WI, USA). Based on the appendicular lean soft tissue values, skeletal muscle mass was estimated by the equation proposed by Kim et al. (2002). The scanning was performed with the participants in the supine position, with the feet taped together by elastic bands to remain motionless during the scan. In contrast, the hands were positioned in a prone position within the demarcated area. Both calibration and analysis were performed by a technician specialized in radiology. Calibration followed the manufacturer's recommendations. The Lunar Prodigy DXA System v.9.3 software (GE Lunar, Madison, WI, USA) generated lines that set apart the different body parts (trunk, arms, and legs) according to the right and left hemispheres, which were adjusted by the same technician. The quality of those measurements was evaluated previously by our laboratory with test-retest assessments, resulting in an intraclass correlation coefficient (ICC) of 0.990 and 0.980 for skeletal muscle mass and body fat, respectively, as well as a standard measurement error (SEM) of 0.290 kg and 0.90 kg for skeletal muscle mass and body fat, respectively (TOMELERI et al., 2017).

5.1.2.7 Dynamic muscular strength

Muscular strength was determined by one repetition maximum (1-RM) tests in three exercises performed in the following order: vertical chest press, leg extension, and preacher curl. In addition, the sum of the total load (STL) was calculated by the sum of the three tests load. Each test preceded a warm-up series with 50% of the estimated load for the first attempt. Then, a two-minute break was given to the participants before the first attempt at the test. In each session, participants performed three attempts with an interval of three to five minutes between each attempt in the same exercise and a five-minute interval between exercises. In each attempt, verbal encouragement was provided. The participants were instructed to perform two repetitions with the imposed load in each attempt. Furthermore, the increase or decrease in overload varied between

3 and 10% according to the performer's degree of ease and/or difficulty as perceived by the evaluator. Three test sessions were performed To determine the maximum load in each exercise, with the highest load lifted in these sessions being considered 1-RM. All sessions were supervised by experienced Physical Education professionals in resistance training to guarantee the quality of the movements, safety, and physical integrity of the participants. The quality of measurements obtained by our laboratory for the exercises used were: EPM = 0.46 kg and ICC = 0.97 for vertical bench press, EPM = 1.67 kg and ICC = 0.91 for the leg extension and EPM = 0 .93 and CCI = 0.93 for the preacher curl (NABUCO, 2018).

5.1.2.8 Functional fitness

Functional fitness was determined through the gait speed, the timed-up-and-go (TUG), 30-s chair stand, the five times sit-to-stand (FTSS), and handgrip tests. For the gait speed, the participants walked 8 meters of distance marked with tapes on the floor, two meters for acceleration, 4 meters for the test section, and two meters for deceleration. The evaluators instructed the participants to walk at their usual speed; however, only the time they covered the central 4 m was timed. The test was performed three times, and the average was recorded and expressed in seconds. The TUG test consisted of the participant rising without the assistance of the arms from a chair, walking, turning around a cone 3 m far, returning to the chair, and sitting down again. The participants were instructed to walk as fast as possible without running. Three attempts were made per participant, and the best result was computed and expressed in seconds. In the 30-s chair stand test, the participants had to sit down and get up from the chair nonstop as many times as possible for 30 s, keeping their arms crossed over their chest. The number of repetitions was recorded. Two attempts were made, and the highest number of repetitions achieved in one of them was recorded. The FTSS test procedures were similar to the 30-s chair stand test, except that the participant was instructed to perform the sit-to-stand action from the chair nonstop five times as fast as possible, where the time was clocked and used. The participants completed the test only once, expressing the result in s. Finally, dominant handgrip strength was determined with a hydraulic isometric hand dynamometer (Jamar®, Sammons Preston Rolyan, Bolingbrook, IL). From the positioning, the participants were sited in a chair with a backrest and without arms, maintaining the feet on the floor and the knees flexed at $\sim 90^\circ$. The elbow of the dominant hand was flexed at 90° , holding the dynamometer while the other arm remained relaxed at the side of the body. Testing was preceded by a warm-up using a subjective low load with 10 repetitions, also used as a familiarization with the equipment. Participants were instructed to “squeeze” the dynamometer as hard as

possible during the tests. Three attempts were given, with a minimum interval of two minutes between each effort and between warm-up and the first attempt. The value of each muscle action was expressed in kg, and the highest value was computed.

5.1.2.9 Resistance training

The RTG performed the RT program thrice a week, on non-consecutive days in the morning, with a total duration of 12 weeks, i.e., 36 sessions. The RT whole-body program consisted of eight exercises: chest press, horizontal leg press, seated row, leg extension, triceps pushdown, leg curl, preacher curl, and seated calf raise. All participants performed three sets of 8-12 repetitions in all exercises, with a rest interval of 90–120 s and 120–180 s between sets and exercises, respectively. Participants were instructed to inhale in the eccentric phase and exhale in the concentric phase, maintaining the movement velocity at a ratio of 1:2 s, respectively. The load adjustment was individualized in each exercise whenever the participant was able to perform 12 repetitions in the three series in two consecutive sessions. In these situations, the load was increased by 2–5% in the trunk and upper limbs exercises and 5–10% in lower limbs exercises (ACSM, 2009).

5.1.2.10 Dietary intake

Eating habits were monitored in the first two and last two weeks of the intervention using the 24-hour dietary recall method, with records being obtained on one day during the week and one day on the weekend. Nutritionists used this type of assessment, using a standardized photographic manual to estimate food and beverage portions, and carried out data collection. During the evaluations, the participants were instructed to maintain their usual eating habits and water consumption. After the collections, the total energy intake and ingested macronutrients were calculated using the online nutritional software Virtual Nutri Plus (Keeple®, Rio de Janeiro, RJ, Brazil). When a particular food was not found in the software database, the foods were added manually based on the Brazilian Table of Food Composition (NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO, 2011).

5.1.2.11 Statistical analysis

Data are presented as mean, standard deviation, standard error, and 95% confidence intervals. One-way analysis of variance (ANOVA) and chi-squared tests were conducted to compare the continuous and dichotomous variables at the baseline. The inferential statistic was divided into two parts: first, generalized estimating equations (GEE) were used to compare the raw differences in dependent variables between groups

(RT and CON) and, over time, using baseline value as a covariate when the model was improved. When Wald's statistic was significant, Bonferroni's post-hoc test was used to estimate between-group effects. The time effect was interpreted from the 95% confidence interval (CI 95%) of the mean difference from pre to post-training (i.e., significance was reached when lower and upper confidence limits did not cross zero). Second, the RT was stratified in tertiles according to changes in SMM, resulting in groups with lower (LOW), middle (MID), and higher (HIGH) responsiveness to SMM increases. The raw differences in dependent variables were compared between tertiles using analysis of covariance (ANCOVA) to verify the effect of responsivity to SMM increase, using the baseline value as a covariate when it was significant. We focused mainly on the differences between LOW and HIGH. The quasi-likelihood information criterion (QIC) and the Akaike information criterion (AIC) were used to determine the best fit of the data to the GEE and ANCOVA models, respectively. When different models presented a similar fit, the one with fewer independent variables was adopted. Cohen's *d* was adopted to obtain the effect size (ES) over time, calculated as the difference between post-training and pretraining values divided by the grouped-pooled standard deviation (COHEN, 1992). The statistical significance adopted was 5%. Descriptive statistics, ANOVA, and ANCOVA models were conducted in the statistical software Jamovi (The Jamovi Project, Sidney, Austrália), version 2.3 for Windows, while GEE models were developed in the SPSS (IBM Corp., Armonk, NY, USA), version 26.0 for Windows.

5.1.3 Results

The anthropometric characteristics, SMM, and the participants' medical conditions at the baseline can be found in **Table 1**. No differences were found between groups ($P > 0.05$). Regarding energy and macronutrients intake, no changes were found between groups in the baseline or over time ($P > 0.05$).

*** PLEASE INSERT TABLE 1 NEAR HERE ***

5.1.3.1 Changes in SMM, muscle strength, and functional ability between RTG and CON. **Table 2** summarizes the results for SMM, isoinercial strength, and functional fitness changes over time and between CON and RTG. The RTG increased by 0.42 kg (CI = 0.26 to 0.58) of SMM over time and was increased significantly in the RTG compared to CON ($P < 0.001$), which reduced -0.23 kg (CI = -0.40 to -0.06) over time.

Regarding 1-RM, RTG significantly increased strength in all three 1-RM tests and the STL. The RTG increased by 7.9 kg (CI = 7.1 to 8.6) in the chest press, 5.9 kg (CI = 5.0 to 6.7) in the leg extension, 7.3 kg (CI = 6.6 to 8.0) in the preacher curl, and 21.1 kg

(CI = 19.5 to 22.6) in the STL. The CON increased 1.1 kg (CI = 0.5 to 1.7) in leg extension, 0.6 kg (CI = 0.1 to 1.2) in preacher curl, and 2.1 kg (CI = 1.2 to 3.1) in STL of 1-RM over time. Finally, RTG increased 1-RM significantly more than CON in the three 1-RM tests and STL ($P < 0.001$).

Regarding functional ability, gait speed decreased (i.e., increased time in seconds to complete the path) in both RTG and CON without significant differences between groups ($P = 0.134$). The TUG test had no differences over time nor between groups ($P = 0.523$). The CON decreased -1.5 reps (-1.9 to -1.1) in the 30-s chair stand, while RTG did not change over time, with a significant difference between groups ($P < 0.001$). There was a significant difference between RTG and CON in the FTSS test ($P < 0.001$). The control group worsened the FTSS by increasing 0.76 s (0.30 to 1.22), while RTG improved its time by reducing -0.42 s (-0.80 to -0.04). Finally, there were also significant differences between groups in the handgrip ($P < 0.001$), with a reduction in the CON of -1.6 kg (-2.2 to -0.9), while RT increased 1.3 kg (0.7 to 1.8) over time.

*** PLEASE INSERT TABLE 2 NEAR HERE ***

5.1.3.2 Changes in muscle strength and functional ability between LOW, MOD, and HIGH. Table 3 summarizes the results for SMM, isoinertial strength, and functional ability changes over time and between tertiles. There was a significant difference in SMM changes between tertiles ($P < 0.001$). The LOW reduced -0.29 kg (CI = -0.42 to -0.16) of SMM, while MID increased 0.42 kg (CI = 0.30 to 0.55) and HIGH increased 1.11 kg (CI = 0.98 to 1.23) of SMM over time. HIGH increased SMM significantly compared to both LOW and MID ($P < 0.001$) and MID increased SMM significantly compared to LOW ($P < 0.001$).

The 1-RM in chest press, leg extension, preacher curl, and STL increased in LOW, MID, and HIGH over time, without differences ($P > 0.05$). A large ES was found in chest press (LOW: 0.90; MID: 1.07; HIGH: 0.93), a small to moderate ES in leg extension (LOW: 0.40; MID: 0.50; HIGH: 0.38), a large ES in the preacher curl (LOW: 1.21; MID: 1.27; HIGH: 1.06), and a moderate to large ES in the STL (LOW: 0.85; MID: 1.04; HIGH: 0.75).

Regarding functional fitness, gait speed worsened in all three tertiles without significant differences ($P = 0.516$). The ES in all three was small to moderate (LOW: 0.28; MID: 0.54; HIGH: 0.53). The TUG and the 30-s chair stand did not improve over time, nor were they different between tertiles ($P = 0.858$ and 0.281 , respectively). The FTSS significantly enhanced over time only in MID and HIGH (MID: -1.03 s (-1.73 to -0.34); HIGH: -0.73 s (-1.43 to -0.04)), without differences between groups, however,

while ES in the LOW was trivial (ES: 0.04), in MID and HIGH was small to moderate (MID: 0.47 and HIGH: 0.23). The handgrip strength only increased in MID and HIGH (MID: 1.64 kg (0.70 to 2.60); HIGH: 1.67 kg (0.72 to 2.61)), without differences between groups ($P = 0.180$). However, again, the ES in LOW was only trivial (ES: 0.11), while the ES in MID and HIGH was small (MID: 0.37 and HIGH: 0.32).

***** PLEASE INSERT TABLE 3 NEAR HERE *****

5.1.4 Discussion

Our study aimed to investigate the effects of the responsiveness to SMM increase in dynamic strength and functional fitness after 12 weeks of RT in older women. Our results indicated that SMM changes did not result in additional benefits for strength, nor had we found any differences between tertiles of SMM changes in functional fitness tests. Nevertheless, only MID and HIGH tertiles increased FTSS and handgrip strength, with small to moderate ES.

The changes in SMM did not affect the dynamic strength changes. Despite that, one of the first variables related to the increase in SMM is strength, hypothesizing that the reduction or increase in SMM directly or indirectly interferes with the force generation process (FOLLAND; BALSHAW, 2021). However, some researchers advocate that strength and SMM changes can occur independently (BUCKNER et al., 2016, 2021; LOENNEKE et al., 2019; ROBERTS et al., 2020). Indeed, our study is not the first to find conflicting results with the assumption that SMM and strength changes are related, revealing only weak associations (ERSKINE et al., 2010; AHTIAINEN et al., 2016). To complement this discussion, one of the first studies to propose this relation was conducted by Moritani and DeVries (1979), who came up with a theoretical model in which the strength increases in response to RT would occur in two distinct phases. In the first phase, the increase in strength would be associated with motor learning and neural adaptations, while only in the second phase would the SMM increase determine the strength increases. A longer intervention time is likely necessary to unravel this relationship; nevertheless, our data do not support this, making it essential for further investigations with extended training periods.

The changes in functional fitness were not different between tertiles of SMM changes in any of our tests. Yet, only MID and HIGH increased the FTSS and the handgrip test. A possible explanation for the changes in the FTSS test is that the higher responsiveness to SMM changes also elicited a higher rate of force development (RFD), as type II fibers have larger motor units compared to type I fibers, and they are more likely to be enlarged (MAFFIULETTI et al., 2016). The enlarged type II fibers might

receive an increased motor unit discharge rate, and, as a result, a higher RFD would be generated, improving the FTSS. On the other hand, the handgrip strength might have been influenced by the RFD and an increase in type II: I fiber ratio, as this could impact the quantity of contractile tissue and, therefore, it might influence the handgrip strength.

We also speculated that body fat could influence the relationship between functional fitness and SMM. Indeed, a cross-sectional study by Orsatti et al. (2017) investigated if appendicular muscle mass (AMM) could predict functional capacity. The authors revealed that when corrected by body fat, AMM was a predictor of functional capacity. Although body fat over time and at baseline was tested in the model as covariates, those variables did not improve our models. The SMM changes still could not predict any of our functional fitness outcomes. In its most recent consensus (CRUZ-JENTOFT et al., 2019), the European Working Group On Sarcopenia In Older People 2 encouraged researchers and practitioners to focus on low muscle strength and function as the major determinants of sarcopenia, which is in agreement with our findings, since our participants improved strength tests and functional fitness with no relation with SMM changes. Our results suggest that when functional fitness and strength are the primary ends, it is advisable to focus on quality rather than quantity (FRAGALA; KENNY; KUCHEL, 2015).

Our study has limitations that must be addressed. Since we did not objectively assess the physical activity of our participants, we cannot assure that different physical activity levels between participants did not influence changes in our dependent variables. Also, although dietary intake was assessed, we did not monitor it during the study, only at the beginning and end, limiting our analysis. We also had only 12 weeks of RT, which might not be enough to detect the relation between changes in SMM and feel variables, such as strength, which theoretically might have a higher latency period. However, our study is strengthened by the fact that the participants were monitored individually during the intervention, with load gradually increased according to each participant's capacity, which might be essential to maintain intensity adjusted because feel variables are only related to SMM when the RT is progressive (MAVROS et al., 2013, 2014).

5.1.5 Conclusion

Our results suggest increases in SMM after an RT program was unrelated to changes in strength or functional fitness in older women. Therefore, increasing SMM is probably ineffective if practitioners focus on strength and functional fitness improvements.

REFERENCES

- AHTIAINEN, J. P. et al. Heterogeneity in resistance training-induced muscle strength and mass responses in men and women of different ages. **Age**, v. 38, n. 1, p. 10, 2016.
- BALSHAW, T. G. et al. Changes in agonist neural drive, hypertrophy and pre-training strength all contribute to the individual strength gains after resistance training. **European Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 4, p. 631–640, 2017.
- BUCKNER, S. L. et al. The problem of muscle hypertrophy: revisited. **Muscle & Nerve**, v. 54, n. 6, p. 1012–1014, 2016.
- BUCKNER, S. L. et al. Do exercise-induced increases in muscle size contribute to strength in resistance-trained individuals? **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 41, n. 4, p. 326–333, 2021.
- COHEN, J. A Power primer. **Psychological Bulletin**, v. 112, n. 1, p. 155–159, 1992.
- CRUZ-JENTOFT, A. J. et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. **Age and Ageing**, v. 48, n. 601, p. 16–31, 2019.
- DE SANTANA, D. A.; CASTRO, A.; CAVAGLIERI, C. R. Strength training volume to increase muscle mass responsiveness in older individuals: weekly sets based approach. **Frontiers in Physiology**, v. 12, p. 759677, 2021.
- DE SANTANA, F. M. et al. Low muscle mass in older adults and mortality: a systematic review and meta-analysis. **Experimental Gerontology**, v. 152, p. 111461, 2021.
- ERSKINE, R. M. et al. Inter-individual variability in the adaptation of human muscle specific tension to progressive resistance training. **European Journal of Applied Physiology**, v. 110, n. 6, p. 1117–1125, 2010.
- FOLLAND, J. P.; BALSHAW, T. G. Muscle growth does contribute to the increases in strength that occur after resistance training. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 53, n. 9, p. 2006–2010, 2021.
- FRAGALA, M. S. et al. Resistance training for older adults: position statement from the national strength and conditioning association. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 8, p. 2019–2052, 2019.
- FRAGALA, M. S.; KENNY, A. M.; KUCHEL, G. A. Muscle quality in aging: a multi-dimensional approach to muscle functioning with applications for treatment. **Sports Medicine**, v. 45, n. 5, p. 641–658, 2015.
- FRANZON, K. et al. The impact of muscle function, muscle mass and sarcopenia on independent ageing in very old Swedish men. **BMC Geriatrics**, v. 19, p. 153, 2019.
- FRONTERA, W. R.; OCHALA, J. Skeletal muscle: a brief review of structure and function. **Calcified Tissue International**, v. 96, p. 183–195, 2015.

KIM, J. et al. Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 76, n. 2, p. 378–383, 2002.

LEE, E. J.; NEPPL, R. L. Influence of age on skeletal muscle hypertrophy and atrophy signaling: established paradigms and unexpected links. **Genes**, v. 12, n. 5, p. 688, 2021.

LOENNEKE, J. P. et al. Exercise-induced changes in muscle size do not contribute to exercise-induced changes in muscle strength. **Sports Medicine**, v. 49, n. 7, p. 987–991, 2019.

MAFFIULETTI, N. A. et al. Rate of force development: physiological and methodological considerations. **European Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 6, p. 1091–1116, 2016.

MAVROS, Y. et al. Changes in insulin resistance and HbA1c are related to exercise-mediated changes in body composition in older adults with type 2 diabetes: interim outcomes from the GREAT2DO trial. **Diabetes Care**, v. 36, n. 8, p. 2372–2379, 2013.

MAVROS, Y. et al. Reductions in C-reactive protein in older adults with type 2 diabetes are related to improvements in body composition following a randomized controlled trial of resistance training. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, v. 5, n. 2, p. 111–120, 2014.

MORITANI, T.; DEVRIES, H. A. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. **American Journal of Physical Medicine**, v. 58, n. 3, p. 115–130, 1979.

MORTON, R. W. et al. Defining anabolic resistance: implications for delivery of clinical care nutrition. **Current Opinion in Critical Care**, v. 24, n. 2, p. 124–130, 2018.

MUKUND, K.; SUBRAMANIAM, S. Skeletal muscle: a review of molecular structure and function, in health and disease. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Systems Biology and Medicine**, v. 12, n. 1, p. 1–46, 2020.

NABUCO, H. C. G. **Efeitos da suplementação de whey protein associada ao treinamento com pesos sobre a composição corporal, a força muscular, a capacidade funcional e o perfil cardiometabólico em mulheres idosas treinadas**. 2018. Tese (Doutorado em Educação Física) – Centro de Educação Física e Esporte. Universidade Estadual de Londrina, 2018.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO)**. 4ª ed. Campinas: UNICAMP, 2011.

NUNES, J. P. et al. Responsiveness to muscle mass gain following 12 and 24 weeks of resistance training in older women. **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 33, n. 4, p. 1071–1078, 2021.

ORSATTI, F. L. et al. Predicting functional capacity from measures of muscle mass in postmenopausal women. **PM & R: The Journal of Injury, Function, and Rehabilitation**, v. 9, n. 6, p. 596–602, 2017.

PICKERING, C.; KIELY, J. Do non-responders to exercise exist—and if so, what should we do about them? **Sports Medicine**, v. 49, n. 1, p. 1–7, 2019.

ROBERTS, M. D. et al. Sarcoplasmic hypertrophy in skeletal muscle: a scientific “unicorn” or resistance training adaptation? **Frontiers in Physiology**, v. 11, p. 816, 2020.

SCHOENFELD, B. J. et al. Strength and hypertrophy adaptations between low- vs. high-load resistance training: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 12, p. 3508–3523, 2017.

SHUR, N. F. et al. Age-related changes in muscle architecture and metabolism in humans: the likely contribution of physical inactivity to age-related functional decline. **Ageing Research Reviews**, v. 68, p. 101344, 2021.

TOMELERI, C. M. et al. Chronic blood pressure reductions and increments in plasma nitric oxide bioavailability. **International Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 4, p. 290–299, 2017.

Table 1 Participants' characteristics at baseline.

Variables	Total (n = 123)	CON (n = 61)	RT (n = 62)	<i>P</i>
Age, yr	69.5 ± 5.8	69.4 ± 6.1	69.6 ± 5.5	0.822
Height, cm	155.0 ± 6.0	155.0 ± 6.3	155.0 ± 5.7	0.680
Body mass, kg	68.7 ± 13.3	69.5 ± 13.4	69.8 ± 13.3	0.488
BMI, kg·m ⁻²	28.4 ± 4.7	28.7 ± 4.6	28.2 ± 4.8	0.542
SMM, kg	18.9 ± 3.2	19.2 ± 3.3	18.7 ± 3.2	0.420
Hypertension, %	56.9	54.1	59.7	0.532
Diabetes, %	13.8	13.1	14.5	0.822
Dyslipidemia, %	39.8	41.0	38.7	0.797
Osteoarthritis, %	5.7	6.6	4.8	0.681
Osteopenia, %	1.6	1.6	1.6	0.991
Osteoporosis, %	1.6	1.6	1.6	0.991
Smoke, %	4.9	4.9	4.8	0.984

Data presented as mean ± SD; BMI – body mass index; SMM – skeletal muscle mass; Dichotomous variables were compared with χ^2 test.

Table 2 Changes in skeletal muscle mass, strength, and functional fitness between RTG and CON.

Variables	CON (n = 61)		CON Δ (CI 95%)	RTG (n = 62)		RTG Δ (CI 95%)
	Pre	Post		Pre	Post	
SMM	19.20 ± 3.28	18.90 ± 3.22	-0.23 (-0.40 to -0.06)*	18.70 ± 3.20	19.10 ± 3.27	0.42 (0.26 to 0.58)*, †
1-RM						
Chest press, kg	35.3 ± 8.0	35.6 ± 8.0	0.4 (-0.1 to 0.9)	35.0 ± 7.7	42.9 ± 8.8	7.9 (7.1 to 8.6)*, †
Leg extension, kg	51.8 ± 16.0	52.9 ± 15.4	1.1 (0.5 to 1.7)*	51.1 ± 13.7	57.0 ± 14.7	5.9 (5.0 to 6.7)*, †
Preacher curl, kg	23.2 ± 5.1	24.0 ± 5.4	0.6 (0.1 to 1.2)*	24.1 ± 5.5	31.4 ± 6.9	7.3 (6.6 to 8.0)*, †
STL, kg	110.0 ± 25.2	113.0 ± 24.8	2.1 (1.2 to 3.1)*	110.0 ± 22.9	131.0 ± 26.2	21.1 (19.5 to 22.6)*, †
Functional fitness						
Gait speed, s	2.9 ± 0.4	3.0 ± 0.4	0.11 (0.03 to 0.19)*	3.0 ± 0.4	3.2 ± 0.4	0.20 (0.13 to 0.27)*
TUG, s	7.3 ± 1.0	7.3 ± 1.2	-0.04 (-0.21 to 0.14)	7.5 ± 1.5	7.4 ± 1.0	-0.13 (-0.28 to 0.03)
30-s chair stand, reps	15.3 ± 3.0	13.6 ± 2.7	-1.5 (-1.9 to -1.1)*	13.7 ± 3.3	13.9 ± 3.5	-0.0 (-0.6 to 0.5) †
FTSS, s	10.4 ± 2.0	11.4 ± 2.4	0.76 (0.30 to 1.22)*	11.6 ± 2.7	10.9 ± 2.3	-0.42 (-0.80 to -0.04)*, †
Handgrip, kg	27.1 ± 4.6	25.5 ± 4.4	-1.6 (-2.2 to -0.9)*	25.5 ± 4.2	26.8 ± 5.1	1.3 (0.7 to 1.8)*, †

CON: control; RTG: resistance training group; SMM – skeletal muscle mass; 1-RM: One-repetition maximum; STL: sum of total load; TUG: timed-up-and-go; FTSS: five times sit-to-stand; * $P < 0.05$ vs. pretraining; † $P < 0.05$ vs. CON.

Table 3 Changes in skeletal muscle mass, strength, and functional fitness between tertiles.

Variables	LOW (n = 20) Δ (CI 95%)	MID (n = 21) Δ (CI 95%)	HIGH (n = 21) Δ (CI 95%)	P, between group
SMM, kg	-0.29 (-0.42 to -0.16)*	0.42 (0.30 to 0.55)*, †	1.11 (0.98 to 1.23)*, †, ‡	< 0.001
1-RM				
Chest press, kg	7.7 (6.4 to 9.1)*	7.3 (6.0 to 8.6)*	8.6 (7.3 to 9.9)*	0.377
Leg extension, kg	5.1 (3.6 to 6.6)*	5.9 (4.4 to 7.4)*	6.5 (5.1 to 8.0)*	0.382
Preacher curl, kg	7.0 (5.7 to 8.3)*	7.5 (6.2 to 8.8)*	7.3 (6.1 to 8.6)*	0.869
STL, kg	20.2 (17.6 to 22.7)*	20.9 (18.4 to 23.4)*	22.0 (19.5 to 24.6)*	0.585
Functional ability				
Gait speed, s	0.17 (0.04 to 0.30)*	0.15 (0.03 to 0.28)*	0.25 (0.12 to 0.37)*	0.516
TUG, s	-0.20 (-0.47 to 0.07)	-0.10 (-0.34 to 0.14)	-0.13 (-0.36 to 0.11)	0.858
30-s chair stand, reps	-0.07 (-0.92 to 0.79)	0.74 (-0.09 to 1.57)	-0.10 (-0.94 to 0.73)	0.281
FTSS, s	-0.12 (-0.83 to 0.60)	-1.03 (-1.73 to -0.34)*	-0.73 (-1.43 to -0.04)*	0.184
Handgrip, kg	0.55 (-0.42 to 1.52)	1.64 (0.70 to 2.60)*	1.67 (0.72 to 2.61)*	0.180

LOW: lower tertile; MID: middle tertile; HIGH: higher tertile; SMM – skeletal muscle mass; 1-RM: One-repetition maximum; STL: sum of total load; TUG: timed-up-and-go; FTSS: five times sit-to-stand; * P <0.05 vs. pretraining; †P <0.05 vs. LOW; ‡P <0.05 vs. MOD.

5.2 Artigo 2 - Is it bigger equals better? Effects of responsiveness to muscle mass gains and changes in body adiposity and cardiovascular risk factors in older women after 12 weeks of resistance training.

Short title: Skeletal muscle mass and cardiovascular risk indicators

Authors: Natã Stavinski¹, Gabriel Kunevaliki¹, Jarlisson Francsuel¹, Bruna Costa¹, Witalo Kassiano¹, Ian Tricoli¹, Marcelo Carneiro¹, Danielle Venturini², Décio S. Barbosa², Edilson S. Cyrino¹

Affiliations: ¹Metabolism, Nutrition and Exercise Laboratory, Physical Education and Sport Center, State University of Londrina, Londrina, PR, Brazil. ²Clinical Analyses Laboratory, State University of Londrina, Londrina, PR, Brazil.

***Correspondence author:** Natã Stavinski. e-mail: natavinski@hotmail.com | ORCID number: 0000-0003-1868-7173. Metabolism, Nutrition, and Exercise Laboratory. Center of Health Sciences, State University of Londrina, Londrina 86039-440, PR, Brazil.

Affiliation where the research was conducted: Physical Education and Sport Center. State University of Londrina, Brazil.

Abstract

This study aimed to analyze the relationship between responsiveness to skeletal muscle mass (SMM) increases in body adiposity and cardiovascular risk factor changes in response to resistance training in older women. One hundred-twenty-three older women physically independent were allocated either to a control (CON) or resistance training group (RTG) (CON: 69.4 ± 6.1 years, RTG: 69.6 ± 5.5 years), where the RTG completed 12 weeks of a whole-body RT program. We divided the RTG into lower (LOW), middle (MID), and higher (HIGH) responsiveness to SMM changes. We estimated SMM using appendicular lean soft tissue and body adiposity from dual-energy X-ray absorptiometry. We analyzed total and segmented (android, gynoid, trunk, arms, and legs) body fat, HbA1c, fasting glucose, total cholesterol, triglycerides, HDL-c, LDL-c, and VLDL-c. No significant differences were found in body composition, glycemic (HbA1c and fasting glucose), and lipid (total cholesterol, triglycerides, HDL-c, LDL-c, and VLDL-c) profile between tertiles of SMM changes ($P \geq 0.05$). Over time, there was a significant total body fat reduction in LOW and MID (LOW: -0.93 kg and MID: -0.70 kg), a reduction in the leg fat in LOW (-0.32 kg), a fat trunk reduction in LOW and MID (LOW: -0.54 kg and MID: -0.52 kg), and a gynoid fat reduction in the LOW (-0.16 kg). However, effect sizes were only trivial in all of them. Our results suggest that SMM changes do not impact body adiposity and cardiovascular risk factors in older women after 12 weeks of resistance training.

Keywords: strength training, body composition, older adults, metabolism, aging.

5.2.1 Introduction

Skeletal muscle mass (SMM) reduction in the lifespan has been related to several causes, such as reduced energy intake, progressive increase in non-contractile tissue, degeneration of neuromuscular junctions, and reduced physical activity levels (BATSIS; VILLAREAL, 2018; PAPADOPOULOU, 2020; TZENG et al., 2020). Although the SMM is more commonly seen as a cornerstone for strength and functional maintenance (CRUZ-JENTOFT et al., 2019), sarcopenia, the progressive loss of SMM and function (CRUZ-JENTOFT; SAYER, 2019), has been linked to a higher cardiovascular (CV) risk and metabolic dysfunctions, such as arterial stiffness, T2 diabetes, and dyslipidemia (VELLA et al., 2020; LEE et al., 2021; GUNGOR et al., 2022).

As age advances, sarcopenic individuals have higher chances of developing sarcopenic obesity, identified as low SMM and increased adiposity (CRUZ-JENTOFT; SAYER, 2019). This condition aggravates the problems caused by sarcopenia alone since it increases fat infiltration in the muscle, further reduces functional capacity, and increases the chances of mortality (BATSIS; VILLAREAL, 2018). Conversely, resistance training (RT) is well established as the main non-pharmacological measure to increase SMM but also has been recommended as a major treatment to reduce CV risk and metabolic impairment (TOMELERI et al., 2016; SARDELI et al., 2018; FRAGALA et al., 2019).

While RT has been recommended to improve CV health and SMM has been linked to reduced mortality (WESTCOTT, 2012; SRIKANTHAN; HORWICH; TSENG, 2016), many of the adaptive responses to RT seem to be individual-dependent, that is, concerning the SMM increase, the magnitude of changes can vary markedly and can be called responsiveness. Such a phenomenon is influenced by many factors, such as age (LEE; NEPPL, 2021), intensity (SCHOENFELD et al., 2017), volume (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017; DE SANTANA; CASTRO; CAVAGLIERI, 2021), protein intake (NABUCO et al., 2019), anabolic resistance (MORTON et al., 2018), among others. Nevertheless, recent findings suggest that the heterogeneity of SMM response occurs independent of some training variables (NUNES et al., 2021).

Studies investigating the role of responsiveness to SMM changes in older adults' health are scarce. Research investigating the relationship of SMM and lipemia or body adiposity are mainly observational (KIM et al., 2014; VELLA et al., 2020; LEE et al., 2021), which limits our capability to assure the causality of this relationship. In addition, to the authors knowledge, only one trial investigated the relationship of SMM changes in glycemic profile in older adults (MAVROS et al., 2013). Yet, this trial estimated body composition with bioelectrical impedance analysis, which can diverge from results in other instruments, such as dual-energy X-ray absorptiometry. Thus, our study aimed to

analyze the effects of responsiveness to SMM changes in body adiposity and CV risk factors in response to RT in older women.

5.2.2 Methods

5.2.2.1 Experimental design

Data were collected in the second half of 2021 and the first half of 2022 from 157 participants in the Active Aging Longitudinal Study, an ongoing research project investigating the effects of resistance training on older women's health parameters. Anthropometric measurements, body composition, isokinetic muscle strength, and blood biomarkers were obtained in the experiment's first and last three weeks (1–3 and 16–18). Participants were instructed to refrain from vigorous physical activity, alcohol, and caffeine for at least 48h before the body composition assessment. Blood biomarkers were collected with the participants fasted for 12h overnight. In weeks 4–15, the participants were allocated either to the RT group (RTG) or the control (CON), while the dietary intake was collected in the first and last two weeks of the intervention (4–5 and 14–15). To ensure reproducibility, the same evaluators performed all measurements.

5.2.2.2 Participants

The sample recruitment was carried out through primary communication means and social media. Participants completed health history questionnaires and met the following inclusion criteria: a) aged >60 years; b) female; c) physically independent; d) absence of heart disease, uncontrolled diabetes, and/or hypertension and; e) had not engaged in any systematic physical activity program in the last three months. Furthermore, participants were only included after passing a diagnostic graded exercise stress test with a 12-lead electrocardiogram monitored by a cardiologist. Moreover, the exclusion criteria were established as a) not performing at least 80% of the intervention, b) not performing the pre and/or post-intervention assessment, and; c) engagement in another physical exercise program during intervention and/or assessment period. Participants who did not pass the muscle mass assessment were excluded from the analysis. Eight participants did not perform pre and/or post-intervention assessment, 13 did not assess muscle mass at pre and/or post-RT protocol, and 13 did not attend at least 80% of the intervention. Therefore, one hundred twenty and three participants were included in the analysis. The original project followed the Declaration of Helsinki; all participants signed an informed consent form.

5.2.2.3 Anthropometry

Body mass and height were measured with a calibrated electronic scale and a stadiometer attached to the scale, respectively (Balmak Laboratory Equipment Labstore, Curitiba, Paraná, Brazil). Body mass was measured to the nearest 0.1 kg and height to the nearest 0.1 cm. Participants were assessed wearing light clothing and barefoot. The body mass index (BMI) was calculated as the body mass in kilograms divided by the squared height in meters.

5.2.2.4 Skeletal muscle mass assessment

A dual-energy X-ray absorptiometry scan (Lunar Prodigy, model NRL 41990, GE Lunar, Madison, WI, USA) determined the body fat and estimated skeletal muscle mass. Kim et al. (2002) proposed an equation to estimate skeletal muscle mass from appendicular lean soft tissue. We analyzed total and segmented fat (android, gynoid, trunk, arms, and legs). The participants were laid in the supine position along the scans' table. Elastic bands taped the feet together to remain motionless during the exam, with the hands in a prone position within the demarcated area. An experienced laboratory technician performed calibration and analysis, following the manufacturer's recommendations for calibration. Test-retest assessments from our laboratory resulted in an intraclass correlation coefficient (ICC) of 0.990 and a standard measurement error (SEM) of 0.290 kg for skeletal muscle mass (TOMELERI et al., 2017).

5.2.2.5 Isokinetic muscle strength

Isokinetic knee flexion and extension peak torque for concentric actions in the dominant limb were assessed using the Biodex isokinetic dynamometer (Biodex Medical Systems Inc., System 3, Shirley, NY, USA). The warm-up, also used as familiarization for the participants, consisted of performing 10 repetitions of submaximal flexion-extension at 60°/s. The first attempt was performed one minute after warm-up. In that order, two consecutive attempts of five repetitions lasting 5 s were performed for each angular velocity, which was 60 and 180°/s. A one-minute rest period was conceded between attempts. Regarding the participant's adjustment in the equipment, the dynamometer's lever arm's axis was aligned with the knee joint's axis, that is, aligned with the lateral epicondyle of the femur. The dominant leg was secured with straps above the medial malleolus, and another attached the dominant thigh to the chair so that the knee joint could perform a range of motion of ~90°. Three more straps stabilized the shoulders and the torso. The participants were instructed to place their hands on their shoulders with arms crossed over their chest to ensure greater reproducibility. The peak torque value for each muscle action was expressed in Newton-meter (Nm). The EPM

and ICC reproducibility coefficients were previously established in our laboratory for the extension at 60°/s (EPM = 3.7 Nm; ICC = 0.98), flexion at 60°/s (EPM = 2.6 Nm; ICC = 0.98), extension at 180°/s (EPM = 3.1 Nm; ICC = 0.97) and flexion at 180°/s (EPM = 2.7 Nm; ICC = 0.93) (NUNES et al., 2020).

5.2.2.6 Biochemical analysis

Blood samples were obtained after a 12-fast overnight. Participants were instructed not to ingest alcohol or caffeine or perform vigorous physical activity for at least 72h before collection. Five milliliters of blood were withdrawn from one of the most prominent veins in the antecubital fossa of the arm and then stored in a tube with dipotassium ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA). The samples were centrifuged at 3,000 revolutions per minute for 15 min to separate serum and plasma, which were stored at -80° C until the analysis. The following variables were analyzed: glucose, glycated hemoglobin (HbA1c), total cholesterol, triglycerides, LDL-c, VLDL-c, and HDL-c.

Serum levels of glucose, HbA1c, total cholesterol, triglycerides, and HDL-c were measured at the Clinical Analysis Laboratory of the University Hospital of Londrina. The analysis was conducted in a biochemical self-analysis system with commercial kits (Dimension RxL Max, Siemens Dade Behring) compatible with the manufacturer's recommendations. After obtaining the samples, the concentrations of glucose, total cholesterol, HDL-c, and triglycerides were determined. The measurement of HbA1c was performed based on the turbidimetric inhibition immunoassay principle, where the measurement of total hemoglobin is based on a modification of the alkaline hematin reaction. Using values obtained for each of these substances, the relative proportion of glycated hemoglobin was calculated and reported. Hemoglobin was measured at 405 and 700 nm. LDL-c was obtained using the equation by Friedewald, Levy and Fredrickson (1972), whereas VLDL-c was obtained from the value of triglycerides divided by five. HbA_{1c} was expressed in percentage, while glucose and all lipemia were expressed in mg/dL. All samples were determined in duplicates to guarantee the accuracy of the results.

5.2.2.7 Resistance training program

During 12 weeks, the participants attended de gym located at the University facilities three times a week on non-consecutive days in the morning, totalizing 36 sessions. Eight exercises were used in the RT program: chest press, horizontal leg press, seated row, leg extension, triceps pushdown, leg curl, preacher curl, and seated calf raise. Participants executed three sets of 8-12 repetitions in all exercises, with a rest

interval of 1–2 min between sets and 2–3 min between exercises. Participants were instructed to inhale in the eccentric phase and exhale in the concentric phase, performing a movement velocity at a ratio of 2:1 s (1 s eccentric and 2 s concentric). The load was adjusted individually whenever the participant could perform three series of 12 repetitions in two consecutive sessions. The load increased by 2–5% in the trunk and upper limbs exercises and 5–10% in lower limbs exercises (ACSM, 2009).

5.2.2.8 Dietary intake

Energy and macronutrients intake were obtained using a 24-hour dietary recall method monitoring the first two and last two weeks of the intervention, with records being obtained on one day during the week and one day on the weekend. Dietitians used to this type of assessment collected data using a standardized photographic manual to estimate food and beverage portions. The participants were instructed to keep their usual eating patterns during the evaluations. The total energy intake and ingested macronutrients were calculated using online nutritional software (Virtual Nutri Plus, Keeple®, Rio de Janeiro, RJ, Brazil). When a particular food was not found in the software database, the foods were added manually based on other food tables.

5.2.2.9 Statistical analysis

Measures of central tendency and dispersion were presented as mean, standard deviation, and standard error for descriptive data and response variables, as well as 95% confidence intervals for dependent variables. General characteristics were compared at the baseline with a one-way analysis of variance. Our primary analysis was two-fold: a) compare RTG and CON, and b) compare the tertiles of RTG according to SMM changes. The raw differences (i.e., time effect) in the dependent variables were compared between RTg and CON using generalized estimating equations (GEE). The GEE models built were linear with an unstructured correlation matrix. Evidence showed that baseline values of the variables might contribute to the model (BOUCHARD; RANKINEN, 2001), therefore, we used the baseline value of each dependent variable as a covariate when the model was improved. Bonferroni's post-hoc was used for pairwise comparisons when Wald's statistic was significant. The effect of time was interpreted as significant based on the 95% confidence interval (CI 95%) of the mean difference from pre to post-training; that is, the time effect was considered significant when neither lower nor upper CI 95% limits crossed zero. Later, the GTR was stratified in tertiles according to SMM changes, resulting in a lower (LOW), a middle (MID), and a higher (HIGH) tertile of responsiveness to SMM increase. An analysis of covariance (ANCOVA) was used to compare the raw differences (i.e., time effect) between tertiles in the dependent variables, using the

baseline value of the dependent variable as a covariate when the model was improved. As we aimed to analyze the effect of the SMM changes in the dependent variables, we focused on the differences between LOW and HIGH to reduce the odds of categorizing responders as non-responders and vice-versa. The GEE and the ANCOVA models fit were checked using the the quasi-likelihood information criterion (QIC) and the Akaike information criterion (AIC). The effect size (ES) was calculated as the difference ratio between post-training and pretraining values and the grouped-pooled standard deviation (COHEN, 1992). A $P < 0.05$ indicated statistical significance. The ANOVA and ANCOVA models were built in the statistical software Jamovi (The Jamovi Project, Sidney, Austrália), version 2.3 for Windows, while GEE models were developed in the SPSS (IBM Corp., Armonk, NY, USA), version 26.0 for Windows.

5.2.3 Results

Table 4 presents the participants' general characteristics of age, anthropometry, SMM, and energy and macronutrients intake at the baseline. In addition, no changes were found over time in any variable of energy intake either ($P > 0.05$).

*** PLEASE INSERT TABLE 4 NEAR HERE ***

5.2.3.1 Changes in SSMM, isokinetic muscle strength, body adiposity, and CV risk factors between RTG and CON. **Table 6** summarizes the results for SMM, isoinercial strength, functional ability, and body adiposity changes over time between CON and RTG. The RTG group increased 0.42 kg (CI = 0.26 to 0.58) of SMM over time and was increased significantly in the RTG compared to the control ($P < 0.001$), which reduced – 0.23 kg (CI = –0.40 to –0.06) over time.

Regarding isokinetic strength, no group effect was found at $60^{\circ}\cdot\text{s}^{-1}$ leg extension ($P = 0.422$) or flexion ($P = 0.184$). However, only RTG increased $2.5\text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ (0.5 to 5.1) at extension and $3.3\text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ (1.5 to 5.1) at flexion over time. The changes in $180^{\circ}\cdot\text{s}^{-1}$ leg extension were significantly higher in RTG than in control ($P = 0.006$), with an increase of $4.4\text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ (2.6 to 6.2) in RTG and no differences in CON. No differences were found between the control and RTG in $180^{\circ}\cdot\text{s}^{-1}$ leg flexion ($P = 0.388$).

Regarding cardiovascular risk indicators, there was a significant group effect in HbA1c changes ($P < 0.001$), with an increase of 0.34% (0.27 to 0.40) in CON and no differences in RTG. Both groups increased fasting glucose (CON: 2.9 mg/dL (1.1 to 4.7); RTG: 2.6 mg/dL (0.9 to 4.3)), with no differences between groups ($P = 0.831$). There was a significant group effect in triglycerides ($P = 0.004$), with a reduction of –9.2 mg/dL (–14.9 to –3.5) in RTG compared with no differences in CON. No differences were found

between groups in total cholesterol and LDL-c ($P > 0.05$). However, total cholesterol significantly reduced -5.9 mg/dL (-11.2 to -0.7), and LDL-c significantly reduced -6.2 mg/dL (-11.1 to -1.3) in CON. No effect of group nor time was found in HDL-c ($P = 0.932$). The VLDL-c reduced significantly only in RTG (-1.8 mg/dL (-2.9 to -0.6)) with a significant group effect ($P = 0.012$).

***** PLEASE INSERT TABLE 5 NEAR HERE *****

5.2.3.2 Changes in SSMM, isokinetic muscle strength, body adiposity, and CV risk factors between tertiles. There was a significant difference between tertiles in SMM changes ($P < 0.001$). The MID and the HIGH significantly increased 0.42 kg and 1.11 kg of SMM over time, respectively, while LOW significantly reduced -0.29 kg of SMM. HIGH SMM changes were significantly different compared to both LOW and MID ($P < 0.001$), while MID SMM changes were significantly different compared to LOW ($P < 0.001$) (Table 7).

There was no between-group effect in total and segmented body adiposity ($P > 0.05$). However, there was a significant time effect in body adiposity as follows: total body fat reduction in LOW and MID (LOW: -0.93 kg and MID: -0.70 kg), a reduction in the leg fat in LOW (-0.32 kg), a fat trunk reduction in LOW and MID (LOW: -0.54 kg and MID: -0.52 kg), and a gynoid fat reduction in the LOW (-0.16 kg). Although those variables had statistical significance, they all presented a trivial ES ($d < 0.19$).

No significant differences were found in HbA1c between groups ($P = 0.255$), nor was there any time effect. Glucose had no time effect between tertiles ($P = 0.800$). However, there was an increase of 3.06 mg/dL (0.05 to 6.07) in HIGH, but ES was trivial (HIGH: 0.15). No other differences were found in triglycerides, total cholesterol, HDL-c, LDL-c, and VLDL-c over time and between groups ($P > 0.05$).

***** PLEASE INSERT TABLE 6 NEAR HERE *****

5.2.4 Discussion

We have shown that positive changes in SMM were, contrary to our hypothesis, unrelated to changes in body adiposity. Although total and segmented body fat reduced in LOW, those changes had only a trivial ES. In addition, no differences were found between tertiles of SMM changes and fasting glucose, HbA1c, triglycerides, total cholesterol, or its fractions. Such results disagree with our hypothesis that positive changes in SMM would improve body adiposity, glycemic, and lipid profile.

In disagreement with our hypothesis, none of the other adiposity variables were related to SMM changes. The adipose tissue has had its role in the organism reviewed in recent years, where its secretory functions have placed it on the shelf of an endocrine organ (LEAL; LOPES; BATISTA, 2018). When adipose tissue is enlarged (especially visceral adiposity), it results in the release of pro-inflammatory adipokines that lead to low-grade inflammation, which eventually triggers insulin resistance, atherosclerosis, the development of type 2 diabetes, and cardiovascular diseases (MRAZ; HALUZIK, 2014; LEAL; LOPES; BATISTA, 2018; SEVERINSEN; PEDERSEN, 2020). Our hypothesis was based on the fact that since SMM secrete anti-inflammatory myokines involved in lipolysis and it also increases energy expenditure (CATOIRE et al., 2014; LEAL; LOPES; BATISTA, 2018), the increase in SMM would result in reduced fat, especially android, which is related to low-grade inflammation (FERRUCCI; FABBRI, 2018). However, no changes between tertiles of SMM changes were found. HbA_{1c}

The changes in HbA_{1c} and glucose were no different in any tertiles of SMM changes. Our results disagree with other cross-sectional studies that found SMM is associated with a lower HbA_{1c} (KALYANI et al., 2014; WANG et al., 2020). We hypothesized that since RT increases glucose uptake through an independent insulin pathway (i.e., muscular contraction) and since the SMM secretes cytokines with potential insulin-dependent regulation of glucose uptake, such as interleukin-6 (DOMIN et al., 2021; GARCÍA-HERMOSO et al., 2022), we would see an improvement in glycemic profile. A study conducted by Mavros et al. (2013) investigated the relation of changes in body composition with changes in glycemic profile in adults with T2 diabetes, revealing only participants that increased SMM also significantly improved HbA_{1c}. However, our sample had a lower baseline HbA_{1c} levels than Mavros et al. (2013), which is expected since our study did not focus on T2 diabetes. In this regard, we might hypothesize that increasing SMM is ineffective in improving glycemic profile in older non-diabetic older women. We presented data for HbA_{1c} and glucose since it is long known that they did not always go together. Glucose can represent the current glycemic status but only the acute state of the glycemic profile. It is fairly affected by acute illness or stress, while HbA_{1c} provides an average glycemia value with low interindividual variability. However, it might have biological confounders such as anemia and chronic renal failure (KRHAČ; LOVRENČIĆ, 2019). More information on these nuances between HbA_{1c} and glucose can be found elsewhere (KRHAČ; LOVRENČIĆ, 2019). Nevertheless, no changes were found in both HbA_{1c} and glucose between tertiles, suggesting that SMM changes are might not influence in glycemic profile.

Our study failed to find differences between tertiles of SMM changes in triglycerides, total cholesterol, and its subfractions. It is known that RT might impact the

improvement of lipid profile (KELLEY; KELLEY, 2009), while SMM has an important role not only in glucose uptake but also in triglyceride disposal. Recent literature pointed out that sarcopenic patients also had lower levels of HDL-c, highlighting the importance of SMM (LAI et al., 2019). Other recent studies revealed an inverse relation between SMM and non-HDL-c particles (VELLA et al., 2020; LEE et al., 2021), considered atherogenic subfractions. Based on this information, we hypothesized that higher responsiveness to SMM increases would improve the lipid profile. Nevertheless, we found no differences in triglycerides, total cholesterol, HDL-c, LDL-c, and VLDL-c between the tertiles of SMM changes in our study. These results suggest that other factors might influence, more importantly, the lipid profile changes, such as genotype (WESTCOTT, 2012).

Our study is not free of limitations. Since our research is not involving a probabilistic sample, we can only extrapolate our results to independent older women with similar characteristics. Changes in habitual physical activity may have changed over time, which we could not monitor objectively. We instructed the participants to maintain eating habits during the study but have not monitored them. Thus, we cannot affirm that there were no changes in the participants' usual eating. Also, 12 weeks might not be enough to promote changes in some variables, or there is not enough time to detect associations between SMM changes and other variables. In contrast, individualized RT monitoring and quality measurements, such as dual-energy X-ray absorptiometry, are strengths of our study.

5.2.5 Conclusion

In conclusion, responsiveness to SMM changes after an RT program in older women was unrelated to changes in body adiposity and CV risk factors. Therefore, the future recommendations to develop an RT program to reduce the chances of obesity, T2 diabetes, hypertriglyceridemia, hypercholesterolemia, and metabolic syndrome might consider that increasing SMM might not be necessary. From a pragmatic perspective, practitioners should focus on developing a personalized RT program with progressive overload and adequate eating habits to improve metabolic health.

REFERENCES

- BATSIS, J. A.; VILLAREAL, D. T. Sarcopenic obesity in older adults: aetiology, epidemiology and treatment strategies. **Nature Reviews Endocrinology**, v. 14, n. 9, p. 513–537, 2018.
- BOUCHARD, C.; RANKINEN, T. Individual differences in response to regular physical activity. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 33, n. 6 Suppl., p. S446-451, 2001.
- CATOIRE, M. et al. Fatty acid-inducible ANGPTL4 governs lipid metabolic response to exercise. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 111, n. 11, p. 1043–1052, 2014.
- COHEN, J. A Power primer. **Psychological Bulletin**, v. 112, n. 1, p. 155–159, 1992.
- CRUZ-JENTOFT, A. J. et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. **Age and Ageing**, v. 48, n. 601, p. 16–31, 2019.
- CRUZ-JENTOFT, A. J.; SAYER, A. A. Sarcopenia. **The Lancet**, v. 393, n. 10191, p. 2636–2646, 2019.
- DE SANTANA, D. A.; CASTRO, A.; CAVAGLIERI, C. R. Strength training volume to increase muscle mass responsiveness in older individuals: weekly sets based approach. **Frontiers in Physiology**, v. 12, p. 759677, 2021.
- DOMIN, R. et al. Effect of various exercise regimens on selected exercise-induced cytokines in healthy people. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, p. 1261, 2021.
- FERRUCCI, L.; FABBRI, E. Inflammageing: chronic inflammation in ageing, cardiovascular disease, and frailty. **Nature Reviews Cardiology**, v. 15, n. 9, p. 505–522, 2018.
- FRAGALA, M. S. et al. Resistance training for older adults: position statement from the national strength and conditioning association. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 8, p. 2019–2052, 2019.
- FRIEDEWALD, W.; LEVY, R.; FREDRICKSON, D. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. **Clinical Chemistry**, v. 18, p. 499–502, 1972.
- GARCÍA-HERMOSO, A. et al. Exercise training-induced changes in exerkine concentrations may be relevant to the metabolic control of type 2 diabetes mellitus patients: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Journal of Sport and Health Science**, v. S2095-2546, n. 22, p. 00110–7, 2022.

- GUNGOR, O. et al. Sarcopenia and cardiovascular disease in patients with and without kidney disease: what do we know? **International Urology and Nephrology**, v. published, 2022.
- KALYANI, R. R. et al. Hyperglycemia is associated with relatively lower lean body mass in older adults. **Journal of Nutrition, Health and Aging**, v. 18, n. 8, p. 737–743, 2014.
- KELLEY, G. A.; KELLEY, K. S. Impact of progressive resistance training on lipids and lipoproteins in adults: A meta-analysis of randomized controlled trials. **Preventive Medicine**, v. 48, n. 1, p. 9–19, 2009.
- KIM, J. et al. Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 76, n. 2, p. 378–383, 2002.
- KIM, T. N. et al. Impact of visceral fat on skeletal muscle mass and vice versa in a prospective cohort study: the Korean Sarcopenic Obesity Study (KSOS). **PLoS ONE**, v. 9, n. 12, p. e115407, 2014.
- KRHAČ, M.; LOVRENČIĆ, M. V. Update on biomarkers of glycemic control. **World Journal of Diabetes**, v. 10, n. 1, p. 1–15, 2019.
- LAI, S. et al. Sarcopenia and cardiovascular risk indices in patients with chronic kidney disease on conservative and replacement therapy. **Nutrition**, v. 62, p. 108–114, 2019.
- LEAL, L. G.; LOPES, M. A.; BATISTA, M. L. Physical exercise-induced myokines and muscle-adipose tissue crosstalk: a review of current knowledge and the implications for health and metabolic diseases. **Frontiers in Physiology**, v. 9, p. 1307, 2018.
- LEE, E. J.; NEPPL, R. L. Influence of age on skeletal muscle hypertrophy and atrophy signaling: established paradigms and unexpected links. **Genes**, v. 12, n. 5, p. 688, 2021.
- LEE, J. H. et al. Relationship between muscle mass index and LDL cholesterol target levels: analysis of two studies of the Korean population. **Atherosclerosis**, v. 325, p. 1–7, 2021.
- MAVROS, Y. et al. Changes in insulin resistance and HbA1c are related to exercise-mediated changes in body composition in older adults with type 2 diabetes: interim outcomes from the GREAT2DO trial. **Diabetes Care**, v. 36, n. 8, p. 2372–2379, 2013.
- MORTON, R. W. et al. Defining anabolic resistance: implications for delivery of clinical care nutrition. **Current Opinion in Critical Care**, v. 24, n. 2, p. 124–130, 2018.
- MRAZ, M.; HALUZIK, M. The role of adipose tissue immune cells in obesity and low-grade inflammation. **Journal of Endocrinology**, v. 222, n. 3, p. 113–127, 2014.
- NABUCO, H. C. et al. Effects of protein intake beyond habitual intakes associated with resistance training on metabolic syndrome-related parameters, isokinetic strength, and body composition in older women. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 27, n. 4, p. 545–552, 2019.

- NUNES, J. P. et al. Influence of handgrip stabilization during isokinetic knee strength assessment in older women. **Perceptual and Motor Skills**, v. 127, n. 4, p. 671–683, 2020.
- NUNES, J. P. et al. Responsiveness to muscle mass gain following 12 and 24 weeks of resistance training in older women. **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 33, n. 4, p. 1071–1078, 2021.
- PAPADOPOULOU, S. K. Sarcopenia: a contemporary health problem among older adult populations. **Nutrients**, v. 12, n. 5, p. 1293, 2020.
- SARDELI, A. V. et al. Effect of resistance training on inflammatory markers of older adults: a meta-analysis. **Experimental Gerontology**, v. 111, p. 188–196, 2018.
- SCHOENFELD, B. J. et al. Strength and hypertrophy adaptations between low- vs. high-load resistance training: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 12, p. 3508–3523, 2017.
- SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J. W. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Sports Sciences**, v. 35, n. 11, p. 1073–1082, 2017.
- SEVERINSEN, M. C. K.; PEDERSEN, B. K. Muscle–organ crosstalk: the emerging roles of myokines. **Endocrine Reviews**, v. 41, n. 4, p. 594–609, 2020.
- SRIKANTHAN, P.; HORWICH, T. B.; TSENG, C. H. Relation of muscle mass and fat mass to cardiovascular disease mortality. **American Journal of Cardiology**, v. 117, n. 8, p. 1355–1360, 2016.
- TOMELERI, C. M. et al. Resistance training improves inflammatory level, lipid and glycemic profiles in obese older women: a randomized controlled trial. **Experimental Gerontology**, v. 84, p. 80–87, 2016.
- TOMELERI, C. M. et al. Chronic blood pressure reductions and increments in plasma nitric oxide bioavailability. **International Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 4, p. 290–299, 2017.
- TZENG, P. L. et al. Daily lifestyle behaviors and risks of sarcopenia among older adults. **Archives of Public Health**, v. 78, p. 113, 2020.
- VELLA, C. A. et al. Skeletal muscle area and density are associated with lipid and lipoprotein cholesterol levels: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. **Journal of Clinical Lipidology**, v. 14, n. 1, p. 143–153, 2020.
- WANG, S. Te et al. Skeletal muscle ratio: a complete mediator of physical activity and HbA1C in type 2 diabetes. **Biological Research for Nursing**, v. 22, n. 4, p. 536–543, 2020.

WESTCOTT, W. L. Resistance training is medicine: effects of strength training on health.
Current Sports Medicine Reports, v. 11, n. 4, p. 209–216, 2012.

Table 4 Anthropometric characteristics and food habits at baseline.

Variables	Total (n = 123)	CON (n = 61)	RTG (n = 62)	<i>P</i>
Age, yr	69.5 ± 5.8	69.4 ± 6.1	69.6 ± 5.5	0.822
Anthropometry & SMM				
Height, cm	155.0 ± 6.0	155.0 ± 6.3	155.0 ± 5.7	0.680
Body mass, kg	68.7 ± 13.3	69.5 ± 13.4	69.8 ± 13.3	0.488
BMI, kg·m ⁻²	28.4 ± 4.7	28.7 ± 4.6	28.2 ± 4.8	0.542
SMM, kg	18.9 ± 3.2	19.2 ± 3.3	18.7 ± 3.2	0.420
Energy intake				
Total, kcal·d ⁻¹	1,646 ± 224	1,627 ± 208	1,667 ± 242	0.485
Relative, kcal·kg ⁻¹ ·d ⁻¹	24.8 ± 5.3	24.5 ± 5.22	25.2 ± 5.53	0.654
Protein, g·kg ⁻¹ ·d ⁻¹	1.01 ± 0.27	1.03 ± 0.27	0.99 ± 0.27	0.520
Carbohydrate, g·kg ⁻¹ ·d ⁻¹	3.3 ± 0.82	3.25 ± 0.80	3.35 ± 0.85	0.615
Lipid, g·kg ⁻¹ ·d ⁻¹	0.92 ± 0.61	0.97 ± 0.81	0.86 ± 0.22	0.470

Data presented as mean ± SD. BMI – body mass index; SMM – skeletal muscle mass.

Table 5 Changes in SMM, isokinetic knee strength, body adiposity, and cardiovascular risk parameters over time stratified by groups.

	CON (n = 61)		CON Δ (CI 95%)	RTG (n = 62)		RTG Δ (CI 95%)
	Pre	Post		Pre	Post	
SMM	19.20 ± 3.28	18.90 ± 3.22	-0.23 (-0.40 to -0.06)*	18.70 ± 3.20	19.10 ± 3.27	0.42 (0.26 to 0.58)*, †
Isokinetic knee strength						
Extension 60°·s ⁻¹ , N·m ⁻¹	91.0 ± 23.6	91.8 ± 22.4	1,2 (-1.3 to 3.7)	89.4 ± 20.9	92.1 ± 22.4	2.8 (0.5 to 5.1)*
Flexion 60°·s ⁻¹ , N·m ⁻¹	46.9 ± 14.1	48.1 ± 13.3	1.3 (-0.5 to 3.1)	46.1 ± 13.9	49.7 ± 14.0	3.3 (1.5 to 5.1)*
Extension 180°·s ⁻¹ , N·m ⁻¹	58.1 ± 14.0	58.3 ± 14.3	0.4 (-1.0 to 1.9)	57.8 ± 13.1	62.3 ± 15.6	4.4 (2.6 to to 6.2)*, †
Flexion 180°·s ⁻¹ , N·m ⁻¹	36.6 ± 10.3	37.6 ± 12.6	0.5 (-1.3 to 2.3)	36.0 ± 12.9	38.1 ± 10.4	2.0 (-0.2 to 4.3)
Body adiposity						
Total body fat, kg	28.90 ± 8.60	28.70 ± 8.60	-0.27 (-0.55 to 0.01)	28.10 ± 8.72	27.50 ± 8.70	-0.64 (-0.98 to -0.30)*
Arms fat, kg	3.33 ± 1.07	3.20 ± 0.98	-0.13 (-0.19 to -0.07)*	3.23 ± 1.06	3.23 ± 1.10	-0.00 (-0.07 to 0.06)†
Legs fat, kg	9.56 ± 3.26	9.45 ± 3.33	-0.11 (-0.22 to 0.00)	9.21 ± 3.22	9.06 ± 3.28	-0.15 (-0.27 to -0.02)*
Trunk fat, kg	15.20 ± 4.68	15.20 ± 4.75	-0.01 (-0.22 to 0.18)	14.90 ± 4.80	14.40 ± 4.73	-0.47 (-0.69 to -0.25)*, †
Android fat, kg	2.53 ± 0.90	2.52 ± 0.92	-0.01 (-0.06 to 0.04)	2.45 ± 0.92	2.40 ± 0.88	-0.04 (-0.10 to 0.01)
Gynoid fat, kg	4.77 ± 1.45	4.71 ± 1.43	-0.06 (-0.12 to 0.00)	4.65 ± 1.42	4.56 ± 1.42	-0.09 (-0.17 to -0.02)*
Blood biomarkers						
HbA _{1c} , %	5.71 ± 0.85	6.05 ± 0.75	0.34 (0.27 to 0.40)*	6.03 ± 0.75	6.06 ± 0.74	0.03 (-0.02 to 0.08)†
Glucose, mg/dL	98.9 ± 22.4	102.0 ± 20.9	2.9 (1.1 to 4.7)*	101.0 ± 18.5	104.0 ± 16.3	2.6 (0.9 to 4.3)*
Triglycerides, mg/dL	114.0 ± 55.9	117.0 ± 49.2	5.8 (-1.3 to 13.0)	115.0 ± 45.0	103.0 ± 39.1	-9.2 (-14.9 to -3.5)*, †
Total cholesterol, mg/dL	213.0 ± 43.9	207.0 ± 42.0	-5.9 (-11.2 to -0.7)*	207.0 ± 43.2	202.0 ± 43.2	-5.0 (-10.3 to 0.3)
HDL, mg/dL	58.9 ± 17.5	59.8 ± 17.3	0.9 (-0.4 to 2.1)	59.9 ± 13.4	61.1 ± 14.6	1.0 (-1.0 to 3.0)
LDL, mg/dL	129.0 ± 38.7	122.0 ± 36.8	-6.2 (-11.1 to -1.3)*	124.0 ± 42.3	121 ± 40.9	-4.3 (-8.7 to 0.1)
VLDL, mg/dL	22.1 ± 10.3	23.1 ± 9.9	0.9 (-0.6 to 2.4)	23.0 ± 9.0	20.5 ± 7.8	-1.8 (-2.9 to -0.6)*, †

* $P < 0.05$ vs. pretraining; † $P < 0.05$ vs. CON; SMM – skeletal muscle mass.

Table 6 Changes in SMM, isokinetic knee strength, body adiposity, and cardiovascular risk parameters over time stratified by tertiles.

Variables	LOW (n = 20) Δ (CI 95%)	MID (n = 21) Δ (CI 95%)	HIGH (n = 21) Δ (CI 95%)	P, between group
SMM, kg	-0.29 (-0.42 to -0.16)*	0.42 (0.30 to 0.55)*, †	1.11 (0.98 to 1.23)*, †, ‡	< 0.001
Body adiposity				
Total body fat, kg	-0.93 (-1.55 to -0.31)*	-0.70 (-0.31 to -0.09)*	-0.27 (-0.87 to 0.34)	0.305
Arms fat, kg	-0.06 (-0.18 to 0.05)	0.00 (-0.11 to 0.11)	0.05 (-0.06 to 0.16)	0.360
Legs fat, kg	-0.32 (-0.53 to -0.10)*	-0.18 (-0.40 to 0.03)	0.06 (-0.15 to 0.27)	0.051
Trunk fat, kg	-0.54 (-0.94 to -0.14)*	-0.52 (-0.91 to -0.13)*	-0.36 (-0.75 to 0.03)	0.786
Android fat, kg	-0.07 (-0.16 to 0.03)	-0.09 (-0.19 to 0.00)	0.03 (-0.06 to 0.12)	0.160
Gynoid fat, kg	-0.16 (-0.29 to -0.03)*	-0.12 (-0.25 to 0.00)	0.00 (-0.12 to 0.14)	0.168
Blood biomarkers				
HbA _{1c} , %	0.09 (-0.00 to 0.18)	-0.01 (-0.10 to 0.07)	0.02 (-0.06 to 0.11)	0.255
Glucose, mg/dL	1.86 (-1.39 to 5.11)	1.75 (-1.42 to 4.91)	3.06 (0.05 to 6.07)*	0.800
Triglycerides, mg/dL	-10.39 (-22.6 to 1.83)	-7.05 (-17.8 to 3.73)	-9.94 (-20.0 to 0.07)	0.895
Total cholesterol, mg/dL	-4.91 (-16.0 to 6.20)	-5.71 (-15.6 to 4.13)	-3.69 (-12.9 to 5.52)	0.954
HDL, mg/dL	1.82 (-2.38 to 6.02)	0.21 (-3.51 to 3.94)	1.25 (-2.23 to 4.73)	0.837
LDL, mg/dL	-7.19 (-16.5 to 2.11)	-2.12 (-10.4 to 6.18)	-3.30 (-10.8 to 4.23)	0.707
VLDL, mg/dL	-1.78 (-4.24 to 0.68)	-1.60 (-3.78 to 0.58)	-2.02 (-4.06 to 0.01)	0.959

* P < 0.05 vs. pretraining; †P < 0.05 vs. LOW; ‡P < 0.05 vs. MID; SMM – skeletal muscle mass.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente investigação analisou o efeito da responsividade às mudanças na massa muscular em resposta ao TR sobre a força, aptidão funcional, adiposidade corporal e indicadores de risco cardiovascular em mulheres idosas. A análise paralela dos resultados obtidos nos dois artigos sugere que a variação da massa muscular pouco influencia na variação da força, aptidão funcional, adiposidade corporal e em fatores de risco cardiovascular em resposta ao TR.

Algumas limitações devem ser apontadas para evitar desacertos na interpretação das possibilidades de extrapolação dos dados. É sabido que a intensidade e o volume do TR influenciam de maneira importante no aumento da força, aptidão funcional, na composição corporal e em diversos desfechos metabólicos. Dessa forma, não é possível prever quais seriam os resultados se, por exemplo, a intensidade tivesse sido ajustada em outra zona de repetições, ou se o volume de treino fosse reduzido/aumentado. Ainda, algumas variáveis podem ter um período de latência maior do que outras, assim, alguns desfechos podem ter sido influenciados pelo tempo de intervenção. Nossa investigação foi conduzida com mulheres idosas independentes, impossibilitando que extrapolemos esta relação para homens da mesma faixa etária, ou mesmo para idosas frágeis. Como não foi inserido no modelo a atividade física cotidiana objetivamente, não sabemos se a mesma sofreu alterações durante a intervenção, da mesma forma que a ingestão energética e de macronutrientes.

Apesar das limitações apresentadas, o presente trabalho tem pontos fortes que merecem ser destacados. A investigação fez uso de variáveis que, em sua maioria, têm medidas padrão ouro ou de grande confiabilidade e reprodutibilidade. Por fim, o fato do TR ser supervisionado e os ajustes de carga serem realizados individualmente por profissionais experientes nos permite afirmar que as cargas foram ajustadas adequadamente, de acordo com a real capacidade das participantes.

6.1 Aplicações práticas

Os resultados obtidos no presente ensaio nos permitem inferir que o aumento de massa muscular tem pouco ou nenhum impacto no que concerne a desfechos mecânicos como a força e a aptidão funcional, indicando que o tratamento de fragilidade e sarcopenia deve ambicionar a melhora da qualidade da massa muscular, não exclusivamente a quantidade. Ainda, parece que aumentar a massa muscular tem pouca importância no que diz respeito à redução da adiposidade corporal, indicando que talvez a responsividade ao aumento do músculo não seja determinante para redução da gordura, o que talvez seja mais modificável a partir de um balanço calórico negativo. Por fim, nossos resultados indicam que uma maior responsividade ao aumento

da massa muscular não tem relação com uma melhora em desfechos relacionados ao risco cardiovascular, sugerindo que profissionais do exercício devem focar suas energias em desenvolver um programa de TR com sobrecarga progressiva e com hábitos alimentares adequados, não sendo necessário maiores preocupações em relação ao aumento da massa muscular.

6.2 Futuras perspectivas

O cenário atual do exercício (não exclusivamente do TR) enfatiza o fato de que “exercício é remédio”. Não obstante a isso, pesquisadores do mundo todo se dispuseram a investigar quais os tipos de exercício mais adequados, a intensidade e o volume mais eficazes, a frequência mais efetiva e assim por diante. Dessa forma, investigar a eficácia do exercício físico se torna coadjuvante, sendo um consenso a sua importância para a saúde em geral e redução da mortalidade. O que evoluiu nos últimos anos é a perspectiva da utilização do exercício como um fármaco, sabendo que há uma importante variabilidade interindividual, sendo necessárias doses e tipos diferentes de exercício para o tratamento de diferentes disfunções/doenças e com diferentes objetivos, o que é atualmente chamado de exercício de precisão.

Dessa forma, o presente ensaio permitiu-nos adicionar apenas mais um ponto na literatura que envolve o TR, sugerindo que a massa muscular pode ter sua importância minimizada para desfechos em saúde e tratamento de diferentes indivíduos. Ainda, há um leque muito amplo para ser investigado, visto que para este ensaio, investigamos o impacto das mudanças na massa muscular como efeito do TR tradicional, resultados estes que poderiam ser diferentes quando pensamos em diferentes estratégias, já que a manipulação das variáveis do TR pode influenciar nas mudanças na biogênese mitocondrial, na inserção de tecido não contrátil (tanto conjuntivo quanto de gordura), no tipo de fibra que é mais estimulado, entre outras modificações. Por fim, muitas variáveis só apresentam mudanças após um período maior de tempo do que a maioria das investigações (i.e. latência). Desta forma, os estudos futuros devem investigar se outras estratégias que envolvem o TR são capazes de produzir resultados diferentes dos encontrados neste estudo, bem como devem ter duração maior para investigar variáveis com possíveis maiores períodos de latência. Dessa forma, podemos inserir mais uma ferramenta na caixa do profissional do exercício, para que o mesmo esteja cada vez mais munido de informações que permitam uma tomada de decisão mais assertiva quanto aos seus objetivos.

REFERÊNCIAS

AHTIAINEN, J. P. et al. Heterogeneity in resistance training-induced muscle strength and mass responses in men and women of different ages. **Age**, v. 38, n. 1, p. 10, 2016.

AKIMA, H. et al. Comparison of muscle quality and functional capacity between Japanese and Brazilian older individuals. **PLoS ONE**, v. 15, n. 12, p. e0243589, 2020.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, 2009.

BALSHAW, T. G. et al. Changes in agonist neural drive, hypertrophy and pre-training strength all contribute to the individual strength gains after resistance training. **European Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 4, p. 631–640, 2017.

BALTASAR-FERNANDEZ, I. et al. Relative sit-to-stand power cut-off points and their association with negatives outcomes in older adults. **Scientific Reports**, v. 11, p. 19460, 2021.

BATSI, J. A.; VILLAREAL, D. T. Sarcopenic obesity in older adults: aetiology, epidemiology and treatment strategies. **Nature Reviews Endocrinology**, v. 14, n. 9, p. 513–537, 2018.

BIRD, S. R.; HAWLEY, J. A. Update on the effects of physical activity on insulin sensitivity in humans. **BMJ Open Sport and Exercise Medicine**, v. 2, p. e000143, 2017.

BOUCHARD, C.; RANKINEN, T. Individual differences in response to regular physical activity. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 33, n. 6 Suppl., p. S446-451, 2001.

BUCKNER, S. L. et al. The problem of muscle hypertrophy: revisited. **Muscle & Nerve**, v. 54, n. 6, p. 1012–1014, 2016.

BUCKNER, S. L. et al. Do exercise-induced increases in muscle size contribute to strength in resistance-trained individuals? **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 41, n. 4, p. 326–333, 2021.

CADORE, E. L.; IZQUIERDO, M. Muscle power training: a hallmark for muscle function retaining in frail clinical setting. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 19, n. 3, p. 190–192, 2018.

CATOIRE, M. et al. Fatty acid-inducible ANGPTL4 governs lipid metabolic response to exercise. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 111, n. 11, p. 1043–1052, 2014.

CAVALCANTE, E. F. et al. Effects of different resistance training frequencies on fat in overweight/obese older women. **International Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 7, p. 527–534, 2018.

CHEN, N. et al. Effects of resistance training in healthy older people with sarcopenia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **European Review of Aging and Physical Activity**, v. 18, p. 23, 2021.

COHEN, J. A Power primer. **Psychological Bulletin**, v. 112, n. 1, p. 155–159, 1992.

CRUZ-JENTOFT, A. J. et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. **Age and Ageing**, v. 48, n. 601, p. 16–31, 2019.

CRUZ-JENTOFT, A. J.; SAYER, A. A. Sarcopenia. **The Lancet**, v. 393, n. 10191, p. 2636–2646, 2019.

CUNHA, P. M. et al. The effects of resistance training volume on osteosarcopenic obesity in older women. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 14, p. 1564–1571, 2018.

DE SANTANA, D. A.; CASTRO, A.; CAVAGLIERI, C. R. Strength training volume to increase muscle mass responsiveness in older individuals: weekly sets based approach. **Frontiers in Physiology**, v. 12, p. 759677, 2021.

DE SANTANA, F. M. et al. Low muscle mass in older adults and mortality: a systematic review and meta-analysis. **Experimental Gerontology**, v. 152, p. 111461, 2021.

DESPRÉS, J. P. et al. The effect of a 20-week endurance training program on adipose-tissue morphology and lipolysis in men and women. **Metabolism**, v. 33, n. 3, p. 235–239, 1984.

DOMIN, R. et al. Effect of various exercise regimens on selected exercise-induced cytokines in healthy people. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, p. 1261, 2021.

ERSKINE, R. M. et al. Inter-individual variability in the adaptation of human muscle specific tension to progressive resistance training. **European Journal of Applied Physiology**, v. 110, n. 6, p. 1117–1125, 2010.

ERSKINE, R. M.; FLETCHER, G.; FOLLAND, J. P. The contribution of muscle hypertrophy to strength changes following resistance training. **European Journal of Applied Physiology**, v. 114, n. 6, p. 1239–1249, 2014.

FERRUCCI, L.; FABBRI, E. Inflammaging: chronic inflammation in ageing, cardiovascular disease, and frailty. **Nature Reviews Cardiology**, v. 15, n. 9, p. 505–522, 2018.

FOLLAND, J. P.; BALSHAW, T. G. Muscle growth does contribute to the increases in strength that occur after resistance training. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 53, n. 9, p. 2006–2010, 2021.

FRAGALA, M. S. et al. Resistance training for older adults: position statement from the national strength and conditioning association. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 8, p. 2019–2052, 2019.

FRAGALA, M. S.; KENNY, A. M.; KUCHEL, G. A. Muscle quality in aging: a multi-dimensional approach to muscle functioning with applications for treatment. **Sports Medicine**, v. 45, n. 5, p. 641–658, 2015.

FRANZON, K. et al. The impact of muscle function, muscle mass and sarcopenia on independent ageing in very old Swedish men. **BMC Geriatrics**, v. 19, p. 153, 2019.

FRIEDEWALD, W.; LEVY, R.; FREDRICKSON, D. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. **Clinical Chemistry**, v. 18, p. 499–502, 1972.

FRONTERA, W. R.; OCHALA, J. Skeletal muscle: a brief review of structure and function. **Calcified Tissue International**, v. 96, p. 183–195, 2015.

GARCÍA-HERMOSO, A. et al. Exercise training-induced changes in exerkine concentrations may be relevant to the metabolic control of type 2 diabetes mellitus patients: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Journal of Sport and Health Science**, v. S2095-2546, n. 22, p. 00110–7, 2022.

GUNGOR, O. et al. Sarcopenia and cardiovascular disease in patients with and without kidney disease: what do we know? **International Urology and Nephrology**, v. published, 2022.

HIGBIE, E. J. et al. Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. **Journal of Applied Physiology**, v. 81, n. 5, p. 2173–2181, 1996.

IKEGAMI, S. et al. Physical performance reflects cognitive function, fall risk, and quality of life in community-dwelling older people. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 12242, 2019.

IZQUIERDO, M. et al. International exercise recommendations in older adults (ICFSR): expert consensus guidelines. **Journal of Nutrition, Health and Aging**, v. 25, n. 7, p. 824–853, 2021.

JANSSEN, I. et al. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. **Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 1, p. 81–88, 2000.

JUNG, H. W. et al. Usual gait speed is associated with frailty status, institutionalization, and mortality in community-dwelling rural older adults: a longitudinal analysis of the aging study of Pyeongchang rural area. **Clinical Interventions in Aging**, v. 13, p. 1079–1089, 2018.

KALYANI, R. R. et al. Hyperglycemia is associated with relatively lower lean body mass in older adults. **Journal of Nutrition, Health and Aging**, v. 18, n. 8, p. 737–743, 2014.

KANALEY, J. A. et al. Exercise/physical activity in individuals with type 2 diabetes: a consensus statement from the American College of Sports Medicine. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 54, n. 2, p. 353–368, 2022.

KANG, S. et al. Effect of resistance exercise on the lipolysis pathway in obese pre-and postmenopausal women. **Journal of Personalized Medicine**, v. 11, n. 9, 2021.

KELLEY, G. A.; KELLEY, K. S. Impact of progressive resistance training on lipids and lipoproteins in adults: A meta-analysis of randomized controlled trials. **Preventive Medicine**, v. 48, n. 1, p. 9–19, 2009.

KIM, J. et al. Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 76, n. 2, p. 378–383, 2002.

KIM, T. N. et al. Impact of visceral fat on skeletal muscle mass and vice versa in a prospective cohort study: the Korean Sarcopenic Obesity Study (KSOS). **PLoS ONE**, v. 9, n. 12, p. e115407, 2014.

KRHAČ, M.; LOVRENČIĆ, M. V. Update on biomarkers of glycemic control. **World Journal of Diabetes**, v. 10, n. 1, p. 1–15, 2019.

LAI, S. et al. Sarcopenia and cardiovascular risk indices in patients with chronic kidney disease on conservative and replacement therapy. **Nutrition**, v. 62, p. 108–114, 2019.

LAURETANI, F. et al. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. **Journal of Applied Physiology**, v. 95, n. 5, p. 1851–1860, 2003.

LEAL, L. G.; LOPES, M. A.; BATISTA, M. L. Physical exercise-induced myokines and muscle-adipose tissue crosstalk: a review of current knowledge and the implications for health and metabolic diseases. **Frontiers in Physiology**, v. 9, p. 1307, 2018.

LEE, E. J.; NEPPL, R. L. Influence of age on skeletal muscle hypertrophy and atrophy signaling: established paradigms and unexpected links. **Genes**, v. 12, n. 5, p. 688, 2021.

LEE, J. H. et al. Relationship between muscle mass index and LDL cholesterol target levels: analysis of two studies of the Korean population. **Atherosclerosis**, v. 325, p. 1–7, 2021.

LOENNEKE, J. P. et al. Exercise-induced changes in muscle size do not contribute to exercise-induced changes in muscle strength. **Sports Medicine**, v. 49, n. 7, p. 987–991, 2019.

MAFFIULETTI, N. A. et al. Rate of force development: physiological and methodological considerations. **European Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 6, p. 1091–1116, 2016.

MAGALHÃES, A. C. L. de et al. Dose–response relationship of resistance training on metabolic phenotypes, body composition and lipid profile in menopausal women. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 16, p. 10369, 2022.

MAKIZAKO, H. et al. Impact of physical frailty on disability in community-dwelling older adults: a prospective cohort study. **BMJ Open**, v. 5, p. e008462, 2015.

MAVROS, Y. et al. Changes in insulin resistance and HbA1c are related to exercise-mediated changes in body composition in older adults with type 2 diabetes: interim outcomes from the GREAT2DO trial. **Diabetes Care**, v. 36, n. 8, p. 2372–2379, 2013.

MAVROS, Y. et al. Reductions in C-reactive protein in older adults with type 2 diabetes are related to improvements in body composition following a randomized controlled trial of resistance training. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, v. 5, n. 2, p. 111–120, 2014.

MENDE, E. et al. Progressive machine-based resistance training for prevention and treatment of sarcopenia in the oldest old: a systematic review and meta-analysis. **Experimental Gerontology**, v. 163, p. 111767, 2022.

MENDOZA, M. V. F.; KACHUR, S. M.; LAVIE, C. J. The effects of exercise on lipid biomarkers. **Methods in Molecular Biology**, v. 2343, p. 93–117, 2022.

MERCHANT, R. A.; MORLEY, J. E.; IZQUIERDO, M. Exercise, aging and frailty: guidelines for increasing function. **Journal of Nutrition, Health and Aging**, v. 25, n. 4, p. 405–409, 2021.

MORITANI, T.; DEVRIES, H. A. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. **American Journal of Physical Medicine**, v. 58, n. 3, p. 115–130, 1979.

MORTON, R. W. et al. Defining anabolic resistance: implications for delivery of clinical care nutrition. **Current Opinion in Critical Care**, v. 24, n. 2, p. 124–130, 2018.

MRAZ, M.; HALUZIK, M. The role of adipose tissue immune cells in obesity and low-grade inflammation. **Journal of Endocrinology**, v. 222, n. 3, p. 113–127, 2014.

MUKUND, K.; SUBRAMANIAM, S. Skeletal muscle: a review of molecular structure and function, in health and disease. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Systems Biology and Medicine**, v. 12, n. 1, p. 1–46, 2020.

NABUCO, H. C. et al. Effects of protein intake beyond habitual intakes associated with resistance training on metabolic syndrome-related parameters, isokinetic strength, and body composition in older women. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 27, n. 4, p. 545–552, 2019.

NABUCO, H. C. G. **Efeitos da suplementação de whey protein associada ao treinamento com pesos sobre a composição corporal, a força muscular, a capacidade funcional e o perfil cardiometabólico em mulheres idosas treinadas**. 2018. Tese (Doutorado em Educação Física) – Centro de Educação Física e Esporte. Universidade Estadual de Londrina, 2018.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO)**. 4ª ed. Campinas: UNICAMP, 2011.

NUNES, J. P. et al. Influence of handgrip stabilization during isokinetic knee strength assessment in older women. **Perceptual and Motor Skills**, v. 127, n. 4, p. 671–683, 2020.

NUNES, J. P. et al. Responsiveness to muscle mass gain following 12 and 24 weeks of resistance training in older women. **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 33, n. 4, p. 1071–1078, 2021.

ORSATTI, F. L. et al. Predicting functional capacity from measures of muscle mass in postmenopausal women. **PM & R: The Journal of Injury, Function, and Rehabilitation**, v. 9, n. 6, p. 596–602, 2017.

PAPADOPOULOU, S. K. Sarcopenia: a contemporary health problem among older adult populations. **Nutrients**, v. 12, n. 5, p. 1293, 2020.

PATIÑO-VILLADA, F. A. et al. Relationship of body composition with the strength and functional capacity of people over 70 years. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 21, p. 7767, 2020.

PICKERING, C.; KIELY, J. Do non-responders to exercise exist—and if so, what should we do about them? **Sports Medicine**, v. 49, n. 1, p. 1–7, 2019.

PICOLI, C. de C. et al. Resistance exercise training induces subcutaneous and visceral adipose tissue browning in Swiss mice. **Journal of Applied Physiology**, v. 129, n. 1, p. 66–74, 2020.

PRUD'HOMME, D. et al. Sensitivity of maximal aerobic power to training is genotype-dependent. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 16, n. 5, p. 489–493, 1984.

ROBERTS, M. D. et al. Sarcoplasmic hypertrophy in skeletal muscle: a scientific “unicorn” or resistance training adaptation? **Frontiers in Physiology**, v. 11, p. 816, 2020.

ROH, E.; CHOI, K. M. Health consequences of sarcopenic obesity: a narrative review. **Frontiers in Endocrinology**, v. 11, p. 332, 2020.

SARDELI, A. V. et al. Effect of resistance training on inflammatory markers of older adults: a meta-analysis. **Experimental Gerontology**, v. 111, p. 188–196, 2018.

SCHOENFELD, B. J. et al. Strength and hypertrophy adaptations between low- vs. high-load resistance training: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 12, p. 3508–3523, 2017.

SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J. W. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Sports Sciences**, v. 35, n. 11, p. 1073–1082, 2017.

SEVERINSEN, M. C. K.; PEDERSEN, B. K. Muscle–organ crosstalk: the emerging roles of myokines. **Endocrine Reviews**, v. 41, n. 4, p. 594–609, 2020.

SHUR, N. F. et al. Age-related changes in muscle architecture and metabolism in humans: the likely contribution of physical inactivity to age-related functional decline. **Ageing Research Reviews**, v. 68, p. 101344, 2021.

SIMONEAU, J. et al. Inheritance of human skeletal muscle and anaerobic capacity adaptation to high-intensity intermittent training. **International Journal of Sports Medicine**, v. 7, n. 3, p. 167–171, 1986.

SRIKANTHAN, P.; HORWICH, T. B.; TSENG, C. H. Relation of muscle mass and fat mass to cardiovascular disease mortality. **American Journal of Cardiology**, v. 117, n. 8, p. 1355–1360, 2016.

TESSIER, A. J.; CHEVALIER, S. An update on protein, leucine, omega-3 fatty acids, and vitamin d in the prevention and treatment of sarcopenia and functional decline. **Nutrients**, v. 10, n. 8, p. 1099, 2018.

TOMELERI, C. M. et al. Resistance training improves inflammatory level, lipid and glycemic profiles in obese older women: a randomized controlled trial. **Experimental Gerontology**, v. 84, p. 80–87, 2016.

TOMELERI, C. M. et al. Chronic blood pressure reductions and increments in plasma nitric oxide bioavailability. **International Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 4, p. 290–299, 2017.

TZENG, P. L. et al. Daily lifestyle behaviors and risks of sarcopenia among older adults. **Archives of Public Health**, v. 78, p. 113, 2020.

URYNIAK, T. et al. Responder analyses-A PhRMA position paper. **Statistics in Biopharmaceutical Research**, v. 3, n. 3, p. 476–487, 2011.

VELLA, C. A. et al. Skeletal muscle area and density are associated with lipid and lipoprotein cholesterol levels: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. **Journal of Clinical Lipidology**, v. 14, n. 1, p. 143–153, 2020.

WANG, S. Te et al. Skeletal muscle ratio: a complete mediator of physical activity and HbA1C in type 2 diabetes. **Biological Research for Nursing**, v. 22, n. 4, p. 536–543, 2020.

WESTCOTT, W. L. Resistance training is medicine: effects of strength training on health. **Current Sports Medicine Reports**, v. 11, n. 4, p. 209–216, 2012.

ZHANG, X. et al. Falls among older adults with sarcopenia dwelling in nursing home or community: a meta-analysis. **Clinical Nutrition**, v. 39, n. 1, p. 33–39, 2020.

ZOICO, E. et al. Adipocytokines, fat distribution, and insulin resistance in elderly men and women. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 59, n. 9, p. 935–939, 2004.

APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido da pesquisa:

“EFEITO DE QUATRO ORDENS DE EXECUÇÃO DOS EXERCÍCIOS EM PROGRAMA DE TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE A COMPOSIÇÃO CORPORAL, FORÇA MUSCULAR, CAPACIDADE FUNCIONAL, BIOMARCADORES SANGUÍNEOS E COGNIÇÃO EM MULHERES IDOSAS TREINADAS”

Prezada Senhora:

Gostaríamos de convidá-la para participar da pesquisa “Efeito de quatro ordens de execução dos exercícios em programa de treinamento resistido sobre a composição corporal, força muscular, capacidade funcional, biomarcadores sanguíneos e cognição em mulheres idosas treinadas”, a ser realizada no município de Londrina/PR. O objetivo desta pesquisa é analisar os efeitos de dois anos de prática regular e sistematizada de treinamento resistido sobre a força muscular, composição corporal e biomarcadores de risco cardiometabólico em mulheres pós-menopausadas.

Todas as avaliações serão realizadas por profissionais previamente treinados para tal finalidade. A assinatura deste termo permitirá que você participe das seguintes atividades: (1) Programa de treinamento com pesos nas suas diferentes fases acompanhado por profissionais e estudantes de Educação Física; (2) Entrevista afim de avaliar o histórico médico, sintomas de ansiedade e depressão, percepção de qualidade de vida, sono e cognição; (3) Medidas de peso, altura, pressão arterial, frequência cardíaca em repouso, atividade física habitual, comportamento sedentário e sono; (4) Avaliação da composição corporal pelos métodos de impedância bioelétrica e densitometria óssea; (5) Coleta de sangue venoso em jejum de 12 h feita por um técnico capacitado e habilitado para a avaliação de indicadores metabólicos; (6) Avaliação nutricional por meio da aplicação de registros alimentares de dois dias; (7) Avaliação da aptidão neuromuscular por meio de testes de uma repetição máxima; (8) Avaliação da capacidade de realizar atividades de vida diária por meio de testes funcionais.

Gostaríamos de esclarecer que a participação é totalmente voluntária. A participante pode recusar-se a participar/desistir a qualquer momento sem sofrer prejuízo algum. As informações serão utilizadas somente para fins de pesquisa e todos os documentos e amostras utilizados serão identificados por um código numérico sem identificação nominal para preservar a identidade da participante. Lembramos que não será cobrada taxa alguma por estas avaliações. Da mesma forma, não será paga quantia alguma as participantes. Adicionalmente, comprometemo-nos a respeitar as determinações previstas na Lei 10.741 de 2003 – Estatuto do Idoso, que resguardam

os direitos e a proteção às pessoas idosas, em especial ao respeito, dignidade e integridade física, emocional, social e afetiva.

Ao final do estudo, comprometemo-nos ainda a retornar com os resultados de todas as avaliações, que serão entregues as participantes. Espera-se com essa pesquisa, proporcionar informações que possam favorecer a melhoria da saúde e qualidade de vida de mulheres idosas por meio da prática de treinamento e associação com aspectos nutricionais, além de possibilitar a melhoria de parâmetros morfológicos, fisiológicos, neuromusculares e metabólicos das participantes. Apesar de considerados mínimos, os possíveis riscos são: desconfortos na coleta sanguínea e cansaço durante os testes físicos. É possível também que alguns grupamentos musculares exigidos nos testes de esforço fiquem doloridos entre 24 e 48 horas após a realização dos mesmos e durante as primeiras semanas de treino.

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos pode contactar o Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino, no Laboratório de Metabolismo, Nutrição e Exercício, localizado no Centro de Educação Física e Esporte, da Universidade Estadual de Londrina, pelo telefone (43) 3371-4772 / 9139-4509 ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, na Avenida Robert Kock, 60 ou no telefone (43) 3371- 2490. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida, assinada e entregue a você.

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino

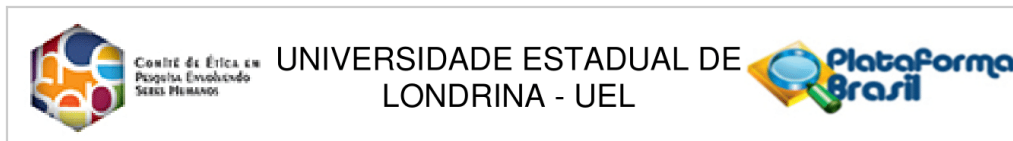
RG: _____

Eu, _____(nome por extenso do sujeito de pesquisa), tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar voluntariamente da pesquisa descrita acima.

Assinatura (ou impressão dactiloscópica): _____

Londrina, ____ de _____ de 20__.

ANEXO A – Carta de aprovação do projeto pelo comitê de ética



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito de quatro ordens de execução dos exercícios em programa de treinamento resistido sobre a composição corporal, força muscular, capacidade funcional, biomarcadores sanguíneos e cognição em mulheres idosas treinadas

Pesquisador: JOÃO PEDRO ALVES NUNES

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 30300420.1.0000.5231

Instituição Proponente: CEFE - PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA UEM/UEL

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.663.555

Apresentação do Projeto:

Textos retirados do original do pesquisador:

Muitas das respostas associadas ao exercício resistido, bem como a magnitude das adaptações produzidas, podem ser influenciadas pela manipulação adequada de variáveis que compõem os programas de treinamento. Portanto, acredita-se que a ordem de execução dos exercícios possa influenciar nas respostas adaptativas acarretadas pelo treinamento resistido, uma vez que pode afetar tanto o volume quanto a intensidade do treinamento.

Métodos: Será realizada uma intervenção com delineamento longitudinal por 12 semanas com aproximadamente 72 mulheres idosas (> 60 anos), fisicamente independentes e previamente treinadas, sendo divididas em quatro grupos de acordo com a ordem de execução dos exercícios, a saber: (1) dos exercícios multi- para mono-articulares, começando pelos exercícios de membros superiores seguindo para membros inferiores; (2) dos exercícios multi- para mono-articulares, de membros inferiores para membros superiores; (3) dos exercícios mono- para multi-articulares, de membros superiores para membros inferiores; (4) dos exercícios mono- para multi-articulares, de membros inferiores para membros superiores. A composição corporal será determinada por absorptometria radiológica de dupla energia. A força muscular será estimada a partir de testes de uma repetição máxima (1RM) e em dinamômetro isocinético. A função diastólica será determinada de acordo com orientação proposta pela diretriz das Sociedades Americana e Europeia de

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

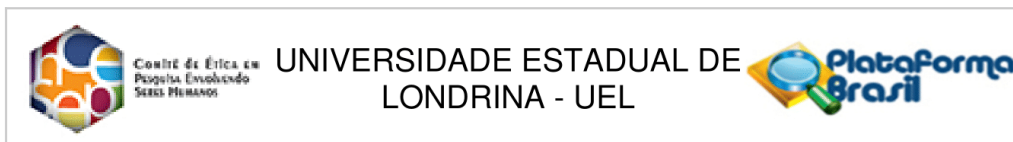
UF: PR

Telefone: (43)3371-5455

CEP: 86.057-970

Município: LONDRINA

E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 4.663.555

Ecocardiografia, utilizando técnica de ecocardiograma. As concentrações de glicose, colesterol total e suas frações, triglicerídeos, proteína C-reativa e BDNF serão determinadas por meio de coleta de sangue em jejum. Os testes MoCa, Stroop Test, Trail Making Test, Fluência Verbal Semântica e Fonológica serão utilizados para avaliação das funções cognitivas. Os testes que serão utilizados para medidas de capacidade funcional são: velocidade habitual da marcha, flexão de cotovelo de 30 s, time-up and go, sentar e levantar da cadeira por 30 s, e caminhada de seis minutos.

Objetivo da Pesquisa:

Textos retirados do original do pesquisador:

Objetivo Primário:

Comparar o efeito de diferentes ordens de execução dos exercícios em programa de treinamento resistido sobre a força muscular, composição corporal, capacidade funcional, biomarcadores sanguíneos e cognição de mulheres idosas treinadas.

Objetivo Secundário:

- Identificar o efeito de quatro ordens de execução dos exercícios em programa de treinamento resistido sobre a massa muscular, gordura corporal total e gordura de tronco e o desempenho motor em testes de 1-RM e de dinamometria isocinética em idosas treinadas.
- Verificar o efeito de quatro ordens de execução dos exercícios em programa de treinamento resistido sobre glicose, perfil lipídico e proteína C-reativa em idosas treinadas.
- Analisar o efeito de quatro ordens de execução dos exercícios em programa de treinamento resistido sobre a cognição nos testes de Trail Making Test, MoCA, Fluência Verbal, Stroop Test e as concentrações de BDNF em idosas treinadas.
- Analisar o efeito de quatro ordens de execução dos exercícios em programa de treinamento resistido sobre medidas de capacidade funcional em idosas treinadas.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Textos retirados do original do pesquisador:

Riscos:

Apesar de considerados mínimos, os possíveis riscos são: desconfortos na coleta sanguínea, cansaço durante os testes físicos e possível desconforto e lesão mioarticular por conta do esforço exigido nos testes físicos de força e funcionalidade (exemplo: músculos pouco doloridos entre 24 e 48 horas após). De todo modo, nós nos responsabilizamos em amparar qualquer participante da pesquisa caso algum desconforto aconteça em decorrência da pesquisa, sem onerar o serviço público de saúde.

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

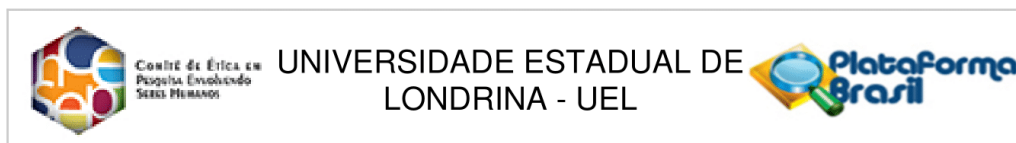
UF: PR

Telefone: (43)3371-5455

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 4.663.555

Benefícios:

Espera-se, com essa pesquisa, proporcionar informações que possam favorecer a melhoria aspectos gerais de saúde e qualidade de vida de idosas por meio da prática de treinamento resistido e associação com aspectos nutricionais, além de possibilitar a melhoria de parâmetros morfológicos, neuromusculares e metabólicos das participantes.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Segundo o pesquisador, "considerando que o processo de envelhecimento resulta em redução mais acentuada de força e massa muscular em membros inferiores quando comparados com membros superiores, acreditamos que um programa de TR que se inicie por exercícios para membros inferiores possa promover melhores respostas adaptativas por atender uma prioridade específica, sobretudo, em mulheres idosas. Adicionalmente, esperamos que as respostas de maior magnitude ocorram a partir da execução inicialmente de exercícios multiarticulares que possibilitam a utilização de maiores cargas, proporcionando assim um maior volume total de treino por sessão, que por sua vez pode impactar nas alterações cognitivas, cardíacas e bioquímicas."

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- Folha de Rosto corretamente apresentada.
- TCLE apresentado na forma de convite, com todos os elementos obrigatórios conforme Resolução CNS 466/2012.
- Declaração de coparticipante HU-UEL apresentada corretamente.
- Declaração de coparticipante do médico Ricardo José Rodrigues apresentada corretamente.
- Cronograma corretamente apresentado, com coleta de dados a iniciar dia 19/07/2021 e data final do projeto sendo 11/12/2021.
- Orçamento corretamente apresentado.

Recomendações:

...

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Pendências solicitadas foram providenciadas com clareza e precisão.

Considerações Finais a critério do CEP:

Prezado(a) Pesquisador(a),

Este é seu parecer final de aprovação, vinculado ao Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina. É sua responsabilidade apresenta-Lo aos órgãos

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

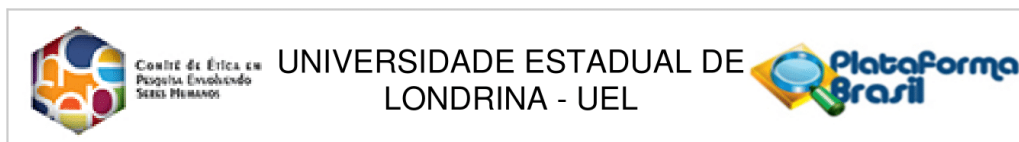
UF: PR

Telefone: (43)3371-5455

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 4.663.555

e/ou instituições pertinentes.

Ressaltamos, para início da pesquisa, as seguintes atribuições do pesquisador, conforme Resolução CNS 466/2012 e 510/2016:

A responsabilidade do pesquisador é indelegável e indeclinável e compreende os aspectos éticos e legais, cabendo-lhe:

- conduzir o processo de Consentimento e de Assentimento Livre e Esclarecido;
- apresentar dados solicitados pelo sistema CEP/CONEP a qualquer momento;
- desenvolver o projeto conforme delineado, justificando, quando ocorridas, a sua mudança ou interrupção;
- elaborar e apresentar os relatórios parciais e final;
- manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa;
- encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores e pessoal técnico integrante do projeto;
- justificar fundamentadamente, perante o sistema CEP/CONEP, interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

Coordenação CEP/UEL.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1356772.pdf	16/04/2021 16:36:13		Aceito
Declaração de Pesquisadores	dr_ricardo.pdf	16/04/2021 16:35:49	JOÃO PEDRO ALVES NUNES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_CUNHA_NUNES_2021_com_ite_novo.docx	16/04/2021 16:31:43	JOÃO PEDRO ALVES NUNES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_novo.docx	16/04/2021 16:30:51	JOÃO PEDRO ALVES NUNES	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_assinado_rafael_d.pdf	16/04/2021 16:23:56	JOÃO PEDRO ALVES NUNES	Aceito
Outros	Parecer_Comite_de_Etica.pdf	16/03/2020	JOÃO PEDRO	Aceito

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

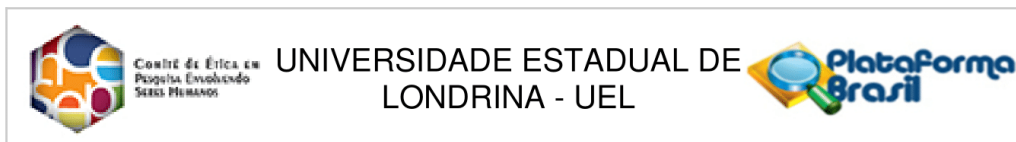
CEP: 86.057-970

UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 4.663.555

Outros	Parecer_Comite_de_Etica.pdf	06:33:09	NUNES	Aceito
--------	-----------------------------	----------	-------	--------

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

LONDRINA, 22 de Abril de 2021

Assinado por:
Adriana Lourenço Soares Russo
(Coordenador(a))

Endereço: LABESC - Sala 14 Bairro: Campus Universitário UF: PR Município: LONDRINA Telefone: (43)3371-5455	CEP: 86.057-970 E-mail: cep268@uel.br
--	--

ANEXO B – Modelo do recordatório alimentar

Nome: _____ Data: ____/____/____

Dia da semana do Recordatório: _____ Avaliador: _____

REFEIÇÃO E O HORARIO	Alimentos, bebidas e/ou preparações (Detalhar o máximo possível)	Quantidades (Gramas ou medida caseira)
Café da manhã Horário: _____		
Lanche manhã Horário: _____		
Almoço Horário: _____		
Lanche tarde Horário: _____		
Jantar Horário: _____		
Ceia Horário: _____		

Quantidade de água ingerida por dia (copos, litros): _____

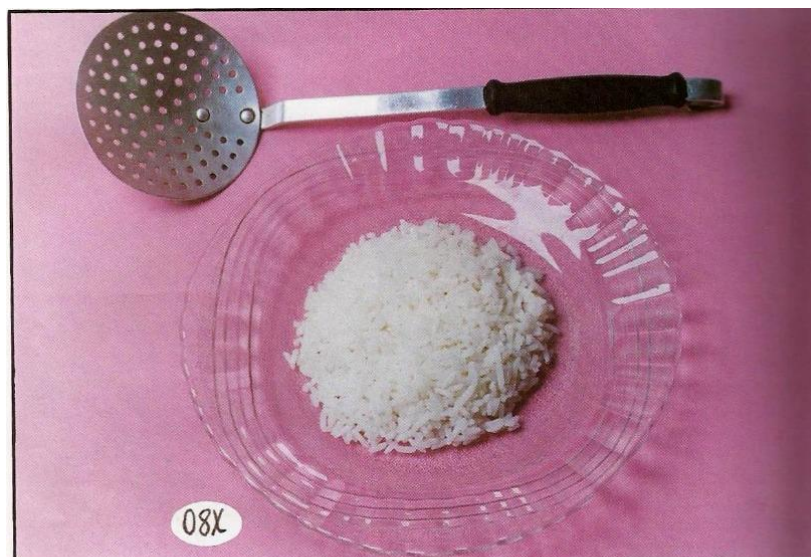
ANEXO C – Exemplos de porções apresentadas às participantes

Uma concha pequena

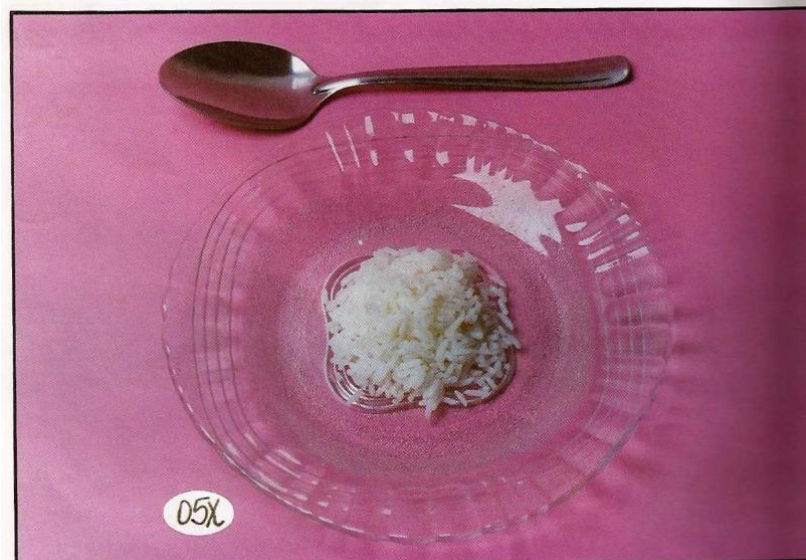


Uma concha média

Exemplo 1. Porções de feijão

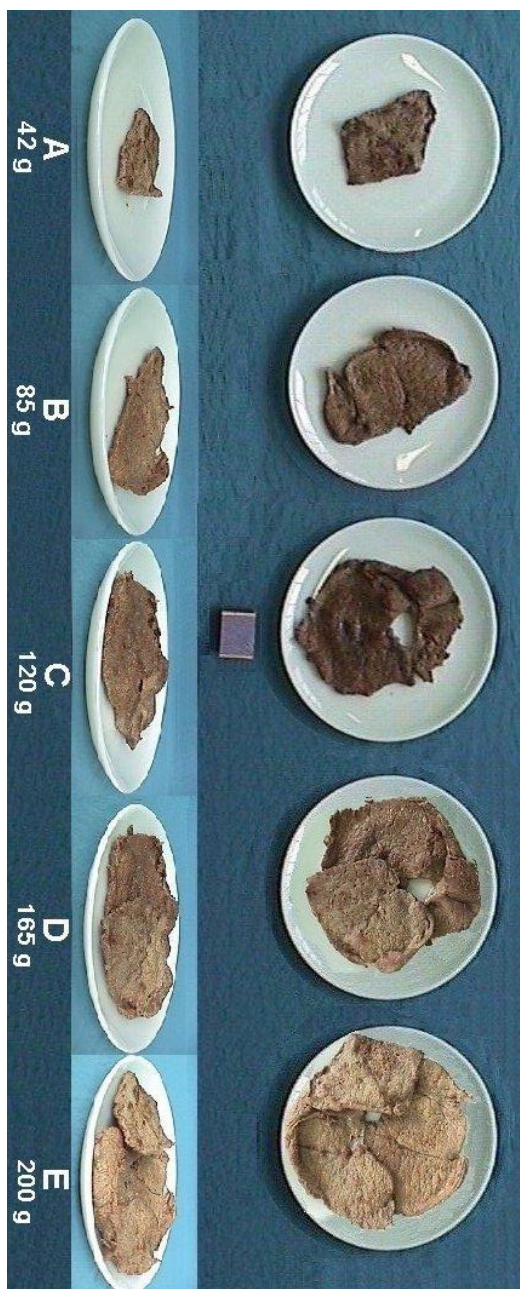


43



44

Exemplo 2. Porções de arroz



Exemplo 3. Porções de carne bovina



55



56

Exemplo 4. Diferentes tamanhos de banana