



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

EDILAINE FUNGARI CAVALCANTE

**TREINAMENTO RESISTIDO PARA MULHERES IDOSAS:
RESPOSTAS ADAPTATIVAS BASEADAS EM DUAS INTENSIDADES
DE CARGAS RECOMENDADAS PELO ACSM E NSCA**

Londrina-PR

2025

EDILAINE FUNGARI CAVALCANTE

**TREINAMENTO RESISTIDO PARA MULHERES IDOSAS:
RESPOSTAS ADAPTATIVAS BASEADAS EM DUAS INTENSIDADES
DE CARGAS RECOMENDADAS PELO ACSM E NSCA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ciências da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino

Londrina-PR

2025

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

C376t Cavalcante, Edilaine Fungari.
TREINAMENTO RESISTIDO PARA MULHERES IDOSAS : Respostas adaptativas baseadas em duas intensidades de cargas recomendadas pelo ACSM e NSCA / Edilaine Fungari Cavalcante. - Londrina, 2025.
94 f.

Orientador: Edilson Serpeloni Cyrino.
Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, 2025.
Inclui bibliografia.

1. Envelhecimento - Tese. 2. Saúde da mulher - Tese. 3. Treinamento de força - Tese. I. Cyrino, Edilson Serpeloni . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. III. Título.

CDU 796

EDILAINÉ FUNGARI CAVALCANTE

**TREINAMENTO RESISTIDO PARA MULHERES IDOSAS:
RESPOSTAS ADAPTATIVAS BASEADAS EM DUAS INTENSIDADES
DE CARGAS RECOMENDADAS PELO ACSM E NSCA**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Alex Silva Ribeiro
Universidade de Coimbra

Profa. Dra. Aline Mendes Gerage da Silva
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Fábio Lera Orsatti
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Prof. Dr. Paolo Marcello da Cunha Fabro
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, 27 de fevereiro de 2025.

AGRADECIMENTOS

Caro leitor, peço licença para usar este espaço para deixar aqui os agradecimentos. Inicialmente, agradeço a Deus, por me conduzir ao longo da minha trajetória acadêmica no Seu tempo. Foram várias etapas até chegar aqui e com Sua graça consegui superar cada desafio. Sou grata por ter encontrado pessoas que foram fundamentais para que, direta ou indiretamente, eu conseguisse concluir este trabalho. Agradeço...

Ao Programa de Pós- Graduação em Ciências da Saúde, pela oportunidade de realizar o curso de Doutorado e por todo suporte, mesmo com toda situação adversa de pandemia de COVID-19. Aos professores e colaboradores do programa, agradeço por toda gentileza e sensibilidade, além de todo conhecimento compartilhado que contribuiu para a minha formação.

Ao meu orientador, professor Dr. Edilson Serpeloni Cyrino, agradeço por mais uma oportunidade. Obrigada por acreditar em mim e ser um exemplo profissional, sempre disposto a ajudar, com muita paciência, a executar cada projeto de vida. Obrigada por todos ensinamentos e conselhos.

Aos professores, Dr. Alex Silva Ribeiro, Dra. Aline Mendes Gerage da Silva, Dr. Fábio Lera Orsatti e Dr. Paolo Marcello da Cunha Fabro, por aceitarem participar da banca examinadora da minha tese de Doutorado. Obrigada por todo tempo despendido, cuidado e considerações.

Ao Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício (GEPEMENE), que nos últimos 10 anos foi o suporte para que eu pudesse chegar até aqui. Tenho convicção de que esse foi o grande diferencial nessa caminhada acadêmica. Uma fonte de conhecimento, trocas de experiências e motivação. Agradeço a todas gerações do GEPEMENE – Unidos somos fortes.

A todas as idosas que participaram, especialmente, deste estudo e que tiveram um envolvimento fantástico no Projeto Envelhecimento Ativo. Mulheres alegres, guerreiras e muito sábias. Sem elas este trabalho não seria possível. Agradeço pelo enorme carinho, pela confiança e dedicação. Aprendi muito com cada uma e admiro as suas histórias de vida.

A minha família, especialmente, ao meu marido Ademir, por estar sempre ao meu lado e me encorajar a não desistir e aos meus pais, Edna e Heraldo, por serem fonte de apoio e amor. Obrigada por torcerem por mim, vocês são muito importantes na minha vida.

Por fim, aos órgãos de fomento, CAPES, CNPq, Fundação Araucária e MEC, pela concessão de bolsas e financiamentos que permitiram que me dedicasse plenamente aos estudos, tanto na graduação quanto na pós-graduação.

CAVALCANTE, Edilaine Fungari. **Treinamento resistido para mulheres idosas: respostas adaptativas baseadas em duas intensidades de cargas recomendadas pelo ACSM e NSCA.** 2025. 94 p. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) – Centro de Ciências da Saúde. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2025.

RESUMO

Muitas das respostas adaptativas induzidas pelo treinamento resistido (TR) podem ser afetadas pelas variáveis que compõem os programas de treinamento. Uma das variáveis que pode influenciar tanto o volume quanto a intensidade do TR é o número de repetições. Nesse sentido, os posicionamentos publicados pelo Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) e pela Associação Americana de Força e Condicionamento (NSCA) para a prescrição de treinamento resistido (TR) em idosos sugerem, de forma indiscriminada, o uso de duas faixas de repetições para a melhoria dos indicadores de saúde. Assim, o objetivo desta investigação foi analisar o efeito de duas intensidades de cargas do TR (8-12RM vs. 10-15RM) sobre indicadores de saúde em mulheres idosas. Para tanto, 101 mulheres idosas (> 60 anos) e fisicamente independentes foram alocadas em um dos três grupos, a saber: grupo 8-12RM, grupo 10-15RM ou grupo controle. Ambos os grupos de treinamento foram submetidos a um programa similar de TR durante 12 semanas em uma frequência de três sessões semanais. O programa de TR foi composto por oito exercícios para os diferentes grupamentos musculares que foram executados na seguinte ordem: *chest press*, *leg press* horizontal, remada baixa, cadeira extensora, rosca Scott, mesa flexora, tríceps no *pulley* e cadeira solear. O grupo controle não realizou exercícios durante o período de intervenção. Força muscular (testes de 1-RM), composição corporal (massa muscular, gordura corporal, água corporal), fatores de risco cardiometabólicos (glicose, triglicerídeos, colesterol total, HDL-c, LDL-c e proteína C-reativa), parâmetros de cognição e saúde mental foram analisados na linha de base e após 12 semanas de intervenção. Os resultados mostraram que o grupo 8-12RM apresentou aumento para força de tronco e membros superiores ($P < 0,01$). O grupo 10-15RM apresentou melhorias no estado de hidratação e maiores ganhos de massa muscular esquelética, redução de glicose, aumento de HDL-c ($P < 0,05$). Ambos os grupos melhoraram o desempenho funcional, perfil metabólico, indicadores cognitivos e de saúde mental ($P < 0,05$). Nossos resultados sugerem que 8-12RM parece mais eficaz do que 10-15RM para aumentar a força muscular de tronco e membros superiores, por outro lado, 10-15RM parece mais eficaz para ganhos de massa muscular esquelética, aumento da hidratação e melhorias no perfil metabólico. Por fim, ambas intensidades de cargas trazem melhorias no desempenho cognitivo e indicadores de saúde mental, após 12 semanas de treinamento em mulheres idosas.

Palavras-chave: envelhecimento, saúde da mulher, treinamento de força.

CAVALCANTE, Edilaine Fungari. **Resistance training for older women: adaptive responses based on different intensities recommended by the ACSM and NSCA.** 2025. 94 p. Thesis (Doctorate in Health's Sciences) – Centre of Health's Sciences. State University of Londrina, Londrina, 2025.

ABSTRACT

Many of the adaptive responses induced by resistance training (RT) can be affected by the variables that make up the training programs. One of the variables that can influence both the volume and intensity of RT is the number of repetitions. In this sense, the position statements published by the American College of Sports Medicine (ACSM) and the American Strength and Conditioning Association (NSCA) for the prescription of resistance training (RT) in the elderly suggest, indiscriminately, the use of two repetition ranges to improve health indicators. Thus, the objective of this investigation was to analyze the effect of two RT load intensities (8-12RM vs. 10-15RM) on health indicators in older women. For this purpose, 101 older women (> 60 years) and physically independent were allocated to one of three groups, namely: 8-12RM group, 10-15RM group or control group. Both training groups experienced a similar RT program for 12 weeks at a frequency of three weekly sessions. The RT program consisted of eight exercises for different muscle groups that were performed in the following order: chest press, horizontal leg press, seated row, leg extension, triceps pushdown, leg curl, preacher curl, and seated calf raise. The control group did not perform exercises during the intervention period. Muscle strength (1-RM tests), body composition (muscle mass, body fat, body water), cardiometabolic risk factors (glucose, triglycerides, total cholesterol, HDL-c, LDL-c, and C-reactive protein), cognition parameters, and mental health were analyzed at baseline and after 12 weeks of intervention. The results showed that the 8-12RM group showed increases in trunk and upper limb strength ($P < 0.01$). The 10-15RM group showed improvements in hydration status and greater gains in skeletal muscle mass, reductions in glucose, and increases in HDL-c ($P < 0.05$). Both groups improved functional performance, metabolic profile, cognitive and mental health indicators ($P < 0.05$). Our results suggest that 8-12RM seems more effective than 10-15RM for increasing trunk and upper limb muscle strength, on the other hand, 10-15RM seems more effective for skeletal muscle mass gains, increased hydration and improvements in metabolic profile. Finally, both load intensities bring improvements in cognitive performance and mental health indicators, after 12 weeks of training in elderly women.

Keywords: aging, women's health, strength training.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela 1 – Weekly average of number of repetitions, load, and volume-load at the first and last week of RT program	35
Tabela 2 – Muscular strength and functional fitness at pre- and post-training	37
Tabela 3 – Regional lean soft tissue, skeletal muscle mass, and hydration at pre- and post-training	37
Tabela 4 – Metabolic profile in older women at pre-training and post-training	39

ARTIGO 2

Tabela 1 – Características gerais dos grupos do início do estudo.....	49
Tabela 2 – Valores cognitivos antes e após 12 semanas de treinamento resistido, de acordo com os grupos.....	50
Tabela 3 – Valores de sintomas de ansiedade e depressão, antes e após 12 semanas de treinamento resistido, de acordo com os grupos	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

$\Delta\%$	Delta percentual
1-RM	Uma repetição máxima
ACSM	Colégio Americano de Medicina do Esporte
ANCOVA	Análise de covariância
ANOVA	Análise de variância
BAI	Inventário de Ansiedade de Beck
DXA	Absortometria radiológica de dupla energia
EPM	Erro padrão da média
GDS-15	Escala de Depressão Geriátrica
HDL-c	Lipoproteína de alta densidade – colesterol
IC95%	Intervalo de confiança de 95%
ICC	Coefficiente correlação intraclassa
IMC	Índice de massa corporal
LDL-c	Lipoproteína de baixa densidade – colesterol
MoCA	Avaliação cognitiva de Montreal
NSCA	Associação Americana de Força e Condicionamento
PHQ-9	Questionário sobre a saúde do/a paciente
RM	Repetições máximas
TR	Treino resistido

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
1.1 Introdução	11
1.1.1 Envelhecimento	13
1.1.2 Treinamento Resistido em Idosos	15
1.1.3 Adaptações induzidas pelo Treinamento Resistido.....	16
1.2 Objetivos	19
1.3 Hipóteses	20
CAPÍTULO 2 – INDIVÍDUOS E MÉTODOS	21
2.1 Delineamento Experimental.....	21
2.2 Participantes.....	21
2.3 Antropometria.....	22
2.4 Composição Corporal.....	22
2.5 Bioquímica Sanguínea	23
2.6 Aptidão Funcional.....	24
2.7 Avaliações Cognitivas	24
2.7.1 Avaliação Cognitiva de Montreal (MoCA)	24
2.7.2 Teste de Trilhas.....	25
2.7.3 Teste de Cores e Palavras	25
2.7.4 Fluência Verbal Semântica e Fonológica.....	26
2.8 Avaliação de Sintomas de Ansiedade e Depressão	26
2.9 Força Muscular.....	27
2.10 Treinamento Resistido.....	27
2.11 Hábitos Alimentares	28
2.12 Análise Estatística	29
CAPÍTULO 3 – RESULTADOS.....	30
3.1 Artigo Original 1.....	30
3.2 Artigo Original 2.....	48
CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
REFERÊNCIAS.....	62
APÊNDICES	73
Apêndice A: Termo de Consentimento	74
Apêndice B: Recordatório Alimentar.....	76
Apêndice C: Publicação do Artigo 1	77
ANEXOS.....	86
Anexo A: Comitê de Ética.....	87

Anexo B: Avaliação Cognitiva de Montreal (MoCA).....	88
Anexo C: Teste de Trilhas A e B	89
Anexo D: Inventário de Ansiedade de Beck – BAI	90
Anexo E: Escala de Depressão Geriátrica – GDS	91
Anexo F: Questionário sobre a Saúde do Paciente – PHQ-9.....	92
Anexo G: Exemplos de porções apresentadas às participantes.	93

CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Introdução

O treinamento resistido (TR) tem sido amplamente recomendado para a população idosa por ser considerado uma estratégia não farmacológica segura e eficaz para atenuar e/ou reverter diversos efeitos deletérios do envelhecimento, incluindo declínio da aptidão funcional; redução da massa muscular; aumento da gordura corporal, visceral e intramuscular; elevação do risco para o desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas (ACSM, 2009b; FRAGALA et al., 2019). Entre os principais benefícios associados a prática de programas de TR em idosos podemos destacar: aumento da força e massa muscular (BOTERO et al., 2013; DOS SANTOS et al., 2018; KASSIANO et al. 2021; RIBEIRO et al., 2016), melhoria da aptidão funcional (DIB et al., 2020; DOS SANTOS et al., 2017), de indicadores metabólicos (CARNEIRO et al., 2021; CUNHA et al., 2021; SARDELI et al., 2018) e cognitivos (CUNHA et al., 2022, 2023).

Entretanto, muitas das respostas adaptativas induzidas pelo TR dependem da manipulação de diferentes variáveis que compõem os programas de treinamento, tais como tipo de exercícios (mono ou multiarticulares, unilaterais ou bilaterais, pesos livres ou máquinas), ordem de execução, número de séries e repetições, intervalos de recuperação entre as séries e os exercícios, velocidade de execução ou tempo sob tensão, frequência semanal (ACSM, 2009b; FRAGALA et al., 2019). Portanto, a sistematização adequada desse conjunto de variáveis em um programa de TR pode otimizar os benefícios.

Nesse sentido, o Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) e a Associação Americana de Força e Condicionamento (NSCA) publicaram nas duas últimas décadas posicionamentos e diretrizes para a prescrição de programas de TR para idosos, com base no conjunto de evidências científicas produzidas historicamente (ACSM, 2009a, 2009b, 2011; FRAGALA et al., 2019). Em seus dois posicionamentos de 2009, o ACSM sugere a utilização de cargas correspondente a 8-12RM por série para melhorar força e hipertrofia nesta população (ACSM, 2009a; 2009b). Posteriormente, em 2011, o ACSM sugeriu a utilização predominantemente de cargas que permitissem a realização de 10-15RM por série para idosos (ACSM, 2011). Mais recentemente, em posicionamento específico sobre prescrição e orientação de programas de TR para idosos, a NSCA recomendou a utilização de cargas entre 8-12 ou 10-15 repetições por série para cada exercício (FRAGALA et al., 2019).

Embora tais recomendações sejam de grande relevância para a área de prescrição de programas de TR em idosos, o impacto da adoção de tais condutas sobre diferentes respostas adaptativas merece ser elucidado. De fato, estudos longitudinais que contrastem as diferentes zonas de repetições recomendados para o TR em idosos, em especial 8-12 ou 10-15, são

necessários, visto que é plausível acreditar que, pelo menos algumas, das diversas respostas adaptativas induzidas por esse tipo de treinamento possam ser otimizadas com o aumento do volume ou da intensidade do treino. Vale destacar que relação dose-resposta associada a prática do TR, em especial para idosos, precisa ser melhor entendida para otimização dos benefícios promovidos por esse tipo de treinamento nessa população.

Nesse sentido, ainda existem muitas divergências relacionadas a prescrição de programas de TR em idosos. Por exemplo, a utilização de cargas mais baixas ou mais altas parece produzir respostas adaptativas distintas em diferentes parâmetros relacionados à saúde (CARNEIRO et al., 2021, 2022, 2023; FORTI et al., 2016; NJEMINI et al., 2017). Por outro lado, existem parâmetros que parecem ser menos afetados pela intensidade ou pelo volume de treinamento, mas sim pela duração do protocolo ou, até mesmo, pelo tempo de permanência nele, ou seja, a experiência acumulada pelo praticante (CUNHA et al., 2023). Portanto, ainda existem muitas questões que permeiam a prescrição de programas de TR em idosos que precisam ser elucidadas.

Do ponto de vista da saúde, as principais respostas adaptativas do TR para a população idosa seriam a preservação ou melhoria da força e da massa muscular, visto que essas variáveis proporcionam maior autonomia funcional e, conseqüentemente, diminuem as chances de quedas, lesões e fraturas, melhorando a qualidade de vida e autoestima. Além disso, tais modificações podem repercutir favoravelmente para outros sistemas. De fato, a melhoria da massa muscular pode exercer um papel importante para a redução da inflamação de baixo grau, bastante comum em pessoas idosas, auxiliando a regulação do metabolismo humano a partir da produção de miocinas (PEDERSEN; FEBBRAIO, 2008; PERDENSEN, 2011), enquanto a melhoria da função muscular é um importante fator de proteção contra a fragilidade e sarcopenia.

Portanto, as informações a serem produzidas por investigações que busquem analisar o impacto da aplicação de diferentes sobrecargas em programas de TR podem auxiliar sobremaneira na forma de prescrição que favoreça a otimização das respostas adaptativas necessárias ou desejadas pelo praticante. Por exemplo, o maior volume de TR parece estar associado com maiores reduções na gordura corporal e melhoria de indicadores inflamatórios (CUNHA et al., 2021; NUNES et al. 2024; SARDELI et al., 2018) que, por sua vez, pode estar relacionado com a redução de sintomas de ansiedade e depressão, bem como a melhoria de diversas funções cognitivas (JEDRZIEWSKI; LEE; TROJANOWSKI, 2007; KANDOLA et al., 2018, 2019).

Para uma melhor compreensão desses fenômenos, iniciaremos abordando algumas das principais mudanças que ocorrem com o envelhecimento e que podem ser mitigadas ou até mesmo revertidas pelo TR em idosos.

1.1.1 Envelhecimento

O envelhecimento populacional tem ocorrido em um ritmo bastante acelerado, de modo que a população com mais de 65 anos, que em 2020 representava cerca de 8% da população mundial, deve dobrar até 2050 e alcançar um patamar de aproximadamente 30% do contingente populacional até o final do século XXI (OPAS, 2020). No Brasil, segundo dados do censo de 2022, o número de pessoas com 65 anos ou mais já representava 10,9% da população, com um aumento na ordem de 57,4% quando comparado ao ano de 2010 (IBGE, 2023). Esse crescimento exponencial da população idosa pelo mundo se deve, em grande parte, ao aumento da expectativa de vida e, principalmente, à redução da taxa de mortalidade por doenças, decorrente dos avanços científicos e tecnológicos, principalmente, das áreas médicas (BLOOM, 2011).

O envelhecimento está associado a diversas mudanças, tais como: (1) redução da força e massa muscular, (2) aumento dos depósitos de gordura, sobretudo, visceral e intramuscular; (3) alterações em biomarcadores metabólicos, (4) comprometimento cognitivo, entre outras vulnerabilidades que contribuem para redução da qualidade de vida (LALLY; CROME, 2007). Diante desse cenário, a força muscular começa a sofrer um declínio progressivo a partir dos 30 anos de idade, atingindo uma taxa de redução média na ordem de 12-14% por década após os 50 anos (LINDLE et al., 1997). Tal modificação está diretamente associada a diminuição de velocidade de caminhada, maior incidência de quedas, lesões e fraturas e, conseqüentemente, aumento de internações e cirurgias de urgência, sendo, portanto, um fator de risco independente para incapacidade física e mortalidade precoce (GOODPASTER et al., 2006; MILJKOVIC et al., 2015).

Além disso, a redução da força tende a ser acompanhada pelo declínio da massa muscular, principalmente, em membros inferiores (JANSSEN et al., 2000). Tal modificação acarreta diminuição da taxa metabólica de repouso; compromete a capacidade de oxidação lipídica; favorece o aumento da gordura visceral, a redução da independência funcional, o aumento do risco de quedas e fraturas, desenvolvimento de doenças metabólicas e cardiovasculares, entre outras (MILJKOVIC et al., 2015; VISSER; SCHAAP, 2011).

Outro componente da composição corporal afetado negativamente pelo envelhecimento é a água corporal (ARNAUD, 2002), considerada um componente muito importante para a regulação metabólica, além de estar relacionada com o controle da temperatura corporal e funcionamento celular (FERRY, 2005). Entre as principais causas da redução da água corporal em idosos, destacam-se: a diminuição da sensação de sede e modificação do metabolismo hídrico (ARNAUD, 2002; FERRY, 2005). Vale ressaltar que a hidratação intracelular é um mecanismo importante para a hipertrofia muscular e proteção

contra o desenvolvimento de algumas doenças crônicas (GONZALEZ et al., 2016; SILVA et al., 2005).

Além disso, o envelhecimento está associado ao aumento da gordura corporal ectópica e intramuscular, sendo que a infiltração de gordura no tecido muscular guarda estreita relação com a redução da taxa metabólica de repouso em virtude, sobretudo, da redução da atividade física habitual (JURA; KOZAK, 2016; ZAMBONI et al., 2014). Além disso, um aumento acentuado da gordura corporal nas mulheres tende a ocorrer após a menopausa, com a redução nas concentrações de estrogênio e progesterona tendo como principal consequência a obesidade. Vale destacar que a obesidade é um dos principais problemas de saúde pública, com alta prevalência em indivíduos com mais de 60 anos (JURA; KOZAK, 2016; MATHUS-VLIEGEN et al., 2012).

O aumento da gordura corporal também pode trazer consequências negativas para a aptidão funcional e independência física em idosos (MATHUS-VLIEGEN et al., 2012). Adicionalmente, o excesso de gordura corporal pode induzir processos inflamatórios e, conseqüentemente, acarretar diferentes alterações metabólicas, aumentar o risco para o desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas e mortalidade (CHANG et al., 2012; DORNER; RIEDER, 2012; HAN; TAJAR; LEAN, 2011; JURA; KOZAK, 2016; ZAMBONI et al., 2014).

O aumento da quantidade de gordura visceral, por sua vez, está atrelado a alterações no metabolismo glicolítico, como o aumento da resistência periférica à insulina e intolerância à glicose, processos que podem causar danos a tecidos e órgãos (HIROSE et al., 2016; MARTYN; KANEKI; YASUHARA, 2008). Além disso, o excesso de gordura visceral está associado a alterações no perfil lipídico, com elevação das concentrações de triglicerídeos, colesterol total e LDL-c, bem como reduções na HDL-c, condições clínicas que favorecem a formação de placas de ateroma e um risco aumentado para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (ALIQUE et al., 2015).

Ao longo da última década, alguns estudos têm reportado que alterações negativas na composição corporal combinadas com processos inflamatórios, podem resultar em alterações cognitivas, ansiedade e depressão (GALLAGHER et al., 2018; KYU et al. 2018; SARDELI et al., 2018). De um modo geral, as alterações do sistema nervoso central afetam o funcionamento do cérebro, tornando a população idosa mais susceptível ao desenvolvimento de doenças neurodegenerativas e demências, como a doença de Alzheimer (GALLAGHER et al., 2018). Esse cenário nocivo afeta negativamente a qualidade de vida e aumenta o risco de mortalidade precoce (KYU et al. 2018).

Vale destacar que as modificações decorrentes do envelhecimento, descritas anteriormente, acometem indivíduos de ambos os sexos, embora, as mulheres tenham maiores prejuízos acumulados nos níveis de força muscular (JANSSEN et al., 2000), massa

muscular (MESSIER et al., 2011) e acúmulo de gordura na região abdominal (MATHUS-VLIEGEN et al., 2012), em virtude, principalmente, das alterações hormonais associadas a menopausa (KELLER; ENGELHARDT, 2014; MATHUS-VLIEGEN et al., 2012; MESSIER et al., 2011; METTER et al., 1997; TALEB-BELKADI et al., 2016). Ainda, as mulheres têm maior risco para o declínio cognitivo e para desenvolver doenças como depressão e ansiedade (CUNHA et al, 2024).

Portanto, o grande desafio de pesquisadores e profissionais da área de saúde parece ser possibilitar com que o idoso chegue à velhice com saúde e autonomia, independente das modificações e limitações associadas à idade. Entre as estratégias que podem ser adotadas na busca de uma velhice bem sucedida, destaca-se a adoção de um estilo de vida fisicamente ativo a partir, principalmente, do envolvimento em programas regulares de exercícios físicos (ACSM, 2011; FRAGALA et al., 2019). Nesse sentido, serão abordadas a seguir informações sobre a prática do TR em idosos, uma modalidade de exercício físico, com grande potencial para atenuar ou até mesmo reverter, grande parte dos efeitos deletérios do envelhecimento.

1.1.2 Treinamento Resistido em Idosos

A prática regular de exercícios físicos tem sido adotada como uma estratégia não farmacológica para combater parte dos efeitos deletérios do envelhecimento (ACSM, 2009a, 2009b, 2011; FRAGALA et al., 2019). Entre os diferentes programas de exercícios físicos, o TR tem sido amplamente recomendado para idosos por trazer inúmeros benefícios a saúde e qualidade de vida (ACSM, 2009a, 2009b, 2011; KRAEMER; RATAMESS, 2004).

Os benefícios associados com a prática de TR podem alcançar diferentes dimensões, tais como: morfológica, funcional-motora, fisiológico-metabólica e comportamental, incluindo: aumento de força e massa muscular (BOTERO et al., 2013; DOS SANTOS et al., 2018; KASSIANO et al. 2021; RIBEIRO et al., 2016); aumento de potência e resistência muscular (CADORE et al., 2014; DIB et al., 2020; DOS SANTOS et al., 2017); melhoria dos componentes de composição corporal (BOTERO et al., 2013; CAVALCANTE et al., 2018; DIB et al., 2020); melhoria da aptidão funcional (CADORE et al., 2014; DIB et al., 2020; DOS SANTOS et al., 2017); melhoria da cognição (CUNHA et al., 2022, 2023); melhoria do perfil metabólico (CARNEIRO et al., 2021; CUNHA et al., 2021; SARDELI et al., 2018); redução de doenças crônico-degenerativas (CADORE et al., 2014; IZQUIERDO et al., 2025); além da redução do estresse, ansiedade, depressão (CUNHA et al., 2024); aumento da autoestima, e consequentemente melhoria da qualidade de vida (ACSM, 2011; IZQUIERDO et al., 2025).

Um dos primeiros estudos que demonstrou importantes benefícios do TR para idosos foi conduzido por Fiatarone et al. (1990). A investigação foi realizada com 10 idosos nonagenários (seis homens e quatro mulheres) que foram submetidos a oito semanas de TR,

a uma frequência de três sessões semanais. O programa de TR foi composto por um único exercício (cadeira extensora) que foi executado em três séries de oito repetições a 50-80% de 1-RM. Os resultados revelaram aumento de 174% na força máxima, 9% de massa muscular e melhora de 48% na velocidade de caminhada. A partir desse estudo, inúmeras investigações têm demonstrado a eficácia do TR sobre diferentes variáveis relacionadas à saúde, em diferentes populações, incluindo idosos e portadores de doenças.

O nosso laboratório, em particular, conduziu uma série de estudos relacionados a manipulação das variáveis de TR, demonstrando que este tipo de exercício pode trazer benefícios a mulheres idosas, tais como: (1) aumento da força e da massa muscular (CUNHA et al., 2020; DOS SANTOS et al., 2017, 2018; NASCIMENTO et al., 2019; NUNES et al., 2021b; PADILHA et al., 2015; PINA et al., 2019; RIBEIRO et al., 2015b; 2017b, 2018a; TOMELERI et al., 2020), aumento de flexibilidade (CARNEIRO et al., 2015) e velocidade de caminhada (DIB et al., 2020; DOS SANTOS et al., 2017), aumento da hidratação e melhora da saúde celular (CUNHA et al., 2018; DOS SANTOS et al., 2016, 2020b; RIBEIRO et al., 2017c, 2018b, 2020b; SOUZA et al., 2017), redução da gordura corporal (CAVALCANTE et al. 2018; CUNHA et al., 2021; PADILHA et al., 2015; TOMELERI et al., 2016); melhora de parâmetros cardiovasculares e metabólicos (CUNHA et al., 2019, 2021; DOS SANTOS et al., 2020a; GERAGE et al., 2013; RIBEIRO et al., 2015a, 2016, 2020a; TOMELERI et al., 2016; 2017, 2018), melhora da saúde mental (CUNHA et al., 2022, 2023, 2024), entre outros.

Na sequência, serão abordadas as principais adaptações induzidas pelo TR e como a manipulação do volume ou da intensidade pode influenciar a magnitude das respostas, visto que a individualidade biológica e o estado de treinamento podem ser determinantes para a sua efetividade.

1.1.3 Adaptações induzidas pelo Treinamento Resistido

O processo fisiológico no qual o corpo responde cronicamente a prática de exercícios físicos é denominado de adaptação (FLECK; KRAEMER, 2017). Entre as principais adaptações induzidas pelo TR podemos destacar as adaptações neurais e hipertróficas. As adaptações neurais são modificações acarretadas no sistema nervoso em resposta ao treinamento e incluem: aumento no recrutamento de unidades motoras, melhora da coordenação dos grupos musculares antagonistas, aumento da frequência de estimulação e melhora da sincronização das unidades motoras estimuladas (FLECK; KRAEMER, 2014; MCCARTHY; POZNIAK; AGRE, 2002). Vale destacar que, as adaptações neurais são influenciadas pelo nível de aptidão física e pela experiência prévia ao treinamento, bem como ao tipo de treinamento utilizado (ACSM, 2009b).

As adaptações hipertróficas, por sua vez, estão relacionadas com o estresse mecânico, estresse metabólico e dano muscular gerado pelo programa de TR, podendo ser influenciadas pela genética, nutrição, recursos farmacológicos e pelo próprio treinamento (SCHOENFELD, 2013). O estresse mecânico provocado pelo TR gera um distúrbio na integridade do músculo, devido à sobrecarga imposta pelo exercício (SCHOENFELD, 2010, 2013). A conversão do estímulo mecânico em sinal químico é chamada de mecanotransdução, processo capaz de induzir o aumento de síntese proteica e que está relacionado com o aumento do número e tamanho das miofibrilas (SCHOENFELD, 2010, 2013).

Já o dano muscular gerado pelo TR, pode ser caracterizado por microlesões nas proteínas contráteis e na membrana celular, gerando uma resposta imune que desencadeia a liberação de citocinas e hormônios anabólicos, como o IGF-1, os quais provocam ativação das células satélites, responsáveis pela regeneração das fibras musculares danificadas (SCHOENFELD, 2010, 2013). A doação de mionúcleos das células satélites para a fibra regenerada aumenta a capacidade de síntese proteica, bem como a área de secção transversa da fibra (SCHOENFELD, 2010, 2013).

Por outro lado, o estresse metabólico é causado pelo acúmulo de metabólitos intramusculares, acompanhado pelo aumento do conteúdo de água intramuscular, mecanismo que provoca a elevação da pressão interna contra a membrana. Essa agressão contra a integridade celular desencadeia uma modificação no *turnover* proteico, com aumento da síntese e redução da degradação (SCHOENFELD, 2010, 2013).

Desse modo, os benefícios e adaptações geradas pelo TR parecem dependentes da sobrecarga imposta ao músculo. Assim, a manipulação adequada das variáveis que compõem o programa de TR, tais como: intensidade (carga, intervalo de recuperação e velocidade de execução ou tempo sob tensão) e volume (número de exercícios, número de séries, número de repetições e frequência semanal), são importantes para alcançar os benefícios desejados (ACSM, 2009a, 2009b, 2011; KRAEMER; RATAMESS, 2004).

Neste sentido, o ACSM e o NSCA, com o objetivo de fornecer recomendações para a prescrição do TR, produziram importantes posicionamentos e diretrizes, com base em estudos observacionais, ensaios clínicos e meta-análises, que contribuíram para o entendimento da importância da manipulação da intensidade e volume em programas de TR visando à melhoria, especialmente, de indicadores de saúde na população idosa (ACSM, 2009a, 2009b, 2011; FRAGALA et al., 2019).

Entre as variáveis que podem influenciar as respostas adaptativas do TR, o número de repetições parece exercer papel de destaque, visto que além de determinar o volume de treinamento está diretamente relacionado com a intensidade, visto que, de acordo com o

princípio da interdependência volume-intensidade, quanto maior o número de repetições (volume) menor será a carga levantada (intensidade) e vice-versa.

Portanto, considerando que o número de repetições é uma variável chave para a prescrição de programas de TR, o ACSM publicou cinco posicionamentos, sugerindo a utilização de duas faixas de repetições para balizar a intensidade das cargas a serem utilizadas especificamente para o treinamento de idosos, a saber: 8-12RM (ACSM, 2009a, 2009b) e 10-15RM (ACSM, 1998, 2002, 2011). Mais recentemente, a NSCA lançou um posicionamento específico sobre TR para idosos, sugerindo a utilização de 8-12 ou 10-15 repetições por exercício, indiscriminadamente (FRAGALA et al., 2019). Entretanto, nenhuma dessas recomendações foi pautada em estudos que compararam o impacto dessas recomendações sobre diferentes desfechos.

Considerando que os efeitos deletérios do envelhecimento são individuais, visto que dependem de inúmeros fatores genéticos, ambientais, socioeconômicos, entre outros, sendo, portanto, bastante heterogêneos, estabelecer uma prescrição que atenda as diferentes necessidades é, sem dúvida, um dos grandes desafios para pesquisadores e profissionais da área do TR. Logo, encontrar a dose-resposta mais adequada para otimizar as respostas adaptativas e aumentar a aderência aos programas de TR de forma segura é uma tarefa de alta complexidade (PICORELLI et al., 2014; ACSM, 2009a).

Se por um lado, o TR com alta intensidade de carga parece ser mais eficiente para aumentar a força muscular do que aquele realizado em moderada e baixa intensidade de carga (CSAPO; ALEGRE, 2016; STEIB; SCHOENE; PFEIFER, 2010), por outro lado, para a hipertrofia muscular, o uso de diferentes intensidades de cargas pode resultar em melhores resultados (BORDE; HORTOBÁGYI; GRANACHER, 2015; CSAPO; ALEGRE, 2016). Todavia, tais hipóteses precisam ser confirmadas em estudos mais robustos e que não se limitem a análise somente dessas duas variáveis, ou seja, força e massa muscular, visto que os efeitos do TR são amplos e as necessidades da população idosa são diversas.

1.2 Objetivos

Considerando que a presente tese foi estruturada no modelo escandinavo, pelo qual a contextualização do problema dá origem ao estabelecimento de diferentes objetivos, os quais, por sua vez, são analisados a partir da redação de artigos científicos, a proposta dessa tese remete a redação de dois artigos originais, cujos objetivos específicos foram:

Artigo 1: Comparar os efeitos de 12 semanas de TR com duas diferentes intensidades de cargas de treinamento (8-12RM vs. 10-15RM) sobre as variáveis força, massa muscular, desempenho funcional, estado de hidratação (água corporal intracelular e extracelular) e biomarcadores metabólicos em mulheres idosas.

Artigo 2: Comparar os efeitos de 12 semanas de TR com duas diferentes intensidades de cargas de treinamento (8-12RM vs. 10-15RM) sobre indicadores de saúde mental e cognição em mulheres idosas.

1.3 Hipóteses

Baseado nas informações disponíveis na literatura até o presente momento, a intensidade de carga ideal para provocar melhorias nos indicadores de saúde em mulheres idosas ainda precisa ser determinada. Considerando que o TR é o modelo de exercício físico mais recomendado para a população idosa, em virtude dos inúmeros benefícios promovidos sobre a saúde e a qualidade de vida (ACSM, 2011; FRAGALA et al., 2019), ainda não se sabe qual a intensidade de cargas de treinamento que pode promover maiores benefícios para essa população. Assim, as principais hipóteses desta investigação foram que o treinamento com cargas mais altas (8-12RM) promoveria um maior aumento na força muscular e um melhor desempenho funcional. Por outro lado, cargas mais baixas (10-15RM) induziriam maiores ganhos de massa muscular, acompanhados pelo aumento da hidratação intracelular, por melhores adaptações cardiometabólicas e cognitivas e pela redução dos sintomas de ansiedade e depressão.

CAPÍTULO 2 – INDIVÍDUOS E MÉTODOS

2.1 Delineamento Experimental

O presente estudo faz parte do projeto de pesquisa denominado *Active Aging Longitudinal Study*, iniciado em 2012, cujos propósitos incluem a análise da eficácia e eficiência de programas de TR supervisionados, estruturados e progressivos sobre desfechos neuromusculares, morfológicos, fisiológicos, metabólicos, cognitivos e comportamentais em mulheres idosas (KASSIANO et al., 2022). Este estudo foi realizado durante 18 semanas, sendo que as três primeiras (semanas 1-3) e as três últimas (semanas 16-18) foram dedicadas às medidas, exames, testes e avaliações, ao passo que as demais (semanas 4-15) foram destinadas às sessões de TR. As avaliações nutricionais ocorreram nas duas primeiras e nas duas últimas semanas de treinamento (4-5 e 14-15).

2.2 Participantes

O recrutamento da amostra foi realizado por meio de anúncios em mídias sociais (*Whatsapp*, Facebook e Instagram) e divulgação entre as participantes que já faziam parte do projeto nos anos anteriores. Uma anamnese clínica foi realizada, inicialmente, para conhecimento do histórico de saúde das voluntárias. Somente foram admitidas no estudo as voluntárias que atendessem aos seguintes critérios de inclusão: idade > 60 anos; ser do sexo feminino; ser fisicamente independente; não ter disfunção cardíaca, ortopédica ou musculoesquelética que pudesse impedir a realização dos testes predeterminados e dos exercícios físicos programados; não ser portadora de diabetes *mellitus* ou hipertensão não controlada; não estar recebendo terapia de reposição hormonal; e estar afastada há pelo menos três meses da prática regular de exercícios físicos. Além disso, as participantes selecionadas foram liberadas para a prática do TR sem restrições, após serem submetidas a um conjunto de exames cardiológicos. A frequência reduzida ao TR (< 85% das sessões), a ausência aos testes, medidas e avaliações nos períodos pré-determinados e o envolvimento em outros programas de exercício físico durante o período experimental foram adotados como critérios de exclusão.

Todas as participantes após receberem informações sobre a finalidade, os riscos e benefícios da presente investigação e, também, sobre os procedimentos aos quais seriam submetidas, assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A). Este estudo foi conduzido de acordo com a Declaração de Helsinque e aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade (ANEXO A). Com base nas recomendações atuais para prática de TR

para idosos, a amostra foi aleatoriamente alocada em três grupos (8-12RM, 10-15RM ou controle), de acordo com os valores de força relativa na condição pré-treinamento.

2.3 Antropometria

A massa corporal foi mensurada em uma balança de leitura digital (Balmak Indústria e Comércio Ltda, Santa Bárbara d'Oeste, SP, Brasil), com escala de 0,1 kg, ao passo que a estatura foi determinada por meio de um estadiômetro acoplado à mesma, com escala de 0,1 cm, com selo do INMETRO, de acordo com os procedimentos descritos na literatura (GORDON; CHUMLEA; ROCHE, 1988). A partir dessas medidas, foi calculado o índice de massa corporal (IMC), por meio da razão entre a massa corporal e o quadrado da estatura, sendo a massa corporal expressa em quilogramas (kg) e a estatura em metros (m).

2.4 Composição Corporal

Para determinar a massa isenta de gordura e osso de tronco, membros superiores e inferiores, gordura corporal absoluta e relativa, bem como a distribuição da gordura (androide e ginoide), as participantes foram submetidas a exames de absorptometria radiológica de dupla energia (DXA), com escaneamento de corpo inteiro, em um equipamento Lunar Prodigy Advance, modelo NRL 419900 (GE Lunar, Madison, WI, USA). A massa muscular esquelética foi estimada pela seguinte equação (KIM et al., 2002): $\text{massa muscular esquelética} = (1,13 * \text{massa isenta de gordura e osso apendicular}) - (0,02 * \text{idade}) + 0,97$. A massa isenta de gordura e osso apendicular foi obtida pela somatória dos valores membros superiores e inferiores. Para os exames, as participantes foram instruídas a remover todos os objetos móveis contendo metal, antes de serem avaliadas. Durante o exame as participantes foram posicionadas na mesa do equipamento em decúbito dorsal. Os pés foram fixados paralelamente para imobilizar as pernas, por meio de uma fita de velcro, enquanto as mãos foram mantidas na posição pronada dentro da região de varredura. A calibração do equipamento seguiu as recomendações do fabricante. Um software específico gerou linhas padrão que separam membros, tronco e cabeça, utilizando pontos anatômicos específicos determinados pelo fabricante. Um técnico de laboratório com experiência nesse tipo de exame realizou calibrações do equipamento, ajustes das linhas e análises. Exames anteriores do nosso laboratório com 13 participantes do projeto conferiram confiabilidade satisfatória para todas as medidas realizadas com coeficiente correlação intraclasse (ICC) $\geq 0,98$ e erro padrão da média (EPM) $\leq 0,2$ kg para todas as medidas incluídas neste estudo.

A água corporal total e suas frações extracelular e intracelular foram estimadas por equações preditivas (SUN et al., 2003), a partir de medidas de impedância bioelétrica,

utilizando o equipamento Xitron Hydra Analyzer, model 4200, com frequência de 50 kHz (Xitron Technologies Inc., San Diego, CA, USA). Para tentar assegurar um estado de hidratação adequado cada participante foi questionada sobre a coloração da urina matinal por meio da utilização de uma escala numerada, com as cores urina variando de amarelo muito claro (número 1) até verde acastanhado (número 8) (Urine Color Chart®). Para ser considerada hidratada, a cor da urina matinal deveria estar entre 1 e 4 (ARMSTRONG et al., 2010). Todas as participantes foram medidas no período da manhã, em decúbito dorsal, em uma maca isolada de condutores elétricos, com os braços separados do tronco as pernas abduzidas.

O dispositivo foi calibrado de acordo com as recomendações do fabricante. As participantes foram orientadas a abster-se de consumir bebidas alcoólicas e cafeinadas por pelo menos 48 h, evitar exercícios físicos extenuantes por pelo menos 24 h, abster-se de ingerir alimentos ou bebidas nas últimas quatro horas e urinar ~30 min antes da avaliação. As participantes retiraram todos os objetos metálicos do corpo antes do início das medições, como nas avaliações de composição corporal. As medidas foram realizadas em uma mesa isolada de condutores elétricos com as participantes deitadas em decúbito dorsal ao longo do eixo longitudinal da mesa, pernas abduzidas em um ângulo de 45° em relação à linha média do corpo e mãos pronadas. Após a limpeza da pele com álcool, foram colocados dois eletrodos na superfície da mão direita e dois no pé direito (SARDINHA et al., 1998). Os parâmetros de hidratação foram reavaliados 96-120 h após a última sessão de treinamento, no mesmo dia das medições de DXA. O ICC para todas as medidas foi $\geq 0,98$ e o EPM foi $\leq 0,38$ L.

2.5 Bioquímica Sanguínea

Coletas de sangue venoso foram realizadas por um experiente técnico de laboratório, na fossa antecubital, no período matutino, após jejum de 12 h, em sala adaptada para este fim. Glicose, triglicerídeos, colesterol total, HDL-c, LDL-c e proteína C-reativa ultrasensível foram os biomarcadores analisados. Todas as dosagens foram realizadas no Laboratório de Análises Clínicas do Hospital Universitário da Universidade Estadual de Londrina. Inicialmente as amostras sanguíneas foram centrifugadas por 15 min a 3.000 rpm para separação do soro e/ou plasma, sendo em seguida aliquotadas e armazenadas em freezer a -80°C (Indrel®) até serem dosadas. As concentrações de glicose, triglicerídeos, colesterol total e sua fração HDL-c e proteína C-reativa ultrasensível foram dosadas em um analisador bioquímico clínico e automatizado Dimension RxL Max (Siemens Dade Behring, Erlangen, Alemanha), por meio de kits Siemens, de acordo com os procedimentos recomendados pelos fabricante. Para a

determinação de LDL-c foi utilizada a seguinte equação (FRIEDEWALD; LEVY; FREDRICKSON, 1972): $LDL-c = CT - HDL-c + (triglicerídeos/5)$.

2.6 Aptidão Funcional

Para avaliação da aptidão funcional foram adotados quatro testes motores: teste de caminhada de 4 m, teste *timed up and go* (TUG), teste sentar-se e levantar da cadeira por 30 s, e teste de caminhada de 6 min. O teste de caminhada de 4 m foi aplicado para análise da velocidade normal de marcha. Para tanto, dois avaliadores registraram o tempo médio gasto pelas participantes para percorrer o trajeto predeterminado. Fitas adesivas foram fixadas no chão e demarcaram o percurso, com remendos adicionais de 2 m antes e depois sendo utilizado para aceleração e desaceleração. Portanto, embora as participantes tenham caminhado 8 m completos, apenas o tempo gasto para caminhar os 4 m do meio foi cronometrado com aproximação de 0,01 segundos. As participantes completaram três tentativas, sendo registrado o valor médio entre as tentativas. O TUG foi utilizado para avaliação da mobilidade, do equilíbrio e o risco de quedas. Para tanto, as participantes foram posicionadas sentadas em uma cadeira apoiada em uma parede, com as costas em contato com o encosto, os pés totalmente apoiados no chão e as mãos apoiadas nas coxas. As participantes foram orientadas para levantar-se, caminhar ao redor de um cone a uma distância de 3 m em frente à cadeira, retornar à cadeira e sentar no menor tempo possível, sem correr. O tempo para cumprir a tarefa foi registrado com precisão de 0,01 s. As participantes completaram três tentativas, sendo registrada a melhor tentativa. O teste sentar-se e levantar da cadeira de 30 s foi aplicado para avaliação da resistência muscular de membros inferiores. Para tanto, as participantes foram posicionadas sentadas em uma cadeira apoiada em uma parede, com as costas em contato com o encosto, os pés totalmente apoiados no chão e os braços cruzados no tronco na altura dos pulsos com as mãos na direção dos ombros opostos. As participantes foram encorajadas a executar o máximo de repetições possíveis em 30 s, em uma única tentativa. Por fim, o teste de caminhada de 6 minutos foi utilizado como indicador de aptidão cardiorrespiratória. Cada participante percorreu a maior distância possível, sem correr, em torno de um trajeto retangular (4,6 x 18,4 m, perímetro total: 46,0 m) demarcado com fitas e cones no chão. Um avaliador cronometrou o tempo de duração do teste e calculou a distância total percorrida, com precisão de um metro.

2.7 Avaliações Cognitivas

2.7.1 Avaliação Cognitiva de Montreal (MoCA)

A Avaliação Cognitiva de Montreal - Montreal Cognitive Assessment (MoCA) foi utilizada para a avaliação de oito domínios cognitivos (ANEXO B), os quais foram pontuados dentro de um intervalo de 0 a 30 pontos (escores mais altos indicando melhor função): memória de curto prazo (recordação tardia, cinco pontos); habilidades visuoespaciais (desenho do cubo, um ponto, desenho do relógio, três pontos); função executiva (teste de trilha, um ponto; fluência verbal fonêmica, um ponto; abstração verbal, dois pontos); atenção, concentração e, memória de trabalho (cancelamento, um ponto; subtração, três pontos; amplitude de dígitos, dois pontos); linguagem (nomeação, três pontos; repetição de frase, dois pontos); e orientação ao tempo (três pontos) e espaço (três pontos). O MoCA apresenta alta sensibilidade (81%) e especificidade (77%), conforme determinado em idosos brasileiros (MEMÓRIA et al., 2013; NASREDDINE et al., 2005).

2.7.2 Teste de Trilhas

O teste de trilhas (ANEXO C) - *Trail Making Test* (A e B) foi utilizado para avaliação da função executiva e atenção (REITAN, 1958). A parte A determina a velocidade psicomotora e exige que a avaliada desenhe linhas que conectam números circundados sequencialmente, como desenhar uma linha de 1 a 2, 2 a 3 e 3 a 4. A parte B consiste em números e letras circundados. As participantes são instruídas a desenhar uma linha o mais rapidamente e com a máxima precisão possível de 1 para A, A para 2, 2 para B, B para 3, e assim por diante, até a finalização da tarefa. O tempo foi registrado em segundos após o término de cada etapa. Após a realização dos testes foram calculadas as diferenças entre os tempos de conclusão da parte B - A. Quanto menor a diferença melhor é o ajuste de deslocamento.

2.7.3 Teste de Cores e Palavras

Uma versão computadorizada do teste de cores e palavras (*Stroop test*) foi utilizada nesse estudo, usando o programa Testinpacs® (CÓRDOVA et al., 2008). As tarefas foram visualizadas em uma tela de notebook a aproximadamente 90 cm de distância da participante. As respostas para um conjunto de tarefas foram dadas o mais rápido possível por meio de dois botões. A porção cognitiva foi utilizada como teste psicométrico para avaliar a cognição, estando relacionada às funções executivas de tomada de decisão e controle inibitório exercidas pelo córtex pré-frontal. O efeito é baseado em situações de tarefas nas quais os nomes de cores são gravados em diferentes fontes de cores. O indivíduo deve inibir o significado da palavra e escolher a resposta correta correspondente à cor na qual a palavra aparece escrita (SCHACK et al., 1999). O estudo atual utilizou o teste em três estágios: os dois primeiros estágios foram condições de controle (indicar a cor do retângulo; indicar o nome

da cor que aparece escrito) e o último estágio foi incongruente (responde à cor que está pintada a palavra). No primeiro estágio, retângulos nas cores verde, azul, preto e vermelho foram exibidos no centro da tela. Ao mesmo tempo, as respostas que corresponderam ou não à cor do retângulo foram exibidas nos cantos inferiores da tela. Cada estímulo foi apresentado até o momento em que a participante indicasse a cor nos cantos inferiores, correspondente à cor do retângulo. Por fim, na terceira e última etapa do teste, o nome de uma das quatro cores foi exibido com uma cor de fonte diferente. As participantes foram instruídas a pressionar o botão correspondente à cor da fonte e ignorar o nome da cor. Os estímulos foram apresentados aleatoriamente em todas as etapas (12 tentativas por estágio). A capacidade de atenção seletiva e controle das respostas foi estimada pela diferença de tempo entre a terceira e a segunda condição. As menores diferenças indicaram melhor atenção seletiva e resolução de conflitos.

2.7.4 Fluência Verbal Semântica e Fonológica

Na modalidade fonológica foi utilizada a tarefa de fluência verbal F. A tarefa consiste na evocação de palavras que começam com a letra “F”, por 60 s. A pontuação final foi determinada de acordo com o número de palavras corretas relatadas em 60 s. Na modalidade semântica as participantes foram instruídas a evocar o maior número possível de animais em 60 s. A pontuação final foi determinada de acordo com o número de nomes de animais relatados em 60 s (ESTEVES et al., 2015).

2.8 Avaliação de Sintomas de Ansiedade e Depressão

Os níveis de sintomas de ansiedade e depressão foram avaliados por meio de três questionários: Inventário de Ansiedade de Beck (BAI) (BECK et al., 1988), escala de Depressão Geriátrica (GDS-15) (YESAVAGE et al., 1982) e o questionário sobre a saúde do paciente (Patient Health Questionnaire - PHQ-9) (KROENKE; SPITZER; WILLIAMS, 2001). O BAI (ANEXO D) é composto por 21 itens (afirmações) sobre diferentes sintomas de ansiedade com uma escala *Likert* de 4 pontos, com pontuação final variando de 0 a 63. O GDS-15 (ANEXO E) é composto por 15 itens dicotômicos (sim ou não) relativos a diferentes características da depressão geriátrica como declínio cognitivo e sintomas somáticos, com pontuação final variando de 0 a 15. O PHQ-9 (ANEXO F) é constituído por nove questões que avaliam a presença de cada um dos sintomas para o episódio de depressão. Os nove sintomas consistem em humor deprimido, anedonia (perda de interesse ou prazer em fazer as coisas), problemas de sono, cansaço ou falta de energia, alteração no apetite ou no peso, sentimento de culpa ou inutilidade, problemas de concentração, sensação de lentidão ou

inquietação, e pensamentos suicidas. A frequência de cada sintoma nas últimas duas semanas foi avaliada numa escala Likert de 0 a 3 correspondendo às respostas “nunca”, “vários dias”, “mais de metade dos dias” e “quase todos os dias”, respectivamente. O questionário também incluiu uma décima questão que avaliou a interferência desses sintomas no desempenho das atividades diárias, como trabalhar e estudar.

2.9 Força Muscular

A força dinâmica máxima foi avaliada por meio de testes de 1RM executados nos exercícios *chest press*, cadeira extensora e rosca Scott, respectivamente. Três sessões de testes de 1RM foram realizadas em cada momento das avaliações, separadas por 48-72 h. Três pesquisadores experientes supervisionaram todas as sessões para garantir a segurança e integridade das participantes. A técnica de execução de cada exercício foi padronizada e continuamente monitorada para garantir a confiabilidade das medidas. Para cada sessão de teste, as participantes realizaram um aquecimento específico (10-15 repetições), em cada exercício, com aproximadamente 50% da carga estimada para a primeira tentativa. No primeiro dia de testes, a carga selecionada foi baseada na experiência dos pesquisadores, na carga utilizada individualmente na familiarização e na percepção da dificuldade (esforço) em que os sujeitos realizaram o aquecimento. Durante os testes de 1RM, as participantes foram incentivadas a tentarem executar duas repetições com a carga selecionada. Incentivo verbal, acompanhado de palmas, foi fornecido as participantes pelos avaliadores em todas as tentativas, nos diferentes exercícios (NUNES et al., 2020). Nas situações cujas tentativas foram executadas com sucesso, a carga foi aumentada para a próxima tentativa na ordem de 3-10%. Por outro lado, nas situações cujas tentativas não foram executadas com sucesso, a carga foi reduzida na mesma proporção. O período de descanso foi de três a cinco minutos entre cada tentativa e cinco minutos entre os exercícios. A carga para a primeira tentativa, na segunda e terceira sessão de testes foi a carga máxima obtida individualmente em cada exercício na sessão anterior. O valor de 1RM em cada exercício foi registrado como a carga mais alta levantada em uma única ação voluntária máxima concêntrica e excêntrica nas três sessões de testes (AMARANTE DO NASCIMENTO et al., 2013). Os valores de erro padrão da média (EPM) e o coeficiente de correlação intraclassa (CCI) obtidos da atual amostra foram satisfatórios para o *chest press* (EPM = 1,7 kg; CCI = 0,98), cadeira extensora (EPM = 2,0 kg; CCI = 0,97) e rosca Scott (EPM = 0,4 kg; CCI = 0,99).

2.10 Treinamento Resistido

O programa de treinamento foi estruturado com a finalidade de proporcionar melhoria da força e da massa muscular em idosos (ACSM, 2009a, 2009b, 2011; FRAGALA et al., 2019). Todas as participantes foram supervisionadas individualmente por profissionais e estudantes de Educação Física com experiência em TR (dois por exercício), na tentativa de manter a qualidade de execução dos exercícios e garantir a segurança das participantes. O programa de TR foi executado em máquinas e pesos livres (Ipiranga Fitness, Presidente Prudente, SP, Brasil) e incluiu oito exercícios para os diferentes segmentos corporais (*chest press*, *leg press* horizontal, remada sentada, cadeira extensora, tríceps no *pulley*, cadeira flexora, rosca Scott e cadeira solear). As participantes realizaram três séries de 8-12RM ou 10-15RM e foram instruídas a manter a velocidade de execução dos movimentos na razão de 1:2 (ação muscular concêntrica e excêntrica, respectivamente). O intervalo de descanso entre as séries foi de um a dois minutos, ao passo que o intervalo de transição entre os exercícios foi de dois a três minutos. Durante todo o período de treinamento, as cargas foram ajustadas individualmente em cada exercício sempre que o limite superior de repetições da zona-alvo estabelecida fosse atingido (8-12 ou 10-15 repetições) por duas sessões consecutivas, nas três séries. Os aumentos de carga foram na ordem de 2% a 5% para os exercícios de membros superiores e 5% a 10% para os exercícios de membros inferiores, conforme as recomendações da literatura (ACSM, 2009a). O volume de carga foi calculado pelo produto entre o número de repetições executadas e o peso levantado em todas as séries nos oito exercícios, incluindo as três sessões semanais.

2.11 Hábitos Alimentares

A ingestão alimentar foi estimada a partir de recordatórios de 24 h (APÊNDICE B), nas duas primeiras e nas duas últimas semanas de cada etapa do estudo. As entrevistas foram realizadas em três dias não consecutivos, com informações relativas a dois dias do meio da semana e outro do final de semana. Para auxiliar as entrevistas, foi utilizado um registro fotográfico padronizado contendo fotos dos alimentos e porções (ANEXO G). O valor energético total e a quantidade de macronutrientes ingeridos foram calculados por meio do programa de análise nutricional Virtual Nutri Plus (Keeple, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Todos os alimentos não encontrados no banco de dados do programa foram adicionados. O programa estatístico do método de fontes múltiplas foi utilizado para reduzir erros na estimativa do consumo alimentar habitual (<https://msm.dife.de>). Esse programa gera informações sobre a ingestão habitual estimada, a partir da combinação das probabilidades, usando repetições de recordatórios alimentares de 24 h (HAUBROCK et al., 2011). Todas as participantes foram orientadas a manter seus hábitos alimentares durante todo o estudo.

2.12 Análise Estatística

Para o cálculo do tamanho da amostra, foram utilizados dados anteriores de outros estudos do nosso laboratório (CUNHA et al., 2020; KASSIANO et al., 2021; RIBEIRO et al., 2018) usando G*Power (versão 3.1.9.6). A análise indicou que eram necessários pelo menos 90 participantes para poder estatístico adequado (artigo 1 = tamanho do efeito = 0,30; β = 0,80; α = 0,05; tempo = 2; grupos = 2 | artigo 2 = tamanho do efeito = 0,30; β = 0,80; α = 0,05; tempo = 2; grupos = 3).

O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para análise da distribuição dos dados. O teste de Levene verificou a homogeneidade das variâncias. As características gerais das participantes foram comparadas por meio do teste t de Student ou análise de variância (ANOVA) de um fator, para variáveis contínuas. ANOVA para medidas repetidas foi usada para comparações intra e intergrupos para as variáveis consumo alimentar, média semanal do número de repetições, carga e volume acumulados por sessão. Para comparações intra e intergrupos para desfechos primários (força muscular, aptidão física, massa muscular esquelética, parâmetros metabólicos e de saúde mental) foi utilizada análise de covariância (ANCOVA) da diferença bruta entre pré-treinamento e pós-treinamento, com os valores basais como covariável. A interpretação dos dados foi baseada no intervalo de confiança de 95%, ou seja, quando o IC95% do delta bruto não se sobrepôs a 0, houve uma diferença significativa entre a pontuação da linha de base. O tamanho do efeito foi calculado como a média pós menos a média pré dividida pelo desvio-padrão agrupado (COHEN, 1992). Tamanho do efeito de 0,00–0,19 foi considerado trivial, 0,20–0,49 foi considerado pequeno, 0,50–0,79 foi considerado moderado e $\geq 0,80$ foi considerado grande. Além disso, a variação percentual ($\Delta\%$) foi calculada como a média pós-treinamento menos a média pré-treinamento, dividida pelo pré-treinamento multiplicado por 100. Para todas as análises estatísticas, a significância foi aceita em $P < 0,05$. Os dados foram armazenados e analisados no programa Jeffreys Amazing Statistics Program (JASP), versão 0.11.1 (Universidade de Amsterdã, Amsterdã, NL) e no programa IBM SPSS Statistics, v. 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA).

CAPÍTULO 3 – RESULTADOS

3.1 Artigo Original 1

RESISTANCE TRAINING FOR OLDER WOMEN: DO ADAPTIVE RESPONSES SUPPORT THE ACSM AND NSCA POSITION STANDS?

Running title: Repetitions range and resistance-training adaptations

Dados da publicação: Cavalcante EF, Kassiano W, Ribeiro AS, Costa B, Cyrino LT, Cunha PM, Antunes M, Santos LD, Tomeleri CM, Nabuco HCG, Sugihara-Júnior P, Fernandes RR, Rodrigues RJ, Carneiro MAS, Pina FLC, Dib MM, Teixeira DC, Orsatti FL, Venturini D, Barbosa DS, Cyrino ES. Resistance Training for Older Women: Do Adaptive Responses Support the ACSM and NSCA Position Stands? *Med Sci Sports Exerc.* 2023 Sep 1;55(9):1651-1659. doi: 10.1249/MSS.0000000000003179. Epub 2023 Mar 31. PMID: 37005493.

ABSTRACT

Purpose: The optimal intensity of resistance training (RT) to improve muscular, physical performance, and metabolic adaptations still needs to be well established for older adults. Based on current position statements, we compared the effects of two different RT loads on muscular strength, functional performance, skeletal muscle mass, hydration status, and metabolic biomarkers in older women. **Methods:** One hundred and one older women were randomly allocated to perform a 12-week whole-body RT program (eight exercises, three sets, three non-consecutive days a week) into two groups: 8-12 repetitions maximum (RM) and 10-15RM. Muscular strength (1RM tests), physical performance (motor tests), skeletal muscle mass (dual-energy X-ray absorptiometry), hydration status (bioelectrical impedance), and metabolic biomarkers (glucose, total cholesterol, HDL-c, HDL-c, triglycerides, and C-reactive protein) were measured at baseline and post-training. **Results:** Regarding muscular strength, 8-12RM promoted higher 1RM increases in chest press (+23.2% vs. +10.7%, $P < 0.01$) and preacher curl (+15.7% vs. +7.4%, $P < 0.01$), but not in leg extension (+14.9% vs. +12.3%, $P > 0.05$). Both groups improved functional performance ($P < 0.05$) in gait speed (4.6–5.6%), 30 s chair stand (4.6–5.9%), and 6 min walking (6.7–7.0%) tests, with no between-group differences ($P > 0.05$). The 10-15RM group elicited superior improves in the hydration status (total body water, intracellular and extracellular water; $P < 0.01$), and higher gains of skeletal muscle mass (2.5% vs. 6.3%, $P < 0.01$), upper (3.9% vs. 9.0%, $P < 0.01$) and lower limbs lean soft tissue (2.1% vs. 5.4%, $P < 0.01$). Both groups improved their metabolic profile. However, 10-15RM elicited greater glucose reductions (-0.2% vs. -4.9%, $P < 0.05$) and greater HDL-c increases (-0.2% vs. +4.7%, $P < 0.01$), with no between-group differences for the other metabolic biomarkers ($P > 0.05$). **Conclusions:** Our results suggest that 8-12RM seems more effective than 10-15RM for increasing upper limbs' muscular strength, whereas the adaptative responses for lower limbs and functional performance appear similar in older women. In contrast, 10-15RM seems more effective for skeletal muscle mass gains, and increased intracellular hydration and improvements in metabolic profile may accompany this adaptation.

KEY WORDS: AGING, STRENGTH TRAINING, NUMBER OF REPETITIONS, INTENSITY.

INTRODUCTION

Resistance training (RT) has been widely recommended for older adults because it is considered a safe and non-pharmacological strategy to attenuate or reverse the deleterious changes in different physiological systems associated with aging (ACSM, 2009b; FRAGALA et al., 2019). Indeed, engagement in RT programs promotes numerous benefits in older adults, such as increased skeletal muscle mass (SMM) and muscular strength (BOTERO et al., 2013; DOS SANTOS et al., 2018; KASSIANO et al., 2021; RIBEIRO et al., 2016) and improved functional performance (DIB et al. 2020; DOS SANTOS et al, 2017). In this context, many adaptative responses to RT depend on manipulating the variables that make up the training program, such as rest interval, frequency, exercise selection, volume, and intensity. For example, a higher load, such as 80% of one-repetition maximum (1RM), may contribute to a more pronounced increase in muscular strength. In contrast, a wide load spectrum induces SMM gains (SCHOENFELD et al., 2017).

In this regard, prestigious organizations such as the American College of Sports Medicine (ACSM) (ACSM, 2009b) and the National Strength and Conditioning Association (NSCA) (FRAGALA et al., 2019) published position statements and guidelines providing recommendations for the effective prescription of RT programs, especially for older adults, based on the available higher level scientific evidence. For example, in its two positions in 2009, ACSM suggests using load corresponding to 8-12RM to improve strength and hypertrophy in this population (ACSM, 2009a; 2009b). Notwithstanding, the optimal intensity to promote muscular adaptations in older adults remains a topic of investigation that allows revisiting some recommendations. In this regard, in 2011, the ACSM suggested using 10-15RM for older adults (ACSM, 2011). Similarly, illustrating that the optimal intensity remains elusive, in its recent position statement on RT for older adults, NSCA recommends using 8-12RM or 10-15RM (FRAGALA et al., 2019).

Recently, more divergence has emerged, indicating that lower-load (30-35RM) may be more effective for increasing SMM than higher-load (8-12RM) while promoting similar muscular strength gains in older women after 12 weeks of RT (CARNEIRO et al., 2022). Also, no difference in muscular strength and SMM was found after eight weeks of RT in moderate and low load (10RM vs. 15RM) in older women (RIBEIRO et al, 2022). Furthermore, given the role of SMM in regulating metabolism and as an endocrine tissue (PEDERSEN; FEBBRAIO, 2008; PEDERSEN, 2011), it has been proposed that SMM increases may play a media-tor role in RT-induced metabolic and endocrine adaptations. Based on this, it is reasonable to believe that RT programs that elicit greater gains in SMM could result in more favorable metabolic and endocrine adaptations. However, the studies that evaluated the potential

differences between lower and higher loads on metabolic profile in older adults yield conflicting results (CARNEIRO et al., 2021, 2022; FORTI et al., 2016; NJEMINI et al., 2017).

From a broad perspective, the current scenario illustrates that the optimal intensity to elicit improvement in muscular strength, muscle mass, and metabolic parameters remains to be determined. Therefore, the purpose of the present study was to compare the effects of 12 weeks of RT with two different ranges of training loads (8-12RM vs. 10-15RM) on muscular strength, functional performance, SMM, and metabolic biomarkers in older women. In addition, we analyzed the hydration status (intracellular and extracellular body water) to understand the morphological adaptations' nature. We hypothesize that training with higher loads (8-12RM) might promote a superior increase in muscular strength. Also, based on the relationship between strength gains and improvement in gait speed (DOS SANTOS et al, 2017), this group would experience more favorable improvements in functional performance. Conversely, lower loads (10-15RM) would elicit superior gains in SMM, and this would be accompanied by more favorable changes in cellular hydration and metabolic adaptations.

METHODS

Study overview. The present study is part of the research project “Active Aging Longitudinal Study”, initiated in 2012, whose purpose is to analyze the impact of supervised, structured, and progressive RT programs on neuromuscular, morphological, physiological, metabolic, cognitive, and behavioral outcomes in older women (KASSIANO et al., 2022). This study was carried out over 18 weeks, with 12 weeks dedicated to the RT program and six weeks for data collection. We collected anthropometric, maximal dynamic strength, and body composition measurements at weeks 1–3 and 16–18. Participants performed the RT program over weeks 4–15, and we monitored the dietary intake in the first and last two weeks of training. Physical Education professionals supervised all training sessions. Participants were instructed not to perform any other type of physical exercise throughout the study. Based on recommendations from the current RT position statements for older adults, the sample was randomly assigned according to the relative strength in two groups (8-12RM or 10-15RM).

Participants. We recruited participants through social media (Whatsapp, Facebook, and Instagram). All participants completed health history questionnaires and met the following inclusion criteria: > 60 years; female; physically independent; had no cardiac, orthopedic, or musculoskeletal dysfunction that could impede physical exercise; not having uncontrolled diabetes mellitus or hypertension; not receiving hormonal replacement therapy; and not be involved in the practice of regular physical activity performed more than once a week over the three months before the start of the study. Participants were included in this study only after

passed by a diagnostic, graded exercise stress test with a 12-lead electrocardiogram reviewed by a cardiologist. We established adherence to the program with a minimum participation of 85% of the sessions. We used previous data from our laboratory for the sample size estimation (CUNHA et al., 2020; KASSIANO et al., 2021; RIBEIRO et al., 2018) using G*Power (version 3.1.9.6). The analysis indicated that at least 90 participants were needed for adequate statistical power (effect size = 0.30; power = 0.80; α = 0.05; time = 2; groups = 2). Participants signed a written informed consent after receiving a detailed description of the investigation procedures. This study was conducted according to the Declaration of Helsinki and was approved by the local university ethics committee. A flowchart of the present study is displayed in **Figure 1**.

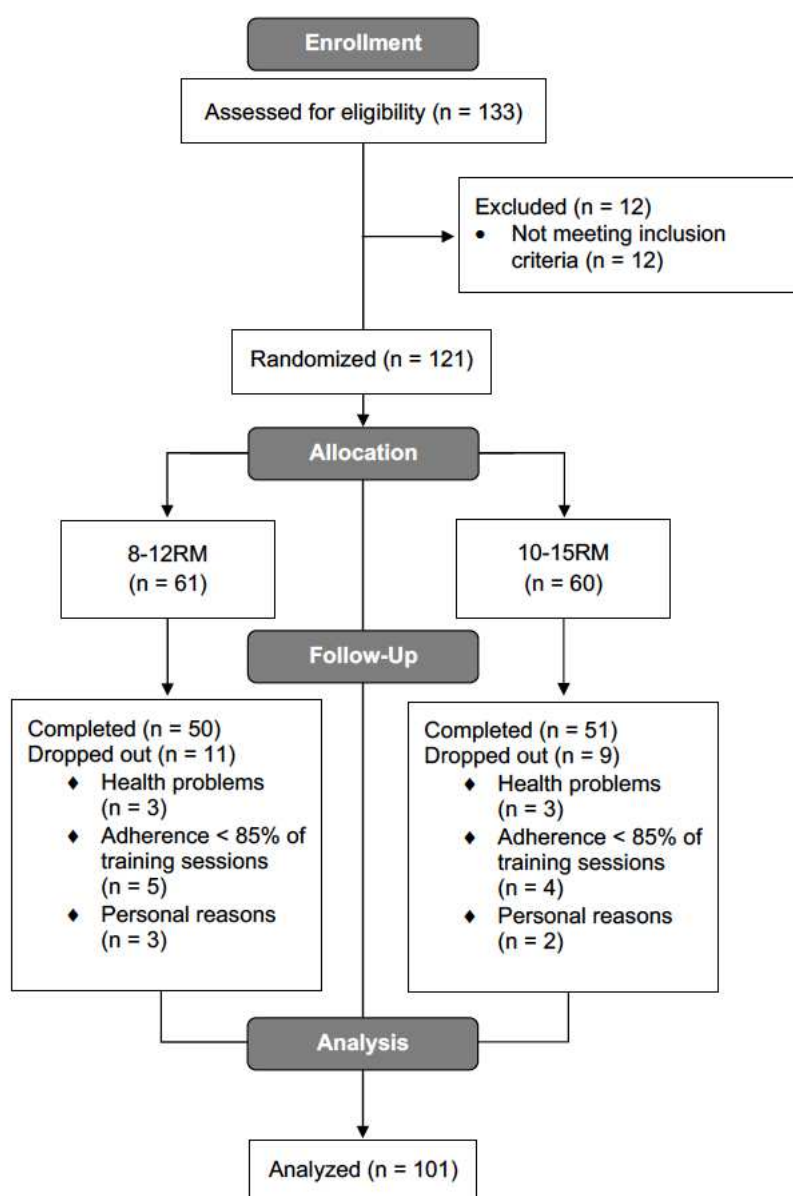


Figure 1. Flowchart of the study.

Body composition. Upper limbs (ULLST) and lower limbs lean soft tissue (LLLST) measurements were carried out by dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) scan in a Lunar Prodigy device, model NRL 41990 (General Electric, Madison, WI, USA) to determine the appendicular lean soft tissue. Skeletal muscle mass (SMM) was estimated using the following equation: $SMM = (1.13 * \text{appendicular LST}) - (0.02 * \text{age}) + 0.97$ (KIM et al., 2002). At the time of evaluation, the participants removed all metal objects, such as earrings, watches, chains, and bracelets, from the body before the exams started. Scans were performed with the participants lying in the supine position. The feet were taped to the toes to immobilize the legs, while the hands were held in a prone position within the scanning region. Participants remained immobile throughout the scanning procedure. A qualified and experienced laboratory technician performed the calibrations and analyses. The software generated standard lines that separate the head, trunk, and upper and lower limb segments. These lines were adjusted by the same technician using anatomical points determined by the manufacturer. The analyses pre- and post-intervention were performed by the same technician, who was blind to the group identity of each participant. Reassessments of LST were performed at an interval of 96-120 h after the final training session. The SEM and ICC in our laboratory were calculated for ULLST (SEM = 0.1 kg; ICC = 0.99) and LLLST (SEM = 0.2 kg; ICC = 0.99). Total body water (TBW), extracellular water (ECW), and intracellular water (ICW) were estimated by a spectral bioelectrical impedance in a Xitron Hydra analyzer, model 4200 (Xitron Technologies Inc., San Diego, CA, USA), in the morning hours. The device was calibrated according to the manufacturer's recommendations. Participants were instructed to refrain from consuming alcoholic and caffeinated beverages for at least 48 h, avoid strenuous physical exercise for at least 24 h, refrain from ingesting food or drink in the previous four hours, and urinate ~30 min before the evaluation. Participants removed all metal objects from the body before the measurements began, like in body composition assessments. Measurements were performed on a table isolated from electrical conductors with participants lying supine along the table's longitudinal centerline axis, legs abducted at an angle of 45° relative to the body midline, and hands pronated. After cleaning the skin with alcohol, two electrodes were placed on the surface of the right hand and two on the right foot (SARDINHA et al., 1998). The TBW, ECW, and ICW are expressed in liters (L). The same researcher performed the exams in the baseline and post-training periods. Hydration parameters were reassessed 96–120 h after the final training session on the same day of DXA measurements. The ICC for all measures was ≥ 0.98 , and the SEM was ≤ 0.38 L.

Muscular strength. The maximal dynamic muscular strength was determined in three exercises by the 1RM test in the following order: chest press, leg extension, and preacher curl. All tests were standardized and supervised by experienced researchers to ensure proper

technique, reliability, and participants' safety and integrity. Participants performed a warm-up set (6-10 repetitions) with approximately 50% of the estimated weight used in the first attempt. The testing procedure was initiated two minutes after the warm-up. Participants attempted to perform two repetitions at the imposed weight. The weight was adjusted by 3-10% for the next attempt if the effort was successful (one or two repetitions completed). In contrast, the weight was removed in the same proportion if an attempt was unsuccessful. The rest period between each attempt was 3-5 min. The 1RM was recorded in each testing session as the maximal lifted weight in which the participant could complete only one concentric and eccentric muscular action. Three 1RM sessions were performed separated by 48 h, and the highest weight lifted in each exercise over three sessions was used for analysis (NASCIMENTO et al., 2013). Verbal encouragement was provided throughout each test. The ICC from our lab for these tests is ≥ 0.96 with an SEM ≤ 2.0 kg.

Functional fitness. Four tests were used to determine functional performance: gait speed (4-m usual walking speed), timed-up-and-go (TUG), 30-s chair stand, and 6-min walking test (6MWT). Two evaluators used stopwatches (KIKOS, São Paulo, SP, Brazil) to measure participants' time in the 4-m usual walking speed test. Adhesive tapes on the floor demarcated this distance with additional 2-m patches before and after the 4-m main patch. Participants walked 8 m, but only the time spent walking the middle 4 m was recorded. Participants completed three attempts, with the mean value used for analysis. For the TUG test, participants were seated on a chair supported by a wall, with their back in contact with the backrest, feet fully supported on the floor, and hands rested on the thighs. Participants were requested to stand up, walk around a cone at a distance of 3 m in front of the chair, return to the chair, and sit down. Participants were instructed to complete the path as quickly as possible without running. Time was recorded to the nearest 0.01 s with a stopwatch from the initial movement to rise from the chair until returning to sit down again. Participants completed three trials, with the best value recorded for analysis. For the 30-s chair stand test, participants were seated on a chair supported by a wall, with their back in contact with the backrest, feet fully supported on the floor, and hands crossed to rest on their opposite shoulders. Participants performed the maximum sit-to-stand repetitions possible for 30 s. Two evaluators participated in the 30-s chair stand test. One recorded the time, and the other counted the number of repetitions performed. For the 6MWT, each participant was instructed to walk as far as possible, without running, for 6 min around a rectangular path (4.6 x 18.4 m; total perimeter, 46.0 m) marked with cones on the floor. An evaluator timed the test time, counted the number of laps, and calculated the total distance covered with an accuracy of 1 m.

Metabolic biomarkers. The venous blood sample was collected into a tube containing dipotassium ethylenediaminetetraacetic acid (12 mL, vacuum-sealed system; Vacutainer,

England, UK) between 7:00 and 9:00 a.m. by a trained laboratory technician after an overnight fast of at least 12 hours. Participants rested in a sitting position for 5 min before drawing 5 mL of blood from a prominent superficial vein in the antecubital space. All samples were centrifuged at 3,000 rpm for 15 min, and aliquots of plasma or serum were stored at -80°C until analyzed. As determined in human plasma, the between-assay and within-assay coefficients of variation were < 10%. Assessments of serum levels of high-sensitivity C-reactive protein, glucose, total cholesterol (TC), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-c), and triglycerides (TGs) were determined by standard methods in a specialized laboratory at the University Hospital. Low-density lipoprotein cholesterol (LDL-c) was calculated using the following equation: $LDL-c = TC - (HDLc + TG/5)$. Analyzes were performed using a Dimension RxL Max biochemical autoanalyzer system (Siemens Dade Behring, Erlangen, Germany) according to methods established in the literature consistent with the manufacturer's protocol.

Resistance training. The RT program was performed three times a week (Mondays, Wednesdays, and Fridays), during the morning period, in the University fitness facility, and was carried out over 12 weeks. The training was based on recommendations for RT in older adults to improve muscle hypertrophy and strength (ACSM, 2009b, 2011; FRAGALA et al., 2019). Physical Education professional personally supervised all participants throughout each training session to reduce deviations from the study protocol and to ensure proper technique and safety. Participants performed RT using a combination of free weights and machines. The RT protocol consisted of a whole-body program with eight exercises performed in the following order: chest press, horizontal leg press, seated row, leg extension, triceps pushdown, leg curl, preacher curl, and seated calf raise. Participants performed either three sets of 8-12RM or 10-15RM and were instructed to inspire during the eccentric phase, exhale during the concentric phase, and maintain the movement velocity at a ratio of 1:2 (concentric and eccentric phases, respectively). Rest intervals were 1-2 min between sets and 2-3 min between exercises. The supervisors adjusted the weight of each exercise according to the participant's ability and improvements in exercise capacity throughout the study to ensure maintaining intensity. When participants completed the upper limit of repetitions in all sets for two consecutive sessions, the weight was increased by 2-5% for the upper limb exercises and 5-10% for the exercises of the lower limbs (ACSM, 2009a). The volume load was calculated by multiplying the number of repetitions and the weight lifted in all sets in the eight exercises, including the three weekly sessions.

Dietary intake. The 24-h dietary recall method was used to analyze the food consumption. Two experienced dietitians conducted the assessments on three nonconsecutive days of the week in RT's first and last two weeks. The dietitians provided specific instructions regarding recording portion sizes and quantities to estimate all food and fluid intake, including viewing

food models to enhance portion estimate precision. Total energy intake, carbohydrate, protein, and lipid dietary content were calculated in the Virtual Nutri Plus software (Keeple®, Rio de Janeiro, RJ, Brazil). Food composition tables were used to add the items not found in the program database. All participants were asked to maintain their eating habits throughout the study.

Statistical analyses. Shapiro-Wilk's test verified data distribution. Levene's test checked the homogeneity of the variances. The t-test was used to compare the general characteristics of the variables at the baseline between the groups. Repeated measures two-way analysis of variance (ANOVA) was used for within- and between-group comparisons for dietary intake variables, a weekly average of the number of repetitions, load, and volume load accumulated per session. The effects of 8-12RM and 10-15RM on primary outcomes (i.e., muscular strength, physical performance, skeletal muscle mass, and metabolic parameters) were compared using the analysis of covariance (ANCOVA) of the raw difference between pre-training and post-training measures with baseline values as a covariate. The effect of time was interpreted from the 95% CI of the mean difference pre- to post-training (i.e., when the 95% CI of the change delta did not overlap the 0, there was a difference between the baseline score). The effect size was calculated to verify the magnitude of the differences by Cohen's *d*, where an effect size of 0.00–0.19 was considered trivial, 0.20–0.49 small, 0.50–0.79 moderate, and ≥ 0.80 large (COHEN, 1992). In addition, we calculated the percentage change ($\Delta\%$) as post-training mean minus pre-training mean, divided by pre-training multiplied by 100. For all statistical analyses, significance was accepted at $P < 0.05$. The data are presented as mean and standard deviations, mean difference, and 95% confidence interval (95% CI). The data were stored and analyzed in Jeffreys's Amazing Statistics Program (JASP), version 0.11.1 (University of Amsterdam, Amsterdam, NL).

RESULTS

Baseline characteristics and dietary intake. One hundred one participants completed the intervention (8-12RM: $n = 51$, age = 69.5 ± 6.9 years, body mass = 64.5 ± 11.4 kg, stature = 154.1 ± 5.5 cm; 10-15RM: $n = 50$, age = 67.7 ± 5.3 years, body mass = 64.7 ± 11.5 kg, stature = 155.5 ± 5.6 cm). No between groups differences were revealed for these variables at baseline ($P > 0.05$). Also, no difference was found for total energy, carbohydrate, protein, and lipid in the comparisons between or intra groups over intervention ($P > 0.05$). Dietary intake data in RT's first and last two weeks are presented in supplementary digital content 1.

Number of repetitions, load, and volume load. The weekly average of the number of repetitions, load, and volume load at weeks 1 and 12 for each exercise are presented in **Table 1**. The number of repetitions was higher in the 10-15RM group in all exercises at weeks 1 and 12 ($P < 0.05$). Conversely, the load was higher in the 8-12RM group in all exercises at weeks 1 and 12 ($P < 0.05$). At week 1, the volume load was higher for the 8-12RM in seated leg curl and seated calf raise ($P < 0.05$), with no difference in the rest of the exercises. At week 12, the volume load was higher for the 10-15RM in leg press, triceps pushdown, seated leg curl, and seated calf raise ($P < 0.05$), with no difference in the rest of the exercises.

Muscular strength and functional performance. Changes in chest press, leg extension, preacher curl, gait speed, TUG, 30-s chair stand, and 6MWT are presented in **Table 2**. Both 8-12RM and 10-15RM groups increased muscular strength ($P < 0.01$) according to the results in 1RM tests at baseline. Changes were superior for the 8-12RM group in chest press (8-12RM = +23.2%, ES = 1.27 vs. 10-15RM = +10.7%, ES = 0.55; $P < 0.01$) and preacher curl (8-12RM = +15.7%, ES = 0.88 vs. 10-15RM = +7.4%, ES = 0.38; $P < 0.01$) exercises, but the magnitude of changes did not differ between them for leg press (8-12RM = +14.9%, ES = 0.54 vs. 10-15RM = +12.3%, ES = 0.48; $P > 0.05$). Similarly, both groups significantly improved ($P < 0.05$) the performance in the gait speed test, with no difference between them (8-12RM = +4.6%, ES = 0.41 vs. 10-15RM = +5.6%, ES = 0.41; $P > 0.05$). None of the groups experienced significant changes in the performance of the TUG test (8-12RM = -1.3%, ES = -0.15 vs. 10-15RM = -2.6%, ES = -0.20; $P > 0.05$). Both groups increased the number of repetitions in the 30-s chair stand test, with no difference between them (8-12RM = +5.9%, ES = 0.28 vs. 10-15RM = +4.6%, ES = 0.17; $P > 0.05$). Similarly, both groups enhanced the performance in the 6MWT, with no difference between them (8-12RM = +7.0%, ES = 0.66 vs. 10-15RM = +6.7%, ES = 0.52; $P > 0.05$).

Body composition. Changes in ULLST, LLLST, SMM, ICW, ECW, and TBW for the 8-12RM and 10-15RM groups are shown in **Table 3**. Although both groups increased ULLST, LLLST, and SMM after 12 weeks of RT, changes were superior in the 10-15RM group for ULLST (8-12RM = +3.9%, ES = 0.24 vs. 10-15RM = +9.0%, ES = 0.58; $P < 0.01$), LLLST (8-12RM = +2.1%, ES = 0.13 vs. 10-15RM = +5.4%, ES = 0.40; $P < 0.01$), SMM (8-12RM = +2.5%, ES = 0.16 vs. 10-15RM = +6.3%, ES = 0.44; $P < 0.01$). However, only the 10-15RM group improved the hydration status after the intervention period according to the results found for ICW (8-12RM = -0.8%, ES = 0.06 vs. 10-15RM = +2.1%, ES = 0.19; $P < 0.01$), ECW (8-12RM = -1.0%, ES = -0.11 vs. 10-15RM = +2.8%, ES = 0.17; $P < 0.01$), and TBW (8-12RM = -0.9%, ES = -0.09 vs. 10-15RM = +2.4%, ES = 0.21; $P < 0.01$).

Table 1. Weekly average of number of repetitions, load, and volume-load at the first and last week of RT program.

Exercises	Variables	8-12RM (n = 51)		10-15RM (n = 50)		P time	P group	P interaction
		Week 1	Week 12	Week 1	Week 12			
Chest press	Reps (n°)	35.9 ± 0.1	35.4 ± 2.6	41.0 ± 3.3†	44.0 ± 1.7*†	< 0.001	< 0.001	< 0.001
	Load (kg)	26.0 ± 4.3	30.5 ± 5.0*	23.5 ± 3.8†	25.6 ± 4.6*†	< 0.001	< 0.001	< 0.001
	VL (kg)	937.5 ± 156.2	1084.0 ± 202.7*	968.9 ± 186.4	1133.1 ± 222.7*	< 0.001	0.265	0.464
Leg press	Reps (n°)	34.6 ± 2.1	35.3 ± 1.5	44.6 ± 0.9†	44.3 ± 1.6†	0.361	< 0.001	0.014
	Load (kg)	58.6 ± 12.5	69.2 ± 14.0*	42.2 ± 10.4†	61.9 ± 14.0*†	< 0.001	< 0.001	< 0.001
	VL (kg)	2037.3 ± 478.2	2453.5 ± 532.8*	1890.4 ± 475.7	2750.7 ± 649.2*†	< 0.001	0.448	< 0.001
Seated row	Reps (n°)	35.4 ± 0.7	34.0 ± 2.2*	42.9 ± 2.4†	41.2 ± 3.0*†	< 0.001	< 0.001	0.563
	Load (kg)	24.2 ± 4.9	29.0 ± 5.5*	18.6 ± 3.2†	26.3 ± 4.7*†	< 0.001	< 0.001	< 0.001
	VL (kg)	860.4 ± 175.5	990.3 ± 215.8*	806.6 ± 154.7	1088.7 ± 217.7*	< 0.001	0.519	< 0.001
Leg extension	Reps (n°)	35.6 ± 0.4	35.1 ± 1.1	42.5 ± 2.1†	40.8 ± 2.6*†	< 0.001	< 0.001	0.020
	Load (kg)	20.7 ± 6.5	31.4 ± 8.4*	14.5 ± 4.4†	24.5 ± 7.4*†	< 0.001	< 0.001	0.480
	VL (kg)	742.2 ± 232.1	1105.7 ± 309.1*	618.6 ± 199.3	1004.0 ± 314.6*	< 0.001	0.024	0.478
Triceps pushdown	Reps (n°)	35.8 ± 0.4	35.1 ± 1.2*	44.4 ± 1.2†	43.7 ± 1.9*†	< 0.001	< 0.001	0.931
	Load (kg)	21.5 ± 2.8	26.6 ± 4.1*	16.5 ± 2.4†	24.4 ± 3.8*†	< 0.001	< 0.001	< 0.001
	VL (kg)	773.7 ± 105.9	936.0 ± 158.5*	734.8 ± 112.0	1071.1 ± 180.6*†	< 0.001	0.053	< 0.001
Seated leg curl	Reps (n°)	35.1 ± 1.0	33.9 ± 1.4*	43.1 ± 1.9†	41.5 ± 3.0*†	< 0.001	< 0.001	0.450
	Load (kg)	31.5 ± 5.0	36.0 ± 5.6*	23.3 ± 3.5†	32.7 ± 4.6*†	< 0.001	< 0.001	< 0.001
	VL (kg)	1111.5 ± 191.9	1225.1 ± 214.8*	1009.8 ± 166.1†	1362.7 ± 213.6*†	< 0.001	0.612	< 0.001
Preacher curl	Reps (n°)	35.7 ± 0.8	34.3 ± 2.0*	43.8 ± 1.8†	41.9 ± 2.6*†	< 0.001	< 0.001	0.344
	Load (kg)	17.9 ± 3.7	21.7 ± 4.3*	12.9 ± 2.6†	19.5 ± 4.1*†	< 0.001	< 0.001	< 0.001
	VL (kg)	640.5 ± 137.0	746.7 ± 163.1*	567.5 ± 123.8	817.5 ± 175.0*	< 0.001	0.968	< 0.001
Seated calf raise	Reps (n°)	35.7 ± 0.6	33.9 ± 1.6*	44.6 ± 1.9†	43.9 ± 1.5†	< 0.001	< 0.001	0.016
	Load (kg)	34.0 ± 7.9	38.8 ± 8.2*	20.0 ± 4.2†	34.6 ± 7.0*†	< 0.001	< 0.001	< 0.001
	VL (kg)	1212.8 ± 275.9	1295.7 ± 360.2	898.5 ± 195.8†	1524.2 ± 316.0*†	< 0.001	0.401	< 0.001

Note. Reps = number of repetitions; VL = volume-load. The VL was calculated by multiplying the number of repetitions and the weight lifted. * $P < 0.05$ vs. week 1; † $P < 0.05$ vs. 8-12RM at the same period.

Table 2. Muscular strength and functional fitness at pre- and post-training.

Variables	8-12RM (n = 51)			10-15RM (n = 50)			ANCOVA effects
	Pre-training	Post-training	Δ (95%CI)	Pre-training	Post-training	Δ (95%CI)	
Chest press (kg)	42.0 ± 8.6	51.9 ± 10.9*	9.7 (8.4, 11.0)	42.0 ± 6.8	46.3 ± 7.1*†	4.2 (2.9, 5.5)	< 0.001
Leg extension (kg)	53.8 ± 14.9	60.9 ± 14.6*	7.0 (4.3, 9.6)	50.4 ± 11.0	56.8 ± 13.2*	5.8 (3.2, 8.4)	0.479
Preacher curl (kg)	21.9 ± 3.6	25.1 ± 3.7*	3.3 (2.5, 4.0)	21.1 ± 3.6	22.5 ± 3.8*†	1.3 (0.5, 2.0)	< 0.001
Gait speed (m/s)	1.22 ± 0.13	1.28 ± 0.19*	0.05 (0.01, 0.09)	1.26 ± 0.16	1.32 ± 0.19*	0.06 (0.03, 0.10)	0.594
TUG (s)	6.50 ± 1.11	6.36 ± 1.06	-0.16 (-0.34, 0.00)	6.84 ± 0.75	6.65 ± 0.76	-0.16 (-0.33, 0.01)	0.940
30-s chair stand (reps)	14.1 ± 2.4	14.9 ± 2.9*	0.7 (0.1, 1.3)	13.8 ± 3.4	14.3 ± 3.9*	0.5 (0.0, 1.1)	0.671
6MWT (m)	482.5 ± 47.2	517.1 ± 75.4*	34.7 (21.1, 48.4)	475.0 ± 58.1	502.3 ± 61.3*	30.4 (18.8, 42.0)	0.585

Note. TUG = timed-up-and-go test; reps = number of repetitions; 6MWT = 6-min walk test. Pre- and post-training data are presented as mean and standard, whereas mean difference as mean and 95% confidence interval. * $P < 0.05$ vs. Pre-training; † $P < 0.05$ vs. 8-12RM based on baseline adjusted ANCOVA.

Table 3. Regional lean soft tissue, skeletal muscle mass, and hydration at pre- and post-training.

Variables	8-12RM (n = 51)			10-15RM (n = 50)			ANCOVA effects
	Pre-training	Post-training	Δ (95%CI)	Pre-training	Post-training	Δ (95%CI)	
ULLST (kg)	3.71 ± 0.58	3.85 ± 0.55*	0.13 (0.08, 0.19)	3.69 ± 0.58	4.02 ± 0.59*†	0.31 (0.26, 0.37)	< 0.001
LLLST (kg)	11.70 ± 1.70	11.93 ± 1.57*	0.20 (0.03, 0.37)	11.91 ± 1.67	12.60 ± 1.74*†	0.64 (0.47, 0.81)	< 0.001
SMM (kg)	17.0 ± 2.5	17.4 ± 2.3*	0.37 (0.15, 0.60)	17.2 ± 2.4	18.3 ± 2.5*†	1.08 (0.85, 1.30)	< 0.001
ICW (L)	17.5 ± 1.6	17.4 ± 1.4	-0.18 (-0.41, 0.05)	17.8 ± 1.5	18.1 ± 1.6*†	0.38 (0.13, 0.62)	< 0.001
ECW (L)	12.0 ± 1.8	11.8 ± 1.7	-0.16 (-0.36, 0.04)	12.2 ± 1.7	12.5 ± 1.8*†	0.33 (0.12, 0.54)	< 0.001
TBW (L)	29.6 ± 3.4	29.3 ± 3.2	-0.34 (-0.78, 0.09)	30.0 ± 3.2	30.7 ± 3.4*†	0.71 (0.25, 1.17)	< 0.001

Note. ULLST = upper limb lean soft tissue; LLLST = lower limb lean soft tissue; SMM = skeletal muscle mass; ICW = intracellular water; ECW = extracellular water; TBW = total body water. Pre- and post-training data are presented as mean and standard, whereas mean difference as mean and 95% confidence interval. * $P < 0.05$ vs. Pre-training; † $P < 0.05$ vs. 8-12RM based on baseline adjusted ANCOVA.

Metabolic biomarkers. Glucose, glycated hemoglobin, HDL-c, LDL-c, total cholesterol, triglycerides, and C-reactive protein concentrations for both groups at baseline and post-training also are presented in **Table 4**. Only the 10-15RM group decreased glucose (10-15RM = -4.9%, ES = -0.28 vs. 8-12RM = -0.2%, ES = -0.01; $P < 0.05$) and increased HDL-c (8-12RM = -0.2%, ES = -0.01 vs. 10-15RM = +4.7%, ES = 0.17; $P < 0.01$). Both groups decreased ($P < 0.05$) glycated hemoglobin (8-12RM = -7.9%, ES = -0.77 vs. 10-15RM = -6.5%, ES = -1.33), LDL-c (8-12RM = -10.9%, ES = -0.38 vs. 10-15RM = -5.0%, ES = 0.18), total cholesterol (8-12RM = -5.3%, ES = -0.24 vs. 10-15RM = -3.4%, ES = 0.17), and C-reactive protein (8-12RM = -16.7%, ES = -0.28 vs. 10-15RM = -16.1%, ES = -0.25; $P > 0.05$), with no differences between them ($P < 0.05$). For triglycerides, only the 10-15RM group significantly decreased, but the magnitude of changes did not differ between groups (8-12RM = +5.6%, ES = 0.10 vs. 10-15RM = -11.3%, ES = -0.28; $P > 0.05$).

DISCUSSION

The main findings of the present study were: (a) Twelve weeks of RT resulted in increased muscular strength, improved functional fitness, and SMM gains in both 8-12RM e 10-15RM groups; (b) a greater increase in upper limb muscular strength occurred in the 8-12RM group, but no difference was observed for lower limb muscular strength increases between the 8-12RM and 10-15RM groups; (c) a higher increase in ULLST, LLLST, SMM, TBW, ECW, and ICW was found in the 10-15RM group; and (d) both groups experienced an improvement in metabolic profile, but 10-15RM elicited more favorable changes in glucose, HDL-c, and triglycerides. Therefore, results found in this study partially confirmed our initial hypothesis on muscular strength and functional fitness since 1RM performance increases favored the 8-12RM group in the upper. Moreover, the results support our hypothesis about greater hypertrophy in the lower load group, since 10-15RM was more effective than 8-12RM for SMM gains. Interestingly, this result was accompanied by increased intracellular hydration, a potential mechanism for muscle hypertrophy (SCHOENFELD, 2010, 2013), and improved metabolic profile.

Regarding muscular strength and functional fitness, we observed an increase of higher magnitude in the chest press and preacher curl exercises favorably to the 8-12RM; however, without between group differences in the 1RM leg extension and functional tests. Our findings may be explained, at least in part, by the principle of specificity, which suggests that the higher the load intensity adopted in training, the strength gains tend to be higher (SCHOENFELD et al., 2021). Indeed, this helps explain our results since the load lifted by the 8-12RM group was greater than that of the 10-15RM group in all exercises (see Table 1).

Table 4. Metabolic profile in older women at pre-training and post-training.

Variables	8-12RM (n = 51)			10-15RM (n = 50)			ANCOVA effects
	Pre-training	Post-training	Δ (95%CI)	Pre-training	Post-training	Δ (95%CI)	
Glucose (mg/dL)	103.5 ± 29.7	103.3 ± 25.7	-0.3 (-2.5, 1.8)	105.6 ± 19.3	100.4 ± 18.4*†	-5.2 (-7.1, -3.3)	< 0.001
Glycated hemoglobin (mg/dL)	6.3 ± 0.6	5.8 ± 0.7*	-0.5 (-0.5, -0.4)	6.2 ± 0.3	5.8 ± 0.3*	-0.3 (-0.4, -0.2)	0.223
HDL-c (mg/dL)	62.8 ± 17.1	62.7 ± 15.5	-0.1 (-2.4, 2.2)	59.1 ± 16.0	62.7 ± 17.4*†	3.6 (1.6, 5.6)	0.032
LDL-c (mg/dL)	117.0 ± 34.9	104.3 ± 31.5*	-12.8 (-17.8, -7.7)	118.4 ± 33.5	112.5 ± 32.4*	-5.9 (-10.3, -1.6)	0.206
Total cholesterol (mg/dL)	200.8 ± 44.0	190.2 ± 39.7*	-10.6 (-17.3, -3.9)	203.6 ± 39.5	196.7 ± 42.5*	-7.0 (-12.7, -1.1)	0.390
Triglycerides (mg/dL)	104.4 ± 73.9	110.2 ± 42.9	5.7 (-9.0, 20.6)	117.6 ± 52.0	104.3 ± 43.9*	-13.0 (-25.9, -0.2)	0.107
C-reactive protein (mg/dL)	3.0 ± 2.0	2.5 ± 1.6*	-0.4 (-0.9, -0.0)	3.1 ± 2.2	2.6 ± 1.8*	-0.5 (-0.9, -0.1)	0.859

Note. Pre- and post-training data are presented as mean and standard, whereas mean difference as mean and 95% confidence interval. * $P < 0.05$ vs. Pre-training; † $P < 0.05$ vs. 8-12RM based on baseline adjusted ANCOVA.

Notably, 8-12RM elicited superior strength gains in the upper limbs, but not in the lower limbs. A possible explanation for these findings may lie in the difference in adaptability between upper and lower limbs. For example, reports are pointing to greater adaptability of the upper limbs relative to the lower limbs for the same RT scheme (ANTUNES et al., 2022; RØNNESTAD et al., 2007; SOUSA et al., 2011). Thus, it is reasonable to suggest that higher intensities may be needed to optimize lower limb strength gains. Regarding functional fitness, we initially hypothesized that strength gains could favor performance in motor tests based on a linear relationship between a 1RM leg extension increase and an improvement in the gait speed (DOS SANTOS et al., 2017). Given the similarity of lower limb strength gains between groups, this result helps to contextualize the similar improvement in functional performance (e.g., gait speed, 30-s chair stand test) between the groups.

Regarding the changes in SMM, we observed that 10-15RM elicited greater gains than 8-12RM. A possible explanation for this result may be in the characteristics of the muscle tissue of the older adults since it has a lower number and size of myosin heavy chain (MHC) II fibers (LEXELL; TAYLOR, 1991) and, consequently, their responsiveness to RT with higher load. For instance, a recent meta-analysis found an inverse relationship between higher intensity and magnitude of hypertrophy in MHC II fibers ($\beta = -0.39$, $P = 0.01$) in older adults (STRAIGHT et al., 2020). Given that the size of MHC II fibers is reduced to a greater magnitude with increasing age (LEXELL; TAYLOR, 1991), the 8-12RM group (higher load, ~60-80% of 1RM) may have experienced lower hypertrophy of MHC II fibers and, consequently, lower whole muscle growth than the 10-15RM group (low-to-moderate load, ~40-60% of 1RM). In addition, 10-15RM may have stimulated hypertrophy of both types of fibers (BORDE; HORTOBAGYI; GRANACHER, 2015; LEXELL; TAYLOR, 1991). Indeed, a recent meta-analysis found that moderate-training intensities elicited the highest increases in whole muscle following RT in older adults (BORDE; HORTOBAGYI; GRANACHER, 2015). Parallel to this, 10-15RM allowed for performing more repetitions (see Table 1). Notably, higher RT volume frequently results in greater gains in muscle mass (CARNEIRO et al., 2022; FRANCO et al., 2019). Therefore, this factor may have contributed to the superiority in SMM gains elicited by lower load over the higher load group.

Our study revealed that the 10-15RM group increased ICW, ECW, and TBW more than the 8-12RM group. In this regard, cell hydration or cell swelling has been identified as a possible mechanism of muscle hypertrophy because it favors an increase in protein myofibrillar synthesis and a reduction in proteolysis (SCHOENFELD, 2010). Cell swelling may be optimized by exercise that relies heavily on glycolysis and protocols that induce an increased glycogen storage capacity (SCHOENFELD, 2010), such as higher repetitions/lower loads. This phenomenon seems to occur because one glycogen molecule attracts ~3 grams of water (CHAN et al., 1982; SCHOENFELD, 2010). Muscle fibers, especially type II fibers, are

sensitive to osmotic changes related to their high concentration of water transport channels named aquaporin-4 (SCHOENFELD, 2010). This water transport channel may facilitate plasma entry into the cell (FRIGERI et al., 1998), resulting in higher cell swelling. Given that the 10-15RM group performed a greater number of repetitions, this may have contributed to adjustments favorable to the increase in intracellular hydration, which in turn promoted a more anabolic cellular environment, ultimately inducing a superior rise in SMM. Despite this, it is essential to note that although it is a plausible hypothesis, additional investigations are necessary to elucidate underlying mechanisms for such differences in SMM gains between different loads/repetitions schemes in older women.

Regarding metabolic biomarkers, we observed more favorable adaptations in the 10-15RM group. More specifically, greater glucose reductions and HDL-c increases were found in this group. Furthermore, only 10-15RM elicited triglycerides reduction. A body of evidence has led to the hypothesis that SMM gains may be a mediator of RT-induced improvement in metabolic function (SARDELI et al., 2018). Given that the 10-15RM group showed superior SMM gains, it is reasonable to believe that this adaptation contributed to higher glucose uptake and utilization (CONSITT; DUDLEY; SAXENA, 2019). Also, more significant amounts of SMM may have been essential in reducing triglycerides via increased resting energy expenditure (CONSITT; DUDLEY; SAXENA, 2019; ZAMPINO et al., 2020).

Furthermore, we do not rule out the role of muscle contractions on increases glucose and lipids uptake (e.g., for energy production) and improving insulin sensitivity. Thus, the greater number of repetitions performed by the 10-15RM group may have played an essential role in the more favorable metabolic adaptations in the lower load group (SARDELI et al., 2018). Specifically, regarding the changes in HDL-c levels, a potential explanation may be an improvement in the lipoprotein profile due to better functioning of the enzymatic processes involved in lipid metabolism (e.g., increase in enzymes lecithin-cholesterol-acyltransferase and lipoprotein lipase) (RADER, 2006). Notably, this argument is valid for higher and lower load schemes. Thus, the exact mechanisms by which the 10-15RM group optimized the HDL-c increase still need to be determined since current evidence is inconsistent regarding the role of RT in increasing HDL-c (KELLEY; KELLEY, 2009). Therefore, confirmatory work is required.

The present study has strengths and limitations that should be considered. First, the results observed were in untrained older women and should not be extrapolated to other populations. Second, we did not assess free-living physical activity and sedentary behavior, so the extent to which any changes occurring in these variables may have affected the present findings is unknown. However, all participants were instructed not to engage in any other physical exercise program throughout the investigation. In contrast, some positive points of the present study deserve to be highlighted. The design adopted with a randomized sample and balanced according to the relative strength of the participants allowed the groups to be similar

at the beginning of the study. Notably, the absence of a non-training control group makes it difficult to assess how much of the changes were due to learning effects or other potential confounding factors. Thus, future studies may consider including a non-training control group to quantify the net effects of different loading schemes on strength, physical performance, SMM, and metabolic adaptations. Another positive point of our study is the methods for evaluating morphological changes. Both DXA and bioelectrical impedance are valid methods and highly recommended to assess SMM and hydration, respectively, in the older population because they are considered non-invasive, accurate, and can provide additional information on other health parameters such as bone mineral density, body fat, fat distribution, and phase angle (CENICCOLA et al., 2019). In addition, we monitored the food consumption in the first and last two weeks of RT. The maintenance of eating habits in both groups strengthens the adaptive responses found in the present study, especially SMM gains. The supervision in all RT sessions by Physical Education professionals allows adequate control da exercise execution, with individualized monitoring, attenuating the risk of injuries and favoring the progression of the RT program (LACROIX et al., 2017).

CONCLUSIONS

Our results suggest that 12 weeks of RT with loads corresponding to 8-12RM and 10-15RM promote increases in muscular strength and improve functional fitness, SMM gains, and improvements in the metabolic profile of physically independent older women. Notably, the superior augment of muscular strength in upper limbs occurs with 8-12RM but not in lower limbs, whose responses at 8-12RM or 10-15RM are similar. In contrast, the highest gain in SMM occurs at 10-15RM, and this adaptation may be accompanied by increased intracellular hydration and more favorable changes in metabolic profile. Therefore, based on the present study, future recommendations on RT for older adults, at least for older women, should consider individual objectives and needs when suggesting loading schemes.

The authors declare that they have no conflict of interest regarding the publication of this paper. This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

The results of the study are presented clearly, honestly, and without fabrication, falsification, or inappropriate data manipulation. The results of the present study do not constitute an endorsement by the American College of Sports Medicine. This study has no conflicts of interest to declare.

3.2 Artigo Original 2

IMPACTO DO TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE INDICADORES DE SAÚDE MENTAL EM IDOSAS: ANÁLISE BASEADA NAS DIRETRIZES DO ACSM E NSCA

RESUMO

Introdução: Estudos recentes têm sugerido que a prática do treinamento resistido (TR) pode contribuir para a melhoria da cognição e saúde mental em idosos. Entretanto, as características dos programas de TR que podem acarretar tais benefícios ainda precisa ser elucidada. **Objetivo:** Comparar os efeitos de duas intensidades de cargas em programa de TR sobre indicadores de cognição e saúde mental em mulheres idosas. **Métodos:** Cento e vinte e oito mulheres idosas (> 60 anos) e fisicamente independentes foram alocadas aleatoriamente em três grupos experimentais. Dois grupos foram submetidos a um programa de TR (8-12RM ou 10-15RM), enquanto o terceiro não recebeu nenhuma forma de intervenção, sendo adotado como grupo controle. O programa de TR teve duração de 12 semanas e foi composto por oito exercícios para os diferentes segmentos corporais, que foram executados em três séries de 8-12RM ou 10-15RM, em três sessões semanais, em dias não consecutivos. O *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA) foi utilizado para analisar a função cognitiva global, enquanto o *Trail Making Test* (A e B) foi adotado para avaliação da função executiva e atenção. O *Stroop test* foi empregado para análise das funções executivas de tomada de decisão e controle inibitório, exercidas pelo córtex pré-frontal. Os níveis de sintomas de ansiedade e depressão foram avaliados por meio de três questionários: Inventário de Ansiedade de Beck (BAI), escala de Depressão Geriátrica (GDS-15) e o *Patient Health Questionnaire* (PHQ-9). **Resultados:** Melhorias significantes ($P < 0,05$) foram observadas após 12 semanas de TR para os testes cognitivos, em ambos os grupos de treinamento, sem diferenças entre eles ($P > 0,05$). Com relação a saúde mental foram observadas melhorias significantes ($P < 0,05$) após 12 semanas de TR para os testes de ansiedade e depressão, em ambos os grupos de treinamento, novamente, sem diferenças entre eles ($P > 0,05$). A melhoria da cognição e saúde mental foram confirmadas em ambos os grupos quando comparados ao grupo controle ($P < 0,05$), cuja piora em ambos os indicadores foi identificada. **Conclusão:** Os resultados sugerem que o TR, independente da intensidade de carga utilizada, promoveu melhoria no desempenho cognitivo e em indicadores de saúde mental em mulheres idosas.

PALAVRAS-CHAVE: treinamento de força; número de repetições; intensidade saúde mental; envelhecimento;

INTRODUÇÃO

O treinamento resistido (TR) tem sido amplamente recomendado para a população idosa por ser uma estratégia não farmacológica segura e eficaz para atenuar ou reverter efeitos deletérios do processo de envelhecimento (FRAGALA et al., 2019), especialmente para mulheres na pós-menopausa (MALTAIS; DESROCHES; DIONNE, 2009; ZAMBONI et al., 2014). Estudos recentes têm sugerido que a prática do TR pode promover melhorias cognitivas (ASHTON et al., 2020; FRAGALA et al., 2019; HEROLD et al., 2019; MARSTON et al., 2019) e redução de transtornos mentais induzidos pelo envelhecimento, como depressão, ansiedade (CUNHA et al., 2024; GORDON et al., 2017, 2018), além de doenças como a demência (LANDRIGAN et al., 2020).

Nesse sentido, as adaptações biológicas induzidas pelo TR parecem depender da manipulação adequada das variáveis que compõem os programas do treinamento, tais como tipo de exercícios (mono ou multiarticulares, unilaterais ou bilaterais, pesos livres ou máquinas), ordem de execução, número de séries e repetições, intervalos de recuperação entre as séries e os exercícios, velocidade de execução ou tempo sob tensão, frequência semanal (ACSM, 2009b; FRAGALA et al., 2019). Dessas, o número de repetições influencia diretamente a intensidade de cargas a serem utilizadas, visto que existe uma interdependência entre essas variáveis que pode influenciar tanto o volume quanto a intensidade do treinamento, afetando as respostas adaptativas (RIBEIRO et al., 2019; NUNES et al., 2021a).

Na tentativa de orientar a prescrição do TR para a população idosas, organizações internacionais de prestígio como o Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) (ACSM, 2009b) e a Associação Americana de Força e Condicionamento (NSCA) (FRAGALA et al. 2019) publicaram importantes posicionamentos, com base nas evidências científicas disponíveis. Com relação ao número de repetições e, conseqüentemente, à intensidade das cargas a serem empregadas verifica-se algumas divergências importantes e poucos estudos analisaram o impacto dessa variável sobre a cognição e saúde mental (CUNHA et al., 2024).

O ACSM, por exemplo, sugere em dois posicionamentos publicados em 2009 a adoção da faixa de 8-12RM para a melhoria da força e hipertrofia em idosos (ACSM, 2009a; 2009b). Na sequência, em um terceiro posicionamento, publicado em 2011, o ACSM sugere a utilização de 10-15RM para o fortalecimento muscular em idosos. Mais recentemente, em um posicionamento específico sobre prescrição de TR para idosos, a NSCA sugere, de forma indiscriminada, a utilização de ambas as faixas 8-12 ou 10-15 repetições (FRAGALA et al., 2019). Entretanto, na prática, verificamos recentemente que tais faixas de repetições, embora muito próximas, em intervenções longitudinais podem resultar em diferentes respostas

adaptativas, dependendo do desfecho a ser analisado (CAVALCANTE et al., 2023, CUNHA et al., 2024).

De fato, parece que a adoção de um volume maior de TR está associada a melhoria do processo inflamatório (SARDELI et al., 2018). Considerando que esse processo é um mecanismo crucial para reduzir a ansiedade e os sintomas depressivos (KÖHLER et al., 2017) e melhorar a cognição (KANDOLA et al., 2018), é plausível hipotetizar que a utilização de maior número de repetições e, conseqüentemente, de um menor volume de cargas poderia reduzir o esforço percebido e, assim, contribuir para o aumento da aderência ao exercício, sobretudo, em pessoas com sintomas de depressão e ansiedade, resultando em melhoria de indicadores de saúde mental (FIRTH et al., 2016; NUNES et al., 2019, CUNHA et al., 2024).

Todavia, nenhum dos posicionamentos publicados até o momento analisou o possível impacto da manipulação de variáveis que compõem os programas de TR sobre a cognição, ansiedade e depressão. Portanto, o objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos de 12 semanas de TR com diferentes faixas de repetições (8-12 vs. 10-15) sobre os parâmetros de cognição e saúde mental em idosas. Nossa principal hipótese foi a de que o treinamento com menor intensidade (10-15 repetições por exercício) poderia promover benefícios superiores ao treinamento de maior intensidade (8-12 repetições) sobre indicadores de cognição e saúde mental, uma vez que a percepção de esforço seria menor, ao passo que a duração da sessão seria mais prolongada. Ambos os fatores poderiam favorecer uma maior interação social, estimulando assim a função executiva, atenção e memória e reduzindo os sintomas de ansiedade e depressão.

MÉTODOS

Desenho experimental

O presente estudo faz parte do projeto de pesquisa “*Active Aging Longitudinal Study*”, uma investigação iniciada em 2012, cujos propósitos incluem a análise do impacto de programas de RT supervisionados, estruturados e progressivos sobre desfechos neuromusculares, morfológicos, fisiológicos, metabólicos, cognitivos e comportamentais em mulheres idosas (KASSIANO et al., 2022). Este estudo teve uma duração de 18 semanas, com 12 semanas dedicadas ao programa de TR e seis semanas para coleta de dados. Medidas antropométricas, indicadores da função cognitiva e de sintomas de ansiedade e depressão foram analisados nas semanas 1–3 e 16–18. As participantes realizaram um programa de TR progressivo e supervisionado nas semanas 4–15. Além disso, as participantes foram instruídas a não realizar nenhum outro tipo de exercício físico durante o estudo. Com base nas recomendações atuais para prática de TR para idosos, a amostra foi

alocada, aleatoriamente, em três grupos de acordo com a força muscular relativa, em três grupos, dois dos quais envolvidos com o programa de TR (8-12 ou 10-15 repetições) e um grupo controle.

Participantes

O recrutamento foi realizado por meio de anúncios em mídias sociais (Whatsapp, Facebook e Instagram). Todas as participantes preencheram questionários de histórico de saúde e atenderam aos seguintes critérios de inclusão: idade > 60 anos; ser do sexo feminino; ser fisicamente independente; não ter disfunção cardíaca, ortopédica ou musculoesquelética que pudesse impedir a realização de exercícios físicos; não ser portadora de diabetes mellitus ou hipertensão não-controlada; não estar recebendo terapia de reposição hormonal; e estar afastada há pelo menos três meses da prática regular de exercícios físicos. Posteriormente, as participantes foram incluídas no estudo somente após passarem por um teste de esforço revisado por um cardiologista. Foi estabelecida a adesão ao programa com uma participação mínima de 85% das sessões. O cálculo do tamanho da amostra foi estabelecido utilizando dados anteriores de nosso laboratório para a estimativa do tamanho da amostra (CUNHA et al., 2020; KASSIANO et al., 2021; RIBEIRO et al., 2018) usando G*Power (versão 3.1.9.6). A análise indicou que eram necessários pelo menos 30 participantes em cada grupo para poder estatístico adequado (tamanho do efeito = 0,30; $\beta = 0,80$; $\alpha = 0,05$; tempo = 2; grupos = 3). As participantes assinaram um termo de consentimento informado por escrito após receber uma descrição detalhada dos procedimentos de investigação. Este estudo foi conduzido de acordo com a Declaração de Helsinque e foi aprovado pelo comitê de ética da universidade local.

Avaliações Cognitivas

Avaliação Cognitiva de Montreal (MoCA)

A Avaliação Cognitiva de Montreal - Montreal Cognitive Assessment (MoCA), versão brasileira, foi utilizado para analisar a função cognitiva global. O MoCA é uma ferramenta de triagem composta por 12 tarefas, pontuadas individualmente, que são agrupadas em oito domínios cognitivos diferentes, e a pontuação total varia de 0 a 30 (valores mais altos refletem melhor cognição): memória de curto prazo (recordação tardia, cinco pontos); habilidades visuoespaciais (desenho do cubo, um ponto, desenho do relógio, três pontos); função executiva (teste de trilha, um ponto; fluência verbal fonêmica, um ponto; abstração verbal, dois pontos); atenção, concentração e, memória de trabalho (cancelamento, um ponto; subtração,

três pontos; amplitude de dígitos, dois pontos); linguagem (nomeação, três pontos; repetição de frase, dois pontos); e orientação ao tempo (três pontos) e espaço (três pontos). O MoCA apresenta alta sensibilidade (81%) e especificidade (77%), conforme determinado em idosos brasileiros (MEMÓRIA et al., 2013; NASREDDINE et al., 2005).

Teste de Trilhas

O teste de trilhas - Trail Making Test (A e B) foi utilizado para avaliação da função executiva e atenção (REITAN, 1958). A parte A determina a velocidade psicomotora e exige que a avaliada desenhe linhas que conectam números circundados sequencialmente, como desenhar uma linha de 1 a 2, 2 a 3 e 3 a 4. A parte B consiste em números e letras circundados. As participantes foram instruídas a desenhar uma linha o mais rapidamente e com a máxima precisão possível de 1 para A, A para 2, 2 para B, B para 3, e assim por diante, até a finalização da tarefa. O tempo foi registrado em segundos após o término de cada etapa. Após a realização dos testes foram calculadas as diferenças entre os tempos de conclusão da parte B - A. Quanto menor a diferença melhor é o ajuste de deslocamento.

Teste de Cores e Palavras

Uma versão computadorizada do teste de cores e palavras (Stroop test) foi utilizada neste estudo, usando o programa Testinpacs® (CÓRDOVA et al., 2008). As tarefas foram visualizadas em uma tela de notebook a aproximadamente 90 cm de distância da participante. As respostas para um conjunto de tarefas foram dadas o mais rápido possível por meio de dois botões. A porção cognitiva foi utilizada como teste psicométrico para avaliar a cognição, estando relacionada às funções executivas de tomada de decisão e controle inibitório exercidas pelo córtex pré-frontal. O efeito é baseado em situações de tarefas nas quais os nomes de cores foram gravados em diferentes fontes de cores. O indivíduo deve inibir o significado da palavra e escolher a resposta correta correspondente à cor na qual a palavra aparece escrita (SCHACK et al., 1999). O estudo atual utilizou o teste em três estágios: os dois primeiros estágios foram condições de controle (indicar a cor do retângulo; indicar o nome da cor que aparece escrito) e o último estágio foi incongruente (responde à cor que está pintada a palavra). No primeiro estágio, retângulos nas cores verde, azul, preto e vermelho foram exibidos no centro da tela. Ao mesmo tempo, as respostas que corresponderam ou não à cor do retângulo foram exibidas nos cantos inferiores da tela. Cada estímulo foi apresentado até o momento em que a participante indicasse a cor nos cantos inferiores, correspondente à cor do retângulo. Por fim, na terceira e última etapa do teste, o nome de uma das quatro cores foi exibido com uma cor de fonte diferente. As participantes foram instruídas a pressionar o

botão correspondente à cor da fonte e ignorar o nome da cor. Os estímulos foram apresentados aleatoriamente em todas as etapas (12 tentativas por estágio). A capacidade de atenção seletiva e controle das respostas foi estimada pela diferença de tempo entre a terceira e a segunda condição. As menores diferenças indicaram melhor atenção seletiva e resolução de conflitos.

Fluência Verbal Semântica e Fonológica

Na modalidade fonológica foi utilizada a tarefa de fluência verbal F. A tarefa consiste na evocação de palavras que começam com a letra “F”, por 60 s. A pontuação final foi determinada de acordo com o número de palavras corretas relatadas em 60 s. Na modalidade semântica as participantes foram instruídas a evocar o maior número possível de animais em 60 s. A pontuação final foi determinada de acordo com o número de nomes de animais relatados em 60 s (ESTEVES et al., 2015).

Avaliação de Sintomas de Ansiedade e Depressão

Os níveis de sintomas de ansiedade e depressão foram avaliados por meio de três questionários: Inventário de Ansiedade de Beck (BAI) (BECK et al., 1988), escala de Depressão Geriátrica (GDS-15) (YESAVAGE et al., 1982) e o Patient Health Questionnaire (PHQ-9) (KROENKE; SPITZER; WILLIAMS, 2001). O BAI é composto por 21 itens (afirmações) sobre diferentes sintomas de ansiedade com um Escala Likert de 4 pontos, com pontuação final variando de 0 a 63. O GDS-15 é composto por 15 itens dicotômicos (sim ou não) relativos a diferentes características da depressão geriátrica como declínio cognitivo e sintomas somáticos, com pontuação final variando de 0 a 15. O PHQ-9 é constituído por nove questões que avaliam a presença de cada um dos sintomas para o episódio de depressão, a frequência de cada sintoma nas últimas duas semanas foi avaliada numa escala Likert de 0 a 3 correspondendo às respostas “nunca”, “vários dias”, “mais de metade dos dias” e “quase todos os dias”, respetivamente.

Protocolo de treinamento

O programa de RT foi realizado três vezes por semana (segundas, quartas e sextas), ao longo de 12 semanas, no período da manhã. O treinamento foi baseado em recomendações para TR em idosos para melhorar a hipertrofia e a força muscular (ACSM, 2009a, 2009b, 2011; FRAGALA et al., 2019). Profissionais de Educação Física supervisionaram pessoalmente todos os participantes durante cada sessão de treinamento.

As participantes realizaram TR utilizando uma combinação de pesos livres e máquinas. O protocolo de TR consistiu em um programa de corpo inteiro com oito exercícios realizados na seguinte ordem: *chest press*, *leg press* horizontal, remada sentada, cadeira extensora, tríceps no *pulley*, cadeira flexora, rosca Scott e cadeira solear. As participantes realizaram três séries de 8-12 ou 10-15 repetições e foram instruídas a inspirar durante a fase excêntrica, expirar durante a fase concêntrica e manter a velocidade do movimento em uma proporção de 1:2 (fases concêntrica e excêntrica, respectivamente). Os intervalos de descanso foram de 1-2 min entre as séries e de 2-3 min entre os exercícios. Durante todo o período de treinamento, as cargas foram ajustadas individualmente em cada exercício sempre que o limite superior de repetições da zona-alvo estabelecida fosse atingido (8-12 ou 10-15 repetições) por duas sessões consecutivas, nas três séries. Os aumentos de carga foram na ordem de 2% a 5% para os exercícios de membros superiores e 5% a 10% para os exercícios de membros inferiores, conforme as recomendações da literatura (ACSM, 2009a). O grupo controle não realizou nenhum tipo de exercício durante o período do estudo.

Análise Estatística

A normalidade dos dados foi realizada pelo teste de Shapiro-Wilk. O teste de Levene verificou a homogeneidade das variâncias. As características gerais das participantes foram comparadas por meio do teste análise de variância (ANOVA) de um fator. Análise de covariância (ANCOVA) da diferença bruta entre pré e pós-treinamento, com os valores basais adotados como covariável foi empregada para as comparações intra e intergrupos nas variáveis de saúde mental. A interpretação dos dados foi baseada no intervalo de confiança de 95%, ou seja, quando o IC95% do delta bruto não se sobrepôs a 0, houve uma diferença significativa entre a pontuação da linha de base. Além disso, foi calculada a variação percentual ($\Delta\%$) como a média pós-treinamento menos a média pré-treinamento, dividida pelo pré-treinamento multiplicado por 100. Para todas as análises estatísticas, a significância foi aceita em $P < 0,05$. O software IBM SPSS Statistics, v. 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) foi utilizado para análise dos dados.

RESULTADOS

Na Tabela 1 são apresentadas as características gerais das participantes, no início do estudo, de acordo com cada grupo analisado. Nenhuma diferença entre os grupos foi encontrada ($P > 0,05$) para as variáveis idade, massa corporal, estatura, IMC, força muscular e educação.

Tabela 1. Características gerais dos grupos do início do estudo.

	Controle (n = 43)	8-12 RM (n = 42)	10-15 RM (n = 43)	P
Idade (anos)	68,1 ± 5,4	68,1 ± 5,3	68,5 ± 5,3	0,93
Massa corporal (kg)	70,9 ± 14,1	66,8 ± 12,1	70,1 ± 11,6	0,28
Estatura (cm)	155,9 ± 6,3	155,7 ± 5,3	155,4 ± 6,1	0,92
IMC (kg.m ⁻²)	30,8 ± 2,8	31,0 ± 2,1	30,8 ± 2,2	0,91
Força muscular (kg)	116,0 ± 22,2	116,5 ± 18,2	113,9 ± 20,1	0,83
Anos de estudo (anos)	9,7 ± 4,1	10,6 ± 3,9	9,8 ± 3,6	0,52

Nota: Dados apresentados em média ± desvio padrão. IMC = Índice de massa corporal.

Informações sobre a avaliação cognitiva, de acordo com os grupos, são apresentadas na tabela 2. Melhorias significantes ($P < 0,05$) foram observadas após 12 semanas de TR para os testes cognitivos, em ambos os grupos de treinamento, sem diferenças entre eles ($P > 0,05$). Diferenças significantes ao longo do tempo ($P < 0,05$) foram encontradas entre os grupos de treinamento quando comparados ao grupo controle para MoCA (G8-12RM = +3,6%; G10-15RM = +4,1%; controle = -1,6%), fluência verbal semântica (G8-12RM = +6,9%; G10-15RM = +8,8%; controle = -4,6%) e fonética (G8-12RM = +14,6%; G10-15RM = +9,0%; controle = -6,1%); teste de trilhas (G8-12RM = -3,7%; G10-15RM = -13,1%; controle = +15,6%) e o teste das cores e palavras (G8-12RM = -33,3%; G10-15RM = -20,0%; controle = +25,0%).

Na tabela 3 são apresentadas as informações sobre a saúde mental, de acordo com os grupos. Melhorias significantes ($P < 0,05$) foram observadas após 12 semanas de TR, para os testes de ansiedade e depressão em ambos os grupos de treinamento, sem diferenças entre eles ($P > 0,05$). Uma redução significativa dos sintomas de ansiedade e depressão foi promovida pelo TR quando ao grupo controle (BAI, G8-12RM = -48,5%; G10-15RM = -40,0%; controle = +65,9% | GDS, G8-12RM = -0,0%; G10-15RM = -9,1%; controle = +23,8% | PHQ-9, G8-12RM = -40,0%; G10-15RM = -10,8%; controle = +37,9%).

Tabela 2. Valores cognitivos antes e após 12 semanas de treinamento resistido, de acordo com os grupos.

	Controle (n = 43)	8-12 RM (n = 42)	10-15 RM (n = 43)	P
MoCA				
Pre	24,4 ± 3,9	25,0 ± 3,1	24,6 ± 3,7	
Pos	24,0 ± 3,5	25,9 ± 3,1	25,6 ± 3,5	<0,001
Média covariável = 24,7	24,4 (24,0 – 24,8)	25,1 (24,8 – 25,5)*§	25,2 (24,8 – 25,6)*§	
Teste de Trilhas				
Pre	92,8 ± 60,6	83,4 ± 66,5	89,0 ± 61,3	
Pos	107,3 ± 76,2	80,3 ± 59,1	77,3 ± 48,9	<0,001
Média covariável = 88,6	96,7 (90,9 – 102,5)	85,4 (79,1 – 91,8)*§	82,8 (76,6 – 89,0)*§	
Fluência Verbal Semântica				
Pre	15,2 ± 4,2	15,9 ± 5,1	14,8 ± 4,1	
Pos	14,5 ± 3,6	17,0 ± 5,2	16,1 ± 4,6	0,01
Média covariável = 15,4	15,0 (14,4 – 15,6)	16,0 (15,5 – 16,4)*§	16,0 (15,4 – 16,6)*§	
Fluência Verbal Fonética				
Pre	11,4 ± 3,7	12,3 ± 4,9	11,1 ± 3,9	
Pos	10,7 ± 3,7	14,1 ± 5,6	12,1 ± 3,5	<0,001
Média covariável = 11,6	11,2 (10,8 – 11,6)*	12,6 (12,2 – 13,0)*§	12,0 (11,6 – 12,4)*§	
Teste de Cores e Palavras				
Pre	0,4 ± 0,7	0,6 ± 0,7	0,5 ± 0,7	
Pos	0,5 ± 0,6	0,4 ± 0,5	0,4 ± 0,5	0,13
Média covariável = 0,5	0,5 (0,4 – 0,6)	0,4 (0,4 – 0,5)	0,5 (0,4 – 0,5)	

Nota: MoCA: Avaliação Cognitiva de Montreal. Dados apresentados em média ± desvio padrão ou média (intervalo de confiança de 95%). * $P < 0,05$ vs. Pre; § $P < 0,05$ vs. Controle.

Tabela 3. Valores de sintomas de ansiedade e depressão, antes e após 12 semanas de treinamento resistido, de acordo com os grupos.

	Controle (n = 43)	8-12 RM (n = 42)	10-15 RM (n = 43)	P
PHQ-9				
Pre	2,9 ± 3,0	3,5 ± 4,2	3,7 ± 3,2	
Pos	4,0 ± 4,0	2,1 ± 2,4	3,3 ± 3,6	<0,001
Média covariável = 3,4	3,8 (3,5 – 4,2)*	2,7 (2,4 – 3,0)*§	3,3 (3,1 – 3,6)*§	
GDS				
Pre	2,1 ± 2,9	2,0 ± 1,9	2,2 ± 2,0	
Pos	2,6 ± 3,0	1,8 ± 1,5	2,0 ± 2,1	<0,001
Média covariável = 2,1	2,3 (2,2 – 2,5)*	1,9 (1,8 – 2,5)*§	2,1 (2,0 – 2,2)*§	
BAI				
Pre	4,1 ± 5,0	6,6 ± 8,0	6,0 ± 6,6	
Pos	6,8 ± 7,7	3,4 ± 3,7	3,6 ± 4,5	<0,001
Média covariável = 5,6	6,5 (5,8 -7,1)*	4,4 (3,9 – 4,9)*§	4,9 (4,3 – 5,4)*§	

Nota: PHQ-9: Patient Health Questionnaire; GDS-15: Escala de Depressão Geriátrica; BAI: Inventário de Ansiedade de Beck. Dados apresentados em média ± desvio padrão ou média (intervalo de confiança de 95%). * $P < 0,05$ vs. Pre; § $P < 0,05$ vs. Controle.

DISCUSSÃO

O principal achado deste estudo foi que independente da faixa de repetições adotadas no TR (8-12 ou 10-15), uma melhoria no desempenho cognitivo (MoCA, teste de trilhas, fluência verbal semântica e fonética) e nos sintomas de ansiedade e depressão (PHQ-9, GDS e BAI) foi revelada em ambos os grupos, diferente do encontrado no grupo controle. Portanto, ambas estratégias se mostraram eficazes para esses desfechos em mulheres idosas, reforçando a importância da prática regular de TR para um envelhecimento bem-sucedido (ACSM, 2011; IZQUIERDO et al., 2025).

Entretanto, a nossa hipótese inicial de que o grupo com menor intensidade de carga (10-15 repetições) poderia alcançar maiores benefícios, sobretudo, para a saúde mental não foi confirmada. Na verdade, nossos resultados revelaram respostas adaptativas positivas similares entre os grupos submetidos a 12 semanas de TR. Portanto, nossos achados pressupõem que os benefícios da prática do TR em idosos podem extrapolar aqueles já bastante conhecidos e reportados pela literatura, incluindo melhoria da força, potência,

resistência muscular e massa muscular, entre outros (FRAGALA et al., 2019, IZQUIERDO et al., 2025).

De acordo com nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que comparou o impacto de duas faixas de repetições recomendadas (8-12 e 10-15) para o TR em idosos (ACSM, 2009; FRAGALA et al., 2019) sobre os parâmetros cognitivos e de saúde mental. Apesar da falta de diferenças nas respostas adaptativas promovidas pelas diferentes faixas de repetições, as modificações encontradas neste estudo podem ser consideradas bastante relevantes, visto que o declínio cognitivo e da saúde mental são fatores de risco independente para incapacidade física e mortalidade precoce (GOODPASTER et al., 2006; MILJKOVIC et al., 2015).

Além disso, os resultados do presente estudo corroboram com estudos anteriores que reportaram melhorias cognitivas, especialmente em idosos submetidos a TR (CUNHA et al., 2024; LIU-AMBROSE et al., 2010; MAVROS et al., 2017; SMOLAREK et al., 2016). Li et al. (2018), em sua revisão sistemática, verificaram respostas positivas e significantes na função cognitiva global. Em nosso estudo, a melhoria das funções cognitivas foi confirmada pelo MoCA, teste de trilhas, fluência verbal semântica e fonética e pelo teste de cores e palavras.

Por outro lado, Hong, Kin e Jun (2018) não encontraram alterações na avaliação cognitiva em idosos com comprometimentos cognitivos leves. Uma possível justificativa para os resultados serem distintos seria a intensidade de carga utilizada, uma vez que a utilização de uma faixa elástica como resistência, dificultou o ajuste da carga. Vale destacar que no presente estudo foram utilizadas máquinas e pesos livres que permitiram um ajuste gradativo nas cargas de treino, de acordo com os avanços alcançados, individualmente, com o treinamento.

Uma redução dos sintomas de ansiedade (BAI) e depressão (PHQ-9 e GDS) foi identificada em nosso estudo em ambos os grupos submetidos ao TR. Por outro lado, esses sintomas pioraram no grupo controle. Todavia, os resultados encontrados na literatura até o momento são inconsistentes e, portanto, inconclusivos (MILLER et al., 2020; SCHUCH et al., 2016). Entre as razões para tais divergências podemos destacar as características das amostras investigadas. A nossa amostra, por exemplo, não foi diagnosticada com ansiedade ou depressão leve ou grave. Além disso, uma ampla variação na duração do programa de TR (6-12 semanas) e as diferenças nos protocolos de TR podem influenciar os resultados e dificultar a interpretação dos dados (MILLER et al., 2020).

Na literatura já está bem estabelecido que os diversos mecanismos biológicos envolvidos nas respostas promovidas pelo TR sobre a função cognitiva podem promover redução dos sintomas de ansiedade e depressão (HEROLD et al., 2019). Além disso, não se pode descartar o papel fundamental da interação social (por exemplo, interações com a equipe de pesquisa e outros participantes durante o TR) e da neuroplasticidade (EVANS et

al., 2018). Vale a pena destacar que, em nosso estudo, o grupo controle apresentou declínio nos parâmetros cognitivos (MoCA, teste de cores e palavras, teste de trilhas, fluência verbal semântica e fonética) e aumento nos sintomas de ansiedade (BAI) e depressão (PHQ-9 e GDS) após 12 semanas de acompanhamento, reforçando a importância da adoção de um estilo de vida fisicamente ativo em idosos.

Nossa investigação tem vários pontos positivos que merecem ser destacados. O delineamento adotado com uma amostra randomizada e balanceada, de acordo com a força relativa das participantes, permitiu que os grupos fossem semelhantes no início do estudo. Além disso, a presença do grupo controle, sem treinamento, permitiu verificar o efeito de duas intensidades de cargas sobre os desfechos analisados. Outro ponto positivo, foi a supervisão direta das participantes em todas as sessões de TR, por parte de profissionais de Educação Física, possibilitando um controle adequado da execução dos exercícios e da progressão das cargas, com o monitoramento individualizado atenuando o risco de lesões e favorecendo a melhoria do desempenho (LACROIX et al., 2017).

Apesar das respostas adaptativas encontradas em nosso estudo serem bastante promissoras, no que tange a função cognitiva e na prevenção e tratamento de sintomas de ansiedade e depressão, não podemos desprezar algumas limitações. Primeiro, nossos resultados não devem ser extrapolados para outras populações, em virtude das características bastante peculiares da amostra investigada. Em segundo lugar, não controlamos os níveis de atividade física, o que pode ter confundido, pelo menos em parte, alguns dos resultados encontrados. No entanto, as participantes foram orientadas a não se envolver em nenhum outro programa de exercícios físicos e manter suas atividades diárias durante todo o período de intervenção para minimizar a possível influência de confusão de outras mudanças no estilo de vida.

CONCLUSÃO

Nossos resultados sugerem que, independentemente da faixa de repetições analisadas, um melhoria no desempenho cognitivo e nos parâmetros de saúde mental foi revelada em idosas, após 12 semanas de TR. Assim, do ponto de vista prático, o TR com cargas correspondentes a 8-12 e 10-15 repetições pode ser uma estratégia importante para neutralizar modificações relacionadas à idade e garantir um envelhecimento saudável. Além disso, os profissionais podem ser flexíveis com relação a prescrição das cargas de TR, permitindo que as participantes treinem sob uma intensidade de carga variável, de acordo com suas preferências, condição que pode favorecer o aumento da aderência ao exercício e contribuir para a melhoria no desempenho cognitivo e em indicadores de saúde mental, especialmente em mulheres idosas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o aumento da expectativa de vida e, conseqüentemente, com o crescimento da população idosa em todo o mundo, o grande desafio da comunidade científica é criar estratégias que permitam alcançar um envelhecimento bem sucedido, com autonomia e melhor qualidade de vida possível. Entre as diferentes estratégias disponíveis atualmente para atenuar ou reverter os efeitos deletérios do envelhecimento destaca-se a prática regular de programas de exercícios físicos e, em particular, de programas de TR (ACSM, 2009a, 2009b, 2011; FRAGALA et al., 2019). Trata-se de uma estratégia não farmacológica com grande potencial para promover inúmeros benefícios à saúde, tais como: aumento da força e massa muscular, redução da gordura corporal, melhora do perfil metabólico, melhora no desempenho funcional e cognitivo, entre outros.

Portanto, o TR tem sido amplamente recomendado, principalmente para idosos, por ser uma estratégia eficaz e bastante segura (FRAGALA et al., 2019). No entanto, muitos dos benefícios associados ao TR são protocolos-dependentes, ou seja, dependem da manipulação adequada das variáveis que compõem os programas de treinamento e da aderência. Nesse sentido, o ACSM e a NSCA publicaram importantes documentos sobre a prescrição de TR para população de idosos (ACSM, 2009a, 2009b, 2011; FRAGALA et al., 2019). De um modo geral, as faixas de repetições recomendadas por exercício para essa população são de 8-12 ou 10-15, embora somente um estudo até o presente momento tenha analisado as possíveis diferenças entre essas recomendações (CAVALCANTE et al., 2023).

Nesse sentido, o presente trabalho teve o objetivo de comparar as duas faixas de repetições por exercício sugeridas pelo ACSM e NSCA (8-12 vs. 10-15), sobre indicadores de saúde em mulheres idosas. Vale a pena destacar que escolhemos estudar uma amostra de mulheres idosas (> 60 anos) pelos efeitos adversos adicionais gerados pela menopausa e envelhecimento, visto que estas apresentam uma quantidade de força e massa muscular menores, assim como maiores quantidades de gordura corporal e risco aumentado para desenvolvimento de problemas cardiometabólicos, ansiedade e depressão quando comparadas aos homens.

Ao compararmos as duas faixas de repetições por 12 semanas de TR, nossos resultados comprovaram que ambas promoveram aumentos na força muscular e massa muscular, melhoram a aptidão funcional, o desempenho cognitivo, o perfil metabólico e a saúde mental (reduziram os sintomas de ansiedade e depressão). Entretanto, a faixa de 8 repetições apresentou maiores benefícios para o aumento de força de tronco e membros superiores, enquanto as respostas para força dos membros inferiores foram semelhantes às da faixa de 10-15 repetições. Por outro lado, a faixa de 10-15RM promoveu maiores ganhos

de massa muscular, acompanhada por maior hidratação intracelular e mudanças mais favoráveis no perfil metabólico.

Portanto, acreditamos que os nossos achados sejam de grande aplicação prática para a prescrição do TR para mulheres idosas, com diferentes objetivos e necessidades, uma vez que reforçam a importância desse tipo de intervenção para o combate de efeitos deletérios do envelhecimento. Vale destacar, ainda, que os nossos resultados não somente suportam as recomendações para a prática de TR em idosos, mas avançam no conhecimento de importantes respostas adaptativas ao TR sobre desfechos de muito interesse, principalmente para a área de saúde pública, tais como o comportamento das funções muscular e cognitiva e a saúde mental.

REFERÊNCIAS

ACSM. American College of Sports Medicine position stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 30, n. 6, p. 975–991, jun. 1998.

ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 2, p. 364–380, fev. 2002.

ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, mar. 2009a.

ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 7, p. 1510–1530, jul. 2009b.

ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334–1359, jul. 2011.

ALIQUE, M. et al. LDL biochemical modifications: a link between atherosclerosis and aging. **Food and Nutrition Research**, v. 59, n. 1, p. 1–8, dez. 2015.

ALLEY, D. E. et al. Inflammation and rate of cognitive change in high-functioning older adults. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 63, n. 1, p. 50–55, out. 2008.

AMARANTE DO NASCIMENTO, M. et al. Familiarization and reliability of one repetition maximum strength testing in older women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 6, p. 1636–1642, jun. 2013.

ANTUNES, M. et al. Volume reduction: which dose is sufficient to retain resistance training adaptations in older women? **International Journal of Sports Medicine**, v. 43, n.1, p. 68-76, jan. 2022.

ARMSTRONG, L. E. et al. Human hydration indices: acute and longitudinal reference values. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 20, n. 2, p. 145-153, abr. 2010.

ARNAUD, M. J. Age-related changes in hydration. In: ROSENBERG, I. H.; SASTRE, A. **Nutrition and Aging**. Suiça: Karger Publishers, 2002. p. 193–206.

ASHTON, R. E. et al. Effects of short-term, medium-term and long-term resistance exercise training on cardiometabolic health outcomes in adults: systematic review with meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 54, n. 6, p. 341–348, jun. 2020.

BEAUDREAU, S. A.; O'HARA, R. Late-life anxiety and cognitive impairment: a review. **The American Journal of Geriatric Psychiatry: Official Journal of the American Association for Geriatric Psychiatry**, v. 16, n. 10, p. 790–803, out. 2008.

BECK, A. T. et al. An inventory for measuring clinical anxiety: Psychometric properties. **Journal of Consulting and Clinical Psychology**, v. 56, n. 6, p. 893–897, dez. 1988.

BLOOM, D. E. 7 Billion and counting. **Science**, v. 333, n. 6042, p. 562–569, jul. 2011.

BORDE, R.; HORTOBÁGYI, T.; GRANACHER, U. Dose-response relationships of resistance training in healthy old adults: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 45, n. 12, p. 1693–1720, dez. 2015.

BOTERO, J. P. et al. Effects of long-term periodized resistance training on body composition, leptin, resistin and muscle strength in elderly post-menopausal women. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 53, n. 3, p. 289–294, jun. 2013.

CADORE, E. L. et al. Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. **Aging and Disease**, v. 5, n. 3, p. 183–195, jun. 2014.

CARNEIRO, M. A. S. et al. Effect of whole-body resistance training at different load intensities on circulating inflammatory biomarkers, body fat, muscular strength, and physical performance in postmenopausal women. **Applied Physiology Nutrition and Metabolism**, v. 46, n. 8, p. 925-933, ago. 2021.

CARNEIRO, M. A. S. et al. Effects of resistance training at different loads on inflammatory biomarkers, muscle mass, muscular strength, and physical performance in postmenopausal women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, n. 6, p. 1582-1590, jun. 2022.

CARNEIRO, M. A. S. et al. Effect of different load intensity transition schemes on muscular strength and physical performance in postmenopausal women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 55, n. 8, p. 1507-1523, ago. 2023.

CARNEIRO, N. H. et al. Effects of different resistance training frequencies on flexibility in older women. **Clinical Interventions in Aging**, v. 10, n. 1, p. 531–538, mar. 2015.

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, set. 2018.

CENICCOLA, G. D. et al. Current technologies in body composition assessment: advantages and disadvantages. **Nutrition**, v. 62, n. 1, p. 25-31, jun. 2019.

CHAN, S. T. et al. Early weight gain and glycogen-obligated water during nutritional rehabilitation. **Human Nutrition. Clinical Nutrition**, v. 36, n. 3, p. 223-232, jan. 1982.

CHANG, S. H. et al. A systematic review of body fat distribution and mortality in older people. **Maturitas**, v. 72, n. 3, p. 175–191, jul. 2012.

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

CONSITT, L. A.; DUDLEY, C., SAXENA, G. Impact of endurance and resistance training on skeletal muscle glucose metabolism in older adults. **Nutrients**, v. 11, n. 11, p. 2636, nov. 2019.

CÓRDOVA, C. et al. Caracterização de respostas comportamentais para o teste de Stroop computadorizado - Testinpacs characterization of behavioral responses to the computerized. **Neurociências**, v. 4, n. 2, p. 75–79, mar-abr. 2008.

CSAPO, R.; ALEGRE, L. M. Effects of resistance training with moderate vs heavy loads on muscle mass and strength in the elderly: a meta-analysis. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 26, n. 9, p. 995–1006, set. 2016.

CUNHA, P. M. et al. Improvement of cellular health indicators and muscle quality in older women with different resistance training volumes. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 24, p. 2843-2848, dez. 2018.

CUNHA, P. M. et al. Resistance training performed with single-set is sufficient to reduce cardiovascular risk factors in untrained older women: the randomized clinical trial. Active Aging Longitudinal Study. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 81, p. 171-175, mar-abr. 2019.

CUNHA, P. M. et al. Resistance training performed with single and multiple sets induces similar improvements in muscular strength, muscle mass, muscle quality, and IGF-1 in older women: a randomized controlled trial. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 4, p. 1008-1016, abr. 2020.

CUNHA, P. M. et al. Comparison of low and high volume of resistance training on body fat and blood biomarkers in untrained older women: a randomized clinical trial. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 35, n. 1, p. 1–8, jan. 2021.

CUNHA, P. M. et al. Resistance training reduces depressive and anxiety symptoms in older women: a pilot study. **Aging and Mental Health**, v. 26, n. 6, p. 1136-1142, jun. 2022.

CUNHA, P. M. et al. Effect of resistance training on cognition in older women with differing levels of resistance training experience: Active Aging Longitudinal Study. **Minerva Psychiatry**, v. 64, n. 2, p. 126–135, jun. 2023.

CUNHA, P. M. et al. Can resistance training improve mental health outcomes in older adults? a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Psychiatry Research**, v. 333, n. 1, p. 115746, mar. 2024.

DIB, M. M. et al. Effects of three resistance exercise orders on muscular function and body composition in older women. **International Journal of Sports Medicine**, v. 41, n. 14, p. 1024-1031, dez. 2020.

DORNER, T. E.; RIEDER, A. Obesity paradox in elderly patients with cardiovascular diseases. **International Journal of Cardiology**, v. 155, n. 1, p. 56–65, fev. 2012.

DOS SANTOS, L. et al. Changes in phase angle and body composition induced by resistance training in older women. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 70, n. 12, p. 1408-1413, dez. 2016.

DOS SANTOS, L. et al. The improvement in walking speed induced by resistance training is associated with increased muscular strength but not skeletal muscle mass in older women. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 4, p. 488-494, maio. 2017.

DOS SANTOS, L. et al. Effects of modified pyramid system on muscular strength and hypertrophy in older women. **International Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 8, p. 613-618, jul. 2018.

DOS SANTOS, L. et al. Effects of pyramid resistance-training system with different repetition zones on cardiovascular risk factors in older women: a randomized controlled trial.

International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 17, n. 17, p. 6115, ago. 2020a.

DOS SANTOS, L. et al. Effects of resistance training with different pyramid systems on bioimpedance vector patterns, body composition, and cellular health in older women: A randomized controlled trial. **Sustainability**, v. 12, n. 16, p. 6658, ago. 2020b.

ESTEVEZ, C. S. et al. Phonemic and semantic verbal fluency tasks: normative data for elderly Brazilians. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 28, n. 2, p. 350–355, jan. 2015.

EVANS, I. E. M. et al. Social isolation, cognitive reserve, and cognition in healthy older people. **PLOS ONE**, v. 13, n. 8, p. e0201008, ago. 2018.

FEDOCE, A. G. et al. The role of oxidative stress in anxiety disorder: cause or consequence? **Free Radical Research**, v. 52, n. 7, p. 737–750, jul. 2018.

FERRY, M. Strategies for ensuring good hydration in the elderly. **Nutrition Reviews**, v. 63, n. 6 pt 2, p. S22-S29, jun. 2005.

FIATARONE, M. A. et al. High-intensity strength training in nonagenarians: effects on skeletal muscle. **The Journal of the American Medical Association**, v. 263, n. 22, p. 3029–3034, jul. 1990.

FIRTH, J. et al. Motivating factors and barriers towards exercise in severe mental illness: a systematic review and meta-analysis. **Psychological Medicine**, v. 46, n. 14, p. 2869–2881, out. 2016.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 472 p.

FORTI, L. N. et al. Load-specific inflammation mediating effects of resistance training in older persons. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 17, n. 6, p. 547-552, jun. 2016.

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, ago. 2019.

FRANCO, C. M. C. et al. Lower-load is more effective than higher-load resistance training in increasing muscle mass in young women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 1, p. S152–S158, jul. 2019.

FRIEDEWALD, W. T.; LEVY, R. I.; FREDRICKSON, D. S. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. **Clinical Chemistry**, v. 18, n. 6, p. 499–502, jun. 1972.

FRIGERI, A. et al. Expression of aquaporin-4 in fast-twitch fibers of mammalian skeletal muscle. **The Journal of Clinical Investigation**, v. 102, n.4, p. 695-703, ago. 1998.

GALLAGHER, D. et al. Depression and risk of Alzheimer Dementia: a longitudinal analysis to determine predictors of increased risk among older adults with depression. **The American Journal of Geriatric Psychiatry**, v. 26, n. 8, p. 819–827, ago. 2018.

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

GONZALEZ, M. C. et al. Phase angle and its determinants in healthy subjects: influence of body composition. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 103, n. 3, p. 712–716, mar. 2016.

GOODPASTER, B. H. et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. **The Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 61, n. 10, p. 1059–1064, out. 2006.

GORDON, B. R. et al. The effects of resistance exercise training on anxiety: a meta-analysis and meta-regression analysis of randomized controlled trials. **Sports Medicine**, v. 47, n. 12, p. 2521–2532, dez. 2017.

GORDON, B. R. et al. Association of efficacy of resistance exercise training with depressive symptoms: meta-analysis and meta-regression analysis of randomized clinical trials. **JAMA Psychiatry**, v. 75, n. 6, p. 566–576, jun. 2018.

GORDON, C.; CHUNLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Stature, recumbent length, and weight. In: LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. (Ed). **Antropometric Standardization Reference Manual**. Champaign: Human Kinetics, 1988. p. 3–8.

HAN, T. S.; TAJAR, A.; LEAN, M. E. J. Obesity and weight management in the elderly. **British Medical Bulletin**, v. 97, n. 1, p. 169–196, fev. 2011.

HAUBROCK, J. et al. Estimating usual food intake distributions by using the multiple source method in the EPIC-Potsdam Calibration Study. **The Journal of Nutrition**, v. 141, n. 5, p. 914–920, maio. 2011.

HEROLD, F. et al. Functional and/or structural brain changes in response to resistance exercises and resistance training lead to cognitive improvements – a systematic review. **European Review of Aging and Physical Activity**, v. 16, n. 1, p. 10, jul. 2019.

HIROSE, H. et al. Effects of aging on visceral and subcutaneous fat areas and on homeostasis model assessment of insulin resistance and insulin secretion capacity in a comprehensive health checkup. **Journal of Atherosclerosis and Thrombosis**, v. 23, n. 2, p. 207–215, fev. 2016.

HONG, S.-G.; KIM, J.-H.; JUN, T.-W. Effects of 12-week resistance exercise on electroencephalogram patterns and cognitive function in the elderly with mild cognitive impairment: a randomized controlled trial. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 28, n. 6, p. 500–508, nov. 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2022**: número de pessoas com 65 anos ou mais de idade cresceu 57,4% em 12 anos. 2023. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38186-censo-2022-numero-de-pessoas-com-65-anos-ou-mais-de-idade-cresceu-5-4-em-12-anos>>. Acesso em: 31 out. 2023.

IZQUIERDO, M. et al. Global consensus on optimal exercise recommendations for enhancing healthy longevity in older adults (ICFSR). **The Journal of Nutrition, Health and Aging**, v. 29, n.1, p. 100401, jan. 2025.

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. p. 81–88, jul. 2000.

JEDRZIEWSKI, M. K.; LEE, V. M. -Y.; TROJANOWSKI, J. Q. Physical activity and cognitive health. **Alzheimer's and Dementia: The Journal of the Alzheimer's Association**, v. 3, n. 2, p. 98–108, abr. 2007.

JURA, M.; KOZAK, L. P. Obesity and related consequences to ageing. **Age**, v. 38, n. 1, p. 23, fev. 2016.

KANDOLA, A. et al. Moving to Beat Anxiety: Epidemiology and therapeutic issues with physical activity for anxiety. **Current Psychiatry Reports**, v. 20, n. 8, p. 63, jul. 2018.

KANDOLA, A. et al. Physical activity and depression: towards understanding the antidepressant mechanisms of physical activity. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v. 107, n. 9, p. 525–539, dez. 2019.

KASSIANO, W. et al. Does resistance training promote enough strength increases to move weak older women to better strength categories? **Experimental Gerontology**, v. 149, p. 111322, jul. 2021.

KASSIANO, W. et al. Muscular strength and skeletal muscle mass in 511 physically independent older women aged 60-88 years. **Experimental Gerontology**, v. 166, p. 111867, set. 2022.

KELLER, K.; ENGELHARDT, M. Strength and muscle mass loss with aging process. Age and strength loss. **Muscles, Ligaments and Tendons Journal**, v. 3, n. 4, p. 346–350, fev. 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, jan. 2009.

KIM, 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, ago. 2002.

KÖHLER, C. A. et al. Peripheral cytokine and chemokine alterations in depression: a meta-analysis of 82 studies. **Acta Psychiatrica Scandinavica**, v. 135, n. 5, p. 373–387, maio 2017.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 4, p. 674–688, abr. 2004.

KROENKE, K.; SPITZER, R. L.; WILLIAMS, J. B. W. The PHQ-9: validity of a brief depression severity measure. **Journal of General Internal Medicine**, v. 16, n. 9, p. 606–613, set. 2001.

KYU, H. H. et al. Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 359 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the global burden of disease study 2017. **The Lancet**, v. 392, n. 10159, p. 1859–1922, nov. 2018.

LACROIX, A. et al. Effects of supervised vs. unsupervised training programs on balance and muscle strength in older adults: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 47, n. 11, p. 2341-2361, nov. 2017.

LALLY, F.; CROME, P. Understanding frailty. **Postgraduate Medical Journal**, v. 83, n. 975, p. 16–20, jan. 2007.

LANDRIGAN, J.-F. et al. Lifting cognition: a meta-analysis of effects of resistance exercise on cognition. **Psychological Research**, v. 84, n. 5, p. 1167–1183, jul. 2020.

LEXELL, J.; TAYLOR, C. C. Variability in muscle fibre areas in whole human quadriceps muscle: effects of increasing age. **Journal of Anatomy**, v. 174, n. 1, p. 239–249, fev. 1991.

LI, Z. et al. The effect of resistance training on cognitive function in the older adults: a systematic review of randomized clinical trials. **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 30, n. 11, p. 1259–1273, nov. 2018.

LINDLE, R. S. et al. Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20–93 yr. **Journal of Applied Physiology**, v. 83, n. 5, p. 1581–1587, nov. 1997.

LIU-AMBROSE, T.; DONALDSON, M. G. Exercise and cognition in older adults: Is there a role for resistance training programmes? **British Journal of Sports Medicine**, v. 43, n. 1, p. 25–27, jan. 2009.

LIU-AMBROSE, T. et al. Resistance training and executive functions. **Archives International of Medicine**, v. 170, n. 2, p. 170–178, jan. 2010.

MALTAIS, M. L.; DESROCHES, J.; DIONNE, I. J. Changes in muscle mass and strength after menopause. **Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions**, v. 9, n. 4, p. 186–197, out-dez. 2009.

MARSTON, K. J. et al. Resistance exercise-induced responses in physiological factors linked with cognitive health. **Journal of Alzheimer's Disease**, v. 68, n. 1, p. 39–64, fev. 2019.

MARTYN, J. A. J.; KANEKI, M.; YASUHARA, S. Obesity-induced insulin resistance and hyperglycemia: etiological factors and molecular mechanisms. **Anesthesiology**, v. 109, n. 1, p. 137–148, jul. 2008.

MATHUS-VLIEGEN, E. M. H. et al. Prevalence, pathophysiology, health consequences and treatment options of obesity in the elderly: a guideline. **Obesity Facts**, v. 5, n. 3, p. 460–83, jun. 2012.

MAVROS, Y. et al. Mediation of cognitive function improvements by strength gains after resistance training in older adults with mild cognitive impairment: outcomes of the Study of Mental and Resistance Training. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 65, n. 3, p. 550–559, mar. 2017.

MCCARTHY, J. P.; POZNIAK, M. A.; AGRE, J. C. Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 3, p. 511–519, mar. 2002.

MEMÓRIA, C. M. et al. Brief screening for mild cognitive impairment: validation of the Brazilian version of the Montreal cognitive assessment. **International Journal of Geriatric Psychiatry**, v. 28, n. 1, p. 34–40, jan. 2013.

MESSIER, V. et al. Menopause and sarcopenia: a potential role for sex hormones. **Maturitas**, v. 68, n. 4, p. 331–336, abr. 2011.

METTER, E. J. et al. Age-associated loss of power and strength in the upper extremities in women and men. **The Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 52, n. 5, p. B267-B276, set. 1997.

MILJKOVIC, N. et al. Aging of skeletal muscle fibers. **Annals of Rehabilitation Medicine**, v. 39, n. 2, p. 155–62, abr. 2015.

MILLER, K. J. et al. Comparative effectiveness of three exercise types to treat clinical depression in older adults: a systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. **Ageing Research Reviews**, v. 58, p. 100999, mar. 2020.

NASCIMENTO, M. A. et al. Effect of resistance training with different frequencies and subsequent detraining on muscle mass and appendicular lean soft tissue, IGF-1, and testosterone in older women. **European Journal of Sport Science**, v. 19, n. 2, p. 199-207, mar. 2019.

NASREDDINE, Z. S. et al. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 53, n. 4, p. 695–699, abr. 2005.

NJEMINI, R. et al. Sex difference in the heat shock response to high external load resistance training in older humans. **Experimental Gerontology**, v. 93, n. 1, p. 46-53, jul. 2007.

NUNES, J. P. et al. Starting the resistance-training session with lower-body exercises provides lower session perceived exertion without altering the training volume in older women. *International journal of exercise science*, v. 12, n. 4, p. 1187–1197, 2019.

NUNES, J. P. et al. The generality of strength: relationship between different measures of muscular strength in older women. **International Journal of Exercise Science**, v. 13, n. 3, p. 1638–1649, dez. 2020.

NUNES, J. P. et al. What influence does resistance exercise order have on muscular strength gains and muscle hypertrophy? A systematic review and meta-analysis. **European Journal of Sport Science**, v. 21, n. 2, p. 149–157, fev. 2021a.

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

NUNES, P. R. P. et al. Effect of resistance training volume on body adiposity, metabolic risk, and inflammation in postmenopausal and older females: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Journal of Sport and Health Science**, v. 13, n. 2, p.145–159, mar. 2024.

OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS). **Década do Envelhecimento Saudável nas Américas (2021-2030)**. 2020. Disponível em: < <https://www.paho.org/pt/decada-do-envelhecimento-saudavel-nas-americas-2021-2030#:~:text=A%20popula%C3%A7%C3%A3o%20mundial%20est%C3%A1%20envelhecendo,at%C3%A9%20o%20final%20do%20s%C3%A9culo.>> Acesso em: 31 out. 2023.

PADILHA, C. S. et al. Effect of resistance training with different frequencies and detraining on muscular strength and oxidative stress biomarkers in older women. **Age**, v. 37, n. 5, p. 104, out. 2015.

PEDERSEN, B. K. Muscles and their myokines. **The Journal of Experimental Biology**, v. 214 (Pt 2), p. 337-346, jan. 2011.

PEDERSEN, B. K.; FEBBRAIO, M. A. Muscle as an endocrine organ: focus on muscle-derived interleukin-6. **Physiological Reviews**, v. 88, n. 4, p. 1379-1406, out. 2008.

PHILLIPS, M. D. et al. Resistance training reduces subclinical inflammation in obese, postmenopausal women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 44, n. 11, p. 2099–2110, nov. 2012.

PICORELLI, A. M. A. et al. Adherence of older women with strength training and aerobic exercise. **Clinical Interventions in Aging**, v. 9, n. 1, p. 323–331, fev. 2014.

PINA, F. L. et al. Similar effects of 24 weeks of resistance training performed with different frequencies on muscle strength, muscle mass, and muscle quality in older women. **International Journal of Exercise Science**, v. 12, n. 6, p. 623-636, mai. 2019.

RADER, D. J. Molecular regulation of HDL metabolism and function: implications for novel therapies. **The Journal of Clinical Investigation**, v. 116, n. 12, p. 3090-3100, dez. 2006.

REITAN, R. M. Validity of the Trail Making Test as an indicator of organic brain damage. **Perceptual and Motor Skills**, v. 8, n. 3, p. 271–276, dez. 1958.

RIBEIRO, A. S. et al. Effect of resistance training on C-reactive protein, blood glucose and lipid profile in older women with differing levels of RT experience. **Age (Dordr)**, v. 37, n. 6, p. 109, dez. 2015a.

RIBEIRO, A. S. et al. Resistance training in older women: comparison of single vs. multiple sets on muscle strength and body composition. **Isokinetics and Exercise Science**, v. 23, n. 1, p. 53–60, jan. 2015b.

RIBEIRO, A. S. et al. Traditional and pyramidal resistance training systems improve muscle quality and metabolic biomarkers in older women: a randomized crossover study. **Experimental Gerontology**, v. 79, n. 1, p. 8–15, jun. 2016.

RIBEIRO, A. S. et al. Effects of traditional and pyramidal resistance training systems on muscular strength, muscle mass, and hormonal responses in older women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 7, p. 1888–1896, jul. 2017b.

RIBEIRO, A. S. et al. Resistance training prescription with different load-management methods improves phase angle in older women. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 7, p. 913–921, ago. 2017c.

RIBEIRO, A. S. et al. Effects of different resistance training systems on muscular strength and hypertrophy in resistance-trained older women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 32, n. 2, p. 545-553, fev. 2018a.

RIBEIRO, A. S. et al. Effects of single set resistance training with different frequencies on a cellular health indicator in older women. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 26, n. 4, p. 537-543, out. 2018b.

RIBEIRO, A. S. et al. The potential role of pre-exhaustion training in maximizing muscle hypertrophy: a review of the literature. **Strength and Conditioning Journal**, v. 41, n. 1, p. 75–80, dez. 2019.

RIBEIRO, A. S. et al. Effect of resistance training intensity on blood pressure in older women. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 29, n. 2, p. 225-232, set. 2020a.

RIBEIRO, A. S. et al. Resistance training improves a cellular health parameter in obese older women: a randomized controlled trial. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 10, p. 2996-3002, 2020b.

RIBEIRO, A. S. et al. Effects of different resistance training loads on the muscle quality index in older women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, n. 5, p. 1445-1449, maio 2022.

RØNNESTAD, B. R. et al. Dissimilar effects of one- and three-set strength training on strength and muscle mass gains in upper and lower body in untrained subjects. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 1, p. 157-163, fev. 2007.

SARDELI, A. V. et al. Effect of resistance training on inflammatory markers of older adults: a meta-analysis. **Experimental Gerontology**, v. 111, n. 3, p. 188–196, out. 2018.

SARDINHA, L. B. et al. Comparison of air displacement plethysmography with dual-energy X-ray absorptiometry and 3 field methods for estimating body composition in middle-aged men. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 68, n. 4, p. 786–793, out. 1998.

SCHAAP, L. A. et al. Inflammatory markers and loss of muscle mass (sarcopenia) and strength. **The American Journal of Medicine**, v. 119, n. 6, p. 526.e9-526.e17, jun. 2006.

SCHACK, B. et al. Instantaneous EEG coherence analysis during the Stroop task. **Clinical Neurophysiology**, v. 110, n. 8, p. 1410–1426, ago. 1999.

SCHOENFELD, B. J. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 10, p. 2857–2872, out. 2010.

SCHOENFELD, B. J. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. **Sports Medicine**, v. 43, n. 3, p. 179–194, mar. 2013.

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, dez. 2017.

SCHOENFELD, B. J. et al. Loading recommendations for muscle strength, hypertrophy, and local endurance: a re-examination of the repetition continuum. **Sports**, v. 9, n. 2, p. 32, fev. 2021.

SCHUCH, F. B. et al. Exercise for depression in older adults: a meta-analysis of randomized controlled trials adjusting for publication bias. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, v. 38, n. 3, p. 247–254, jul-set. 2016.

SMOLAREK, A. C. et al. The effects of strength training on cognitive performance in elderly women. **Clinical Interventions in Aging**, v. 11, n. 1, p. 749–754, jun. 2016.

SOUSA, N. et al. Differences in maximum upper and lower limb strength in older adults after a 12-week intense resistance training program. **Journal of Human Kinetics**, v. 30, n. 1, p. 183-188, dez. 2011.

SOUZA, M. F. et al. Effect of resistance training on phase angle in older women: a randomized controlled trial. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 27, n. 11, p. 1308-1316, nov. 2017.

STEIB, S.; SCHOENE, D.; PFEIFER, K. Dose-response relationship of resistance training in older adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 42, n. 5, p. 902–914, maio 2010.

STRAIGHT, C. R. et al., 2020. Improvements in skeletal muscle fiber size with resistance training are age-dependent in older adults: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Applied Physiology**, v. 129, n. 2, p. 392-403, ago. 2020.

STRASSER, B. et al. Efficacy of systematic endurance and resistance training on muscle strength and endurance performance in elderly adults – a randomized controlled trial. **Wiener Klinische Wochenschrift**, v. 121, n. 23–24, p. 757–764, dez. 2009.

STRASSER, B.; SCHOBERSBERGER, W. Evidence for resistance training as a treatment therapy in obesity. **Journal of Obesity**, p. 1–9, ago. 2011.

SUN, S. S., et al. Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multicomponent model for use in epidemiologic surveys. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 77, n. 2, p. 331–340, fev. 2003.

TALEB-BELKADI, O. et al. Lipid profile, inflammation, and oxidative status in peri- and postmenopausal women. **Gynecological Endocrinology**, v. 32, n. 12, p. 982–985, dez. 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, n. 1, p. 80–87, nov. 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, fev. 2017.

TOMELERI, C. M. et al. Resistance training reduces metabolic syndrome and inflammatory markers in older women: a randomized controlled trial. **Journal of Diabetes**, v. 10, n. 4, p. 328-337, abr. 2018.

TOMELERI, C. M. et al. Influence of resistance training exercise order on muscle strength, hypertrophy, and anabolic hormones in older women: a randomized controlled trial. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 11, p. 3103-3109, nov. 2020.

VISSER, M.; SCHAAP, L. A. Consequences of sarcopenia. **Clinics in Geriatric Medicine**, v. 27, n. 3, p. 387–399, ago. 2011.

YESAVAGE, J. A. et al. Development and validation of a geriatric depression screening scale: a preliminary report. **Journal of Psychiatric Research**, v. 17, n. 1, p. 37–49, jan. 1982.

ZAMBONI, M. et al. Adipose tissue, diet and aging. **Mechanisms of Ageing and Development**, v. 136–137, n. 1, p. 129–137, mar. 2014.

ZAMPINO, M. et al., 2020. Greater skeletal muscle oxidative capacity is associated with higher resting metabolic rate: results from the baltimore longitudinal study of aging. **The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 75, n. 12, p. 2262-2268, nov. 2020

APÊNDICES

Apêndice A: Termo de Consentimento

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Título da pesquisa:

“MODIFICAÇÕES NA FORÇA MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL, APTIDÃO FUNCIONAL, BIOMARCADORES CARDIOMETABÓLICOS, COGNIÇÃO E PARÂMETROS CARDÍACOS PROMOVIDAS PELO TREINAMENTO RESISTIDO PROGRESSIVO DE LONGA DURAÇÃO EM MULHERES IDOSAS”

Prezada Senhora:

Gostaríamos de convidá-la para participar do deste projeto de pesquisa que tem o propósito de analisar os efeitos da prática regular e sistematizada de treinamento resistido sobre a força muscular, composição corporal, aptidão funcional, biomarcadores cardiometabólicos, cognição e parâmetros cardíacos em mulheres idosas (> 60 anos) fisicamente independentes.

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 resistido nas suas diferentes fases com supervisão direta de 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 três 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; (9) Avaliação da cognição e da saúde mental por meio de testes específicos (*Montreal Cognitive Assessment, Trail Making Test, Stroop test, Patient Health Questionnaire*, escala de Depressão Geriátrica e Inventário de Ansiedade de Beck); (10) Avaliação cardiológica por meio de ecocardiografia.

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 neuromusculares, morfológicos, fisiológicos, metabólicos, cognitivos e comportamentais 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 (CEP-UEL), no Laboratório Escola de Pós-Graduação (LABESC) - sala 14. Campus Universitário - Rodovia Celso Garcia Cid, Km 380 (PR 445), Londrina - PR - CEP: 86057-970, Telefone: 43-3371-5455, e-mail: cep268@uel.br. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida, assinada e entregue a você.

Londrina, ____ de _____ de 2019.

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 2019.

Apêndice B: Recordatório Alimentar

Nome: _____		Data: ____/____/____	
Dia da semana do Recordatório: _____		Avaliador: _____	
REFEIÇÃO E O HORARIO	Alimentos, bebidas e/ou preparações	Quantidades (gramas ou medida caseira)	
Café da manhã Horário: _____			
Lanche manhã Horário: _____			
Almoço Horário: _____			
Lanche tarde Horário: _____			
Jantar Horário: _____			
Ceia Horário: _____			

Resistance Training for Older Women: Do Adaptive Responses Support the ACSM and NSCA Position Stands?

EDILAINÉ F. CAVALCANTE¹, WITALO KASSIANO¹, ALEX S. RIBEIRO^{1,2}, BRUNA COSTA¹, LETÍCIA T. CYRINO^{1,3}, PAOLO M. CUNHA^{1,4}, MELISSA ANTUNES^{1,3}, LEANDRO DOS SANTOS¹, CRISIELI M. TOMELERI¹, HELLEN C. G. NABUCO^{1,5}, PAULO SUGIHARA-JÚNIOR¹, RODRIGO R. FERNANDES¹, RICARDO J. RODRIGUES^{1,6}, MARCELO A. S. CARNEIRO¹, FÁBIO L. C. PINA¹, MÁRCIA M. DIB¹, DENILSON C. TEIXEIRA¹, FÁBIO L. ORSATTI⁷, DANIELLE VENTURINI⁸, DÉCIO S. BARBOSA⁸, and EDILSON S. CYRINO¹

¹Metabolism, Nutrition, and Exercise Laboratory. Physical Education and Sport Center, State University of Londrina, Londrina, PR, BRAZIL; ²Center for Research in Health Sciences. University of Northern Paraná, Londrina, BRAZIL; ³Skeletal Muscle Assessment Laboratory, School of Technology and Sciences, São Paulo State University (UNESP), Presidente Prudente, SP, BRAZIL; ⁴Hospital Israelita Albert Einstein, São Paulo, SP, BRAZIL; ⁵Federal Institute of Science and Technology of Mato Grosso, Cuiabá, MT, BRAZIL; ⁶Heart Center, Londrina, PR, BRAZIL; ⁷Applied Physiology, Nutrition and Exercise Research Group, Federal University of Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, BRAZIL; and ⁸Department of Pathology, Clinical and Toxicological Analysis, State University of Londrina, Paraná, BRAZIL

ABSTRACT

CAVALCANTE, E. F., W. KASSIANO, A. S. RIBEIRO, B. COSTA, L. T. CYRINO, P. M. CUNHA, M. ANTUNES, L. DOS SANTOS, C. M. TOMELERI, H. C. G. NABUCO, P. SUGIHARA-JÚNIOR, R. R. FERNANDES, R. J. RODRIGUES, M. A. S. CARNEIRO, F. L. C. PINA, M. M. DIB, D. C. TEIXEIRA, F. L. ORSATTI, D. S. VENTURINI, D. S. BARBOSA, and E. S. CYRINO. Resistance Training for Older Women: Do Adaptive Responses Support the ACSM and NSCA Position Stands? *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 55, No. 9, pp. 1651–1659, 2023. **Purpose:** The optimal intensity of resistance training (RT) to improve muscular, physical performance, and metabolic adaptations still needs to be well established for older adults. Based on current position statements, we compared the effects of two different RT loads on muscular strength, functional performance, skeletal muscle mass, hydration status, and metabolic biomarkers in older women. **Methods:** One hundred one older women were randomly allocated to perform a 12-wk whole-body RT program (eight exercises, three sets, three nonconsecutive days a week) into two groups: 8–12 repetitions maximum (RM) and 10–15RM. Muscular strength (1RM tests), physical performance (motor tests), skeletal muscle mass (dual-energy X-ray absorptiometry), hydration status (bioelectrical impedance), and metabolic biomarkers (glucose, total cholesterol, HDL-c, HDL-c, triglycerides, and C-reactive protein) were measured at baseline and posttraining. **Results:** Regarding muscular strength, 8–12RM promoted higher 1RM increases in chest press (+23.2% vs +10.7%, $P < 0.01$) and preacher curl (+15.7% vs +7.4%, $P < 0.01$), but not in leg extension (+14.9% vs +12.3%, $P > 0.05$). Both groups improved functional performance ($P < 0.05$) in gait speed (4.6%–5.6%), 30 s chair stand (4.6%–5.9%), and 6 min walking (6.7%–7.0%) tests, with no between-group differences ($P > 0.05$). The 10–15RM group elicited superior improves in the hydration status (total body water, intracellular and extracellular water; $P < 0.01$), and higher gains of skeletal muscle mass (2.5% vs 6.3%, $P < 0.01$), upper (3.9% vs 9.0%, $P < 0.01$) and lower limbs lean soft tissue (2.1% vs 5.4%, $P < 0.01$). Both groups improved their metabolic profile. However, 10–15RM elicited greater glucose reductions (–0.2% vs –4.9%, $P < 0.05$) and greater HDL-c increases (–0.2% vs +4.7%, $P < 0.01$), with no between-group differences for the other metabolic biomarkers ($P > 0.05$). **Conclusions:** Our results suggest that 8–12RM seems more effective than 10–15RM for increasing upper limbs' muscular strength, whereas the adaptive responses for lower limbs and functional performance appear similar in older women. In contrast, 10–15RM seems more effective for skeletal muscle mass gains, and increased intracellular hydration and improvements in metabolic profile may accompany this adaptation. **Key Words:** AGING, STRENGTH TRAINING, NUMBER OF REPETITIONS, INTENSITY

Address for correspondence: Edilson Serpeloni Cyrino, Ph.D., Metabolism, Nutrition, and Exercise Laboratory. State University of Londrina. Rodovia Celso Garcia Cid km 380, 86057-970, Londrina, PR, Brazil; E-mail: edilsoncyrino@gmail.com.

Submitted for publication January 2023.

Accepted for publication March 2023.

Supplemental digital content is available for this article. Direct URL citations appear in the printed text and are provided in the HTML and PDF versions of this article on the journal's Web site (www.acsm-msse.org).

0195-9131/23/5509-1651/0

MEDICINE & SCIENCE IN SPORTS & EXERCISE®

Copyright © 2023 by the American College of Sports Medicine

DOI: 10.1249/MSS.0000000000003179

Resistance training (RT) has been widely recommended for older adults because it is considered a safe and nonpharmacological strategy to attenuate or reverse the deleterious changes in different physiological systems associated with aging (1,2). Indeed, engagement in RT programs promotes numerous benefits in older adults, such as increased skeletal muscle mass (SMM) and muscular strength (3–6) and improved functional performance (7,8). In this context, many adaptive responses to RT depend on manipulating the variables that make up the training program, such as rest interval, frequency, exercise selection, volume, and intensity. For example, a higher load, such as 80% of one-repetition maximum (1RM), may contribute to a more pronounced increase in

muscular strength. In contrast, a wide load spectrum induces SMM gains (9).

In this regard, prestigious organizations such as the American College of Sports Medicine (ACSM) (2) and the National Strength and Conditioning Association (NSCA) (1) published position statements and guidelines providing recommendations for the effective prescription of RT programs, especially for older adults, based on the available higher level scientific evidence. For example, in its two positions in 2009, ACSM suggests using load corresponding to 8–12RM to improve strength and hypertrophy in this population (2,10). Notwithstanding, the optimal intensity to promote muscular adaptations in older adults remains a topic of investigation that allows revisiting some recommendations. In this regard, in 2011, the ACSM suggested using 10–15RM for older adults (11). Similarly, illustrating that the optimal intensity remains elusive, in its recent position statement on RT for older adults, NSCA recommends using 8–12RM or 10–15RM (1).

Recently, more divergence has emerged, indicating that lower-load (30–35RM) may be more effective for increasing SMM than higher-load (8–12RM) while promoting similar muscular strength gains in older women after 12 wk of RT (12). Also, no difference in muscular strength and SMM was found after 8 wk of RT in moderate and low load (10RM vs 15RM) in older women (13). Furthermore, given the role of SMM in regulating metabolism and as an endocrine tissue (14,15), it has been proposed that SMM increases may play a mediator role in RT-induced metabolic and endocrine adaptations. Based on this, it is reasonable to believe that RT programs that elicit greater gains in SMM could result in more favorable metabolic and endocrine adaptations. However, the studies that evaluated the potential differences between lower and higher loads on metabolic profile in older adults yield conflicting results (12,16–18).

From a broad perspective, the current scenario illustrates that the optimal intensity to elicit improvement in muscular strength, muscle mass, and metabolic parameters remains to be determined. Therefore, the purpose of the present study was to compare the effects of 12 wk of RT with two different ranges of training loads (8–12RM vs 10–15RM) on muscular strength, functional performance, SMM, and metabolic biomarkers in older women. In addition, we analyzed the hydration status (intracellular and extracellular body water) to understand the morphological adaptations' nature. We hypothesize that training with higher loads (8–12RM) might promote a superior increase in muscular strength. Also, based on the relationship between strength gains and improvement in gait speed (8), this group would experience more favorable improvements in functional performance. Conversely, lower loads (10–15RM) would elicit superior gains in SMM, and this would be accompanied by more favorable changes in cellular hydration and metabolic adaptations.

METHODS

Study overview. The present study is part of the research project “Active Aging Longitudinal Study,” initiated in 2012,

whose purpose is to analyze the impact of supervised, structured, and progressive RT programs on neuromuscular, morphological, physiological, metabolic, cognitive, and behavioral outcomes in older women (19). This study was carried out over 18 wk, with 12 wk dedicated to the RT program and 6 wk for data collection. We collected anthropometric, maximal dynamic strength, and body composition measurements at weeks 1 to 3 and weeks 16 to 18. Participants performed the RT program over weeks 4 to 15, and we monitored the dietary intake in the first and last 2 wk of training. Physical Education professionals supervised all training sessions. Participants were instructed not to perform any other type of physical exercise throughout the study. Based on recommendations from the current RT position statements for older adults, the sample was randomly assigned according to the relative strength in two groups (8–12RM or 10–15RM).

Participants. We recruited participants through social media (Whatsapp, Facebook, and Instagram). All participants completed health history questionnaires and met the following inclusion criteria: >60 yr; female; physically independent; had no cardiac, orthopedic, or musculoskeletal dysfunction that could impede physical exercise; not having uncontrolled diabetes mellitus or hypertension; not receiving hormonal replacement therapy; and not be involved in the practice of regular physical activity performed more than once a week over the three months before the start of the study. Participants were included in this study only after passed by a diagnostic, graded exercise stress test with a 12-lead electrocardiogram reviewed by a cardiologist. We established adherence to the program with a minimum participation of 85% of the sessions. We used previous data from our laboratory for the sample size estimation (6,20,21) using G*Power (version 3.1.9.6). The analysis indicated that at least 90 participants were needed for adequate statistical power (effect size = 0.30; power = 0.80; α = 0.05; time = 2; groups = 2). Participants signed a written informed consent after receiving a detailed description of the investigation procedures. This study was conducted according to the Declaration of Helsinki and was approved by the local university ethics committee. A flowchart of the present study is displayed in Figure 1.

Body composition. Upper limbs (ULLST) and lower limbs lean soft tissue (LLLST) measurements were carried out by dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) scan in a Lunar Prodigy device, model NRL 41990 (General Electric, Madison, WI, USA) to determine the appendicular lean soft tissue. Skeletal muscle mass was estimated using the following equation: $SMM = (1.13 \times \text{appendicularLST}) - (0.02 \times \text{age}) + 0.97$ (22). At the time of evaluation, the participants removed all metal objects, such as earrings, watches, chains, and bracelets, from the body before the exams started. Scans were performed with the participants lying in the supine position. The feet were taped to the toes to immobilize the legs, while the hands were held in a prone position within the scanning region. Participants remained immobile throughout the scanning procedure. A qualified and experienced laboratory technician performed the calibrations and analyses. The software generated standard lines

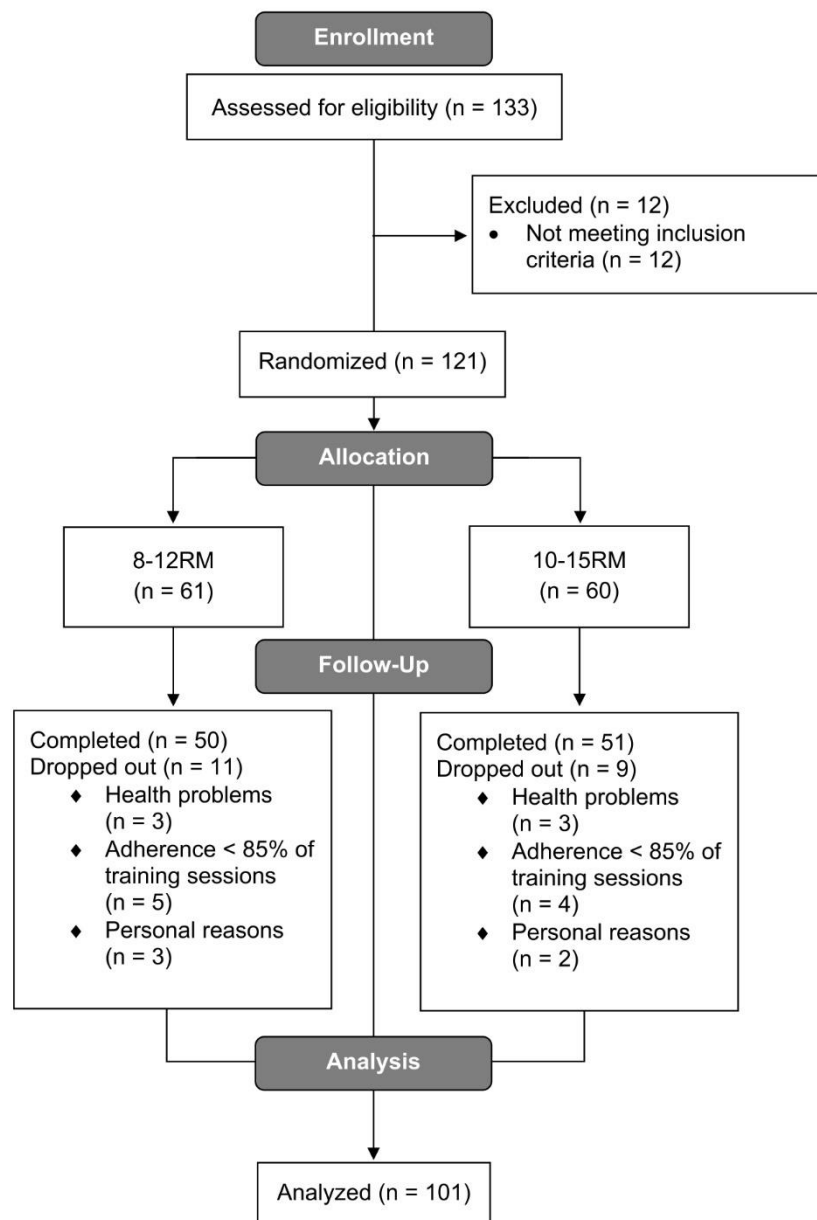


FIGURE 1—Flowchart of the study.

that separate the head, trunk, and upper and lower limb segments. These lines were adjusted by the same technician using anatomical points determined by the manufacturer. The analyses preintervention and postintervention were performed by the same technician, who was blind to the group identity of each participant. Reassessments of LST were performed at an interval of 96–120 h after the final training session. The SEM and ICC in our laboratory were calculated for ULLST (SEM = 0.1 kg; ICC = 0.99) and LLLST (SEM = 0.2 kg; ICC = 0.99).

Total body water (TBW), extracellular water (ECW), and intracellular water (ICW) were estimated by a spectral bioelectrical impedance in a Xitron Hydra analyzer, model 4200 (Xitron Technologies Inc., San Diego, CA), in the morning hours. The device was calibrated according to the manufacturer's recommendations. Participants were instructed to refrain from

consuming alcoholic and caffeinated beverages for at least 48 h, avoid strenuous physical exercise for at least 24 h, refrain from ingesting food or drink in the previous 4 h, and urinate ~30 min before the evaluation. Participants removed all metal objects from the body before the measurements began, like in body composition assessments. Measurements were performed on a table isolated from electrical conductors with participants lying supine along the table's longitudinal centerline axis, legs abducted at an angle of 45° relative to the body midline, and hands pronated. After cleaning the skin with alcohol, two electrodes were placed on the surface of the right hand and two on the right foot (23). The TBW, ECW, and ICW are expressed in liters (L). The same researcher performed the exams in the baseline and posttraining periods. Hydration parameters were reassessed 96–120 h after the final

training session on the same day of DXA measurements. The ICC for all measures was ≥ 0.98 , and the SEM was ≤ 0.38 L.

Muscular strength. The maximal dynamic muscular strength was determined in three exercises by the 1RM test in the following order: chest press, leg extension, and preacher curl. All tests were standardized and supervised by experienced researchers to ensure proper technique, reliability, and participants' safety and integrity. Participants performed a warm-up set (6–10 repetitions) with approximately 50% of the estimated weight used in the first attempt. The testing procedure was initiated 2 min after the warm-up. Participants attempted to perform two repetitions at the imposed weight. The weight was adjusted by 3% to 10% for the next attempt if the effort was successful (one or two repetitions completed). In contrast, the weight was removed in the same proportion if an attempt was unsuccessful. The rest period between each attempt was 3 to 5 min. The 1RM was recorded in each testing session as the maximal lifted weight in which the participant could complete only one concentric and eccentric muscular action. Three 1RM sessions were performed separated by 48 h, and the highest weight lifted in each exercise over three sessions was used for analysis (24). Verbal encouragement was provided throughout each test. The ICC from our lab for these tests is ≥ 0.96 with an SEM ≤ 2.0 kg.

Functional fitness. Four tests were used to determine functional performance: gait speed (4-m usual walking speed), timed-up-and-go (TUG), 30-s chair stand, and 6-min walking test (6MWT). Two evaluators used stopwatches (KIKOS, São Paulo, SP, Brazil) to measure participants' time in the 4-m usual walking speed test. Adhesive tapes on the floor demarcated this distance with additional 2-m patches before and after the 4-m main patch. Participants walked 8 m, but only the time spent walking the middle 4 m was recorded. Participants completed three attempts, with the mean value used for analysis. For the TUG test, participants were seated on a chair supported by a wall, with their back in contact with the backrest, feet fully supported on the floor, and hands rested on the thighs. Participants were requested to stand up, walk around a cone at a distance of 3 m in front of the chair, return to the chair, and sit down. Participants were instructed to complete the path as quickly as possible without running. Time was recorded to the nearest 0.01 s with a stopwatch from the initial movement to rise from the chair until returning to sit down again. Participants completed three trials, with the best value recorded for analysis. For the 30-s chair stand test, participants were seated on a chair supported by a wall, with their back in contact with the backrest, feet fully supported on the floor, and hands crossed to rest on their opposite shoulders. Participants performed the maximum sit-to-stand repetitions possible for 30 s. Two evaluators participated in the 30-s chair stand test. An recorded the time, and the other counted the number of repetitions performed. For the 6MWT, each participant was instructed to walk as far as possible, without running, for 6 min around a rectangular path (4.6 × 18.4 m; total perimeter, 46.0 m) marked with cones on the floor. An evaluator timed the test time, counted the

number of laps, and calculated the total distance covered with an accuracy of 1 m.

Metabolic biomarkers. The venous blood sample was collected into a tube containing dipotassium ethylenediaminetetraacetic acid (12 mL, vacuum-sealed system; Vacutainer, England, UK) between 7:00 and 9:00 a.m. by a trained laboratory technician after an overnight fast of at least 12 h. Participants rested in a sitting position for 5 min before drawing 5 mL of blood from a prominent superficial vein in the antecubital space. All samples were centrifuged at 3,000 rpm for 15 min, and aliquots of plasma or serum were stored at -80°C until analyzed. As determined in human plasma, the between-assay and within-assay coefficients of variation were $<10\%$. Assessments of serum levels of high-sensitivity C-reactive protein, glucose, total cholesterol (TC), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-c), and triglycerides (TGs) were determined by standard methods in a specialized laboratory at the University Hospital. Low-density lipoprotein cholesterol (LDL-c) was calculated using the following equation: $\text{LDL-c} = \text{TC} - (\text{HDLc} + \text{TG}/5)$. Analyzes were performed using a Dimension RxL Max biochemical autoanalyzer system (Siemens Dade Behring, Erlangen, Germany) according to methods established in the literature consistent with the manufacturer's protocol.

Resistance training. The RT program was performed three times a week (Mondays, Wednesdays, and Fridays), during the morning period, in the University fitness facility, and was carried out over 12 wk. The training was based on recommendations for RT in older adults to improve muscle hypertrophy and strength (1,2,11). Physical Education professional personally supervised all participants throughout each training session to reduce deviations from the study protocol and to ensure proper technique and safety. Participants performed RT using a combination of free weights and machines. The RT protocol consisted of a whole-body program with eight exercises performed in the following order: chest press, horizontal leg press, seated row, leg extension, triceps pushdown, leg curl, preacher curl, and seated calf raise. Participants performed either three sets of 8–12RM or 10–15RM and were instructed to inspire during the eccentric phase, exhale during the concentric phase, and maintain the movement velocity at a ratio of 1:2 (concentric and eccentric phases, respectively). Rest intervals were 1–2 min between sets and 2–3 min between exercises. The supervisors adjusted the weight of each exercise according to the participant's ability and improvements in exercise capacity throughout the study to ensure maintaining intensity. When participants completed the upper limit of repetitions in all sets for two consecutive sessions, the weight was increased by 2%–5% for the upper limb exercises and 5%–10% for the exercises of the lower limbs (10). The volume load was calculated by multiplying the number of repetitions and the weight lifted in all sets in the eight exercises, including the three weekly sessions.

Dietary intake. The 24-h dietary recall method was used to analyze the food consumption. Two experienced dietitians conducted the assessments on three nonconsecutive days of

the week in RT's first and last 2 wk. The dietitians provided specific instructions regarding recording portion sizes and quantities to estimate all food and fluid intake, including viewing food models to enhance portion estimate precision. Total energy intake, carbohydrate, protein, and lipid dietary content were calculated in the Virtual Nutri Plus software (Keeple®, Rio de Janeiro, RJ, Brazil). Food composition tables were used to add the items not found in the program database. All participants were asked to maintain their eating habits throughout the study.

Statistical analyses. Shapiro–Wilk's test verified data distribution. Levene's test checked the homogeneity of the variances. The *t* test was used to compare the general characteristics of the variables at the baseline between the groups. Repeated-measures two-way ANOVA was used for within- and between-group comparisons for dietary intake variables, a weekly average of the number of repetitions, load, and volume load accumulated per session. The effects of 8–12RM and 10–15RM on primary outcomes (i.e., muscular strength, physical performance, skeletal muscle mass, and metabolic parameters) were compared using the analysis of covariance (ANCOVA) of the raw difference between pretraining and posttraining measures with baseline values as a covariate. The effect of time was interpreted from the 95% confidence interval (CI) of the mean difference pretraining to posttraining (i.e., when the 95% CI of the change delta did not overlap the 0, there was a difference between the baseline score). The effect size was calculated to verify the magnitude of the differences by Cohen's *d*, where an effect size of 0.00 to 0.19 was considered trivial; 0.20 to 0.49, small; 0.50 to 0.79, moderate; and ≥ 0.80 large (25). In addition, we calculated the percentage change ($\Delta\%$) as posttraining mean minus pretraining mean, divided by pretraining multiplied by 100. For all statistical analyses, significance was accepted at $P < 0.05$. The data are presented as mean and standard deviations, mean difference, and 95% CI. The data were stored and analyzed in Jeffreys' Amazing Statistics Program (JASP), version 0.11.1 (University of Amsterdam, Amsterdam, NL).

RESULTS

Baseline characteristics and dietary intake. One hundred one participants completed the intervention (8–12RM: $n = 51$, age = 69.5 ± 6.9 yr, body mass = 64.5 ± 11.4 kg, stature = 154.1 ± 5.5 cm; 10–15RM: $n = 50$, age = 67.7 ± 5.3 yr, body mass = 64.7 ± 11.5 kg, stature 155.5 ± 5.6 cm). No between-groups differences were revealed for these variables at baseline ($P > 0.05$). Also, no difference was found for total energy, carbohydrate, protein, and lipid in the comparisons between or intra-groups over intervention ($P > 0.05$). Dietary intake data in RT's first and last 2 wk are presented in Supplemental Table 1 (Supplemental Digital Content, Energy and macronutrient intake at the first and last week of resistance training program, <http://links.lww.com/MSS/C845>).

Number of repetitions, load, and volume load. The weekly average of the number of repetitions, load, and volume load at weeks 1 and 12 for each exercise are presented in Table 1.

The number of repetitions was higher in the 10–15RM group in all exercises at weeks 1 and 12 ($P < 0.05$). Conversely, the load was higher in the 8–12RM group in all exercises at weeks 1 and 12 ($P < 0.05$). At week 1, the volume load was higher for the 8–12RM in seated leg curl and seated calf raise ($P < 0.05$), with no difference in the rest of the exercises. At week 12, the volume load was higher for the 10–15RM in leg press, triceps pushdown, seated leg curl, and seated calf raise ($P < 0.05$), with no difference in the rest of the exercises.

Muscular strength and functional performance.

Changes in chest press, leg extension, preacher curl, gait speed, TUG, 30-s chair stand, and 6MWT are presented in Table 2. Both 8–12RM and 10–15RM groups increased muscular strength ($P < 0.01$) according to the results in 1RM tests at baseline. Changes were superior for the 8–12RM group in chest press (8–12RM = $+23.2\%$, ES = 1.27 vs 10–15RM = $+10.7\%$, ES = 0.55; $P < 0.01$) and preacher curl (8–12RM = $+15.7\%$, ES = 0.88 vs 10–15RM = $+7.4\%$, ES = 0.38; $P < 0.01$) exercises, but the magnitude of changes did not differ between them for leg press (8–12RM = $+14.9\%$, ES = 0.54 vs 10–15RM = $+12.3\%$, ES = 0.48; $P > 0.05$). Similarly, both groups significantly improved ($P < 0.05$) the performance in the gait speed test, with no difference between them (8–12RM = $+4.6\%$, ES = 0.41 vs 10–15RM = $+5.6\%$, ES = 0.41; $P > 0.05$). None of the groups experienced significant changes in the performance of the TUG test (8–12RM = -1.3% , ES = -0.15 vs 10–15RM = -2.6% , ES = -0.20 ; $P > 0.05$). Both groups increased the number of repetitions in the 30-s chair stand test, with no difference between them (8–12RM = $+5.9\%$, ES = 0.28 vs 10–15RM = $+4.6\%$, ES = 0.17; $P > 0.05$). Similarly, both groups enhanced the performance in the 6MWT, with no difference between them (8–12RM = $+7.0\%$, ES = 0.66 vs 10–15RM = $+6.7\%$, ES = 0.52; $P > 0.05$).

Body composition. Changes in ULLST, LLLST, SMM, ICW, ECW, and TBW for the 8–12RM and 10–15RM groups are shown in Table 3. Although both groups increased ULLST, LLLST, and SMM after 12 wk of RT, changes were superior in the 10–15RM group for ULLST (8–12RM = $+3.9\%$, ES = 0.24 vs 10–15RM = $+9.0\%$, ES = 0.58; $P < 0.01$), LLLST (8–12RM = $+2.1\%$, ES = 0.13 vs 10–15RM = $+5.4\%$, ES = 0.40; $P < 0.01$), SMM (8–12RM = $+2.5\%$, ES = 0.16 vs 10–15RM = $+6.3\%$, ES = 0.44; $P < 0.01$). However, only the 10–15RM group improved the hydration status after the intervention period according to the results found for ICW (8–12RM = -0.8% , ES = 0.06 vs 10–15RM = $+2.1\%$, ES = 0.19; $P < 0.01$), ECW (8–12RM = -1.0% , ES = -0.11 vs 10–15RM = $+2.8\%$, ES = 0.17; $P < 0.01$), and TBW (8–12RM = -0.9% , ES = -0.09 vs 10–15RM = $+2.4\%$, ES = 0.21; $P < 0.01$).

Metabolic biomarkers. Glucose, glycated hemoglobin, HDL-c, LDL-c, total cholesterol, triglycerides, and C-reactive protein concentrations for both groups at baseline and posttraining also are presented in Table 4. Only the 10–15RM group decreased glucose (10–15RM = -4.9% , ES = -0.28 vs 8–12RM = -0.2% , ES = -0.01 ; $P < 0.05$) and increased HDL-c (8–12RM = -0.2% , ES = -0.01 vs

TABLE 3. Regional lean soft tissue, skeletal muscle mass, and hydration at pretraining and posttraining.

Variables	8–12RM (n = 51)			10–15RM (n = 50)			ANCOVA Effects
	Pretraining	Posttraining	Δ (95% CI)	Pretraining	Posttraining	Δ (95% CI)	
ULLST (kg)	3.71 ± 0.58	3.85 ± 0.55*	0.13 (0.08 to 0.19)	3.69 ± 0.58	4.02 ± 0.59*,**	0.31 (0.26 to 0.37)	<0.001
LLLST (kg)	11.70 ± 1.70	11.93 ± 1.57*	0.20 (0.03 to 0.37)	11.91 ± 1.67	12.60 ± 1.74*,**	0.64 (0.47 to 0.81)	<0.001
SMM (kg)	17.0 ± 2.5	17.4 ± 2.3*	0.37 (0.15 to 0.60)	17.2 ± 2.4	18.3 ± 2.5*,**	1.08 (0.85 to 1.30)	<0.001
ICW (L)	17.5 ± 1.6	17.4 ± 1.4	-0.18 (-0.41 to 0.05)	17.8 ± 1.5	18.1 ± 1.6*,**	0.38 (0.13 to 0.62)	<0.001
ECW (L)	12.0 ± 1.8	11.8 ± 1.7	-0.16 (-0.36 to 0.04)	12.2 ± 1.7	12.5 ± 1.8*,**	0.33 (0.12 to 0.54)	<0.001
TBW (L)	29.6 ± 3.4	29.3 ± 3.2	-0.34 (-0.78 to 0.09)	30.0 ± 3.2	30.7 ± 3.4*,**	0.71 (0.25 to 1.17)	<0.001

Pretraining and posttraining data are presented as mean and standard, whereas mean difference as mean and 95% confidence interval.

* $P < 0.05$ vs pretraining.

** $P < 0.05$ vs 8–12RM based on baseline-adjusted ANCOVA.

preacher curl exercises favorably to the 8–12RM; however, without between-group differences in the 1RM leg extension and functional tests. Our findings may be explained, at least in part, by the principle of specificity, which suggests that the higher the load intensity adopted in training, the strength gains tend to be higher (28). Indeed, this helps explain our results since the load lifted by the 8–12RM group was greater than that of the 10–15RM group in all exercises (see Table 1). Notably, 8–12RM elicited superior strength gains in the upper limbs, but not in the lower limbs. A possible explanation for these findings may lie in the difference in adaptability between upper and lower limbs. For example, reports are pointing to greater adaptability of the upper limbs relative to the lower limbs for the same RT scheme (29–31). Thus, it is reasonable to suggest that higher intensities may be needed to optimize lower limb strength gains. Regarding functional fitness, we initially hypothesized that strength gains could favor performance in motor tests based on a linear relationship between a 1RM leg extension increase and an improvement in the gait speed (8). Given the similarity of lower limb strength gains between groups, this result helps to contextualize the similar improvement in functional performance (e.g., gait speed, 30-s chair stand test) between the groups.

Regarding the changes in SMM, we observed that 10–15RM elicited greater gains than 8–12RM. A possible explanation for this result may be in the characteristics of the muscle tissue of the older adults since it has a lower number and size of myosin heavy chain (MHC) II fibers (32) and, consequently, their responsiveness to RT with higher load. For instance, a recent meta-analysis found an inverse relationship between higher intensity and magnitude of hypertrophy in MHC II fibers ($\beta = -0.39$, $P = 0.01$) in older adults (33). Given that the size of MHC II fibers is reduced to a greater magnitude

with increasing age (32), the 8–12RM group (higher load, ~60%–80% of 1RM) may have experienced lower hypertrophy of MHC II fibers and, consequently, lower whole muscle growth than the 10–15RM group (low-to-moderate load, ~40%–60% of 1RM). In addition, 10–15RM may have stimulated hypertrophy of both types of fibers (32,34). Indeed, a recent meta-analysis found that moderate-training intensities elicited the highest increases in whole muscle following RT in older adults (34). Parallel to this, 10–15RM allowed for performing more repetitions (see Table 1). Notably, higher RT volume frequently results in greater gains in muscle mass (12,35). Therefore, this factor may have contributed to the superiority in SMM gains elicited by lower load over the higher load group.

Our study revealed that the 10–15RM group increased ICW, ECW, and TBW more than the 8–12RM group. In this regard, cell hydration or cell swelling has been identified as a possible mechanism of muscle hypertrophy because it favors an increase in protein myofibrillar synthesis and a reduction in proteolysis (27). Cell swelling may be optimized by exercise that relies heavily on glycolysis and protocols that induce an increased glycogen storage capacity (27), such as higher repetitions/lower loads. This phenomenon seems to occur because one glycogen molecule attracts ~3 g of water (27,36). Muscle fibers, especially type II fibers, are sensitive to osmotic changes related to their high concentration of water transport channels named aquaporin-4 (27). This water transport channel may facilitate plasma entry into the cell (37), resulting in higher cell swelling. Given that the 10–15RM group performed a greater number of repetitions, this may have contributed to adjustments favorable to the increase in intracellular hydration, which in turn promoted a more anabolic cellular environment, ultimately inducing a superior rise in SMM.

TABLE 4. Metabolic profile in older women at pretraining and posttraining.

Variables	8–12RM (n = 51)			10–15RM (n = 50)			ANCOVA Effects
	Pretraining	Posttraining	Δ (95% CI)	Pretraining	Posttraining	Δ (95% CI)	
Glucose (mg·dL ⁻¹)	103.5 ± 29.7	103.3 ± 25.7	-0.3 (-2.5 to 1.8)	105.6 ± 19.3	100.4 ± 18.4*,**	-5.2 (-7.1 to -3.3)	<0.001
Glycated hemoglobin (mg·dL ⁻¹)	6.3 ± 0.6	5.8 ± 0.7*	-0.5 (-0.5 to -0.4)	6.2 ± 0.3	5.8 ± 0.3*	-0.3 (-0.4 to -0.2)	0.223
HDL-c (mg·dL ⁻¹)	62.8 ± 17.1	62.7 ± 15.5	-0.1 (-2.4 to 2.2)	59.1 ± 16.0	62.7 ± 17.4*,**	3.6 (1.6 to 5.6)	0.032
LDL-c (mg·dL ⁻¹)	117.0 ± 34.9	104.3 ± 31.5*	-12.8 (-17.8 to -7.7)	118.4 ± 33.5	112.5 ± 32.4*	-5.9 (-10.3 to -1.6)	0.206
Total cholesterol (mg·dL ⁻¹)	200.8 ± 44.0	190.2 ± 39.7*	-10.6 (-17.3 to -3.9)	203.6 ± 39.5	196.7 ± 42.5*	-7.0 (-12.7 to -1.1)	0.390
Triglycerides (mg·dL ⁻¹)	104.4 ± 73.9	110.2 ± 42.9	5.7 (-9.0 to 20.6)	117.6 ± 52.0	104.3 ± 43.9*	-13.0 (-25.9 to -0.2)	0.107
C-reactive protein (mg·dL ⁻¹)	3.0 ± 2.0	2.5 ± 1.6*	-0.4 (-0.9 to -0.0)	3.1 ± 2.2	2.6 ± 1.8*	-0.5 (-0.9 to -0.1)	0.859

Pretraining and posttraining data are presented as mean and standard, whereas mean difference as mean and 95% confidence interval.

* $P < 0.05$ vs pretraining.

** $P < 0.05$ vs 8–12RM based on baseline adjusted ANCOVA.

Despite this, it is essential to note that although it is a plausible hypothesis, additional investigations are necessary to elucidate underlying mechanisms for such differences in SMM gains between different loads/repetitions schemes in older women.

Regarding metabolic biomarkers, we observed more favorable adaptations in the 10–15RM group. More specifically, greater glucose reductions and HDL-c increases were found in this group. Furthermore, only 10–15RM elicited triglycerides reduction. A body of evidence has led to the hypothesis that SMM gains may be a mediator of RT-induced improvement in metabolic function (38). Given that the 10–15RM group showed superior SMM gains, it is reasonable to believe that this adaptation contributed to higher glucose uptake and utilization (39). Also, more significant amounts of SMM may have been essential in reducing triglycerides via increased resting energy expenditure (39,40).

Furthermore, we do not rule out the role of muscle contractions on increases glucose and lipids uptake (e.g., for energy production) and improving insulin sensitivity. Thus, the greater number of repetitions performed by the 10–15RM group may have played an essential role in the more favorable metabolic adaptations in the lower load group (38). Specifically, regarding the changes in HDL-c levels, a potential explanation may be an improvement in the lipoprotein profile due to better functioning of the enzymatic processes involved in lipid metabolism (e.g., increase in enzymes lecithin-cholesterol-acyltransferase and lipoprotein lipase) (41). Notably, this argument is valid for higher and lower load schemes. Thus, the exact mechanisms by which the 10–15RM group optimized the HDL-c increase still need to be determined since current evidence is inconsistent regarding the role of RT in increasing HDL-c (42). Therefore, confirmatory work is required.

The present study has strengths and limitations that should be considered. First, the results observed were in untrained older women and should not be extrapolated to other populations. Second, we did not assess free-living physical activity and sedentary behavior, so the extent to which any changes occurring in these variables may have affected the present findings is unknown. However, all participants were instructed not to engage in any other physical exercise program throughout the investigation. In contrast, some positive points of the present study deserve to be highlighted. The design adopted with a randomized sample and balanced according to the relative strength of the participants allowed the groups to be similar at the beginning of the study. Notably, the absence of a nontraining control group makes it difficult to assess how

much of the changes were due to learning effects or other potential confounding factors. Thus, future studies may consider including a nontraining control group to quantify the net effects of different loading schemes on strength, physical performance, SMM, and metabolic adaptations. Another positive point of our study is the methods for evaluating morphological changes. Both DXA and bioelectrical impedance are valid methods and highly recommended to assess SMM and hydration, respectively, in the older population because they are considered noninvasive, accurate, and can provide additional information on other health parameters, such as bone mineral density, body fat, fat distribution, and phase angle (43). In addition, we monitored the food consumption in the first and last 2 wk of RT. The maintenance of eating habits in both groups strengthens the adaptive responses found in the present study, especially SMM gains. The supervision in all RT sessions by physical education professionals allows adequate control during exercise execution, with individualized monitoring, attenuating the risk of injuries and favoring the progression of the RT program (44).

CONCLUSIONS

Our results suggest that 12 wk of RT with loads corresponding to 8–12RM and 10–15RM promote increases in muscular strength and improve functional fitness, SMM gains, and improvements in the metabolic profile of physically independent older women. Notably, the superior augment of muscular strength in upper limbs occurs with 8–12RM but not in lower limbs, whose responses at 8–12RM or 10–15RM are similar. In contrast, the highest gain in SMM occurs at 10–15RM, and this adaptation may be accompanied by increased intracellular hydration and more favorable changes in metabolic profile. Therefore, based on the present study, future recommendations on RT for older adults, at least for older women, should consider individual objectives and needs when suggesting loading schemes.

The authors would like to express thanks to all the participants for their engagement in this study, the Coordination of Improvement of Higher Education Personnel (CAPES/Brazil) for the scholarship conferred to W. K., B. C., M. A., and the National Council of Technological and Scientific Development (CNPq/Brazil) for the grants conceded to E. S. C. The authors declare that they have no conflict of interest regarding the publication of this paper. This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors. The results of the study are presented clearly, honestly, and without fabrication, falsification, or inappropriate data manipulation. The results of the present study do not constitute an endorsement by the American College of Sports Medicine.

REFERENCES

1. Fragala MS, Cadore EL, Dorgo S, et al. Resistance training for older adults: position statement from the National Strength and Conditioning Association. *J Strength Cond Res.* 2019;33(8):2019–52.
2. American College of Sports Medicine, Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(7):1510–30.
3. Botero JP, Shiguemoto GE, Prestes J, et al. Effects of long-term periodized resistance training on body composition, leptin, resistin and muscle strength in elderly post-menopausal women. *J Sports Med Phys Fitness.* 2013;53(3):289–94.
4. Dos Santos L, Ribeiro AS, Cavalcante EF, et al. Effects of modified pyramid system on muscular strength and hypertrophy in older women. *Int J Sports Med.* 2018;39(8):613–8.
5. Ribeiro AS, Schoenfeld BJ, Souza MF, et al. Traditional and pyramidal resistance training systems improve muscle quality and metabolic biomarkers in older women: a randomized crossover study. *Exp Gerontol.* 2016;79:8–15.

6. Kassiano W, Costa B, Nunes JP, et al. Does resistance training promote enough muscular strength increases to move weak older women to better strength categories? *Exp Gerontol.* 2021;149:111322.
7. Dib MM, Tomeleri CM, Nunes JP, et al. Effects of three resistance exercise orders on muscular function and body composition in older women. *Int J Sports Med.* 2020;41(14):1024–31.
8. Santos L, Ribeiro AS, Schoenfeld BJ, et al. The improvement in walking speed induced by resistance training is associated with increased muscular strength but not skeletal muscle mass in older women. *Eur J Sport Sci.* 2017;17(4):488–94.
9. Schoenfeld BJ, Grgic J, Ogborn D, Krieger JW. Strength and hypertrophy adaptations between low- vs. high-load resistance training: a systematic review and meta-analysis. *J Strength Cond Res.* 2017;31(12):3508–23.
10. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(3):687–708.
11. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(7):1334–59.
12. Carneiro MAS, de Oliveira Júnior GN, de Sousa JFR, et al. Effects of resistance training at different loads on inflammatory biomarkers, muscle mass, muscular strength, and physical performance in postmenopausal women. *J Strength Cond Res.* 2022;36(6):1582–90.
13. Ribeiro AS, Picoloto A, Nunes JP, Bezerra ES, Schoenfeld BJ, Cyrino ES. Effects of different resistance training loads on the muscle quality index in older women. *J Strength Cond Res.* 2022;36(5):1445–9.
14. Pedersen BK. Muscles and their myokines. *J Exp Biol.* 2011;214(Pt 2):337–46.
15. Pedersen BK, Febbraio MA. Muscle as an endocrine organ: focus on muscle-derived interleukin-6. *Physiol Rev.* 2008;88(4):1379–406.
16. Carneiro MAS, Oliveira Júnior GN, de Sousa JFR, et al. Effect of whole-body resistance training at different load intensities on circulating inflammatory biomarkers, body fat, muscular strength, and physical performance in postmenopausal women. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2021;46(8):925–33.
17. Njemini R, Forti LN, Mets T, et al. Sex difference in the heat shock response to high external load resistance training in older humans. *Exp Gerontol.* 2017;93:46–53.
18. Forti LN, Van Roie E, Njemini R, et al. Load-specific inflammation mediating effects of resistance training in older persons. *J Am Med Dir Assoc.* 2016;17(6):547–52.
19. Kassiano W, Costa B, Nunes JP, et al. Muscular strength and skeletal muscle mass in 511 physically independent older women aged 60–88 years. *Exp Gerontol.* 2022;166:111867.
20. Cunha PM, Nunes JP, Tomeleri CM, et al. Resistance training performed with single and multiple sets induces similar improvements in muscular strength, muscle mass, muscle quality, and IGF-1 in older women: a randomized controlled trial. *J Strength Cond Res.* 2020;34(4):1008–16.
21. Ribeiro AS, Aguiar AF, Schoenfeld BJ, et al. Effects of different resistance training systems on muscular strength and hypertrophy in resistance-trained older women. *J Strength Cond Res.* 2018;32(2):545–53.
22. Kim J, Wang Z, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Gallagher D. Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method. *Am J Clin Nutr.* 2002;76(2):378–83.
23. Sardinha LB, Lohman TG, Teixeira PJ, Guedes DP, Going SB. Comparison of air displacement plethysmography with dual-energy X-ray absorptiometry and 3 field methods for estimating body composition in middle-aged men. *Am J Clin Nutr.* 1998;68(4):786–93.
24. Amarante do Nascimento M, Januario RS, Gerage AM, Mayhew JL, Cheche Pina FL, Cyrino ES. Familiarization and reliability of one repetition maximum strength testing in older women. *J Strength Cond Res.* 2013;27(6):1636–42.
25. Cohen J. A power primer. *Psychol Bull.* 1992;112(1):155–9.
26. Schoenfeld BJ. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. *Sports Med.* 2013;43(3):179–94.
27. Schoenfeld BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *J Strength Cond Res.* 2010;24(10):2857–72.
28. Schoenfeld BJ, Grgic J, Van Every DW, Plotkin DL. Loading recommendations for muscle strength, hypertrophy, and local endurance: a re-examination of the repetition continuum. *Sports (Basel).* 2021;9(2):32.
29. Antunes M, Kassiano W, Silva AM, et al. Volume reduction: which dose is sufficient to retain resistance training adaptations in older women? *Int J Sports Med.* 2022;43(1):68–76.
30. Sousa N, Mendes R, Abrantes C, Sampaio J. Differences in maximum upper and lower limb strength in older adults after a 12 week intense resistance training program. *J Hum Kinet.* 2011;30:183–8.
31. Rønnestad BR, Egeland W, Kvamme NH, Refsnes PE, Kadi F, Raastad T. Dissimilar effects of one- and three-set strength training on strength and muscle mass gains in upper and lower body in untrained subjects. *J Strength Cond Res.* 2007;21(1):157–63.
32. Lexell J, Taylor CC. Variability in muscle fibre areas in whole human quadriceps muscle: effects of increasing age. *J Anat.* 1991;174:239–49.
33. Straight CR, Fedewa MV, Toth MJ, Miller MS. Improvements in skeletal muscle fiber size with resistance training are age-dependent in older adults: a systematic review and meta-analysis. *J Appl Physiol (1985).* 2020;129(2):392–403.
34. Borde R, Hortobágyi T, Granacher U. Dose-response relationships of resistance training in healthy old adults: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2015;45(12):1693–720.
35. Franco CMC, Carneiro MADS, Alves LTH, Júnior GNO, de Sousa JFR, Orsatti FL. Lower-load is more effective than higher-load resistance training in increasing muscle mass in young women. *J Strength Cond Res.* 2019;33(Suppl 1):S152–8.
36. Chan ST, Johnson AW, Moore MH, Kapadia CR, Dudley HA. Early weight gain and glycogen-obligated water during nutritional rehabilitation. *Hum Nutr Clin Nutr.* 1982;36(3):223–32.
37. Frigeri A, Nicchia GP, Verbavatz JM, Valenti G, Svelto M. Expression of aquaporin-4 in fast-twitch fibers of mammalian skeletal muscle. *J Clin Invest.* 1998;102(4):695–703.
38. Sardeli AV, Tomeleri CM, Cyrino ES, Fernhall B, Cavaglieri CR, Chacon-Mikahil MPT. Effect of resistance training on inflammatory markers of older adults: a meta-analysis. *Exp Gerontol.* 2018;111:188–96.
39. Consitt LA, Dudley C, Saxena G. Impact of endurance and resistance training on skeletal muscle glucose metabolism in older adults. *Nutrients.* 2019;11(11):2636.
40. Zampino M, Semba RD, Adelnia F, et al. Greater skeletal muscle oxidative capacity is associated with higher resting metabolic rate: results from the baltimore longitudinal study of aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2020;75(12):2262–8.
41. Rader DJ. Molecular regulation of HDL metabolism and function: implications for novel therapies. *J Clin Invest.* 2006;116(12):3090–100.
42. Kelley GA, Kelley KS. Impact of progressive resistance training on lipids and lipoproteins in adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Prev Med.* 2009;48(1):9–19.
43. Ceniccola GD, Castro MG, Piovacari SMF, et al. Current technologies in body composition assessment: advantages and disadvantages. *Nutrition.* 2019;62:25–31.
44. Lacroix A, Hortobágyi T, Beurskens R, Granacher U. Effects of supervised vs. unsupervised training programs on balance and muscle strength in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2017;47(11):2341–61.

ANEXOS

Anexo A: Comitê de Ética



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA



PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO
DIRETORIA SUPERINTENDENTE
PARECER Nº429
PROCESSO 9544.2019.84

Ao Pesquisador

João Pedro Alves Nunes

Considerando o Projeto de Pesquisa com o título: **"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"** apresentado a esse Hospital Universitário, estando vinculado ao Programa de Pós-graduação em Educação Física do Centro de Educação Física e Esporte da Universidade Estadual de Londrina;

Considerando o parecer favorável apresentado nas instâncias administrativas que envolvem a realização do estudo.

Informamos que o nosso **parecer é favorável** à realização do projeto acima nominado, resguardando-se o atendimento da legislação vigente.

Atendendo a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde o projeto deverá ser analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UEL (CEP/UEL) para posterior operacionalização.

Conforme **Ofício Circular da Diretoria Superintendente do HU nº 214/2015**, a cópia do parecer de aprovação do CEP/UEL deverá ser apresentado à Chefia e/ou Gerente das unidades envolvidas antes do início da coleta de dados.

Solicitamos que, tão logo o Comitê de Ética emita parecer, essa Diretoria Superintendente seja notificada, para os procedimentos cabíveis relacionados à documentação da pesquisa.

Solicitamos também que, uma vez realizado o estudo, uma cópia seja apresentada a esta Diretoria, para ciência e divulgação.

Em 01/08/2019


Erfa. Ma. Vivian Bazon Et Reda Feijó
Diretora Superintendente

Comissão de Avaliação de Projetos de Pesquisa Científica (CAPPC) do HU
Fone: (43)3371-2301

Anexo B: Avaliação Cognitiva de Montreal (MoCA)

MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MOCA)
Versão Experimental Brasileira

Nome: _____
Escolaridade: _____
Sexo: _____

Data de nascimento: ____/____/____
Data de avaliação: ____/____/____
Idade: _____

VISUOESPACIAL / EXECUTIVA		Copiar o cubo		Desenhar um RELÓGIO (onze horas e dez minutos) (3 pontos)		Pontos
				<input type="checkbox"/> Contorno <input type="checkbox"/> Números <input type="checkbox"/> Ponteiros		___/5
NOMEAÇÃO						___/3
MEMÓRIA	Leia a lista de palavras, O sujeito de repeti-la, faça duas tentativas Evocar após 5 minutos	<input type="checkbox"/> Rosto <input type="checkbox"/> Veludo <input type="checkbox"/> Igreja <input type="checkbox"/> Margarida <input type="checkbox"/> Vermelho	Sem Pontuação			
ATENÇÃO	Leia a seqüência de números (1 número por segundo)	O sujeito deve repetir a seqüência em ordem direta <input type="checkbox"/> 2 1 8 5 4 O sujeito deve repetir a seqüência em ordem indireta <input type="checkbox"/> 7 4 2		___/2		
	Leia a série de letras. O sujeito deve bater com a mão (na mesa) cada vez que ouvir a letra "A". Não se atribuem pontos se ≥ 2 erros. <input type="checkbox"/> F B A C M N A A J K L B A F A K D E A A A J A M O F A A B					___/1
	Subtração de 7 começando pelo 100 <input type="checkbox"/> 93 <input type="checkbox"/> 86 <input type="checkbox"/> 79 <input type="checkbox"/> 72 <input type="checkbox"/> 65 4 ou 5 subtrações corretas: 3 pontos; 2 ou 3 corretas 2 pontos; 1 correta 1 ponto; 0 correta 0 ponto					___/3
LINGUAGEM	Repetir: Eu somente sei que é João quem será ajudado hoje.	<input type="checkbox"/> O gato sempre se esconde embaixo do Sofá quando o cachorro está na sala.		___/2		
	Fluência verbal: dizer o maior número possível de palavras que comecem pela letra F (1 minuto). <input type="checkbox"/> _____ (N ≥ 11 palavras)					___/1
ABSTRAÇÃO	Semelhança p. ex. entre banana e laranja = fruta		<input type="checkbox"/> trem - bicicleta <input type="checkbox"/> relógio - régua		___/2	
EVOCAÇÃO TARDIA	Deve recordar as palavras SEM PISTAS	<input type="checkbox"/> Rosto <input type="checkbox"/> Veludo <input type="checkbox"/> Igreja <input type="checkbox"/> Margarida <input type="checkbox"/> Vermelho	Pontuação apenas para evocação SEM PISTAS		___/5	
OPCIONAL	Pista de categoria Pista de múltipla escolha					
ORIENTAÇÃO	<input type="checkbox"/> Dia do mês <input type="checkbox"/> Mês <input type="checkbox"/> Ano <input type="checkbox"/> Dia da semana <input type="checkbox"/> Lugar <input type="checkbox"/> Cidade					___/6
© Z. Nasreddine MD www.mocatest.org Versão experimental Brasileira: Ana Luisa Rosas Sarmiento Paulo Henrique Ferreira Bertolucci - José Roberto Wajman (UNIFESP-SP 2007)					TOTAL Adicionar 1 pt se ≤ 12 anos de escolaridade	___/30

Anexo C: Teste de Trilhas A e B

Patient's Name: _____ Date: _____

A square grid containing 25 small circles, each containing a number from 1 to 25. The numbers are scattered across the grid in a non-sequential order. The numbers are: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25.

Patient's Name: _____ Date: _____

A square grid containing 12 small circles, each containing a number from 1 to 12 and 12 small circles, each containing a letter from A to L. The numbers and letters are scattered across the grid. The numbers are: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. The letters are: A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L.

Anexo D: Inventário de Ansiedade de Beck – BAI

Nome: _____ Idade: _____ Data: ____/____/____

Abaixo está uma lista de sintomas comuns de ansiedade. Por favor, leia cuidadosamente cada item da lista. Identifique o quanto você tem sido incomodado por cada sintoma durante a última semana, incluindo hoje, colocando um "x" no espaço correspondente, na mesma linha de cada sintoma.

	Absolutamente não	Levemente Não me incomodou muito	Moderadamente Foi muito desagradável mas pode suportar	Gravemente Difícilmente pode suportar
1. Dormência ou formigamento				
2. Sensação de calor				
3. Tremores nas pernas				
4. Incapaz de relaxar				
5. Medo que aconteça o pior				
6. Atordoado ou tonto				
7. Palpitação ou aceleração do coração				
8. Sem equilíbrio				
9. Aterrorizado				
10. Nervoso				
11. Sensação de sufocação				
12. Tremores nas mãos				
13. Trêmulo				
14. Medo de perder o controle				
15. Dificuldade de respirar				
16. Medo de morrer				
17. Assustado				
18. Indigestão ou desconforto no abdômen				
19. Sensação de desmaio				
20. Rosto afoqueado				
21. Suor (não devido ao calor)				

Anexo E: Escala de Depressão Geriátrica – GDS

ESCALA DE DEPRESSÃO GERIÁTRICA - GDS

1. Está satisfeito (a) com sua vida? (não=1) (sim = 0)
2. Diminuiu a maior parte de suas atividades e interesses? (sim = 1) (não = 0)
3. Sente que a vida está vazia? (sim=1) (não = 0)
4. Aborrece-se com freqüência? (sim=1) (não = 0)
5. Sente-se de bem com a vida na maior parte do tempo? (não=1) (sim = 0)
6. Teme que algo ruim possa lhe acontecer? (sim=1) (não = 0)
7. Sente-se feliz a maior parte do tempo? (não=1) (sim = 0)
8. Sente-se freqüentemente desamparado (a)? (sim=1) (não = 0)
9. Prefere ficar em casa a sair e fazer coisas novas? (sim=1) (não = 0)
10. Acha que tem mais problemas de memória que a maioria? (sim=1) (não = 0)
11. Acha que é maravilhoso estar vivo agora? (não=1) (sim = 0)
12. Vale a pena viver como vive agora? (não=1) (sim = 0)
13. Sente-se cheio(a) de energia? (não=1) (sim = 0)
14. Acha que sua situação tem solução? (não=1) (sim = 0)
15. Acha que tem muita gente em situação melhor? (sim=1) (não = 0)

Avaliação:

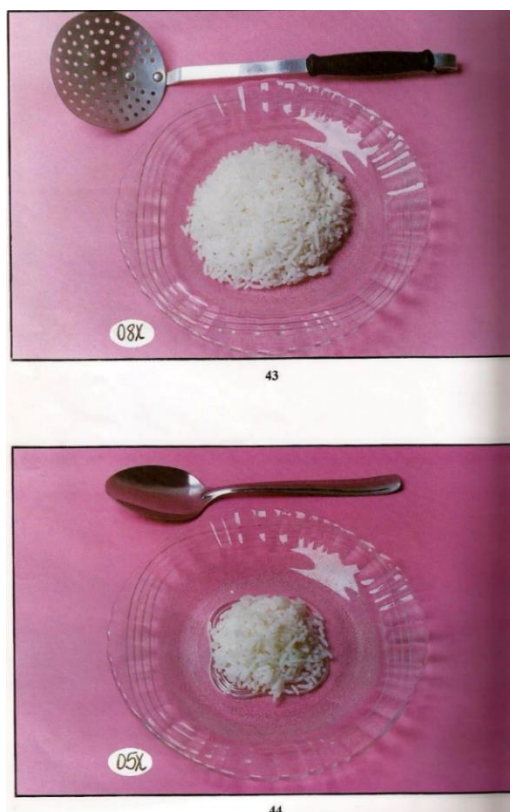
0 = Quando a resposta for diferente do exemplo entre parênteses.
--

1= Quando a resposta for igual ao exemplo entre parênteses.

Total > 5 = suspeita de depressão

Anexo F: Questionário sobre a Saúde do Paciente – PHQ-9

QUESTIONÁRIO SOBRE A SAÚDE DO/A PACIENTE - 9 72883				
(Portuguese for Brazil version of the PHQ-9)				
<i>THIS SECTION FOR USE BY STUDY PERSONNEL ONLY.</i>				
Were data collected? No <input type="checkbox"/> (provide reason in comments)				
If Yes, data collected on visit date <input type="checkbox"/> or specify date: _____ <small>DD-Mon-YYYY</small>				
Comments:				
<i>Only the patient (subject) should enter information onto this questionnaire.</i>				
Durante as <u>últimas 2 semanas</u> , com que frequência você foi incomodado/a por qualquer um dos problemas abaixo?	Nenhu- ma vez	Vários dias	Mais da metade dos dias	Quase todos os dias
1. Pouco interesse ou pouco prazer em fazer as coisas	0	1	2	3
2. Se sentir "para baixo", deprimido/a ou sem perspectiva	0	1	2	3
3. Dificuldade para pegar no sono ou permanecer dormindo, ou dormir mais do que de costume	0	1	2	3
4. Se sentir cansado/a ou com pouca energia	0	1	2	3
5. Falta de apetite ou comendo demais	0	1	2	3
6. Se sentir mal consigo mesmo/a — ou achar que você é um fracasso ou que decepcionou sua família ou você mesmo/a	0	1	2	3
7. Dificuldade para se concentrar nas coisas, como ler o jornal ou ver televisão	0	1	2	3
8. Lentidão para se movimentar ou falar, a ponto das outras pessoas perceberem? Ou o oposto – estar tão agitado/a ou irrequieto/a que você fica andando de um lado para o outro muito mais do que de costume	0	1	2	3
9. Pensar em se ferir de alguma maneira ou que seria melhor estar morto/a	0	1	2	3
SCORING FOR USE BY STUDY PERSONNEL ONLY _____ + _____ + _____ + _____ =Total Score: _____				
Se você assinalou <u>qualquer</u> um dos problemas, indique o grau de <u>dificuldade</u> que os mesmos lhe causaram para realizar seu trabalho, tomar conta das coisas em casa ou para se relacionar com as pessoas?				
Nenhuma dificuldade <input type="checkbox"/>	Alguma dificuldade <input type="checkbox"/>	Muita dificuldade <input type="checkbox"/>	Extrema dificuldade <input type="checkbox"/>	

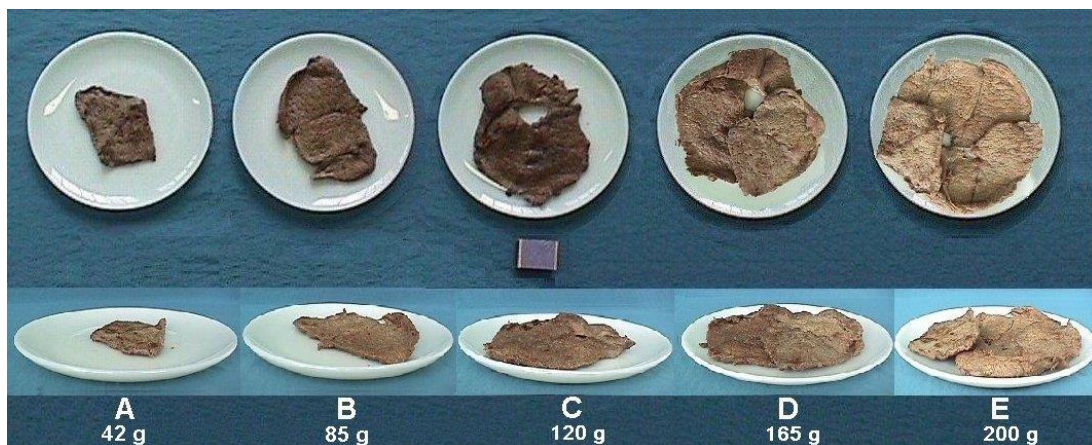
Anexo G: Exemplos de porções apresentadas às participantes.**Exemplo 1. Porções de arroz**

Uma concha pequena

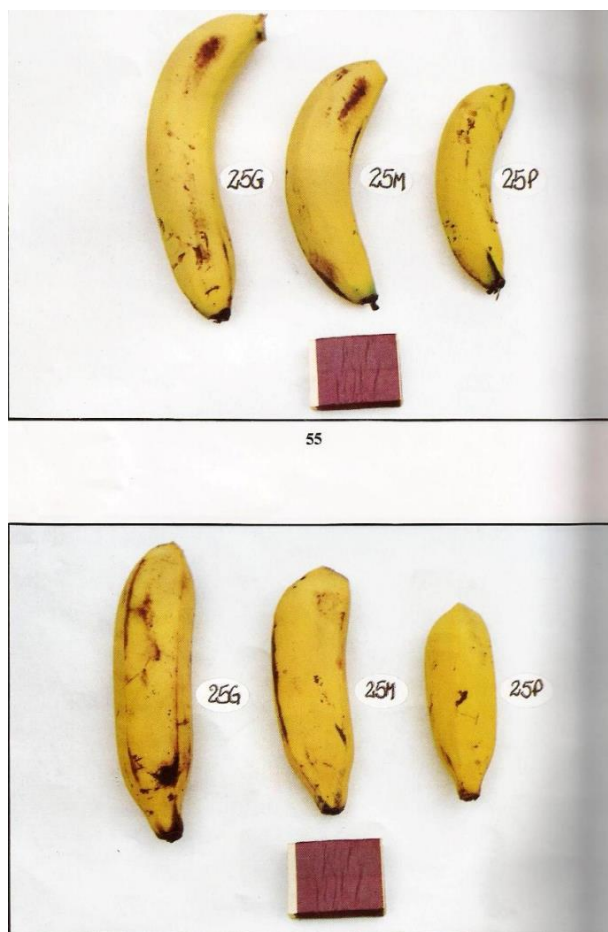


Uma concha média

Exemplo 2. Porções de feijão



Exemplo 3. Porções de carne bovina



Exemplo 4. Diferentes tamanhos de banana