

JONATHÃ LUIZ JUSTINO DA SILVA

**TREINAMENTO DE FORÇA EM MULHERES NA PÓS-MENOPAUSA: IMPACTO
DO VOLUME E DA INTENSIDADE SOBRE A RECOMPOSIÇÃO CORPORAL E O
DESEMPENHO FÍSICO FUNCIONAL**

UBERABA

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Jonathã Luiz Justino da Silva

**TREINAMENTO DE FORÇA EM MULHERES NA PÓS-MENOPAUSA: IMPACTO
DO VOLUME E DA INTENSIDADE SOBRE A RECOMPOSIÇÃO CORPORAL E O
DESEMPENHO FÍSICO FUNCIONAL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Educação Física, área de concentração “Educação Física, Esporte e Saúde” (Linha de Pesquisa - Aspectos Psicobiológicos do Exercício Físico Relacionado à Saúde e ao Desempenho), da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Orientador: Dr. Markus Vinicius Campos Souza

UBERABA

2023

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do
Triângulo Mineiro**

S58t Silva, Jonathã Luiz Justino da
Treinamento de força em mulheres na pós-menopausa: impacto do volume e da intensidade sobre a recomposição corporal e o desempenho físico funcional / Jonathã Luiz Justino da Silva. -- 2023.
91 f. : il., graf., tab.
Dissertação (Mestrado em Educação Física) -- Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2023
Orientador: Prof. Dr. Markus Vinicius Campos Souza
1. Menopausa. 2. Obesidade. 3. Treinamento de força. 4. Desempenho físico funcional. I. Souza, Markus Vinicius Campos. II. Universidade Federal do Triângulo. Mineiro. III. Título.

CDU 618.173

Jonathã Luiz Justino da Silva

**TREINAMENTO DE FORÇA EM MULHERES NA PÓS-MENOPAUSA: IMPACTO
DO VOLUME E DA INTENSIDADE SOBRE A RECOMPOSIÇÃO CORPORAL E O
DESEMPENHO FÍSICO FUNCIONAL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Educação Física, área de concentração “Educação Física, Esporte e Saúde” (Linha de Pesquisa - Aspectos Psicobiológicos do Exercício Físico Relacionado à Saúde e ao Desempenho), da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Aprovada em 08 de maio de 2023

Banca Examinadora:

Dr. Markus Vinicius Campus Souza
Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM

Dr. Cláudio de Oliveira Assumpção
Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM

Dr. Edilson Serpeloni Cyrino
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Dedico ao meu falecido avô, Evaldo Justino, que tinha o sonho de ver eu me formar. Hoje supero mais um grau no meio acadêmico e sempre me inspiro nas antigas palavras de motivação, honra e gratidão que jamais me deixaram desistir.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a minha família por serem a minha base e me conduzir até a realização deste sonho.

Agradeço também aos órgãos de fomento: coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

Ao meu orientador professor Dr. Markus Vinicius Campos Souza pela confiança em meu trabalho e por ter disponibilizado a me ajudar.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Educação Física, em especial, ao professor Dr. Fábio Lera Orsatti por ter me ensinar grande parte do que sei sobre escrita científica, pelas sábias orientações e por prontamente me ajudar sempre que o procurei.

Ao Programa de Pós-graduação em Educação Física da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (PPGEF/UFTM), ao grupo de Pesquisa em Exercício, Nutrição e Fisiologia Aplicada (PHYNNER), ao laboratório de pesquisa em Biologia do Exercício (BIOEX) e a todos os pesquisadores envolvidos na coleta da pesquisa.

A minha noiva Maria Eduarda Urzedo que sempre esteve presente, participou do laboratório de pesquisa e muitas vezes passou noites em claro comigo, me auxiliando na tabulação de dados e escrita científica.

Aos meus colegas do mestrado, em especial, aos amigos que tanto me ajudaram e contribuíram para a realização do trabalho: Rosely Modesto Silva, Rodolfo Ferreira de Paula, Wellington Gilberto de Sousa e Luanna Rodrigues Margatto. Amigos valiosos e verdadeiros que acredito ter sido uma benção em minha vida.

E, finalmente, a todas as participantes que aceitaram fazer parte desta pesquisa, pois sem o consentimento e a colaboração dessas participantes este estudo não teria sido realizado.

“Se você não permite ao mestre saber em que estágio está, fazendo uma pergunta ou revelando uma ignorância, jamais vai aprender ou amadurecer. Ninguém consegue fingir por muito tempo, pois será descoberto algum dia. Admitir que não sabe é com frequência o primeiro passo para a educação”

Stephen Richards Covey

RESUMO

A menopausa está associada à obesidade sarcopênica. O treinamento de força pode aumentar a massa muscular e diminuir a gordura corporal, resultando em recomposição corporal. Essa condição pode ser considerada um alvo terapêutico contra a obesidade sarcopênica. No entanto, o programa de treinamento de força mais eficaz para otimizar a recomposição corporal em mulheres na pós-menopausa continua sendo uma área de pesquisa em andamento. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi investigar se um protocolo de treinamento de força com maior intensidade e volume resultaria em maiores melhorias na recomposição corporal em mulheres na pós-menopausa, e determinar se mudanças na recomposição corporal estariam associadas a mudanças no desempenho físico funcional e força muscular dessa população. Assim, 43 mulheres na pós-menopausa foram aleatoriamente designados para um dos três grupos: I) Série única com carga alta (SUAC, n=14, 1 série de 8 a 12 repetições máximas), II) Série única com carga baixa (SUBC, n=15, 1 série de 25 a 30 repetições máximas) e III) Séries múltiplas com alta carga (SMAC, n=14, 3-6 séries de 8 a 12 repetições máximas). Avaliamos a composição corporal por meio de DXA, desempenho físico funcional por meio dos testes *Timed Up and Go* e sentar e levantar e força muscular por meio do teste de 1RM. Quantificamos recomposição corporal usando um z-escore composto calculado usando a seguinte fórmula: $(z\text{-score do delta \% da massa muscular apendicular}) + (-1 \times z\text{-score do delta \% da massa gorda}) / 2$. Os resultados mostraram uma melhora significativa no desempenho físico funcional ($P < 0,001$), reduções significativas no tecido adiposo visceral, massa gorda total e % de gordura ($P=0,003$, $P=0,042$ e $P < 0,001$, respectivamente) e aumentos na massa e força muscular ($P < 0,001$), independentemente dos grupos. Notavelmente, os grupos de maior intensidade (SUAC e SMAC) tiveram uma recomposição corporal significativamente maior em comparação com o grupo de baixa intensidade (SUBC), especialmente após o ajuste para idade, atividade física e tempo sentado ($P = 0,028$). Portanto, a intensidade do treinamento de força é um fator crítico na a recomposição corporal de mulheres na pós-menopausa. Além disso, os efeitos positivos da recomposição corporal induzido pelo treinamento de força se estendem ao desempenho físico funcional e à força muscular.

Palavras-Chave: menopausa; obesidade sarcopênica; recomposição corporal; treinamento de força; variáveis do treinamento.

ABSTRACT

Menopause is associated with sarcopenic obesity. The strength training can increase muscle mass and decrease body fat, resulting in body recomposition. This condition can be considered a therapeutic target against sarcopenic obesity. However, the most effective strength training program to optimize body recomposition in postmenopausal women remains an area of ongoing research. Thus, the aim of the present study was to investigate whether a strength training protocol with greater intensity and volume would result in greater improvements in body recomposition in postmenopausal women, and to determine whether changes in body recomposition would be associated with changes in physical-functional development and muscle strength. Thus, 43 postmenopausal women were randomly assigned to one of three groups: I) Single set with high load (SSHL, n=14, 1 set of 8 to 12 repetitions maximum), II) Single set with low load (SSL, n=15, 1 set of 25 to 30 repetitions maximum), and III) Multiple sets with high load (MSHL, n=14, 3-6 sets of 8 to 12 maximum repetitions). We assessment body composition using DXA, physical-functional development using Timed Up and Go and sit and stand tests, and muscle strength using 1RM test. We quantified body recomposition using a composite z-score calculated as follows: (appendicular lean mass % delta z-score) + (-1x fat mass delta % z-score) / 2. Results showed a significant improvement in physical-functional development ($P<0.001$), significant reductions in visceral adipose tissue, total fat mass, and % fat ($P=0.003$, $P=0.042$, and $P<0.001$, respectively), and increases in muscle mass and strength ($P<0.001$), regardless of groups. Notably, the higher intensity groups (SSHL and MSHL) had a significantly greater body recomposition compared to the low intensity group (SSL), especially after adjusting for age, physical activity, and sitting time ($P=0.028$). Therefore, the intensity of strength training is a critical factor in the body recomposition of postmenopausal women. Furthermore, the positive effects of body recomposition induced by strength training extend to physical-functional development and muscle strength.

Keywords: menopause; sarcopenic obesity; body recomposition; strength training; training variables.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras

01 -	Vias biológicas esquemáticas que levam à obesidade sarcopênica com a idade....	21
02 -	Fisiopatologia e estratégias de intervenção para o tratamento da obesidade sarcopênica.....	25
03 -	Fluxograma mostrando o número de participantes em cada estágio do estudo.....	29
04 -	Progresso cronológico do estudo em 27 semanas	30
05 -	Imagem ilustrativa da balança digital (Lider) para análise antropométrica.....	32
06 -	Imagem ilustrativa da análise de composição corporal realizado pelo DXA.....	33
07 -	Imagem ilustrativa do teste de sentar e levantar cinco vezes.....	34
08 -	Imagem ilustrativa do Teste de Agilidade e Equilíbrio <i>Timed Up And Go Test</i> (TUG).....	35
09 -	Imagem ilustrativa do local de realização do Teste de Velocidade de Marcha de 6 minutos (VM6min).....	36
10 -	Imagem ilustrativa do aparelho (<i>leg press</i> 45°) utilizado no teste de 1RM.....	36
11 -	Fórmula usada para calcular o volume de treinamento diário.....	38
12 -	Alterações do z-escore composto da recomposição corporal.....	46

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabelas

01 -	Características gerais das participantes na linha de base.....	42
02 -	Volume do TF dos grupos após as 24 semanas de intervenção.....	43
03 -	Desempenho físico funcional, composição corporal e força muscular dos grupos na linha de base e após a intervenção de 24 semanas.....	45

LISTA DE SIGLAS

DFF – Desempenho físico funcional

DXA – Absorciometria por emissão de raio-X de dupla energia

IMC – Índice de massa corporal

IMM – Índice de massa muscular

MPM – Mulheres na pós-menopausa

RC – Recomposição corporal

RM – Repetição máxima

SLCV – Teste Sentar e Levantar Cinco Vezes

SMAC – Séries múltiplas com alta carga

SUAC – Série única com alta carga

SUBC – Série única com baixa carga

TF – Treinamento de força

TUG – *Timed Up and Go*

VM6min – Teste de Velocidade de Marcha de 6 minutos

LISTA DE SÍMBOLOS

Δ – Delta

$>$ – Maior que

$<$ – Menor que

$\geq$ – Maior ou igual

% - porcentagem

$^{\circ}$ – Grau

$\pm$ – Mais ou menos

P – Valor de significância

$\sim$ – Aproximadamente

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 OBJETIVOS.....	18
2.1 OBJETIVO GERAL.....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3 REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1 TRANSIÇÃO DA MENOPAUSA E EFEITOS ADVERSOS NA SAÚDE DA MULHER....	19
3.1.1 Obesidade sarcopênica na pós-menopausa.....	20
3.2 DESEMPENHO FÍSICO FUNCIONAL E OBESIDADE SARCOPÊNICA NA PÓS-MENOPAUSA	22
3.3 RECOMPOSIÇÃO CORPORAL	23
3.4 INTENSIDADE E VOLUME DO TREINAMENTO DE FORÇA	25
4 MÉTODOS	28
4.1 AMOSTRA E DELINEAMENTO DO ESTUDO	28
4.1.1 Processo cronológico do estudo.....	29
4.1.2 Critérios de inclusão	30
4.1.3 Critérios de exclusão	31
4.2 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS DE COLETA	31
4.2.1 Quantificação do tempo gasto em atividade física e tempo sentado.....	31
4.2.2 Medidas antropométricas.....	32
4.2.3 Avaliação da composição corporal	32
4.2.4 Avaliação do Desempenho Físico Funcional.....	33
4.2.5 Teste de força muscular.....	36
4.2.6 Treinamento de força.....	37
4.2.7 Dados nutricionais.....	39
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	39
5 RESULTADOS	41
5.1 CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA NA LINHA DE BASE	41
5.2 VOLUME DO TREINAMENTO DE FORÇA.....	43
5.3 DESEMPENHO FÍSICO FUNCIONAL	43
5.4 COMPOSIÇÃO CORPORAL	43
5.5 FORÇA MUSCULAR	44
6 DISCUSSÃO.....	48

6.1 LIMITAÇÕES E PONTOS FORTES	50
6.2 APLICAÇÃO PRÁTICA	51
7 CONCLUSÃO	52
REFERÊNCIAS	53
ANEXOS	62
Anexo A – termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)	62
Anexo B – Aprovação do comitê de ética em pesquisa	65
Anexo C – Produto final da dissertação: manuscrito para ser submetido e publicado em periódico científico	71

1 INTRODUÇÃO

A menopausa é uma condição em que ocorre a cessação permanente da menstruação e a redução dos esteroides gonadais. Essa condição está associada ao aumento de gordura corporal e redução da massa muscular (AMBIKAIRAJAH *et al.*, 2019; GERACI *et al.*, 2021; MALTAIS; DESROCHES; DIONNE, 2009). Tais alterações podem progredir para a coexistência de excesso de gordura corporal (obesidade) e baixa massa muscular (sarcopenia), que é conhecida como obesidade sarcopênica (BATSIS *et al.*, 2013; DONINI *et al.*, 2022; POLYZOS; MARGIORIS, 2018). A obesidade sarcopênica é uma condição clínica que está associada ao baixo desempenho físico-funcional (DFF), desenvolvimento de doenças metabólicas e cardiovasculares, baixa qualidade de vida, alta taxa de hospitalização e mortalidade (GANDHAM *et al.*, 2021; ROH; CHOI, 2020; STENHOLM *et al.*, 2008; TIAN; XU, 2016; XIA *et al.*, 2021). Além disso, essa condição tem graves consequências para a saúde financeira dos indivíduos e dos sistemas de saúde (BIENER; CAWLEY; MEYERHOEFER, 2018; NORMAN; OTTEN, 2019). Portanto, é essencial que medidas preventivas e terapêuticas sejam implementadas para minimizar esses riscos.

É evidente que o treinamento de força (TF) promove aumento de massa muscular (CARNEIRO *et al.*, 2022a; RIBEIRO *et al.*, 2023) e redução de gordura corporal (CARNEIRO *et al.*, 2021; RIBEIRO *et al.*, 2023) em mulheres na pós-menopausa. A redução da gordura corporal concomitantemente com o aumento da massa muscular vem sendo denominada recomposição corporal (RC) (BARAKAT *et al.*, 2020; FRAGALA *et al.*, 2019; WEWEGE *et al.*, 2022) e observada em mulheres na pós-menopausa (RIBEIRO *et al.*, 2022, 2023). Neste contexto, muitas variáveis do treinamento podem ser manipuladas para otimizar as adaptações induzidas pelo TF (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009; FRAGALA *et al.*, 2019). Entretanto, os efeitos da manipulação de variáveis do TF sobre a recomposição corporal em mulheres na pós-menopausa ainda são escassos. Portanto, o programa de TF mais adequado para otimizar a RC permanece indefinido.

Um protocolo de TF menos complexo e com uma dose mínima tem sido sugerido como suficiente para promover o aumento da massa e força musculares, bem como melhorias no DFF, e é essencial para aumentar a participação e aderência ao TF em pessoas idosas (FYFE; HAMILTON; DALY, 2022). No entanto, a manipulação das variáveis do treinamento, como intensidade e volume de carga, pode otimizar muitas das respostas adaptativas do TF (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009; FRAGALA *et al.*, 2019). A intensidade de carga, medida em porcentagem da força máxima ou 1RM, e o volume, definido

como a carga utilizada multiplicada pelo total de repetições, são duas variáveis importantes a se considerar (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009; FRAGALA et al., 2019). Embora a intensidade do TF não pareça influenciar os ganhos de massa muscular em mulheres na pós-menopausa (CARNEIRO et al., 2021, 2022a), o volume tem sido associado a maiores ganhos de massa muscular (OLIVEIRA-JÚNIOR et al., 2020, 2021). Porém, tanto a intensidade quanto o volume são indicados como otimizadores para a redução da gordura corporal (PAOLI; MORO; BIANCO, 2015; NUNES et al., 2016, 2017; HUNTER et al., 2018). Nesse sentido, o presente estudo testou a hipótese que o protocolo com maior intensidade e volume promoveria maiores impactos sobre a RC em mulheres na pós-menopausa. Além disso, uma hipótese secundária foi testada para verificar se as alterações induzidas pelo TF sobre a RC seriam associadas com as alterações no DFF, independentemente de fatores de confusão.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar se um protocolo de TF com maior volume e intensidade resultaria em maiores melhorias na RC em MPM, e determinar se mudanças na RC estariam associadas a mudanças no desempenho físico funcional (DFF) e força muscular dessa população.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Investigar a eficiência de um protocolo de treinamento de força de menor volume e menor intensidade sobre a RC em MPM.

Comparar os efeitos de 24 semanas de um programa de TF com diferente volume e intensidade sobre o tecido adiposo visceral, gordura corporal, massa muscular e força muscular em MPM.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 TRANSIÇÃO DA MENOPAUSA E EFEITOS ADVERSOS NA SAÚDE DA MULHER

Sendo a menopausa uma fase, ela vem precedida por um processo chamado de perimenopausa (antes conhecida como climatério) que marca a transição para a menopausa propriamente dita. A perimenopausa está associada ao início das mudanças hormonais, que acarreta sintomas como ciclos menstruais irregulares, afrontamentos, secura vaginal, flutuações de humor, perturbações do sono, e desafios cognitivos (ANINYE; LAITNER; CHINNAPPAN, 2021). Além disso, a *North American Menopause Society* (2014) destaca que durante a transição para a menopausa surgem mudanças corporais da meia-idade, tais como: modificações no peso corporal, alterações vulvovaginais, pele, cabelo, olhos, ouvidos, dentes e cavidade oral; bem como questões clínicas, como: declínio da fertilidade, sangramento uterino, sintomas vasomotores, atrofia vulvovaginal, incontinência urinária, complicações na função sexual, distúrbio do sono, dor de cabeça, sintomas psicológicos e síndrome geniturinária da menopausa (SHIFREN; GASS, 2014).

Posteriormente, chega-se ao período da menopausa, marcado pelo envelhecimento reprodutivo, sendo o fim do ciclo menstrual da mulher, definido como o período menstrual final refletindo ao declínio de hormônios como o estrogênio e a progesterona (SHIFREN; GASS, 2014). O início da menopausa pode ser elucidada por fatores genéticos, biológicos e ambientais que fazem com que as mulheres vivenciem esse momento em diferentes faixas etárias e apresentam distintos sintomas e complicações (ANINYE; LAITNER; CHINNAPPAN, 2021), a literatura aponta uma média de idade para a menopausa que varia entre 46 e 52 anos, dependendo da população estudada e da causa (BONDAREV *et al.*, 2021; SIPILÄ *et al.*, 2020).

Segundo o *Stages of Reproductive Aging Workshop* revisado em 2011 (STRAW+10) o termo “transição da menopausa” refere-se ao intervalo de tempo em que ocorrem as alterações do ciclo menstrual e do sistema endócrino, iniciando com a variação na duração do ciclo menstrual e terminando com a data da última menstruação. Nesse sentido, a pós-menopausa é o período definido a partir de 12 meses em que a mulher apresentou amenorreia espontânea (SHIFREN; GASS, 2014).

Não fazer procedimentos preventivos para minimizar as complicações que podem surgir na pós-menopausa deixa as mulheres sujeitas a vários resultados adversos, dentre eles, o risco aumentado de desenvolver: doenças cardiovasculares, neurológicas (Alzheimer, demência, declínio cognitivo), transtornos psiquiátricos (ansiedade e depressão), osteoporose, síndromes

metabólicas, entre outras (MALEK *et al.*, 2019; BOYLE *et al.*, 2021). Além desses prejuízos, durante a pós-menopausa ocorre o aumento da adiposidade central e total, levando ao quadro de obesidade, bem como um declínio acentuado da massa, força e potência muscular (sarcopenia), aumentando o risco de desenvolver obesidade sarcopênica (BATSIS; VILLAREAL, 2018).

3.1.1 Obesidade sarcopênica na pós-menopausa

A obesidade sarcopênica consiste na coexistência de dois distúrbios de saúde, sendo eles a obesidade (aumento da massa gorda tanto subcutânea quanto visceral) e a sarcopenia (perda de massa, força e função muscular esquelética). Esta condição é marcada pela desproporção da massa gorda em relação à massa magra, podendo tornar-se mais evidente na velhice (CAULEY, 2015; LI *et al.*, 2022).

A interação entre as duas doenças (obesidade e sarcopenia) representa um ciclo vicioso, denominado de ciclo de *metabaging*, em que uma leva ao desenvolvimento da outra, pois a sarcopenia tende a contribuir para a diminuição do nível de atividade física resultando na obesidade e, por outro lado, a obesidade induz ao processo inflamatório resultando na sarcopenia (KWON; YOON; LEE, 2018; LI *et al.*, 2022).

Com o envelhecimento ocorre uma redistribuição de gordura para a região intra-abdominal, ocasionada pela inflamação adiposa, bem como infiltrações de gordura no tecido muscular esquelético, levando à redução da força e função física geral. Os lipídios acumulados dentro e entre as células musculares provocam uma cadeia de mecanismos fisiológicos que resultam na lipotoxicidade e resistência à insulina, aumentando consequentemente a secreção de algumas citocinas pró-inflamatórias. Tal evento ocasiona um ciclo vicioso de hiperlipidemia local, resistência à insulina e inflamação sistêmica generalizada, resultando no quadro de obesidade sarcopênica (LI *et al.*, 2022).

Além disso, o envelhecimento também é responsável pela ocorrência de diversas alterações fisiológicas, levando a um declínio no metabolismo, no nível de atividade física e nos hormônios específicos do sexo. Tais eventos contribuem significativamente para a redução da quantidade (massa) e qualidade (força e potência) muscular, além do aumento da massa gorda corporal e visceral. Em relação à gordura corporal, ocorre também um aumento da gordura ectópica nos músculos esqueléticos, comprometendo a oxidação dos ácidos graxos nas mitocôndrias e aumentando o estresse oxidativo e a resistência à insulina. Estes mecanismos, associados à inflamação do tecido adiposo, resultam na redução da massa, força e função

muscular esquelética, em decorrência do aumento na produção de citocinas pró-inflamatórias (leptina e adipocina) e redução da ação da adiponectina e do IGF-1 (fator de crescimento semelhante a insulina tipo 1 ou somatomedina C). Essas condições também resultam obesidade sarcopênica (ROH; CHOI, 2020). Um esquema demonstrando as vias biológicas que resultam na obesidade sarcopênica no envelhecimento pode ser visualizado na figura 01.

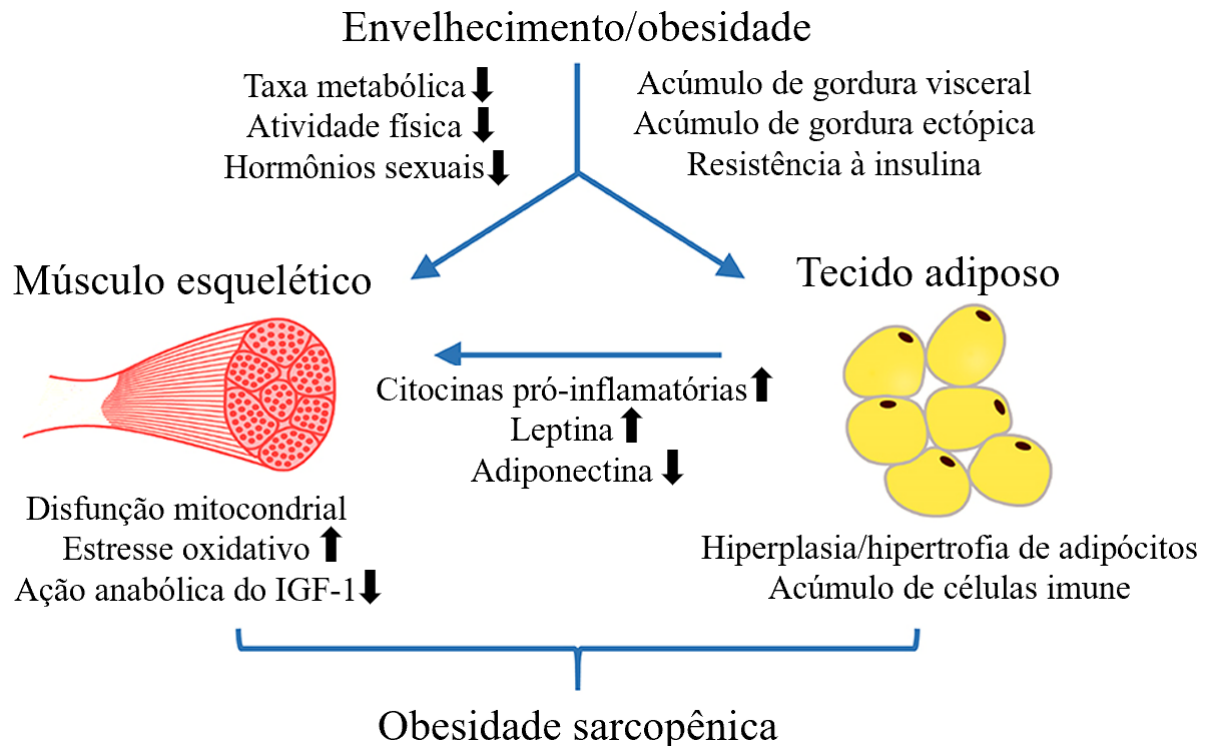


Figura 01 - Vias biológicas esquemáticas que levam à obesidade sarcopênica com a idade.

FONTE: Adaptado de RHO; CHOI (2020).

A obesidade sarcopênica, em populações idosas, está diretamente associada a diversos desfechos negativos para a saúde, dentre eles, risco aumentado de incapacidade nas atividades da vida diária, distúrbios metabólicos, mortalidade, além de depressão, osteoporose, osteoartrite, entre outras comorbidade (WAGENAAR; DEKKER; NAVIS, 2021).

Em mulheres com sarcopenia e obesidade sarcopênica, entre 50 e 64 anos, evidências têm demonstrado um maior risco de quedas, principalmente quando a obesidade sarcopênica é associada a outras condições presentes nesta faixa etária como prejuízos nas funções visuais, sensoriais e motoras (FOLLIS *et al.*, 2018). Estes efeitos deletérios podem ser devido ao declínio de estrogênio na menopausa. O declínio deste hormônio está diretamente associado ao excesso de adiposidade e diminuição da massa e força muscular esquelética, bem como ao processo de inflamação crônica (aumento na produção de citocinas pró-inflamatórias) e

resistência à insulina. Tais fatores tornam as mulheres mais suscetíveis, ao longo dos anos, ao risco eminente de desenvolver o quadro de obesidade sarcopênica na pós-menopausa (KIM; OH; WON, 2022; PARK et al., 2018; ROH; CHOI, 2020).

Além desses fatores negativos, estudos mostram uma estreita relação entre a obesidade sarcopênica e o declínio DFF em populações idosas, tornando estes sujeitos mais predispostos à incapacidade física e funcional, principalmente nas atividades instrumentais da vida diária, além de prejuízos na velocidade de marcha e no equilíbrio, resultando em um maior risco de quedas (BATSIS; VILLAREAL, 2018; KWON; YOON; LEE, 2018; THEODORAKOPOULOS *et al.*, 2017).

3.2 DESEMPENHO FÍSICO FUNCIONAL E OBESIDADE SARCOPÊNICA NA PÓS-MENOPAUSA

O DFF consiste em um importante marcador biológico para o envelhecimento saudável, pois envolve uma série de mecanismos e sistemas fisiológicos (VELEZ *et al.*, 2019a). Também é considerado um potente sinal vital de saúde geral, resiliência e de riscos de adoecimento por diversas causas no envelhecimento. Além disso, o baixo DFF está diretamente associado a um maior risco de mortalidade, independente da forma como o desempenho é avaliado (LADDU *et al.*, 2022).

Durante e após a menopausa, o DFF é bastante prejudicado. Isto ocorre devido o declínio acentuado da produção dos hormônios ovarianos. Nesse sentido, podemos destacar como principais prejuízos da pós-menopausa: redução da massa muscular e densidade mineral óssea, além de impactos negativos na função cardiovascular. Tais fatores são essenciais para a preservação do DFF (VELEZ *et al.*, 2019a, 2019b).

Considerando o papel importante dos hormônios femininos para a manutenção da homeostase e função muscular esquelética, quanto mais acentuada a perda destes esteroides maior será a perda de massa e força muscular, tornando-se um agravante para o DFF de MPM (BONDAREV *et al.*, 2021). Sendo assim, é possível afirmar que essa população tendem a apresentar uma função física mais deteriorada do que aquelas que estão na pré e perimenopausa (DA CÂMARA *et al.*, 2015).

Além da redução de massa e força muscular (sarcopenia), bem como da massa óssea, a pós-menopausa provoca outros desfechos negativos na saúde, os quais, podemos destacar: aumento da massa gorda total e central, distúrbios metabólicos, risco de doenças

cardiovasculares, risco de quedas, aumento da morbimortalidade e também, aumento do risco de desenvolver obesidade sarcopênica (BATSIS; VILLAREAL, 2018; CHO *et al.*, 2021).

A obesidade sarcopênica pode provocar impactos negativos no DFF e, consequentemente, na incapacidade física de MPM (NASCIMENTO *et al.*, 2018). Tal evento pode ocorrer devido o declínio acentuado do estrogênio que exerce um papel fundamental no desenvolvimento da obesidade sarcopênica, pois está diretamente envolvido na inflamação do músculo esquelético por meio da ativação das células satélites (BATSIS; VILLAREAL, 2018). Essa patologia também pode deixar a mulher mais suscetível ao desenvolvimento da síndrome metabólica, o aumento da morbimortalidade, incapacidade para as atividades básicas e instrumentais da vida diárias e aumento do risco de fragilidade (BATSIS; VILLAREAL, 2018; KWON; YOON; LEE, 2018).

Estudos mostram a necessidade do desenvolvimento de estratégias de prevenção e tratamento da obesidade sarcopênica, envolvendo diversas terapias, dentre elas a dieta e o exercício físico, a fim de melhorar os parâmetros da composição corporal (redução da massa gorda e aumento da quantidade e qualidade da massa muscular), ou seja, uma forma eficaz de promover a RC (BATSIS; VILLAREAL, 2018; GOISSER *et al.*, 2015; KIM *et al.*, 2022; TROUWBORST *et al.*, 2018).

3.3 RECOMPOSIÇÃO CORPORAL

Em um programa de TF um dos principais objetivo seria reduzir o percentual de gordura e, de forma simultânea, aumentar a massa muscular, mas será que isso é possível?

Os programas tradicionais destacam que o ganho ou perda de peso é inerente ao balanço calórico, ou seja, se estiver em déficit calórico acontecerá a perda de peso, se estiver em superavit calórico o ganho de peso e um balanço calórico neutro aconteceria uma estabilização do peso corporal (HALL *et al.*, 2012; SLATER *et al.*, 2019). Assim, seria inviável a ocorrência da redução da gordura corporal e aumento da massa muscular de forma simultânea, já que seria contraditório, pois teríamos duas vias caminhando em lados opostos. Portanto, essa condição não é totalmente verdadeira, pois a literatura já mostrou trabalhos em que diferentes populações conseguiram o feito de reduzir a gordura e aumentar a massa muscular ao mesmo tempo (BARAKAT *et al.*, 2020; RIBEIRO *et al.*, 2022, 2023) e isso mesmo em condições hipocalóricas (JOSSE *et al.*, 2011). Provavelmente, isso é possível pois a massa gorda e a massa muscular não são dependentes uma da outra e são reguladas de forma distinta. Então, as

respostas sobre a composição corporal, parecem ser mais complexas do que analisar o balanço calórico isoladamente.

Então, a resposta para a pergunta: ganhar músculo e perder gordura ao mesmo tempo é possível? Seria sim, e isso é discutido no trabalho de Barakat *et al.* (2020). Os autores descrevem o processo de perda de gordura e, concomitantemente, aumento da massa muscular como sendo denominado de RC (BARAKAT *et al.*, 2020). A RC é uma estratégia de tratamento que tem como foco principal a promoção da redução de massa gorda e aumento da massa magra simultaneamente, visando uma melhora na composição corporal, principalmente de indivíduos destreinados ou iniciantes, bem como de indivíduos obesos ou com sobrepeso (BARAKAT *et al.*, 2020; RIBEIRO *et al.*, 2022).

Como já mencionado e explorado anteriormente, a obesidade sarcopênica combina duas alterações morfológicas, condições denominadas de obesidade e sarcopenia (BATSIIS *et al.*, 2013; POLYZOS; MARGIORIS, 2018). Assim, terapias que tenham uma solução eficaz para combater essas patologias são necessárias. Neste sentido, a RC pode ser um alvo terapêutico para evitar o quadro de obesidade sarcopênica e pode ser maximizada por meio do TF e uma dieta equilibrada a fim de promover o aumento no ganho da massa e força muscular esquelética e diminuição da massa gorda corporal (RIBEIRO *et al.*, 2022).

Estudos mostraram que a combinação do TF associado a uma dieta rica em proteína tende a melhorar e promover a RC, principalmente se o consumo de proteínas for alto ($>2,0$ g/kg/d) (BARAKAT *et al.*, 2020; RIBEIRO *et al.*, 2022). Outros estudos sugerem a associação de TF intenso e um consumo elevado de proteína (1,2 g/kg de peso corporal) e isoflavonas de soja (PETRONI *et al.*, 2019). Então, parece que a dieta associada ao TF é uma das estratégias mais eficaz para promover a RC e, portanto, combater ou evitar a obesidade sarcopênica (TROUWBORST *et al.*, 2018). Afirmando esse conceito, a fisiopatologia da obesidade sarcopênica e as estratégias de intervenção para a melhoria dessa condição e forma de promover a RC podem ser visualizadas na figura 02.

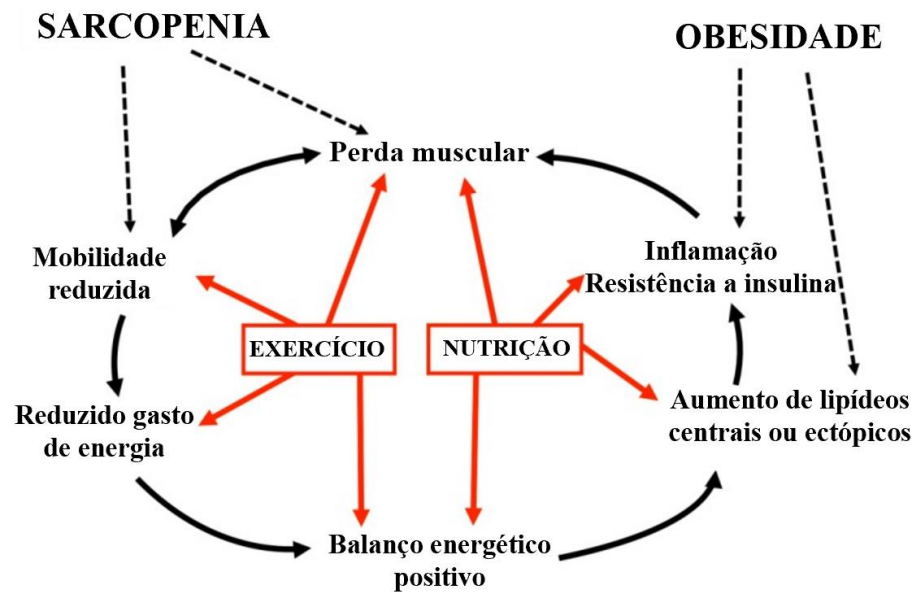


Figura 02 - Fisiopatologia e estratégias de intervenção para o tratamento da obesidade sarcopênica.

FONTE: Adaptado de TROUWBORST *et al.* (2018).

LEGENDA: Setas negras: fisiopatologia da obesidade sarcopênica; Setas vermelhas: potenciais alvos de intervenções nutricionais e de exercícios para combater a obesidade sarcopênica.

Como evidenciado, a associação do TF e o excesso de consumo de proteína pode promover a RC. Portanto, ainda não está claro na literatura quais as variáveis do TF podem otimizar a RC. Assim, manipular as variáveis pode ser uma alternativa para o excesso de proteínas, já que a intensidade e o volume do treinamento podem maximizar o aumento da hipertrofia e a redução da massa gorda (ISLAM; TOWNSEND; HAZELL, 2018; NUNES *et al.*, 2016; OLIVEIRA-JÚNIOR *et al.*, 2020; STARON *et al.*, 1990). No entanto, faz-se necessário um estudo abordando a intensidade e o volume do TF sobre a RC.

3.4 INTENSIDADE E VOLUME DO TREINAMENTO DE FORÇA

Na maioria das vezes a menopausa é estigmatizada como se fosse uma patologia devido à redução dos hormônios ovarianos que acarreta mudanças negativas no organismo feminino (ANINYE; LAITNER; CHINNAPPAN, 2021). Contudo, deve ser compreendida clinicamente como um processo natural da vida da mulher. Natural, pois é inevitável essa fase ao longo da vida, porém não deve ser comum os aspectos negativos, já que a ciência destaca meios preventivos, tal como o TF, para minimizar os efeitos deletérios e melhorar a qualidade de vida das MPM (BERIN *et al.*, 2022).

O TF vem sendo recomendado como uma estratégia eficaz para promover a RC. Essa condição pode ser considerada um alvo terapêutico contra a obesidade sarcopênica, já que é capaz de aumentar a massa muscular e concomitantemente reduzir a gordura corporal (BARAKAT et al., 2020; RIBEIRO et al., 2022, 2023). Manipular as variáveis do TF pode ser uma estratégia para otimizar os resultados sobre a RC e também sobre o DFF em MPM.

De acordo com o modelo de progressão do *American College of Sports Medicine* (2009) a intensidade e o volume são variáveis importantes para a prescrição de um programa de TF ideal. Contudo, até o presente momento, não está claro se um maior volume, ou seja, utilização de séries múltiplas são necessárias para melhorar ou maximizar os benefícios sobre a composição corporal e o DFF em MPM. Visto que, algumas evidências sugerem existir uma relação dose-resposta entre o volume do treinamento e as variáveis de força muscular (BORDE; HORTOBÁGYI; GRANACHER, 2015; RIBEIRO et al., 2015), hipertrofia muscular (OLIVEIRA-JÚNIOR et al., 2020), redução da gordura corporal (NUNES et al., 2016) e a melhora no DFF (NUNES et al., 2017), e outras não encontraram diferenças estatísticas significantes ao comparar os protocolos de séries múltiplas *versus* série única sobre a força e qualidade muscular (CUNHA et al., 2020), composição corporal (RIBEIRO et al., 2015) e DFF (ABRAHIN et al., 2014). Já com relação a intensidade, diferentes cargas podem oferecer resultados eficazes nas variáveis de massa muscular, tais como, aumento da hipertrofia e força muscular, além disso a baixa carga, desde que chegue próximo ou até a falha muscular, demonstrou ser mais eficiente do que a alta carga para aumentar massa muscular (CARNEIRO et al., 2022a; FRANCO et al., 2019). Provavelmente, por aumentar a taxa de síntese de proteína (DAMAS; LIBARDI; UGRINOWITSCH, 2018).

Em paralelo a isso, a utilização de protocolos com baixa carga para idosos parece ser suficiente para atingir resultados positivos (FISHER et al., 2017). Assim, associar o protocolo de série única com o protocolo de baixa carga, desde que promova efeitos significantes, pode ser uma alternativa promissora, pois além de ser um protocolo mais curto, aumentaria a adesão e a consistência dos idosos que relatam lesões que impossibilita a utilizar de cargas elevadas (BURTON et al., 2017).

A intensidade tem sua relevância clínica baseada na capacidade de induzir uma resposta fisiológica maior (BUITRAGO et al., 2014). Inflige danos musculares mais elevados (WINCHESTER et al., 2022) e promove uma magnitude superior na taxa de síntese de proteína, que é geralmente expressa em hipertrofia muscular (DAMAS; LIBARDI; UGRINOWITSCH, 2018). Além disso, é uma das variáveis que mais influencia o consumo de oxigênio pós-exercício (BØRSHEIM; BAHR, 2003; SCHUENKE; MIKAT; MCBRIDE, 2002;

THORNTON; POTTEIGER, 2002; VILAÇA-ALVES *et al.*, 2016). Uma metanálise mostrou que para grandes efeitos no consumo máximo de oxigênio um programa de TF deve ter intensidade superior a 60% de uma repetição máxima (1RM) (MUÑOZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2017). Contudo, o TF parece ser dependente da intensidade para otimizar a hipertrofia miofibrilar (STARON *et al.*, 1990), o consumo excessivo de oxigênio pós-exercício e o consumo de gordura (ISLAM; TOWNSEND; HAZELL, 2018). Então, manipular essa variável pode ser uma alternativa para controle de peso e melhoria da composição corporal em MPM.

Em paralelo, um maior volume promove um gasto energético superior durante o exercício (MEIRELLES; GOMES, 2004) e tem efeitos duradouros na síntese de proteínas musculares (PHILLIPS *et al.*, 1997). De fato, aumentar o trabalho total faz com que o músculo fique um maior tempo sob tensão e tem um impacto substancial no aumento da síntese de proteínas mitocondriais, sarcoplasmáticas (BURD *et al.*, 2012) e acréscimo de proteína miofibrilar (BURD *et al.*, 2010). Evidências sugerem existir uma relação dose-resposta gradual entre o volume TF e hipertrofia muscular (OLIVEIRA-JÚNIOR *et al.*, 2020; SCHOENFELD *et al.*, 2019; SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017), bem como para a redução da gordura corporal em MPM (NUNES *et al.*, 2016).

Assim, a prescrição da intensidade, volume ideal e dose mínima de TF, suficientes para promover adaptações positivas sobre a composição corporal e DFF em MPM, ainda permanecem inconclusivos e com crescente interesse pela literatura. Do ponto de vista prático, se um programa de TF com protocolo de série única se mostrar tão eficaz quanto um programa de séries múltiplas para promover resultados satisfatórios, logo, a barreira de excesso de tempo gasto durante as sessões poderia ser sanada (VAN ROIE *et al.*, 2015). Neste sentido, estudos adicionais comparando essas condições se tornam relevantes para a população investigada, afim de encontrar a dose mínima eficiente e capaz de reduzir o quadro de obesidade sarcopênica no envelhecimento. Portanto, manipular o volume e a intensidade podem maximizar o processo de RC e evitar o quadro de obesidade sarcopênica.

Em termos gerais, o papel do TF com diferentes volumes e o protocolo de série única associado a baixa carga sobre a RC e o DFF em MPM tem sido pouco investigado. Diante deste contexto, o presente estudo pretende elucidar os efeitos da intensidade e do volume sobre a RC e o DFF em MPM.

4 MÉTODOS

4.1 AMOSTRA E DELINEAMENTO DO ESTUDO

O presente estudo consistiu em um ensaio clínico controlado e randomizado com MPM. As participantes foram informadas sobre os procedimentos que seriam realizados, esclarecidas quanto ao sigilo das informações colhidas durante a realização do trabalho e deram o seu consentimento por meio da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (Vide anexo A). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos sob o n° de parecer 2.654.326 (CAAE 85052218.0.0000.51.54) (Vide anexo B), realizado de acordo com a Declaração de Helsinki da Associação Médica Mundial (WMA, 1964) e as normas constituintes da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa com Seres Humanos.

Vem sendo considerado que uma diferença mínima clinicamente importante é equivalente a uma diferença de 0,5 desvio padrão de mudança (BLOOM *et al.*, 2021). Neste sentido, um tamanho de efeito moderado (ex. $d=0,5$) pode ser considerado para o cálculo amostral de um estudo de comparação entre intervenções (BLOOM *et al.*, 2021). No entanto, para garantir um tamanho amostral adequado usamos um tamanho de efeito mais conservador. Assim, por meio do G*Power (versão 3.1.9.2), considerando três grupos, duas medidas repetidas, tamanho de efeito $f = 0,2$, família de teste F (ANOVA mista), erro alfa de 5%, uma correlação entre as medidas repetidas de 0,7 e poder de teste 80%, o tamanho amostral necessário foi estimado em 42 participantes.

Neste sentido, foram recrutadas a participar voluntariamente do presente estudo MPM com faixa etária superior a 50 anos, por meio de cartazes e divulgações via redes sociais, posteriormente pré-cadastradas em uma lista e convidadas por meio de ligações telefônicas. Este estudo controlado e randomizado foi concluído com 43 participantes de uma amostra inicial de 161 mulheres (Figura 1).

Após a avaliação inicial, todas as participantes foram alocadas aleatoriamente nos seguintes grupos: I) Série única com alta carga (SUAC, $n=14$, protocolo com uma série de 8 a 12 repetições máximas), II) Série única com baixa carga (SUBC, $n=15$, protocolo com uma série de 25 a 30 repetições máximas) e III) Séries múltiplas com alta carga [SMAC, $n=14$, protocolo com três e seis séries de 8 a 12 repetições máximas).

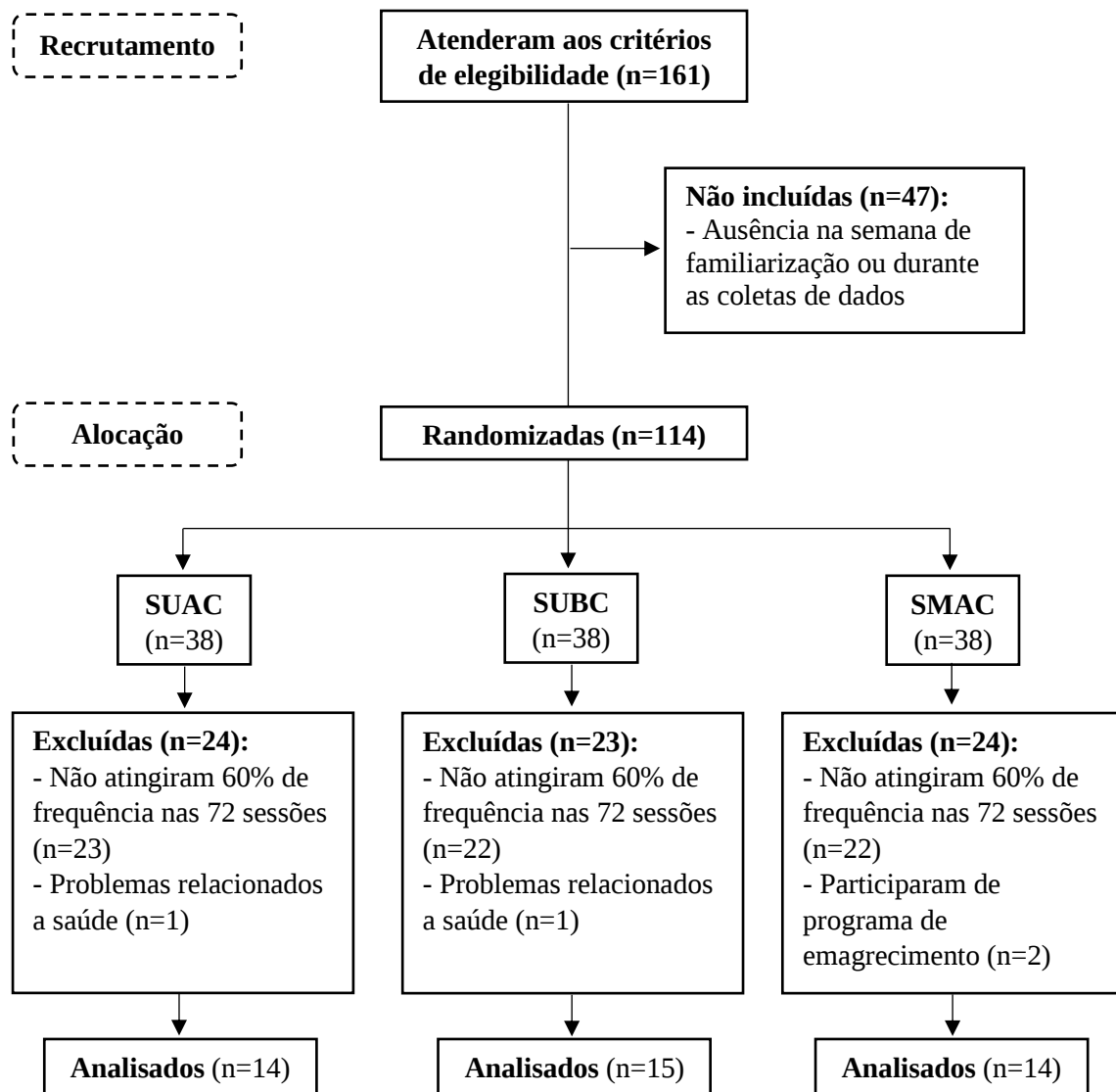


Figura 03 - Fluxograma mostrando o número de participantes em cada estágio do estudo

SUAC= Grupo série única com alta carga; SUBC= Grupo série única com baixa carga; SMAC= Séries múltiplas com alta carga

4.1.1 Processo cronológico do estudo

Para investigar os efeitos dos protocolos de TF com série única (SUAC e SUBC) e SMAC sobre a RC e o DFF em MPM, esse estudo controlado foi desenvolvido em um período total de 27 semanas (figura 2). A primeira semana foi utilizada para familiarização (três sessões de TF) das participantes com o protocolo de treino (semana 1); a segunda semana para avaliações e coletas de dados para o momento pré (semana 2); 24 semanas de intervenção com

os protocolos SUAC, SUBC e SMAC (semanas 3 a 26); e por fim, na última semana, as avaliações e coletas de dados no momento pós (semana 27).

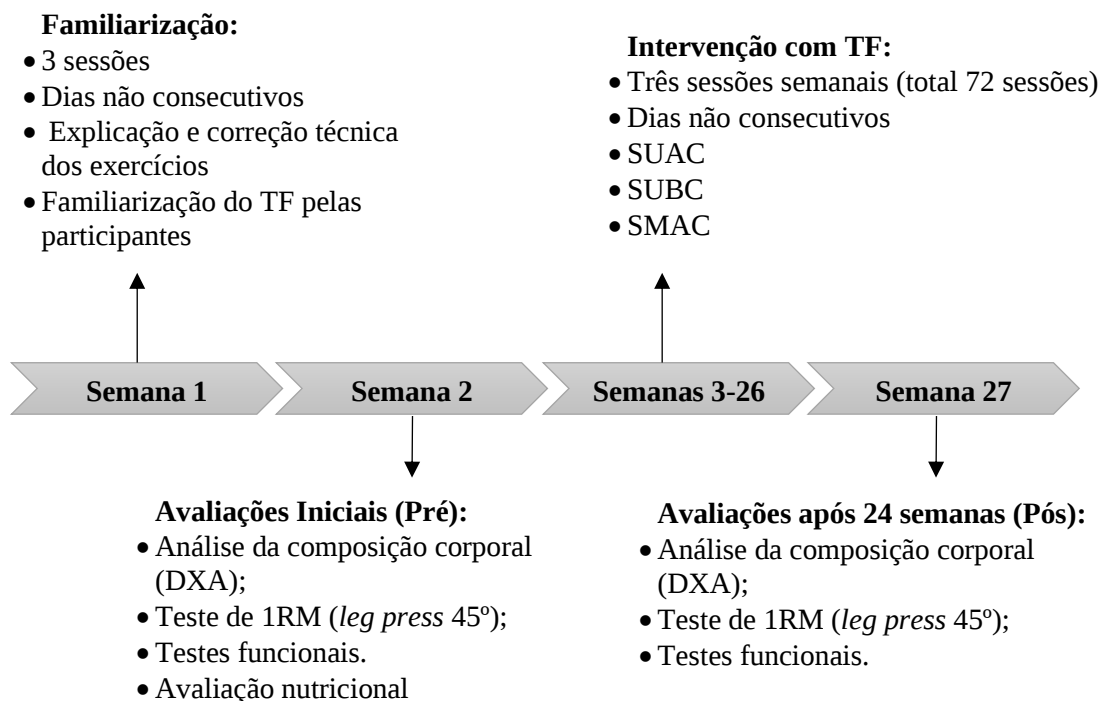


Figura 04 - Progresso cronológico do estudo em 27 semanas.

TF= Treinamento de força; SUAC= Série única com alta carga; SUBC= Série única com baixa carga; SMAC= Séries múltiplas com alta carga; RM= Repetição máxima.

4.1.2 Critérios de inclusão

Os critérios adotados para que fossem incluídas no estudo foram: possuir faixa etária > 50 anos de idade; amenorreia espontânea há pelo menos 12 meses (pós-menopausa); não possuíam qualquer doença de caráter neurológico, cardiorrespiratório, cancerígeno, alterações morfofuncionais e/ou antecedentes de lesões e doenças neuro-músculo-articulares que se contraindique-se a realização dos exercícios; não possuir hipertensão controlada (aquelas que tinham pressão arterial sistólica ≥ 160 mmHg e pressão arterial diastólica ≥ 120 mmHg não foram incluídas); não fazer a utilização de tabaco; não ter participado ou estar participando de programas de TF, emagrecimento em clínicas de estética ou similares nos últimos seis meses.

4.1.3 Critérios de exclusão

Foram excluídas do presente trabalho: as voluntárias que participaram de programas de emagrecimento em clínicas de estética ou similares em qualquer período durante as 24 semanas de intervenção.

Esse é um estudo por protocolo, portanto também foram excluídas do estudo as mulheres que realizaram a avaliação inicial (anamnese), mas tiveram ausências durante as coletas de dados (composição corporal e testes funcionais) e nas sessões de familiarização. Além disso, também foram excluídas as mulheres que desistiram durante o treinamento e consequentemente não completaram 60% de frequência ou faltaram mais de quatro semanas completas e ainda as que não realizaram as últimas avaliações (problemas relacionados ao trabalho, logística ou simplesmente não retornaram para as avaliações pós-intervenção).

4.2 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS DE COLETA

As coletas dos dados foram realizadas durante uma semana em dias não consecutivos e divididos em duas fases:

- 1º) Anamnese, entrevistas e testes funcionais;
- 2º) Avaliação antropométrica e composição corporal.

Para não sobrecarregar os avaliadores e as respectivas fases, as participantes foram distribuídas em diferentes grupos para realização dos procedimentos em momentos distintos.

Para a caracterização inicial da amostra foram utilizados os dados da ficha de anamnese (sendo realizada por meio de uma entrevista), questionários e a análise antropométrica. Os dados coletados incluíram informações sobre hábitos comportamentais, histórico de doenças, ingestão de medicamentos, hábitos nutricionais, quantificação de atividade física e tempo sentado semanal.

4.2.1 Quantificação do tempo gasto em atividade física e tempo sentado

Para estimar o tempo gasto em atividade física e tempo sentado (minutos por semana) foi utilizada a versão longa do Questionário Internacional de Atividade Física (*International Physical Activity Questionnaire – IPAQ*). Sendo esse um instrumento validado para a população brasileira capaz de quantificar o tempo despendido em diversas situações do cotidiano (MATSUDO *et al.*, 2001).

4.2.2 Medidas antropométricas

O peso corporal e a medida da estatura foram realizados por meio de uma balança digital (Lider®, Brazil) e por um estadiômetro acoplado à balança. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado a partir da seguinte fórmula matemática: $IMC = \text{massa corporal} / \text{estatura}^2$.



Figura 05 - Imagem ilustrativa da balança digital (Lider) para análise antropométrica.

FONTE: Lider balanças.

Disponível em: <<https://www.liderbalancas.com.br/>>. Acesso em: 21 fev. 2023

4.2.3 Avaliação da composição corporal

A quantificação dos dados da composição corporal foi realizada por meio de absorciometria por emissão de raio-X de dupla energia [(DXA) (Lunar iDXA; GE®, Madison, WI, USA)]. A análise foi realizada por meio de um *software* específico para verificar os desfechos (*Encore Software, version 14.10*).

Em ambos os momentos (pré e pós intervenção com o TF), a avaliação foi realizada de forma cega e sempre pelo mesmo avaliador, as medidas foram realizadas no período matutino, entre 08 e 10h da manhã e as participantes receberam as seguintes instruções:

- a) Hidratar previamente, ingerindo pelo menos 2 litros de água no dia anterior da avaliação;
- b) Vestir roupas adequadas (leves e sem objetos metálicos);
- c) Urinar imediatamente antes da avaliação;
- d) Estar em jejum por no mínimo 8 horas.

Após o processamento, linhas (*ROIs*) padronizadas geradas pelo próprio *software* foram ajustadas para demarcar os pontos anatômicos específicos que são usados rotineiramente para

avaliar a composição corporal. Os procedimentos de análise foram realizados conforme é orientado por evidências atuais, baseado na forma correta de aplicação e aspectos técnicos do DXA (BAZZOCCHI et al., 2016).

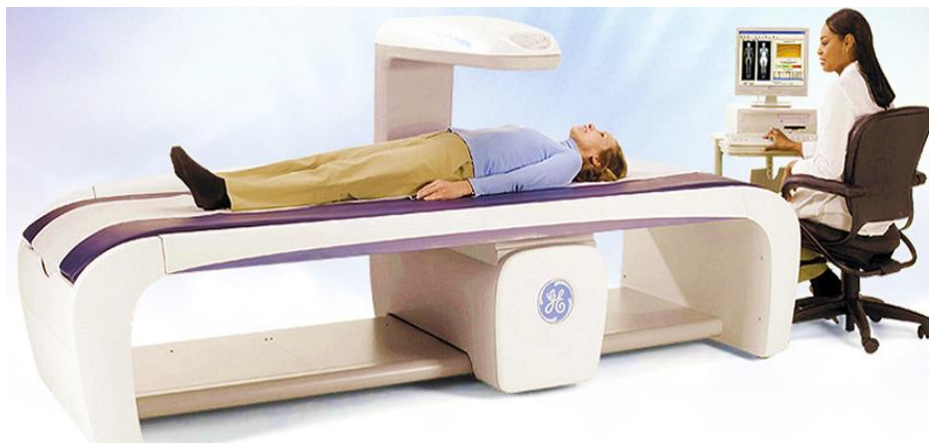


Figura 06 - Imagem ilustrativa da análise de composição corporal realizado pelo DXA.

FONTE: GE Healthcare | Home | GE Healthcare, 2018.

Disponível em: <<https://www.gehealthcare.co.uk/>>. Acesso em: 21 fev. 2023.

As variáveis analisadas no DXA, referentes à composição corporal, foram baseadas em:

- a) Composição de gordura: tecido adiposo visceral, massa gorda total e porcentagem de gordura;
- b) Composição de massa muscular: massa muscular de membros superiores, massa muscular de membros inferiores, massa muscular total e índice de massa muscular (IMM). O IMM foi determinado por meio da massa muscular apendicular (kg) dividido pela altura ao quadrado (fórmula: $IMM = \text{massa muscular apendicular (kg)} / \text{Altura}^2$).

4.2.4 Avaliação do Desempenho Físico Funcional

Três testes foram utilizados como parâmetro para analisar o DFF das participantes. Os testes selecionados foram escolhidos como critério para avaliar a força e potência dos membros inferiores, a agilidade, o equilíbrio corporal dinâmico, a função física e a capacidade submáxima em exercício. Foram realizados no período matutino (entre 08 e 10h da manhã) e as participantes foram orientadas a comparecerem ao local da avaliação alimentadas, com vestimenta adequada para realização dos testes (roupas leves e calçados que proporcionassem segurança) e realizaram aquecimento geral com caminhada em velocidade habitual por cinco minutos.

4.2.4.1 *Teste Sentar e Levantar Cinco Vezes (SLCV)*

As participantes iniciaram o teste sentadas em uma cadeira, com o tronco ereto apoiando-se no encosto, pés afastados na largura dos ombros, braços cruzados sobre o tronco (a altura da cadeira foi padronizada em 43 cm do assento ao solo) e ao comando do avaliador deveriam levantar e sentar cinco vezes o mais rápido possível, porém evitando impactos intensos dos quadris no momento de sentar-se na cadeira e realizar o movimento completo. Inicialmente o avaliador demonstrou a execução correta do teste. Posteriormente, as participantes ficaram em posição e ao comando de “Atenção, já!”, executaram os movimentos. Foi utilizado um cronômetro e o tempo do teste foi registrado em segundos após concluírem as cinco repetições (foi realizada apenas uma tentativa).



O movimento completo do teste consiste em levantar totalmente da cadeira e sentar novamente. Para realizar o teste o avaliado deve repetir cinco movimentos completos.

Figura 07 - Imagem ilustrativa do teste de sentar e levantar cinco vezes.

FONTE: Adaptado de DACA (2016).

4.2.4.2 *Timed Up and Go (TUG)*

Nesse teste as participantes também iniciaram sentadas em uma cadeira (altura padrão de 43 cm) seguindo o mesmo padrão de posicionamento do teste SLCV. Para a execução do teste as participantes deveriam levantar-se da cadeira sem auxílio dos braços, caminhar até o cone (localizado a 3 m de distância) na maior velocidade possível, contorna-lo, voltar e se sentar na cadeira. O teste iniciou ao comando de “Atenção, já!”. Novamente foi utilizado um cronômetro (unidade de medida utilizada foi o tempo em segundos) para registrar o tempo que as participantes gastaram para concluir a tarefa (duas tentativas foram realizadas e adotado o menor tempo para avaliar a performance no teste).

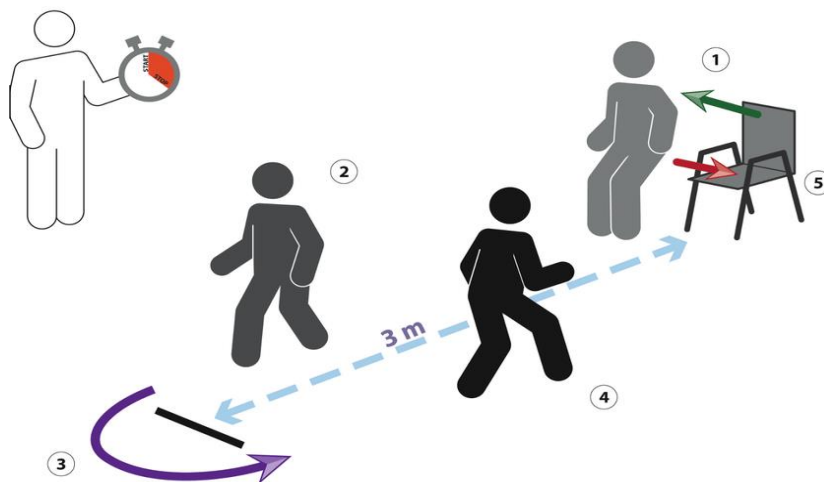


Figura 08 - Imagem ilustrativa do Teste de Agilidade e Equilíbrio *Timed Up And Go Test* (TUG).

FONTE: Adaptado de NIERAT *et al.* (2016).

4.2.4.3 Teste de Velocidade de Marcha de 6 minutos (VM6min)

Seguiu as recomendações da *ATS Statement: Guidelines For The Six-Minute Walk Test* (AMERICAN THORACIC SOCIETY, 2002). Nesse teste as participantes deveriam percorrer, caminhando o quão rápido conseguissem sem correr, a maior distância possível em 6 minutos. O teste foi realizado ao redor de uma quadra poliesportiva que tinha circunferência total de 106 metros. O ambiente era ventilado, com temperatura agradável e com o solo estável, sem obstáculo e nivelado.

Antes de iniciar o teste o avaliador mostrou o percurso e passou todas as instruções necessárias para a realização. Foi utilizado um cronômetro e aferida a distância final percorrida após os 6 minutos. As participantes receberam estímulo verbal com palavras de motivação para não desistirem. Caso a participante sentir-se muito cansada, foi permitido caminhar de vagar e/ou parar (por um breve período) ao longo do teste para descansar e posteriormente continuar o percurso quando se sentisse confortável.

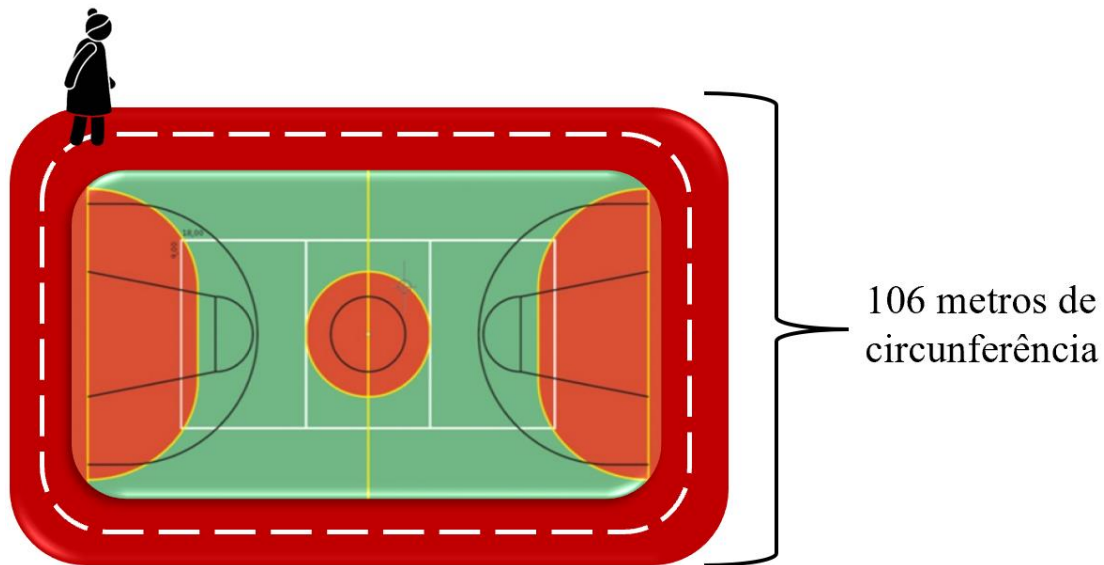


Figura 09 - Imagem ilustrativa do local de realização do Teste de VM6min.

FONTE: Do Autor, 2023

4.2.5 Teste de força muscular

Para a quantificação da força muscular foi utilizado o teste de 1RM, do qual as participantes teriam que levantar a maior quantidade de carga (Peso) nos membros inferiores no aparelho *leg press 45°* da marca *Moldmac® Soil*, Franca, SP, Brasil, apresentado na figura 10.



Figura 10 - Imagem ilustrativa do aparelho (*leg press 45°*) utilizado no teste de 1RM

FONTE: MOLDMAC *live fitness*.

Disponível em: <<https://www.moldmacfitness.com.br/leg-press-45-020-7>>. Acesso em: 21 fev. 2023.

Antes do teste propriamente dito, foi adotado como estratégia de aquecimento que as participantes caminhassem em velocidade habitual por cinco minutos e posteriormente aquecimento no próprio aparelho com a carga determinada de forma subjetiva de acordo com a *performance* observada durante a semana de familiarização. Esse aquecimento, no aparelho específico, foi realizado com três séries com intervalo de 90 segundos entre as séries. O peso foi progressivamente aumentado (30-40%, 50-60% e 80-90% de 1RM respectivamente para cada uma das três séries) à medida que as repetições reduziam gradualmente a cada série de aquecimento (15-20, 8-12 e 3-5). Após o aquecimento específico as participantes tiveram um tempo de três a cinco minutos de descanso.

Para a determinação da carga máxima foram realizadas no máximo cinco tentativas, mantendo o intervalo de três a cinco minutos entre elas. As participantes foram orientadas e estimuladas verbalmente para realizar duas repetições. Caso apresentasse condições de realizar de forma completa (amplitude de movimento: 90 ° - 0°) a segunda repetição, uma nova tentativa era realizada com uma carga maior. Caso a carga fosse superestimada e a voluntária não conseguisse realizar ao menos uma repetição a carga era reduzida para a próxima tentativa. Esse procedimento foi realizado até encontrar a carga equivalente a 1RM.

4.2.6 Treinamento de força

Oito exercícios (corpo todo) foram realizados por todos os grupos de TF, na seguinte ordem: *leg press* 45 °, *peck deck*, flexão de joelhos, puxador costas, extensão de joelhos, tríceps *scott*, panturrilha em pé, e abdominal supra no chão (foram utilizados os equipamentos da marca Moldmac® Soil, Franca, SP, Brasil).

A intervenção com o TF foi realizada por um período total de 24 semanas, realizando três sessões por semana em dias não consecutivos e totalizando 72 sessões de treinamento ao final do período. Os grupos de SUAC e SMAC realizaram de 8 a 12 repetições máximas por exercício (zona de RM) com diferenças entre as quantidades de séries executadas, já o grupo SUBC realizou de 25 a 30 repetições máximas por exercício (zona de RM). As participantes foram instruídas a realizar repetições até a falha concêntrica (para cada repetição foi recomendado manter pelo menos um segundo e meio por fase de contração muscular, sem intervalo entre as fases). Os grupos SUAC e SUBC realizaram uma série para cada exercício, enquanto o grupo SMAC realizou de três a seis séries por exercício (sete participantes realizaram três séries durante as 24 semanas e sete participantes foram progredindo até chegar em seis séries). O intervalo entre as séries para todos os grupos foi de 90 segundos. Antes de

todas as sessões de TF, foi realizado aquecimento geral com caminhada em velocidade habitual por cinco minutos.

Para garantir a progressão adequada da sobrecarga, zona de repetição e permanência dentro da intensidade estipulada todas as sessões de TF foram supervisionadas por profissional habilitado e qualificado. Este realizava ajustes semanais nas cargas de treinamento quando era observado extrapolação do limite, superior ou inferior do número de repetições designado, aumentando ou reduzindo a carga em torno de 5-10% respectivamente para cada situação, desta forma mantendo as zonas de treinamento estipuladas inicialmente.

Os exercícios de panturrilha e abdominal não tiveram sua carga quantificada, contudo as participantes de ambos os grupos mantinham nestes exercícios todas as demais características já elucidadas para cada grupo.

4.2.6.1 Volume de treinamento

A carga (peso em kg) utilizada, bem como o número de repetições que cada voluntária realizava, foram anotadas em todas as sessões de treinamento e para todos os exercícios. O volume de trabalho diário de cada exercício foi calculado a partir do registro de treino de cada participante utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Volume} = \text{Número de repetições} \times \text{carga}$$

Figura 11 - Fórmula usada para calcular o volume de treinamento diário

Fonte: Do autor, 2022

Dessa forma, foi possível quantificar o volume do treino em toneladas (t) após as 24 semanas de intervenção, sendo divididos em:

- Volume de membros superiores: sendo agrupados os três exercícios (*peck deck*, puxador costas e tríceps *Scott*) e calculado o volume total de trabalho de membros superiores;
- Volume de membros inferiores: sendo agrupados os três exercícios (*Leg press 45°*, cadeira extensora e mesa flexora) e calculado o volume total de trabalho de membros inferiores;
- Volume total: sendo apresentado como o somatório do volume de membros superiores e volume de membros inferiores.

4.2.7 Dados nutricionais

A coleta dos dados alimentares foi realizada por meio do recordatório alimentar de 24 horas (dois dias da semana presencialmente e um dia do final de semana, por meio de ligações telefônicas) conduzida por um nutricionista, com base no *5-step multiple-pass* (CONWAY *et al.*, 2003).

As participantes foram orientadas a manterem a ingestão nutricional habitual. Para avaliar os recordatórios alimentares de 24h foi utilizado o Software DietPró® versão 27.0 e as tabelas nutricionais: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) (TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS, 2011) e Tabela de Composição Alimentar Norte-americana (U.S DEPARTMENT OF AGRICULTURE: AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE, 2019). Os valores dos macronutrientes (carboidratos, proteína e lipídeos) e energia foram calculados através da média do consumo alimentar dos 3 dias coletados. No entanto, os valores coletados que foram incompatíveis com a realidade, não apresentando o mínimo necessário de macronutrientes ou energia para sobrevivência foram omitidos dessas estimativas para reduzir o viés.

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Um escore z (z-escore) das alterações percentuais da massa muscular apendicular (delta %) e da massa gorda total (delta %) foi calculado. Um z-escore composto derivado da média dos componentes foi calculado usando a seguinte formula: (z-score do delta % da massa muscular apendicular) + (-1x z-score do delta % da massa gorda) / 2 (RIBEIRO *et al.*, 2022, 2023).

A distribuição dos dados foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk e a homocedasticidade pelo teste de Levene. Os dados da caracterização da amostra foram analisados ANOVA (análise de variância) -*One Way*. As diferenças sobre o volume do TF após as 24 semanas de intervenção foram analisadas pelo Teste Kruskal Wallis (dados não paramétricos). Os efeitos dos grupos (tempo e interação grupos pelo tempo) sobre DFF, composição corporal e força muscular foram analisados por meio de ANOVA mista (medidas repetidas). Os efeitos dos grupos sobre RC (z-escore composto) por análise de covariância (ANCOVA) e ajustado para idade, tempo de atividade física e tempo sentado. Para verificar a associação entre o z-escore composto e as alterações da DFF e força muscular por meio de regressão linear.

Os dados são apresentados como média e desvio padrão para os dados contínuos com distribuição normal; mediana e intervalo interquartilico para os dados contínuos sem distribuição normal; valor absoluto e percentual para as variáveis categóricas (características clínicas); e média e intervalo de confiança de 95% (IC 95%) para os valores de delta (Δ). Para todas as análises, um valor de $p \leq 0,05$ foi aceito como estatisticamente significativo. A realização do tratamento estatístico foi por meio do programa Jamovi, versão 1.6.23.

5 RESULTADOS

5.1 CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA NA LINHA DE BASE

As características antropométricas, clínicas e nutricionais iniciais são apresentadas na tabela 1. A amostra do estudo foi composta por MPM com a média do IMC apresentando classificação de sobrepeso de acordo com a Organização Mundial da Saúde (WHO - World Health Organization, 2000). Todas as participantes foram consideradas ativas, apresentando tempo de realização de atividade física semanal com valor superior a 150 min/sem, porém tempo sentado em minutos por semana também foi considerado alto (caracterizando comportamento sedentário), não sendo observada diferença estatística significativa entre os grupos em ambas as variáveis.

Nas características clínicas foram observados 22 participantes com quadro controlado de hipertensão (utilizavam anti-hipertensivo), 10 participantes com diabetes, oito com hipotireoidismo e 12 com hipercolesterolemia. Com relação a utilização de medicamentos 23 participantes utilizavam anti-hipertensivo, 11 utilizavam hipoglicemiante, 14 utilizavam hipolipemiantes, oito utilizavam antidepressivos, três utilizavam ansiolítico e seis realizavam a utilização de terapia hormonal.

Os dados nutricionais são apresentados como energia (Kcal), proteínas (g/kg), lipídeos (g/kg) e carboidratos (g/kg). O consumo médio de energia, proteínas, lipídios e carboidrato foi superior a 1250 kcal, 0,9 g/kg, 0,6 g/kg e 2,4 g/kg, respectivamente. Não houve diferença significativa entre os grupos com relação a ingestão nutricional.

Tabela 01 - Características gerais das participantes na linha de base.

VARIÁVEIS	SUAC (n=14)	SUBC (n=15)	SMAC (n=14)	P
Idade (anos)	61,6±6,8	64,9±8,9	62,0±5,8	0,426
Massa Corporal (Kg)	70,4±17,5	71,3±11,7	60,5±8,6	0,062
IMC (Kg/m ²)	27,8±5,6	28,1±5,3	25,1±3,3	0,216
IMM (Kg/m ²)	7,1±1,4	7,0±0,9	6,4±0,5	0,129
AF (min/sem)	422,9±456,6	409,3±308,2	418,9±256,7	0,994
TS (min/sem)	3773,3±1801,	3968,5±1775,6	3491,4±1426,3	0,747

5

Características Clínicas**(n)**

Hipertensão	7,0(50%)	9,0(60%)	6,0(42,9%)	-
Diabetes	4,0(28,6%)	6,0(40%)	0,0	-
Hipotireoidismo	3,0(21,4%)	4,0(28,6%)	1,0(7,1%)	-
Hipercolesterolemia	4,0(28,6%)	4,0(26,7%)	4,0(28,6%)	-

Uso de medicamentos (n)

Anti-hipertensivo	7,0(50%)	9,0(60%)	7,0(50%)	-
Hipoglicemiantes	4,0(28,6%)	6,0(40%)	1,0(7,1%)	-
Hipolipemiantes	5,0(35,7%)	5,0(33,3%)	4,0(28,6%)	-
Antidepressivo	4,0(28,6%)	1,0(6,7%)	3,0(21,4%)	-
Ansiolítico	3,0(21,4%)	0,0	0,0	-
Terapia hormonal	2,0(15,4%)	1,0(6,7%)	3,0(21,4%)	-

Dados Nutricionais

Energia (Kcal)	1336,0±288,0	1384,0±644,0	1276,0±336,0	0,825
Proteínas (g/kg)	1,0±0,4	0,9±0,3	1,1±0,4	0,446
Lipídios (g/kg)	0,7±0,3	0,6±0,2	0,8±0,4	0,210
Carboidratos (g/kg)	2,4±0,7	2,5±1,4	2,6±0,9	0,845

SUAC= Grupo série única com alta carga; SUBC= Grupo série única com baixa carga; SMAC= Grupo múltiplas séries com alta carga; IMC= Índice de massa corporal; IMM= índice de massa muscular; AF= quantidade de atividade física em minutos por semana; TS = Tempo Sentado em minutos por semana. Os dados são apresentados como média e desvio padrão para os dados contínuos; e os dados das variáveis categóricas são apresentados como valor absoluto e percentual.

5.2 VOLUME DO TREINAMENTO DE FORÇA

O volume do TF em toneladas (t) é apresentado na tabela 2. O grupo SMAC teve um maior volume de membros superiores, membros inferiores e volume total ao ser comparado com os demais grupos ($p < 0,001$). O grupo SUBC demonstrou uma superioridade no volume de treinamento de membros superiores ao ser comparado ao grupo SUAC ($p < 0,001$) e sem diferença estatística para as demais variáveis (volume de membros inferiores e total).

Tabela 02 - Volume do TF dos grupos após as 24 semanas de intervenção.

VARIÁVEIS	SUAC (N=14)	SUBC (N=15)	SMAC (N=14)	P
VMMSS (t)	42,3(31,4; 50,1)	63,1(56,1; 67,5)*	103,3(93,8; 123,4)*#	<0,001
VMMII (t)	87,8(69,6; 107,1)	102,7(76,4; 134,7)	259,5(183,0; 301,5)*#	<0,001
VT (t)	131,1(107,3; 156,7)	164,9(133,3; 202,2)	361,8(272,9; 431,3)*#	<0,001

SUAC= Grupo série única com alta carga; SUBC= Grupo série única com baixa carga; SMAC= Grupo séries múltiplas com alta carga; VMMSS= Volume dos membros superiores; VMMII= Volume dos membros inferiores; VT= Volume total. Os dados são apresentados como mediana e intervalo interquartilico. Análise estatística por meio do Teste Kruskal Wallis. * = diferença estatística para o grupo SUAC; # = diferença estatística para o grupo SUBC.

5.3 DESEMPENHO FÍSICO FUNCIONAL

Os dados dos testes funcionais são apresentados na Tabela 3. O tempo de execução no teste SLCV foi reduzido em todos os grupos após os protocolos TF (principal efeito do tempo: $p < 0,001$). De forma semelhante no teste TUG as participantes também reduziram o tempo de execução do pré ao pós-exercício (principal efeito do tempo: $p < 0,001$). Não foi observado nenhum efeito no teste de VM6min ($p > 0,05$) e nenhum efeito de interação entre os grupos em nenhum dos parâmetros analisados.

5.4 COMPOSIÇÃO CORPORAL

Os resultados das variáveis de gordura corporal (Tabela 3), após as 24 semanas, apresentaram uma redução dos valores no momento pré para o momento pós TF em todos os grupos [principal efeito do tempo: tecido adiposo visceral (g) $p = 0,003$; massa gorda total (kg) $p = 0,042$; e o percentual de gordura (%) $p < 0,001$]. Com relação às variáveis de massa muscular

(Tabela 3), os grupos SUAC, SUBC e SMAC mostraram um aumento após as 24 semanas de TF [principal efeito do tempo: massa muscular membros superiores (kg) $p < 0,001$; massa muscular membros inferiores (kg) $p < 0,001$; massa muscular total (kg) $p < 0,001$; IMM (kg) $p < 0,001$]. A comparação intergrupos não mostrou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos em nenhum dos parâmetros analisados.

5.5 FORÇA MUSCULAR

No teste de 1 RM do momento pré para o momento pós-intervenção (24 semanas) estão representados na tabela 3. Foi observado um aumento na força muscular de membros inferiores de forma similar em todos os grupos não tendo diferença estatística significativa entre eles (principal efeito do tempo: 1RM $p < 0,001$).

Tabela 03 - Desempenho físico funcional, composição corporal e força muscular dos grupos na linha de base e após a intervenção de 24 semanas.

VARIÁVEIS	SUAC (n=14)			SUBC (n=15)			SMAC (n=14)			P	
	PRÉ	PÓS	Δ (IC)	PRÉ	PÓS	Δ (IC)	PRÉ	PÓS	Δ (IC)	Tempo	Int.
TESTES FUNCIONAIS											
SLCV (s)	9,3±3,0	8,2±1,9	-1,1(-1,9; -0,3)	9,3±1,5	8,6±1,4	-0,7(-1,5; 0,1)	8,5±1,8	7,5±1,3	-1,0(-1,8; -0,2)	<0,001	0,786
TUG (s)	7,2±0,9	6,2±1,0	-0,9(1,3; -0,6)	7,5±1,0	6,7±1,0	-0,8(-1,1; -0,4)	6,9±0,7	5,7±0,8	-1,1(-1,5; -0,8)	<0,001	0,392
VM6min (m/s)	1,7±0,2	1,7±0,2	0,0(-0,0; 0,1)	1,7±0,2	1,7±0,2	0,0(-0,1; 0,1)	1,8±0,2	1,8±0,2	0,0(-0,1; 0,1)	0,448	0,755
COMPOSIÇÃO CORPORAL											
TAV (g)	1142,0 ± 627,0	1052,0 ± 575,0	-89,9 (-166,0; -13,7)	1320,0 ± 713,0	1257,0 ± 714,0	-63,7 (-137; 10,0)	783,0 ± 496,0	731,0 ± 494,0	-52,0 (-128,0; 24,2)	0,003	0,768
MG total (Kg)	29,9±10,8	29,3±10,1	-0,6(-1,4; 0,3)	30,6±7,9	30,5±7,7	-0,1(-0,9; 0,7)	25,1±5,7	24,3±5,9	-0,8(-1,6; 0,0)	0,042	0,462
Gordura (%)	41,5±5,9	40,5±5,9	-1,0(-1,8; -0,3)	42,2±4,4	41,6±4,5	-0,6(-1,3; 0,2)	40,9±4,6	39,4±4,9	-1,6(-2,3; -0,8)	<0,001	0,202
MM MMSS (Kg)	4,2±1,1	4,5±1,1	0,2(0,2; 0,3)	4,3±0,7	4,4±0,6	0,1(0,0; 0,2)	3,6±0,4	3,8±0,4	0,2(0,1; 0,3)	<0,001	0,074
MM MMII (Kg)	13,9±3,5	14,3±3,3	0,5(0,2; 0,7)	13,5±1,6	13,9±1,7	0,3(0,1; 0,5)	11,8±1,4	12,2±1,3	0,4(0,1; 0,6)	<0,001	0,675
MM total (kg)	38,5±8,0	39,6±7,8	1,1(0,7; 1,6)	38,8±4,2	39,7±4,4	0,9(0,5; 1,4)	33,6±3,4	34,7±3,4	1,1(0,6; 1,5)	<0,001	0,821
IMM (Kg/m²)	7,1±1,4	7,5±1,4	0,4(0,3; 0,5)	7,0±0,9	7,3±0,9	0,3(0,2; 0,4)	6,4±0,5	6,7±0,5	0,3(0,2; 0,4)	<0,001	0,536
TESTE DE FORÇA											
1RM (Kg)	131±42,4	172±48,9	40,9(21,2; 60,5)	131±60,0	169,0±70,7	38,1(19,2; 57,1)	150,0±44,4	172,0±49,7	21,6(2,0; 41,2)	<0,001	0,323

SUAC= Grupo série única com alta carga; SUBC= Grupo série única com baixa carga; SMAC= Grupo séries múltiplas com alta carga; Int. = interação; SLCV= sentar e levantar cinco vezes; TUG= Teste *Time up and go*; VM6min= Teste de velocidade de marcha de seis minutos; TAV= Tecido adiposo visceral; MG= Massa gorda; MM= Massa muscular; MMSS= Membros superiores; MMII= Membros inferiores; IMM= Índice de massa muscular; 1RM= Uma repetição máxima. Os dados são apresentados como média e desvio padrão no momento pré e pós; e os dados dos valores de Δ (diferença entre o pré e o pós) são apresentados como média e IC (intervalo de confiança).

O z-escore (escore Z) foi calculado a partir das alterações percentuais da massa muscular apendicular (SUAC: $4,2 \pm 2,5\%$, SUBC: $2,3 \pm 2,9\%$ e SMAC: $3,5 \pm 3,8\%$; $P=0,523$) e da massa gorda total (SUAC: $-1,3 \pm 5,7\%$, SUBC: $-0,1 \pm 5,8\%$ e SMAC: $-3,5 \pm 4,6\%$; $P=0,310$). Os valores de z-escore das alterações percentuais da massa muscular apendicular foram para o grupo SUAC = $0,29 \pm 0,79$, SUBC = $-0,32 \pm 0,93$ e SMAC = $0,05 \pm 1,21$. Os valores de z-escore das alterações percentuais da massa gorda foram para o grupo SUAC = $0,04 \pm 1,04$, SUBC = $0,28 \pm 1,06$ e SMAC = $-0,34 \pm 0,84$). O z-escore composto das alterações percentuais do pré para pós TF, representando a extensão da RC dos grupos, é apresentada na Figura 3. O SUAC e SMAC mostraram maiores alterações positivas do que o SUBC, particularmente após os ajustes para idade, atividade física e tempo sentado.

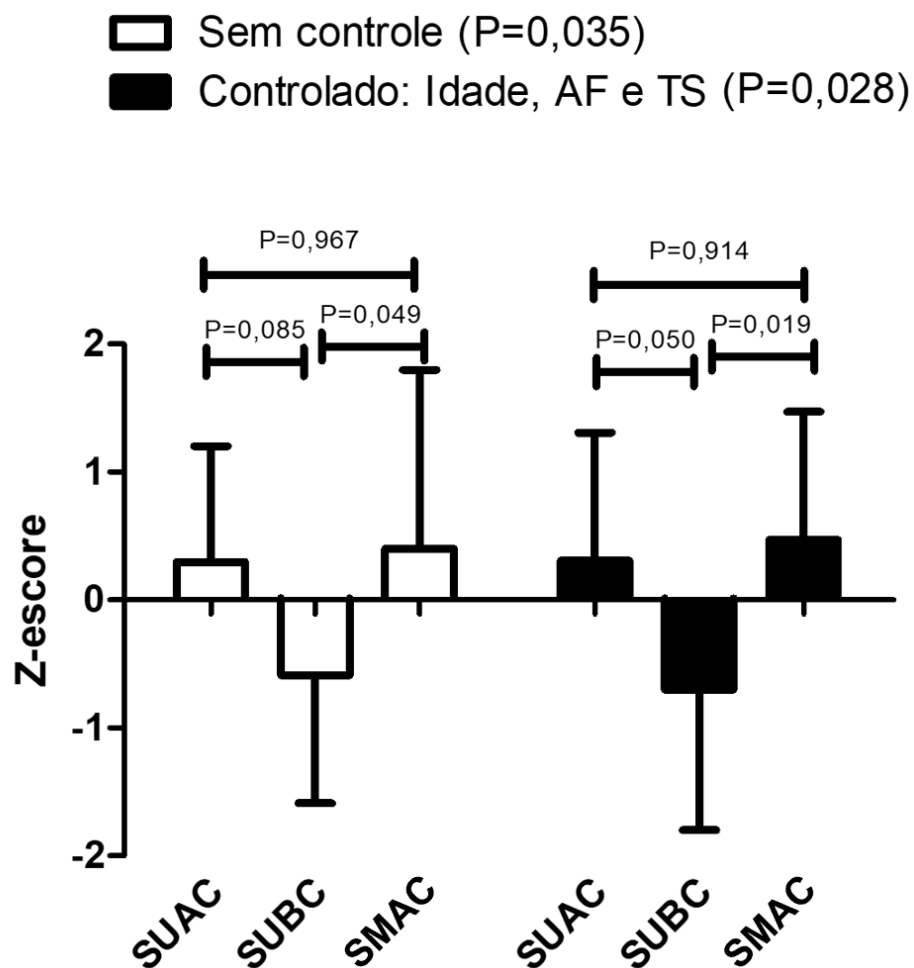


Figura 12 - Alterações do z-escore composto da RC de acordo com o grupo. Os dados são apresentados em média e desvio padrão, sem ajuste ou ajustado para idade, AF (tempo de atividade física) e TS (tempo sentado).

O Z-escore composto das alterações da composição corporal foi associado com as alterações na TUG ($B = -0,19$, $EP = 0,08$, $P=0,028$) e na força no exercício de *leg press* ($B = 9,53$, $EP = 4,68$, $P=0,048$), sugerindo que a extensão da recomposição corporal é associada com melhora no desempenho do TUG e da força muscular. Esses efeitos foram mantidos mesmo após ajustes para idade e protocolo de treinamento (TUG: $B = -0,20$, $EP = 0,09$, $P=0,033$ e 1RM *leg press*: $B = 12,95$, $EP = 5,00$, $P=0,014$). Não houve associação entre a extensão da recomposição corporal e as mudanças na velocidade de marcha ($B = 0,01$, $EP = 0,02$, $P=0,579$) e no teste de sentar e levantar ($B = -0,15$, $EP = 0,20$, $P=0,437$).

6 DISCUSSÃO

No presente estudo, verificou-se que o TF resultou na redução da gordura e no aumento da massa e força musculares e do desempenho físico funcional (DFF), independentemente do protocolo utilizado (SUAC, SUBC e SMAC). Entretanto, ao combinar as mudanças na massa muscular e gordura corporal em um indicador de RC (Z-escore), verificou-se que os protocolos de SUAC e SMAC foram mais eficazes do que o protocolo SUBC. Além disso, foi observado que a extensão da RC foi associada ao aumento da força muscular e do TUG. Considerando a busca por protocolos de TF menos complexos e tempo-eficiente para aumentar a participação e aderência das pessoas (FYFE; HAMILTON; DALY, 2022), um protocolo com uma única série, mas com alta intensidade (SUAC), parece ser uma ótima estratégia de intervenção para mulheres na pós-menopausa.

No contexto onde mulheres na pós-menopausa apresentam elevado risco de desenvolver obesidade sarcopênica (MALTAIS; DESROCHES; DIONNE, 2009; BATSIS et al., 2013; POLYZOS; MARGIORIS, 2018; AMBIKAI RAJAH et al., 2019; GERACI et al., 2021; DONINI et al., 2022), investigar alterações coletivas na massa muscular e gordura (RC) pode fornecer mais informações sobre a eficácia de uma intervenção do que a avaliação isolada dos componentes da composição corporal. O presente estudo demonstrou que o TF promoveu a RC em mulheres na pós-menopausa, o que está em linha com estudos prévios (RIBEIRO et al., 2022, 2023). No entanto, nossos resultados indicaram que os protocolos com alta intensidade (SUAC e SMAC) foram mais eficazes na RC do que o protocolo com baixa intensidade (SUBC). Como os protocolos com alta intensidade foram diferentes em volume, nossas descobertas contribuem para esse corpo de conhecimento, destacando a importância da intensidade do TF, em vez do volume, para potencializar a RC em mulheres na pós-menopausa.

Os mecanismos fisiológicos que estão por trás da recomposição corporal (RC), em relação à intensidade do treino, são multifatoriais e ainda não são totalmente compreendidos. No entanto, podemos fazer algumas suposições sobre por que os grupos que treinaram com maior intensidade foram superiores ao grupo que utilizou baixa carga, embora não tenham apresentado diferenças significativas entre si em relação à RC. Em primeiro lugar, é possível ganhar massa muscular em uma ampla gama de intensidades (SCHOENFELD et al., 2021). No entanto, parece haver um limiar de intensidade abaixo do qual os ganhos de massa muscular são subótimos (ou seja, abaixo de 40% de 1RM) (LASEVICIUS et al., 2018). No presente estudo, a carga utilizada no TF foi a necessária para alcançar 30 repetições máximas em cada exercício, e parece que mulheres na pós-menopausa precisam de cerca de 30% de 1 RM para

realizar 30 repetições máximas (CARNEIRO et al., 2022b). Portanto, é possível que a intensidade usada no presente estudo possa ter promovido um ganho subótimo de massa muscular. Em segundo lugar, as alterações na gordura corporal dependem de um desequilíbrio energético crônico (HALL et al., 2012). O TF pode alterar o gasto de energia de repouso e o gasto de energia relacionado à atividade física, aumentando o gasto de energia total e promovendo um balanço calórico negativo (PAOLI; MORO; BIANCO, 2015; HUNTER et al., 2018). Embora a intensidade do TF possa aumentar a taxa metabólica basal e o gasto de energia relacionado à atividade física, um maior volume de treino pode aumentar ainda mais o gasto de energia durante a sessão de treinamento (PAOLI; MORO; BIANCO, 2015; HUNTER et al., 2018). No entanto, um volume elevado pode levar ao "excesso de treinamento" e fadiga, reduzindo a participação em atividades físicas não relacionadas ao exercício após o TF (como caminhar para o trabalho, digitar, jardinagem, tarefas agrícolas), o que pode anular o efeito do maior gasto de energia durante a sessão de treinamento sobre o gasto de energia total (PAOLI; MORO; BIANCO, 2015; HUNTER et al., 2018).

Durante o envelhecimento, o declínio do desempenho no teste de sentar e levantar está associado a um maior risco de incapacidade física funcional (GONZALEZ-BAUTISTA *et al.*, 2022). Da mesma forma, um baixo desempenho no teste TUG pode prever incapacidade física funcional, maior tempo de internação hospitalar, baixa qualidade de vida e mortalidade (WENNIE HUANG et al., 2010; EKSTRÖM; DAHLIN-IVANOFF; ELMSTÅHL, 2011; BERGLAND et al., 2017; POITRAS et al., 2018). Neste estudo, verificou-se que houve melhora nos testes de sentar e levantar e TUG, independentemente da intensidade e do volume de TF. Esses resultados são consistentes com uma revisão sistemática e metanálise recente que demonstrou a melhora da capacidade funcional em adultos de meia-idade e idosos, independentemente do volume de treinamento (MARQUES *et al.*, 2022). Além disso, em mulheres idosas, Carneiro *et al.* (2022) não encontraram diferenças nos ganhos de força entre treinamentos de alta ou baixa intensidade. Portanto, as melhorias no desempenho físico parecem estar relacionadas ao TF em mulheres na pós-menopausa, independentemente da intensidade e do volume.

No entanto, não foi observada melhora no desempenho do teste de velocidade de marcha de seis minutos. Uma possível explicação para esse resultado é que as participantes já apresentavam uma velocidade de marcha elevada ($\sim 1,75$ m/s) antes do início do estudo (BOHANNON *et al.*, 2010; NOVAES; MIRANDA; DOURADO, 2011). Além disso, os valores de velocidade de marcha apresentados pelas participantes estão próximos da transição para a corrida (~ 2 m/s) (HALL, 2016), sugerindo um possível efeito teto do teste de velocidade

de marcha. Assim, mesmo que as participantes tenham melhorado em outras medidas de desempenho físico com TF, como o teste de sentar e levantar e o TUG, o teste de velocidade de marcha pode não ter sido sensível o suficiente para detectar mudanças adicionais. Isso sugere que o teste de velocidade de marcha pode não ser adequado para avaliar a melhora do DFF em pessoas com alta capacidade física.

Estudos mostram que a redução da gordura corporal e o aumento da massa muscular podem contribuir positivamente para o aumento do desempenho físico e da força muscular (BEAUDART et al., 2019; KIM; OH; WON, 2022; TORRES et al., 2019). No nosso estudo, também observamos que a RC esteve associada a melhorias no desempenho físico, medido pelo teste TUG, e na força muscular. Ademais, o aumento da massa muscular pode levar a um aumento da força muscular (FOLLAND; BALSHAW, 2021) e contribuir para melhorar o desempenho físico (BEAUDART *et al.*, 2019). Mulheres com maior força muscular apresentam maior capacidade de transferir carga durante os testes de desempenho físico. Além disso, estudos mostram que ganhos de massa e força muscular após o TF estão inversamente associados ao ganho de gordura, especialmente a gordura abdominal (ORSATTI et al., 2012), e à resistência à insulina (GLOUZON et al., 2015) em mulheres na pós-menopausa. A redução da gordura corporal pode melhorar o processo inflamatório e a sensibilidade à insulina, contribuindo para melhores adaptações do TF em relação aos ganhos de força e desempenho físico (ORSATTI et al., 2012; GLOUZON et al., 2015). Reduzir a gordura inter e intramuscular também pode melhorar a eficiência de contração muscular (ADDISON et al., 2014). Assim, a RC parece ser um alvo importante de terapias para melhorar o desempenho físico e a força muscular em mulheres na pós-menopausa.

6.1 LIMITAÇÕES E PONTOS FORTES

O estudo tem algumas limitações que devem ser consideradas. Em primeiro lugar, o pequeno tamanho da amostra é resultado da natureza da intervenção (24 semanas). Apesar disso, ainda demonstramos o impacto significativo do TF na RC. Em segundo lugar, alta maior taxa de abandono foi observada em ambos os grupos. Embora não observamos desequilíbrio significativos entre os grupos nas características gerais (Tabela 1), os participantes que desistiram do estudo geralmente apresentavam índices de massa corporal mais altos e níveis de condicionamento físico basal mais baixos (COLLINS et al., 2022).

Além disso, é essencial destacar os pontos fortes do estudo atual. Em primeiro lugar, utilizou um desenho randomizado de 24 semanas, que permitiu a comparação das dois três

intervenções. Em segundo lugar, variáveis como intensidade da carga, frequência e proficiência do exercício foram controladas para minimizar o viés. Além disso, dois profissionais de Educação Física qualificados monitoraram de perto todos os participantes durante cada sessão de TF, garantindo técnicas adequadas.

6.2 APLICAÇÃO PRÁTICA

Visto que a RC é um alvo terapêutico contra a obesidade sarcopênica. Os achados do presente estudo podem ter um impacto substancial na saúde pública por ter apresentado uma possível solução para evitar e combater o quadro dessa patologia em MPM.

Nossa descoberta mostrou que um protocolo com uma única série, mas com alta intensidade (SUAC), parece ser uma ótima estratégia de intervenção para promover a RC em MPM. Além disso, uma vez que os protocolos com alto volume podem ser uma barreira para a adesão ao TF, devido as restrições de tempo, é importante notar que o protocolo com SUAC pode ser uma alternativa viável e capaz de aumentar a proporção de pessoas envolvidas em programas de TF por reduzir o tempo gasto durante a sessão.

Portanto, protocolos com baixo volume e alta intensidade pode servir como um suporte adequado para otimizar os resultados sobre a RC e estender os efeitos positivos ao desempenho físico funcional e força muscular. Além de ser uma estratégia para aumentar a adesão ao TF em mulheres na pós menopausa.

7 CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que independente do volume e da intensidade o TF é capaz de promover RC e melhorar o DFF em MPM. Contudo, por otimizar os resultados sobre a RC, nossos achados indicam que a intensidade é um fator crucial a ser explorado em programas de TF. Sendo que, um protocolo com uma única série ou múltiplas séries, mas com alta intensidade, pode ser uma estratégia eficaz para promover a RC e melhorar a composição corporal da população investigada.

Neste sentido, os efeitos positivos da RC induzida pelo TF também se estendem ao desempenho físico funcional e à força muscular, sugerindo que essa abordagem pode ser especialmente útil para promover a saúde e qualidade de vida em MPM. Além disso, o protocolo de TF com baixo volume associado a alta intensidade pode ser utilizado como uma estratégia tempo-eficiente capaz de quebrar a barreira de excesso de tempo relatado principalmente pelos idosos.

REFERÊNCIAS

- ABRAHIN, O. et al. Single- and multiple-set resistance training improves skeletal and respiratory muscle strength in elderly women. **Clinical Interventions in Aging**, v. 3, p. 1775, out. 2014.
- ADDISON, O. et al. Intermuscular fat: a review of the consequences and causes. **International Journal of Endocrinology**, v. 2014, p. 309570, 2014.
- AMBIKAIRAJAH, A. et al. Fat mass changes during menopause: a metaanalysis. **American Journal of Obstetrics and Gynecology**, v. 221, n. 5, p. 393- 409.e50, nov. 2019.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. 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. 2009.
- AMERICAN THORACIC SOCIETY. ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 166, n. 1, p. 111–117, jul. 2002.
- ANINYE, I. O.; LAITNER, M. H.; CHINNAPPAN, S. Menopause preparedness: perspectives for patient, provider, and policymaker consideration. **Menopause**, v. 28, n. 10, p. 1186–1191, out. 2021.
- BARAKAT, C. et al. Body Recomposition: Can Trained Individuals Build Muscle and Lose Fat at the Same Time? **Strength & Conditioning Journal**, v. 42, n. 5, p. 7–21, out. 2020.
- BATSIIS, J. A. et al. Variation in the Prevalence of Sarcopenia and Sarcopenic Obesity in Older Adults Associated with Different Research Definitions: Dual-Energy X -Ray Absorptiometry Data from the N ational H ealth and N utrition E xamination S urvey 1999–2004. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 61, n. 6, p. 974–980, jun. 2013.
- BATSIIS, J. A.; VILLAREAL, D. T. Sarcopenic obesity in older adults: aetiology, epidemiology and treatment strategies. **Nature Reviews. Endocrinology**, v. 14, n. 9, p. 513–537, set. 2018.
- BAZZOCCHI, A. et al. DXA: Technical aspects and application. **European Journal of Radiology**, v. 85, n. 8, p. 1481–1492, ago. 2016.
- BEAUDART, C. et al. Assessment of Muscle Function and Physical Performance in Daily Clinical Practice: A position paper endorsed by the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases (ESCEO). **Calcified Tissue International**, v. 105, n. 1, p. 1–14, jul. 2019.
- BERGLAND, A. et al. Mobility as a predictor of all-cause mortality in older men and women: 11.8 year follow-up in the Tromsø study. **BMC health services research**, v. 17, n. 1, p. 22, 10 jan. 2017.
- BERIN, E. et al. Effects of resistance training on quality of life in postmenopausal women with vasomotor symptoms. **Climacteric: The Journal of the International Menopause Society**, v. 25, n. 3, p. 264–270, jun. 2022.

BIENER, A.; CAWLEY, J.; MEYERHOEFER, C. The Impact of Obesity on Medical Care Costs and Labor Market Outcomes in the US. **Clinical Chemistry**, v. 64, n. 1, p. 108–117, jan. 2018.

BLOOM, D. A. et al. The Minimal Clinically Important Difference: A Review of Clinical Significance. **The American Journal of Sports Medicine**, p. 3635465211053869, 2 dez. 2021.

BOHANNON, R. W. et al. Sit-to-stand test: Performance and determinants across the age-span. **Isokinetics and Exercise Science**, v. 18, n. 4, p. 235–240, 2010.

BONDAREV, D. et al. Physical Performance During the Menopausal Transition and the Role of Physical Activity. **The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 76, n. 9, p. 1587–1590, 13 ago. 2021.

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.

BØRSHEIM, E.; BAHR, R. Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 33, n. 14, p. 1037–1060, 2003.

BOYLE, C. P. et al. Estrogen, brain structure, and cognition in postmenopausal women. **Human Brain Mapping**, v. 42, n. 1, p. 24–35, jan. 2021.

BUITRAGO, S. et al. Physiological and metabolic responses as function of the mechanical load in resistance exercise. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition Et Metabolisme**, v. 39, n. 3, p. 345–350, mar. 2014.

BURD, N. A. et al. Resistance exercise volume affects myofibrillar protein synthesis and anabolic signalling molecule phosphorylation in young men: Resistance exercise volume and myofibrillar protein synthesis. **The Journal of Physiology**, v. 588, n. 16, p. 3119–3130, 15 ago. 2010.

BURD, N. A. et al. Muscle time under tension during resistance exercise stimulates differential muscle protein sub-fractional synthetic responses in men: Time under muscle tension and muscle protein synthesis. **The Journal of Physiology**, v. 590, n. 2, p. 351–362, 15 jan. 2012.

BURTON, E. et al. Identifying motivators and barriers to older community-dwelling people participating in resistance training: A cross-sectional study. **Journal of Sports Sciences**, v. 35, n. 15, p. 1523–1532, 3 ago. 2017.

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 = Physiologie Appliquee, Nutrition Et Metabolisme**, 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, 1 jun. 2022a.

CARNEIRO, M. A. S. et al. Different load intensity transition schemes to avoid plateau and no-response in lean body mass gain in postmenopausal women. **Sport Sciences for Health**, v. 18, n. 4, p. 1359–1368, dez. 2022b.

CAULEY, J. A. An Overview of Sarcopenic Obesity. **Journal of Clinical Densitometry**, v. 18, n. 4, p. 499–505, out. 2015.

CHO, H. et al. Impact of premature natural menopause on body composition and physical function in elderly women: A Korean frailty and aging cohort study. **Medicine**, v. 100, n. 25, p. e26353, 25 jun. 2021.

COLLINS, K. A. et al. Determinants of Dropout from and Variation in Adherence to an Exercise Intervention: The STRRIDE Randomized Trials. **Translational Journal of the American College of Sports Medicine**, v. 7, n. 1, p. e000190, 2022.

CONWAY, J. M. et al. Effectiveness of the US Department of Agriculture 5-step multiple-pass method in assessing food intake in obese and nonobese women. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 77, n. 5, p. 1171–1178, maio 2003.

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.

DA CÂMARA, S. M. A. et al. Menopausal status and physical performance in middle aged women: a cross-sectional community-based study in Northeast Brazil. **PloS One**, v. 10, n. 3, p. e0119480, 2015.

DACA, T. S. L. **Estudo comparativo dos efeitos biopsicossociais de dois programas de atividade física para idosas em Moçambique**. Doutorado em Pedagogia do Movimento Humano—São Paulo: Universidade de São Paulo, 18 jan. 2016.

DAMAS, F.; LIBARDI, C. A.; UGRINOWITSCH, C. The development of skeletal muscle hypertrophy through resistance training: the role of muscle damage and muscle protein synthesis. **European Journal of Applied Physiology**, v. 118, n. 3, p. 485–500, mar. 2018.

DONINI, L. M. et al. Definition and Diagnostic Criteria for Sarcopenic Obesity: ESPEN and EASO Consensus Statement. **Obesity Facts**, v. 15, n. 3, p. 321–335, 2022.

EKSTRÖM, H.; DAHLIN-IVANOFF, S.; ELMSTÅHL, S. Effects of walking speed and results of timed get-up-and-go tests on quality of life and social participation in elderly individuals with a history of osteoporosis-related fractures. **Journal of Aging and Health**, v. 23, n. 8, p. 1379–1399, dez. 2011.

FISHER, J. P. et al. A minimal dose approach to resistance training for the older adult; the prophylactic for aging. **Experimental Gerontology**, v. 99, p. 80–86, dez. 2017.

FOLLAND, J. P.; BALSHAW, T. G. Muscle Growth Does Contribute to the Increases in Strength that Occur after Resistance Training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 53, n. 9, p. 2006–2010, 1 set. 2021.

FOLLIS, S. et al. Association Between Sarcopenic Obesity and Falls in a Multiethnic Cohort of Postmenopausal Women. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 66, n. 12, p. 2314–2320, dez. 2018.

FRAGALA, M. S. et al. **Resistance Training for Older Adults: Position Statement From the National Strength and Conditioning Association**. 2019.

FRANCO, C. M. DE 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.

FYFE, J. J.; HAMILTON, D. L.; DALY, R. M. Minimal-Dose Resistance Training for Improving Muscle Mass, Strength, and Function: A Narrative Review of Current Evidence and Practical Considerations. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 52, n. 3, p. 463–479, mar. 2022.

GANDHAM, A. et al. Falls, fractures, and areal bone mineral density in older adults with sarcopenic obesity: A systematic review and meta-analysis. **Obesity Reviews: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity**, v. 22, n. 5, p. e13187, maio 2021.

GERACI, A. et al. Sarcopenia and Menopause: The Role of Estradiol. **Frontiers in Endocrinology**, v. 12, p. 682012, 2021.

GLOUZON, B. K. J. et al. Muscle mass and insulin sensitivity in postmenopausal women after 6-month exercise training. **Climacteric: The Journal of the International Menopause Society**, v. 18, n. 6, p. 846–851, 2015.

GOISSER, S. et al. Sarcopenic obesity and complex interventions with nutrition and exercise in community-dwelling older persons--a narrative review. **Clinical Interventions in Aging**, v. 10, p. 1267–1282, 2015.

GONZALEZ-BAUTISTA, E. et al. Clinically meaningful change for the chair stand test: monitoring mobility in integrated care for older people. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, v. 13, n. 5, p. 2331–2339, out. 2022.

HALL, K. D. et al. Energy balance and its components: implications for body weight regulation. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 95, n. 4, p. 989–994, abr. 2012.

HALL, S. J. **Biomecânica básica**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

HUNTER, G. R. et al. Why intensity is not a bad word: Optimizing health status at any age. **Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)**, v. 37, n. 1, p. 56–60, fev. 2018.

ISLAM, H.; TOWNSEND, L. K.; HAZELL, T. J. Excess Postexercise Oxygen Consumption and Fat Utilization Following Submaximal Continuous and Supramaximal Interval Running. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 89, n. 4, p. 450–456, dez. 2018.

JOSSE, A. R. et al. Increased consumption of dairy foods and protein during diet- and exercise-induced weight loss promotes fat mass loss and lean mass gain in overweight and obese premenopausal women. **The Journal of Nutrition**, v. 141, n. 9, p. 1626–1634, set. 2011.

KIM, M.; OH, J.-H.; WON, C. W. Sex-Specific Differences in Lower Body Fat Distribution and Association with Physical Performance among Healthy Community-Dwelling Older Adults: A Pilot Study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 7, p. 4201, 1 abr. 2022.

KWON, Y. N.; YOON, S. S.; LEE, K.-H. Sarcopenic Obesity in Elderly Korean Women: A Nationwide Cross-sectional Study. **Journal of Bone Metabolism**, v. 25, n. 1, p. 53, 2018.

LADDU, D. R. et al. Physical function trends and their association with mortality in postmenopausal women. **Menopause (New York, N.Y.)**, v. 29, n. 7, p. 823–831, 1 jul. 2022.

LASEVICIUS, T. et al. Effects of different intensities of resistance training with equated volume load on muscle strength and hypertrophy. **European Journal of Sport Science**, v. 18, n. 6, p. 772–780, 3 jul. 2018.

LI, C.-W. et al. Pathogenesis of sarcopenia and the relationship with fat mass: descriptive review. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, v. 13, n. 2, p. 781–794, abr. 2022.

MALEK, A. M. et al. The association of age at menopause and all-cause and cause-specific mortality by race, postmenopausal hormone use, and smoking status. **Preventive Medicine Reports**, v. 15, p. 100955, set. 2019.

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

MARQUES, D. L. et al. Manipulating the Resistance Training Volume in Middle-Aged and Older Adults: A Systematic Review with Meta-Analysis of the Effects on Muscle Strength and Size, Muscle Quality, and Functional Capacity. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, 28 out. 2022.

MATSUDO, S. et al. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): Estudo de Validade e Reprodutibilidade no Brasil. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 6, n. 2, p. 14, 2001.

MEIRELLES, C. DE M.; GOMES, P. S. C. Acute effects of resistance exercise on energy expenditure: revisiting the impact of the training variables. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 10, 2004.

MUÑOZ-MARTÍNEZ, F. A. et al. Effectiveness of Resistance Circuit-Based Training for Maximum Oxygen Uptake and Upper-Body One-Repetition Maximum Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 47, n. 12, p. 2553–2568, dez. 2017.

NASCIMENTO, D. DA C. et al. The impact of sarcopenic obesity on inflammation, lean body mass, and muscle strength in elderly women. **International Journal of General Medicine**, v. Volume 11, p. 443–449, nov. 2018.

NIERAT, M.-C. et al. When Breathing Interferes with Cognition: Experimental Inspiratory Loading Alters Timed Up-and-Go Test in Normal Humans. **PLOS ONE**, v. 11, n. 3, p. e0151625, 15 mar. 2016.

NORMAN, K.; OTTEN, L. Financial impact of sarcopenia or low muscle mass - A short review. **Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)**, v. 38, n. 4, p. 1489–1495, ago. 2019.

NOVAES, R. D.; MIRANDA, A. S.; DOURADO, V. Z. Usual gait speed assessment in middle-aged and elderly Brazilian subjects. **Revista Brasileira De Fisioterapia (Sao Carlos (Sao Paulo, Brazil))**, v. 15, n. 2, p. 117–122, 2011.

NUNES, P. R. P. et al. Effect of resistance training on muscular strength and indicators of abdominal adiposity, metabolic risk, and inflammation in postmenopausal women: controlled and randomized clinical trial of efficacy of training volume. **AGE**, v. 38, n. 2, p. 40, abr. 2016.

NUNES, P. R. P. et al. Effect of resistance training volume on walking speed performance in postmenopausal women: A randomized controlled trial. **Experimental Gerontology**, v. 97, p. 80–88, out. 2017.

OLIVEIRA-JÚNIOR, G. N. DE et al. Resistance training-induced improvement in exercise tolerance is not dependent on muscle mass gain in post-menopausal women. **European Journal of Sport Science**, v. 21, n. 7, p. 958–966, jul. 2021.

OLIVEIRA-JÚNIOR, G. N. et al. Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy, but Not Strength in Postmenopausal Women: A Randomized Controlled Trial. **Journal of Strength and Conditioning Research**, p. 1–6, 2020.

ORSATTI, F. L. et al. Muscle mass gain after resistance training is inversely correlated with trunk adiposity gain in postmenopausal women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 8, p. 2130–2139, ago. 2012.

PAOLI, A.; MORO, T.; BIANCO, A. Lift weights to fight overweight. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 35, n. 1, p. 1–6, jan. 2015.

PARK, W.-J. et al. Association of platelet count with sarcopenic obesity in postmenopausal women: A nationwide population-based study. **Clinica Chimica Acta**, v. 477, p. 113–118, fev. 2018.

PETRONI, M. L. et al. **Prevention and Treatment of Sarcopenic Obesity in Women**. 2019.

PHILLIPS, S. M. et al. Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. **The American Journal of Physiology**, v. 273, n. 1 Pt 1, p. E99-107, jul. 1997.

POITRAS, S. et al. Predicting hospital length of stay and short-term function after hip or knee arthroplasty: are both performance and comorbidity measures useful? **International Orthopaedics**, v. 42, n. 10, p. 2295–2300, out. 2018.

POLYZOS, S. A.; MARGIORIS, A. N. Sarcopenic obesity. **Hormones**, v. 17, n. 3, p. 321–331, set. 2018.

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, 1 mar. 2015.

RIBEIRO, A. S. et al. Moderate and Higher Protein Intakes Promote Superior Body Recomposition in Older Women Performing Resistance Training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 54, n. 5, p. 807–813, 1 maio 2022.

RIBEIRO, A. S. et al. Effects of resistance training on body recomposition, muscular strength, and phase angle in older women with different fat mass levels. **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 35, n. 2, p. 303–310, fev. 2023.

ROH, E.; CHOI, K. M. Health Consequences of Sarcopenic Obesity: A Narrative Review. **Frontiers in Endocrinology**, v. 11, p. 332, 21 maio 2020.

SCHOENFELD, B. J. et al. Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy but Not Strength in Trained Men. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 51, n. 1, p. 94–103, jan. 2019.

SCHOENFELD, B. J. et al. Resistance Training Recommendations to Maximize Muscle Hypertrophy in an Athletic Population: Position Stand of the IUSCA. **International Journal of Strength and Conditioning**, 2021.

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

SCHUENKE, M. D.; MIKAT, R. P.; MCBRIDE, J. M. Effect of an acute period of resistance exercise on excess post-exercise oxygen consumption: implications for body mass management. **European Journal of Applied Physiology**, v. 86, n. 5, p. 411–417, mar. 2002.

SHIFREN, J. L.; GASS, M. L. S. The North American Menopause Society Recommendations for Clinical Care of Midlife Women. **Menopause**, v. 21, n. 10, p. 1038–1062, out. 2014.

SIPILÄ, S. et al. Muscle and bone mass in middle-aged women: role of menopausal status and physical activity. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, v. 11, n. 3, p. 698–709, jun. 2020.

SLATER, G. J. et al. Is an Energy Surplus Required to Maximize Skeletal Muscle Hypertrophy Associated With Resistance Training. **Frontiers in Nutrition**, v. 6, p. 131, 20 ago. 2019.

STARON, R. S. et al. Muscle hypertrophy and fast fiber type conversions in heavy resistance-trained women. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 60, n. 1, p. 71–79, 1990.

STENHOLM, S. et al. Sarcopenic obesity: definition, cause and consequences. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v. 11, n. 6, p. 693–700, nov. 2008.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS. Tabela brasileira de Composição de Alimentos (TACO). **Núcleo de estudos e pesquisas em alimentação (NEPA)**, n. 4, p. 161, 2011.

THEODORAKOPOULOS, C. et al. Effectiveness of nutritional and exercise interventions to improve body composition and muscle strength or function in sarcopenic obese older adults: A systematic review. **Nutrition Research (New York, N.Y.)**, v. 43, p. 3–15, jul. 2017.

THORNTON, M. K.; POTTEIGER, J. A. Effects of resistance exercise bouts of different intensities but equal work on EPOC. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 4, p. 715–722, abr. 2002.

TIAN, S.; XU, Y. Association of sarcopenic obesity with the risk of all-cause mortality: A meta-analysis of prospective cohort studies. **Geriatrics & Gerontology International**, v. 16, n. 2, p. 155–166, fev. 2016.

TORRES, M. R. et al. The fat mass index, not the fat-free mass index, is associated with impaired physical performance in older adult subjects: Evidence from a cross-sectional study. **Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)**, v. 38, n. 2, p. 877–882, abr. 2019.

TROUWBORST, I. et al. Exercise and Nutrition Strategies to Counteract Sarcopenic Obesity. **Nutrients**, v. 10, n. 5, p. 605, 12 maio 2018.

U.S DEPARTMENT OF AGRICULTURE: AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE. Disponível em: <<https://fdc.nal.usda.gov/>>. Acesso em: 21 mar. 2023.

VAN ROIE, E. et al. Low- and High-Resistance Exercise: Long-Term Adherence and Motivation among Older Adults. **Gerontology**, v. 61, n. 6, p. 551–560, 2015.

VELEZ, M. P. et al. Age at natural menopause and physical function in older women from Albania, Brazil, Colombia and Canada: A life-course perspective. **Maturitas**, v. 122, p. 22–30, abr. 2019a.

VELEZ, M. P. et al. Age at natural menopause and physical functioning in postmenopausal women: the Canadian Longitudinal Study on Aging. **Menopause**, v. 26, n. 9, p. 958–965, set. 2019b.

VILAÇA-ALVES, J. et al. Comparison of oxygen uptake during and after the execution of resistance exercises and exercises performed on ergometers, matched for intensity. **Journal of Human Kinetics**, v. 53, n. 1, p. 179–187, 1 dez. 2016.

WAGENAAR, C. A.; DEKKER, L. H.; NAVIS, G. J. Prevalence of sarcopenic obesity and sarcopenic overweight in the general population: The lifelines cohort study. **Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)**, v. 40, n. 6, p. 4422–4429, jun. 2021.

WENNIE HUANG, W.-N. et al. Performance measures predict onset of activity of daily living difficulty in community-dwelling older adults. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 58, n. 5, p. 844–852, maio 2010.

WEWEGE, M. A. et al. The Effect of Resistance Training in Healthy Adults on Body Fat Percentage, Fat Mass and Visceral Fat: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 52, n. 2, p. 287–300, 2022.

WINCHESTER, L. J. et al. **Effects of Varying Load Intensity on Skeletal Muscle Damage Between Two Isovolumic Resistance Exercise Bouts**. 2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Obesity: preventing and managing the global epidemic**. 2000.

XIA, M.-F. et al. Sarcopenia, sarcopenic overweight/obesity and risk of cardiovascular disease and cardiac arrhythmia: A cross-sectional study. **Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)**, v. 40, n. 2, p. 571–580, fev. 2021.

ANEXOS

Anexo A – termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)



Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Comitê de Ética em Pesquisa- CEP
Unidade Administrativa Temporária II
Rua Madre Maria José, nº 122 - Bairro Abadia
CEP: 38025-100 - Uberaba/MG
Telefone: (34) 3700-6776. - E-mail: cep@pesqpg.uftm.edu.br

TERMO DE ESCLARECIMENTO

(Para participantes maiores de idade)

Título do Projeto: FATIGABILIDADE E DESEMPENHO FÍSICO-FUNCIONAL: EFEITO DA MANIPULAÇÃO DAS VARIÁVEIS DO TREINAMENTO DE FORÇA (INTENSIDADE E VOLUME).

Você está sendo convidada a participar do estudo: **Fatigabilidade e desempenho físico-funcional: Efeito da manipulação das variáveis do treinamento de força (intensidade e volume).**

Os avanços na área da Educação Física ocorrem através de estudos como este, por isso a sua participação é importante. Os objetivos do estudo serão: 1) Investigar se a musculação com mais ou menos esforço (alta e baixa carga e mais ou menos conjuntos de repetições) é melhor para aumentar a quantidade, força e resistência do músculo (fadiga).

2) Investigar se o músculo mais resistente e forte, após a musculação é importante para melhorar as atividades realizadas no dia-a-dia (caminhar, sentar e levantar de uma cadeira, subir um lance de escada).

Caso aceite participar do estudo, você será direcionada a fazer parte de um dos quatro grupos de exercício físico, sendo eles: 1) grupo de musculação com a quantidade de esforço próximo ao seu máximo, realizado muitas vezes (6 conjuntos de repetições, 3 dias por semana); 2) grupo de musculação com quantidade de esforço próximo ao seu máximo, realizado poucas vezes (3 conjuntos de repetições, 3 dias por semana); 3) grupo de musculação com uma quantidade de esforço baixa, realizado muitas vezes (6 conjuntos de repetições, 3 dias por semana); 4) grupo de musculação com uma quantidade de esforço baixa, realizado poucas vezes (3 conjuntos de repetições, 3 dias por semana). Você poderá obter todas as informações que quiser e caso você não concorde com os termos ou com os métodos de intervenção poderá deixar de participar a qualquer momento, sem prejuízo no seu atendimento. Caso aceite participar do estudo serão realizadas, avaliação da composição corporal (ex: quantidade de gordura, de músculo e de osso, presentes no seu corpo), do desempenho físico-funcional (ex: velocidade de caminhada, equilíbrio e capacidade de sentar e levantar de uma cadeira por cinco vezes), testes de força máxima e de fatigabilidade (tolerância ao exercício). Não será realizado



Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Comitê de Ética em Pesquisa- CEP
Unidade Administrativa Temporária II
Rua Madre Maria José, nº 122 - Bairro Abadia
CEP: 38025-100 - Uberaba/MG
Telefone: (34) 3700-6776. - E-mail: cep@pesqpg.uftm.edu.br

nenhum procedimento que lhe traga qualquer risco à sua saúde. Caso você aceite participar do estudo poderá apresentar dores musculares decorrentes do treinamento. Caso isto ocorra, os profissionais do estudo reduzirão o esforço para contornar imediatamente a situação. Através da sua participação neste estudo espera-se que você seja beneficiada com o aumento da massa e força musculares, redução da gordura corporal e redução da fadiga e melhora da qualidade de vida. Após o término da pesquisa você receberá orientações verbais e cartilhas, caso você deseje continuar praticando atividades físicas. Pela sua participação no estudo, você não receberá qualquer valor em dinheiro, mas terá a garantia de que todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa não serão de sua responsabilidade, visto que o treinamento e as avaliações serão realizadas de forma gratuita. E para reduzir o risco de perda de confiabilidade seu nome não aparecerá em qualquer momento do estudo, pois você será identificada através de códigos numéricos que não permitirão a identificação de quaisquer informações sobre você e/ou informações sobre seus dados coletados.

Contatos dos pesquisadores

Nome: Gersiel Nascimento de Oliveira Júnior
E-mail: junior.gersiel@hotmail.com
Telefone: (34) 99249-1072
Endereço: Programa de Pós-Graduação em Educação Física (UFTM),
Avenida Tutunas, nº490 – Tutunas,
CEP 38061-500, Uberaba, MG

Nome: Fábio Lera Orsatti
E-mail: fabiorsatti@gmail.com
Telefone: (34) 9203-2366
Endereço: Programa de Pós-Graduação em Educação Física (UFTM),
Avenida Tutunas, nº490 – Tutunas,
CEP 38061-500, Uberaba, MG
Fones: (34) 3700-6634
Ramal: 6634

Em caso de dúvida em relação a esse documento, favor entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, pelo telefone (34) 3700-6776.



Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Comitê de Ética em Pesquisa- CEP
Unidade Administrativa Temporária II
Rua Madre Maria José, nº 122 - Bairro Abadia
CEP: 38025-100 - Uberaba/MG
Telefone: (34) 3700-6776. - E-mail: cep@pesqpg.ufim.edu.br

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE, APÓS ESCLARECIMENTO

TÍTULO DO PROJETO: FATIGABILIDADE E DESEMPENHO FÍSICO-FUNCIONAL:

EFEITO DA MANIPULAÇÃO DAS VARIÁVEIS DO TREINAMENTO DE FORÇA (INTENSIDADE E VOLUME).

Eu, _____, li e/ou ouvi o esclarecimento acima e compreendi para que serve o estudo e a quais procedimentos serei submetido. A explicação que recebi esclarece os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento, sem justificar minha decisão e que isso não afetará o tratamento/serviço que estou recebendo. Sei que meu nome não será divulgado, que não terei despesas e não receberei dinheiro para participar do estudo. Concordo em participar do estudo, "FATIGABILIDADE E DESEMPENHO FÍSICO-FUNCIONAL: EFEITO DA MANIPULAÇÃO DAS VARIÁVEIS DO TREINAMENTO DE FORÇA (INTENSIDADE E VOLUME)", e receberei uma via assinada deste documento.

Uberaba, _____/_____/_____.

Assinatura do voluntário

Assinatura do pesquisador responsável

Assinatura do pesquisador assistente

Telefone de contato dos pesquisadores:

Fábio Lera Orsatti (34) 92032366

Gersiel Nascimento de Oliveira Júnior (34) 9249-1072

Anexo B – Aprovação do comitê de ética em pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: FATIGABILIDADE E DESEMPENHO FÍSICO-FUNCIONAL

Pesquisador: Fábio Lera Orsatti

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 85052218.0.0000.5154

Instituição Proponente: Pro Reitoria de Pesquisa

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.654.326

Apresentação do Projeto:

Segundo os pesquisadores:

"O aumento na expectativa de vida proporcionou crescimento acentuado da população mais velha, tanto nos países desenvolvidos como naqueles em desenvolvimento. No século XVII, 28% das mulheres viviam o suficiente para alcançar a menopausa e somente 5% sobreviviam mais de 75 anos. Atualmente, em muitos países desenvolvidos, 95% atingem a menopausa e 50% delas ultrapassam 75 anos (Pinto-Neto et al., 2003).

O período após a menopausa é denominado de pós-menopausa por órgãos internacionais e nacionais de ginecologia. Este período é acompanhado por mudanças drásticas na gordura corporal (obesidade), perfil metabólico (dislipidemia, resistência à insulina e hipertensão arterial), marcadores inflamatórios (e.g. proteína C reativa e interleucina-6 aumentadas), hormônios anabólicos (diminuição nos androgênios, estrogênios, hormônio do crescimento e fator semelhantes à insulina 1), aptidão cardiorrespiratória (i.e. disfunção mitocondrial e VO₂max reduzido) e massa e força musculares (sarcopenia) (Asikainen et al., 2004; Orsatti et al., 2008; Petri Nahas et al., 2009; Cruz-Jentoft, Baeyens, Bauer, Boirie, Cederholm, Landi, Martin, Michel, Rolland, Schneider, Topinkova, Vandewoude, Zamboni, et al., 2010; Pollanen et al., 2011). Tais alterações estão, direta ou indiretamente, associadas ao baixo desempenho físico-funcional e incapacidade (Ferrucci et al., 2002; Payette et al., 2003; Gallucci et al., 2007).

Diante do exposto (crescente aumento da sobrevivência da mulher e suas consequências no

Endereço: Rua Madre Maria José, 122

Bairro: Nossa Sra. Abadia

UF: MG

Telefone: (34)3700-6776

Município: UBERABA

CEP: 38.025-100

E-mail: cep@uftm.edu.br



UFTM - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO TRIÂNGULO
MINEIRO



Continuação do Parecer: 2.654.326

desempenho físico-funcional), existe a preocupação em proporcionar qualidade de vida cada vez melhor, na perspectiva primária de conservação da saúde e independência física da mulher na pós-menopausa. (TF) pode melhorar a massa e força musculares, marcadores metabólicos e inflamatórios, gordura corporal e desempenho físico-funcional em mulheres no período pós-menopausa (Orsatti et al., 2008; Lera Orsatti et al., 2014; Furlanetto et al., 2016; Nunes et al., 2016; Nunes, P. R. et al., 2017; Nunes, P. R. P. et al., 2017). Porém, estes estudos tem claramente demonstrado que esses efeitos do TF variam dependentes da condição (American College of Sports, 2009; Orsatti et al., 2012; Lera Orsatti et al., 2014; Benini et al., 2015; Furlanetto et al., 2016; Nunes et al., 2016; Nunes, P. R. et al., 2017; Nunes, P. R. P. et al., 2017; Orsatti et al., 2017). Deste modo, uma questão crítica que emerge destes estudos e conhecer quais são os fatores moduladores das mudanças do desempenho físico-funcional em mulheres mais velhas e em mulheres jovens com o treinamento de força?

A limitação no desempenho físico-funcional é fortemente associada com a baixa qualidade de vida, risco de quedas e fratura osteoporóticas, hospitalizações, doenças cardíacas e cerebrovasculares e mortalidade em adultos de meia idade e mais velhos (idosos). A fadiga relatada ao envelhecimento vem sendo reportada como um dos principais fatores que levam a limitação do desempenho físico-funcional. Dado que os testes de desempenho físico-funcional fornecem uma medida clinicamente relevante da função física-funcional, comparar a associação entre testes de desempenho físico-funcional e medidas de fadigabilidade é crítica para o avanço do entendimento da relação entre a fadiga e capacidade funcional. Devido ao desafio em identificar o mecanismo primário da fadiga na redução do desempenho físico, a literatura científica que estuda a fisiologia da fadiga vem aplicando esforços em explorar uma variedade de protocolos experimentais em diferentes condições para quantificar ajustes fisiológicos. Fadiga e desempenho tem, atualmente, se estabelecidos na observação da produção de torque ou potência em um domínio de tempo (relação força ou potência produzida e a duração do exercício), caracterizando um torque/potência crítica (TC). Este fenômeno é observado em várias tarefas de desempenho, diferentes condições (atletas e idosos) e em outros animais (salamandras, caranguejos, camundongos e cavalos). Isso é interessante porque indica que a relação torque/potência-tempo é hiperbólica em sua natureza e, portanto, a TC pode ser considerado um limiar biológico entre exercício tolerável e exercício não tolerável (fadigabilidade). Diante do exposto, compreender como a manipulação das variáveis do treinamento podem modular as alterações no desempenho físico-funcional em mulheres mais velhas e em mulheres jovens".

São perguntas da pesquisa: "A intensidade e o volume do treinamento de força modulam a

Endereço: Rua Madre Maria José, 122

Bairro: Nossa Sra. Abadia

UF: MG

Município: UBERABA

Telefone: (34)3700-6776

CEP: 38.025-100

E-mail: cep@uftm.edu.br



UFTM - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO TRIÂNGULO
MINEIRO



Continuação do Parecer: 2.654.326

fatigabilidade (avaliada em uma relação torque-tempo) e os ajustes fisiológicos observados acima e abaixo do torque crítico e a capacidade físico-funcional em mulheres na pós-menopausa e mulheres jovens?"

Objetivo da Pesquisa:

Segundo os pesquisadores:

O "objetivo da pesquisa:

1. Investigar se a manipulação das variáveis do treinamento (volume e intensidade) de força modula a fatigabilidade (avaliada em uma relação torque-tempo), os ajustes fisiológicos observados acima e abaixo do torque crítico e o desempenho físico-funcional de mulheres jovens e mulheres na pós-menopausa."

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo os pesquisadores:

"Embora de muito baixa incidência, há a possibilidade de lesão muscular extensa. Por tanto, todos os exercícios serão supervisionados por pessoa treinada, evitando erros de execução e de aplicações de cargas e volumes como medida preventiva. Mesmo assim, se algum indivíduo apresentar lesão muscular extensa, este será removido da pesquisa e os procedimentos de urgência e emergência serão realizados como medida curativa.

O Treinamento resistido (TR) (i.e. musculação) pode promover microlesões adaptativas no músculo esquelético. Este é um resultado comum do TR e está positivamente associado com a hipertrofia muscular. Porém, as microlesões podem provocar dor muscular tardia no início do treinamento, mas diminui ao longo do treinamento. Se o desconforto for elevado, a carga do treinamento será reduzida como medida curativa. Como toda pesquisa que envolve dados em humanos, este estudo apresentará o risco de perda de confidencialidade. No entanto para diminuir esse risco o nome da voluntária não será citado em nenhum momento do estudo, pois ela será identificada através de códigos numéricos que não permitirão a identificação de quaisquer informações pessoais e/ou dados coletados."

Ademais, segundo os pesquisadores:

"Como benefícios pela prática do exercício físico de forma regular espera-se que a voluntária apresente aumento da massa muscular, redução da gordura corporal, redução da fatigabilidade aumento da função física. E para minimizar possíveis riscos de dores musculares decorrentes do treinamento com exercício físico o profissional competente contornará imediatamente o desconforto através da manipulação do treinamento físico (redução do volume ou da intensidade do treinamento). O projeto promoverá informações importantes sobre o desempenho físico-

Endereço: Rua Madre Maria José, 122

Bairro: Nossa Sra. Abadia

UF: MG

Município: UBERABA

CEP: 38.025-100

Telefone: (34)3700-6776

E-mail: cep@uftm.edu.br



**UFTM - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO TRIÂNGULO
MINEIRO**



Continuação do Parecer: 2.654.326

funcional. Além disso, os indivíduos receberão treinamento físico orientado, diagnósticos sobre a composição corporal e orientação verbal sobre a prática de atividade física com riscos de danos mínimos. Isto torna o projeto ótimo em termos de custo/benefício.

Como toda pesquisa que envolve dados em humanos, este estudo apresentará o risco de perda de confidencialidade. No entanto para diminuir esse risco o nome da voluntária não será citado em nenhum momento do estudo, pois ela será identificada através de códigos numéricos que não permitirão a identificação de quaisquer informações pessoais e/ou dados coletados."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de uma pesquisa experimental com estudo randomizado e controlado, cuja amostra será composta por 160 mulheres jovens e na pós-menopausa (n=80 jovens e n=80 mulheres na pós-menopausa), divididas em 8 grupos pareados, sendo 3 grupos de exercício em diferentes intensidades (30% de 1RM, 80% de 1RM com três séries por exercício) e volumes (seis séries por exercício com intensidade de 80% de 1RM) e um grupo controle para cada faixa etária.

A pesquisa será desenvolvida no laboratório de pesquisa em biologia do exercício (BioEx) da UFTM do programa de pós-graduação em Educação Física, onde as mulheres serão submetidas ao treinamento de força com intensidades diferentes e serão avaliadas a composição corporal pela absorção de dupla energia por feixes de raios-X (DXA), a fadigabilidade através da redução do torque máximo isométrico do quadríceps, testes de resistência acima e abaixo do torque crítico e avaliação da força muscular.

Os pesquisadores esperam identificar os contribuintes mais proeminentes do desempenho físico-funcional e os fatores moduladores das mudanças do desempenho geradas pelo treinamento de força em mulheres, buscando correlacionar as variáveis do processo de envelhecimento na redução da produção de torque e as diferenças no desempenho físico funcional, a intensidade e o volume de treinamento de força na fadigabilidade e desempenho e o quanto o destreinamento atenua as alterações geradas pelo exercício na fadigabilidade e no desempenho físico.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram inseridos adequadamente.

Recomendações:

Não há recomendações a serem acrescentadas.

As recomendações anteriores foram inseridas.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

De acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12 e norma operacional 001/2013,

Endereço: Rua Madre Maria José, 122

Bairro: Nossa Sra. Abadia

UF: MG

Município: UBERABA

CEP: 38.025-100

Telefone: (34)3700-6776

E-mail: cep@uftm.edu.br



**UFTM - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO TRIÂNGULO
MINEIRO**



Continuação do Parecer: 2.654.326

o colegiado do CEP-UFTM manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto, em reunião datada de 11/05/2018.

Considerações Finais a critério do CEP:

A aprovação do protocolo de pesquisa pelo CEP/UFTM dá-se em decorrência do atendimento à Resolução CNS 466/12 e norma operacional 001/2013, não implicando na qualidade científica do mesmo.

Conforme prevê a legislação, são responsabilidades, indelegáveis e indeclináveis, do pesquisador responsável, dentre outras: comunicar o início da pesquisa ao CEP; elaborar e apresentar os relatórios parciais (semestralmente) e final. Para isso deverá ser utilizada a opção 'notificação' disponível na Plataforma Brasil.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1063804.pdf	03/05/2018 14:06:07		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Fadiga_CEP.docx	03/05/2018 14:05:39	GERSIEL NASCIMENTO DE OLIVEIRA JUNIOR	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	03/05/2018 14:04:19	GERSIEL NASCIMENTO DE OLIVEIRA JUNIOR	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Autorizacao_CEP.pdf	12/03/2018 18:40:02	GERSIEL NASCIMENTO DE OLIVEIRA JUNIOR	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	08/02/2018 14:04:25	GERSIEL NASCIMENTO DE OLIVEIRA JUNIOR	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Madre Maria José, 122

Bairro: Nossa Sra. Abadia

CEP: 38.025-100

UF: MG

Município: UBERABA

Telefone: (34)3700-6776

E-mail: cep@uftm.edu.br



UFTM - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO TRIÂNGULO
MINEIRO



Continuação do Parecer: 2.654.326

UBERABA, 15 de Maio de 2018

Assinado por:
Daniel Fernando Bovolenta Ovigli
(Coordenador)

Endereço: Rua Madre Maria José, 122

Bairro: Nossa Sra. Abadia

UF: MG

Município: UBERABA

CEP: 38.025-100

Telefone: (34)3700-6776

E-mail: cep@uftm.edu.br

Anexo C – Produto final da dissertação: manuscrito para ser submetido e publicado em periódico científico

EFFECT OF VOLUME AND INTENSITY OF RESISTANCE TRAINING ON BODY RECOMPOSITION OF POSTMENOPAUSE WOMEN

Jonathã Luiz Justino da Silva¹

- 1- Grupo de Pesquisa em exercício, nutrição e fisiologia aplicada (PHYNER), Laboratório de Biologia do Exercício (BioEx), Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Instituto de Ciência da Saúde, Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM).
- 1- Research Group on Applied Physiology, Nutrition and Exercise, (PHYNER), Postgraduate Program in Physical Education, Federal University of Triângulo Mineiro (UFTM).

Financial support: CAPES e FAPEMIG.

Conflicts of interest:

The author declares that there is no conflict of interest.

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate whether a RT protocol with greater intensity and volume would result in greater improvements in BR in PW, and to determine whether changes in BR would be associated with changes in physical performance (PP) and muscle strength. PW were randomly assigned to one of three groups: I) Single set with high load (SSHL, n=14, 1 set of 8 to 12 repetitions maximum), II) Single set with low load (SSL, n=15, 1 set of 25 to 30 repetitions maximum), and III) Multiple sets with high load (MSHL, n=14, 3-6 sets of 8 to 12 maximum repetitions). We assessed body composition using DXA, PP using Timed Up and Go and sit and stand tests, and muscle strength using 1RM test. We quantified BR using a composite z-score calculated as follows: $(\text{appendicular lean mass } \% \Delta \text{ z-score}) + (-1 \times \text{fat mass } \% \Delta \text{ z-score}) / 2$. Results showed a significant improvement in PP ($P < 0.001$), significant reductions in visceral adipose tissue, total fat mass, and % fat ($P = 0.003$, $P = 0.042$, and $P < 0.001$, respectively), and increases in muscle mass and strength ($P < 0.001$), regardless of groups. Notably, the higher intensity groups (SSHL and MSHL) had a significantly greater BR compared to the low intensity group (SSL), especially after adjusting for age, physical activity, and sitting time ($P = 0.028$). Therefore, the intensity of RT is a critical factor in the BR of PW. Furthermore, the positive effects of BR induced by RT extend to PP and muscle strength.

Keywords: menopause; sarcopenic obesity; training variables; physical performance.

INTRODUCTION

Menopause is a condition characterized by the permanent cessation of menstruation and a reduction in gonadal steroids. Studies have shown that menopause is associated with an increase in body fat and a decrease in muscle mass (2,24,32). These changes can progress over time to the coexistence of excess body fat (obesity) and low muscle mass (sarcopenia), a condition known as sarcopenic obesity (6,18,44). Sarcopenic obesity is a clinical condition associated with low physical performance, as well as the development of metabolic and cardiovascular diseases, poor quality of life, and high rates of hospitalization and mortality (23,47,49,51,57). Additionally, sarcopenic obesity has serious financial consequences for individuals and healthcare systems (10,35). Therefore, it is essential to implement preventive and therapeutic measures to minimize these risks.

Resistance training (RT) has been extensively studied in postmenopausal women and has been shown to increase muscle mass (13,45) and decrease body fat (14,45). This simultaneous reduction in body fat and increase in muscle mass is commonly known as body recomposition (5,21,55), which has been observed in postmenopausal women (45,46). Although various training variables can be manipulated to optimize the adaptations induced by RT (3,21), the effects of manipulating these variables on body recomposition in postmenopausal women are not yet fully understood. Thus, determining the most effective RT program to optimize body recomposition in this population is still an area of ongoing research.

A simplified RT protocol with a minimal dose has been suggested as sufficient for promoting increases in muscle mass, strength, and improvements in physical performance, while also increasing participation and adherence to RT among older people (22). However, manipulating training variables, such as load intensity and volume, can optimize many of the adaptive responses of RT (3,21). Load intensity, measured as a percentage of maximal strength or one repetition maximum (1RM), and volume, defined as the load used multiplied by total repetitions, are two crucial variables to consider (3,21). Although intensity may have little influence on muscle mass gains in postmenopausal women (13,14), volume has been associated with greater muscle mass gains (39,40). Furthermore, both intensity and volume have been associated with greater improvement in reducing body fat (29,37,38,42). Therefore, the present study aimed to test the hypothesis that a RT protocol with higher intensity and volume would promote greater improvements in body recomposition in postmenopausal women. The study also tested a secondary hypothesis to determine whether the changes in body recomposition

induced by RT would be associated with changes in physical performance, independently of confounding factors.

METHODS

Study Design

This randomized trial lasted 27 weeks (figure 1). The participants underwent a 1-week familiarization period with the training protocol, consisting of three RT sessions. In the second week, initial assessments and data collection were conducted (pre). The subsequent 24 weeks were dedicated to RT, followed by end-of-study assessments in the final week (post).

To minimize the effects of diurnal biological variation, all assessments and RT sessions were conducted at the same time of day. Moreover, to prevent residual RT effects, all muscle strength, functional and body composition tests were performed 48-72 hours after the last RT session at the end of the study.

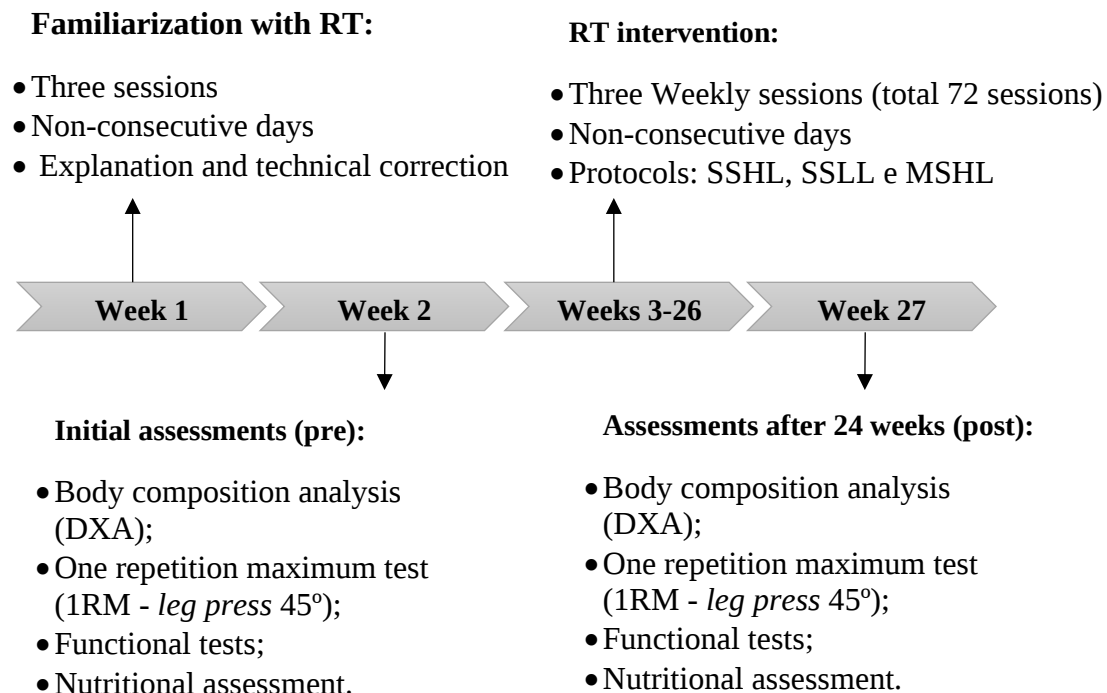


Figure 1 - Chronological progress of the study in 27 weeks

RT= Resistance training; SSHL= Single set with high load; SSLL= Single set with low load; MSHL= Multiple sets with high load; RM= repetition maximum.

Participants

The minimum sample size was calculated using the G*Power software (version 3.1.9.2) based on the following parameters: three groups, two repeated measures, effect size $f = 0.20$, F-test family (mixed ANOVA), alpha error of 5%, correlation of 0.7 between repeated measures and a power of 80%. The required sample size was estimated to be 42 participants. We chose an effect size of $d = 0.5$, as a minimal clinically important difference is equivalent to a change of 0.5 standard deviation in the outcome ($d = 0.5$ or $f = 0.25$) (11). A moderate effect size (e.g., $d = 0.5$ or $f = 0.25$) is typically considered for sample calculation in studies comparing interventions (11); however, we chose a more conservative effect size to ensure an adequate sample size.

We invited women over 50 years of age who had not engaged in physical exercise for more than 6 months and were amenorrheic (> 12 months) to participate. Interested participants underwent a detailed anamnesis, which included information on age, employment status, health history (including past and current illnesses, therapeutic and physical activities), as well as relevant health indicators. Eligibility criteria include controlled blood pressure and glycemia, absence of myopathies, arthropathies and neuropathies, muscle disorders, thromboembolic disorders, gastrointestinal disorders, cardiovascular and infectious diseases, non-alcohol consumption and non-smokers, and any other disorder that could prevent the RT practice.

Participants were informed about the procedures that would be performed and gave their consent by signing the free and informed consent form. The present study was approved by the Ethics Committee in Research with human beings under opinion number 2,654,326 (CAAE 85052218.0.0000.51.54) and was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki (56) and the constituent norms of Resolution 466/12 of the National Council for Ethics in Research with Human Beings.

Initially, 160 women participated in the study (Figure 2). After anamnesis, 114 women were randomly assigned to one of three intervention groups: I) Single set with high load (SSHL, protocol with one set of 8 to 12 repetitions maximum), II) Single set with low load (SSLL, protocol with one set of 25 to 30 repetitions maximum), and III) Multiple sets with high load (MSHL, protocol with three to six sets of 8 to 12 maximum repetitions). Four women withdrew from the study, leaving 110 women who began RT. However, 71 women were not excluded from final analysis due to poor protocol adherence to protocol (i.e., $<60\%$ frequency, intensity, or volume compatible with the assigned protocol), missing more than four consecutive weeks of training, or incomplete assessments.

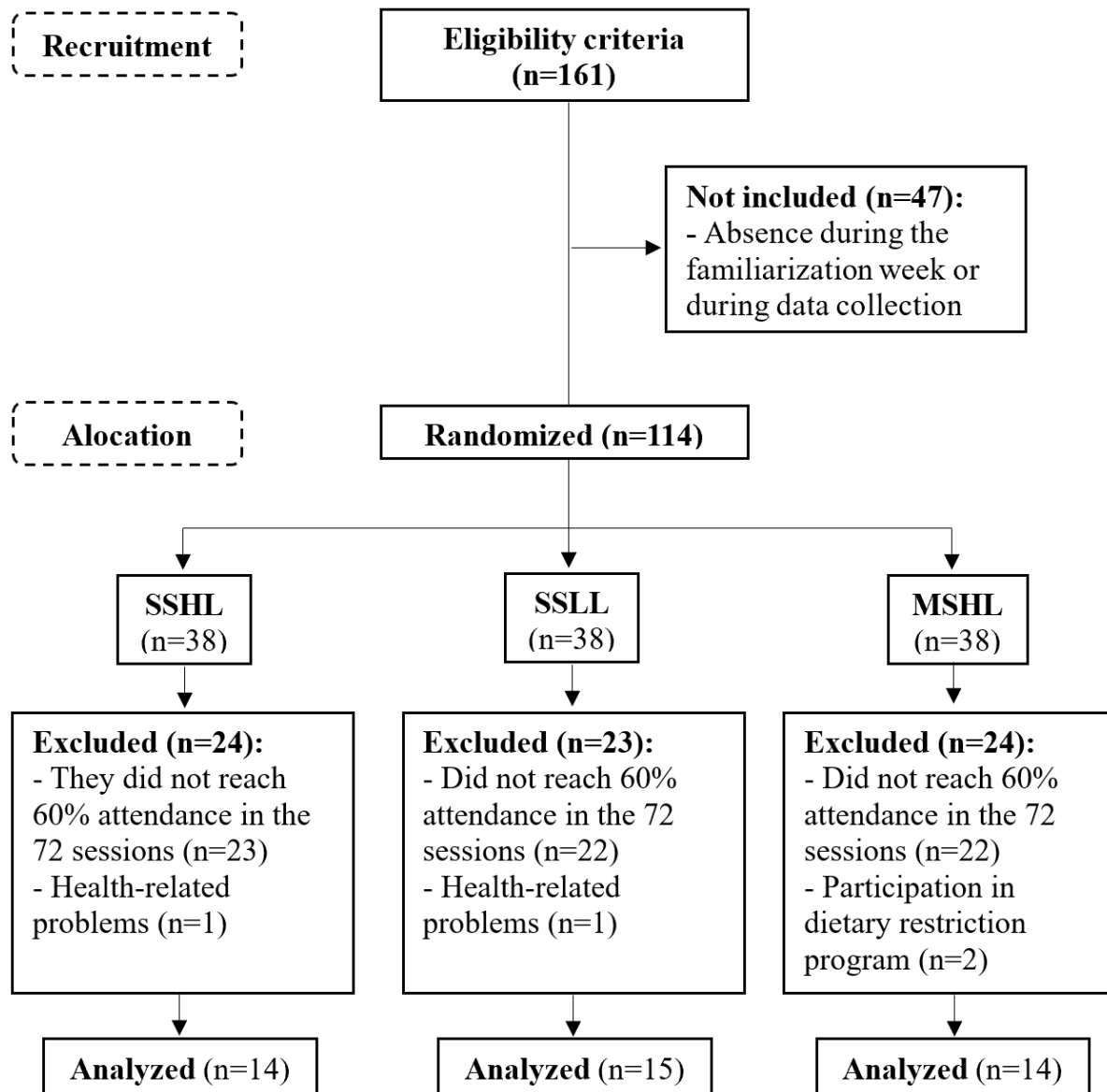


Figure 2 - Flowchart showing the number of participants in each stage of the study.

SSHL= Single set group with high load; SSLL= Single set group with low load; MSHL= Multiple sets group with high load.

Assessment of time spent in physical activity and sitting time

To estimate the time spent in physical activities and sitting time (minutes per week), we utilized the long version of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). This validated instrument is suitable for the Brazilian population and is capable of quantifying the time spent in different everyday situations (34).

Assessment of body and anthropometric composition

Body weight and height were measured using a digital scale (Lider ®, Brazil) and a stadiometer attached to the scale. The body mass index (BMI) was calculated using the formula $BMI = \text{body mass} / \text{height}^2$.

The variables used for body composition were based on fat composition, including visceral adipose tissue, total fat mass and percentage of fat (%), as well as muscle mass composition, including muscle mass of upper limbs, muscle mass of lower limbs, muscle mass total and muscle mass index. To quantify these data, dual-energy X-ray emission absorptiometry (DXA) was used, specifically the Lunar iDXA system (GE®, Madison, WI, USA) with Encore Software version 14.10. After processing, standardized lines (ROIs) were generated and adjusted to demarcate specific anatomical points routinely used to assess body composition. The analysis procedures were based on the correct application form and technical aspects of DXA (7).

For the evaluation DXA at both pre- and post-intervention time point, participants were instructed to hydrate themselves beforehand by drinking at least 2 liters of water the day before the assessment, wear suitable clothing (light and without metallic objects), urinate immediately before the assessment, and fast for at least 8 hours. The evaluation was conducted blindly by the same evaluator.

Assessment Physical Performance

Three tests were used as a parameter to analyze the participants' physical performance. The tests were conducted in the morning (between 08 and 10 a.m.), and the participants were instructed to arrive at the assessment site after having eating, wearing appropriate clothing to carry out the tests (light clothing and shoes that provided safety), and completing a general warm-up by walking at their usual speed for five minutes.

Five-Time Sitting and Standing Test assesses participants' ability to quickly and safely transition from a seated to a standing position. Participants began the test by sitting on a chair, with their torso erect, feet shoulder-width apart, and arms crossed over their torso. The chair was standardized at a height of 43 cm from the seat to the ground. At the evaluator's command, participants were instructed stand up and sit down five times as quickly as possible while avoiding intense hip impacts when sitting on the chair and completing the full movement. Prior to the test, the evaluator demonstrated the correct execution of the test. Subsequently,

participants were instructed to assume the starting position and, upon the command “Attention, now!”, performed the movements. A stopwatch was used to record the time taken to complete the five repetitions.

The Timed Up and Go test assesses participants' mobility and balance. Participants begin the test sitting on a chair with a standard height of 43 cm and following the same positioning pattern as the Five-Time Sitting and Standing Test by standing up and sitting down five times. To perform the Timed Up and Go test, participants are instructed to stand up from the chair without using their arms, walk as quickly as possible to a cone located 3 m away, go around it, return, and sit back on the chair. The test begins with the command "Attention, now!" and is timed using a stopwatch, with the time recorded in seconds. Two attempts are made, and the shortest time is used to evaluate participants' performance on the test.

The Six-minute Walking Speed test followed the recommendations of the American Thoracic Society's Guidelines for the Six-minute Walk Test (4). In this test, participants were instructed to walk as quickly as possible without running, covering the longest possible distance in 6 minutes. The test was conducted around a sports court with a total circumference of 106 meters. A stopwatch was used to time the 6-minute period, and the final distance covered was measured. Participants received verbal encouragement and motivational words to prevent them from giving up.

Assessment muscle strength

To quantify muscle strength, the 1RM test was conducted on the leg press 45° machine (Brand: Moldmac® Soil, Franca, SP, Brazil) to determine the maximum load (weight) that participants could lift in their lower limbs. Prior to the test, a warm-up strategy was adopted, consisting of five minutes of walking at the participants' usual speed, followed by three sets of warm-up exercises on the device itself. The load for each set was subjectively determined based on the participant's performance during the familiarization week, and the weight was progressively increased (30-40%, 50-60%, and 80-90% of 1RM) as the number of repetitions decreased (15-20, 8-12, and 3-5) for each set. After the specific warm-up, participants rested for three to five minutes before performing the 1RM test.

To determine the maximum load, participants performed a maximum of five attempts with a rest interval of three to five minutes between them. They were instructed and verbally encouraged to perform two full repetitions of the leg press exercise with a range of motion between 90° and 0°. If the participant completed both repetitions, a new attempt was performed

with a higher load. However, if the load was overestimated and the participant was unable to complete at least one repetition, the load was reduced for the next attempt. This process was repeated until the load that corresponded to the 1RM was found.

Resistance training

All RT groups performed eight exercises targeting the whole body, in the following order: leg press 45°, peck deck, knee curl, back pull, knee extension, triceps scott, calf raise, and sit-up on the floor. The intervention lasted 24 weeks, with three sessions per week on non-consecutive days, totaling 72 training sessions. The SSHL and MSHL groups performed 8 to 12 maximum repetitions per exercise with differences between the number of sets, while the SSLL group performed 25 to 30 maximum repetitions per exercise. Participants were instructed to perform repetitions until concentric failure and to maintain at least one and a half seconds per muscle contraction phase, with no interval between phases. The SSHL and SSLL groups performed one set for each exercise, while the MSHL group performed from three to six sets per exercise, with the interval between sets for all groups being 90 seconds. In the MSHL group, seven participants performed three sets and seven participants progressed to six sets during the 24 weeks. Before all RT sessions, a general warm-up was performed with walking at usual speed for five minutes. The RT sessions were supervised by a qualified professional, who performed weekly adjustments in the training loads to ensure proper overload progression and adherence to the training zones stipulated initially. The calf and abdominal exercises did not have their load quantified, but the participants in both groups maintained all other characteristics already described for their respective groups.

Training volume

The load used and number of repetitions performed by each participant were recorded for all exercises and training sessions. The daily work volume for each exercise was calculated using the formula: $\text{volume} = \text{number of repetitions} \times \text{load (kg)}$. This allowed for the quantification of training volume in tons (t) at the end of the 24-week intervention, which was divided into three categories: upper limb volume, lower limb volume, and total volume. The upper limb volume was calculated by grouping the three upper limb exercises (peck deck, back pull, and Scott triceps) and calculating their total work volume. The lower limb volume was calculated by grouping the three lower limb exercises (leg press 45°, leg extension, and leg curl)

and calculating their total work volume. Finally, the total volume was calculated as the sum of upper limb volume and lower limb volume.

Assessment Nutritional

Food data was collected using a 24-hour dietary recall, which involved two in-person interviews and one telephone call in week conducted by a nutritionist. The 5-step multiple-pass method was used to ensure the accuracy of the data collected (17). Participants were instructed to maintain their usual dietary habits throughout the intervention period. The dietary recalls were evaluated using the DietPró® version 27.0 software and nutritional tables, namely the Brazilian Food Composition Table (TACO) (50) and the North American Food Composition Table (United States Department of Agriculture – USDA) (53). The average consumption of carbohydrates, proteins, lipids, and energy was calculated based on the food intake data collected over the 3-day period. However, data points that were incompatible with reality or that did not meet the minimum requirements for macronutrient and energy intake necessary for survival were excluded from the analyses to minimize bias.

Statistical Analysis

A composite z-score was calculated using the mean of the z-scores for percentage changes in appendicular lean mass and total fat mass $[(\text{appendicular lean mass \% delta z-score}) + (-1 \times \text{fat mass delta \% z-score}) / 2]$ (45,46).

Data distribution and homoscedasticity were checked using the Shapiro-Wilk and Levene tests, respectively. One-way ANOVA was used to analyze sample characterization data, and the Kruskal Wallis test was used for non-parametric data to analyze differences in RT volume after 24 weeks of intervention. Mixed ANOVA was used to analyze the effects of groups (time and interaction groups by time) on muscle strength, body composition, and physical performance. ANCOVA was used to analyze the effects of groups on the composite z-score, which was adjusted for age, time of physical activity, and time spent sitting. Linear regression was used to assess the association between the composite z-score and changes in physical performance and muscle strength.

Data are presented as mean and standard deviation for continuous data with normal distribution; median and interquartile range for continuous data without normal distribution; absolute value and percentage for categorical variables (clinical characteristics); and mean and

95% confidence interval (95% CI) for delta (Δ) values. For all analyses, a p-value ≤ 0.05 was accepted as statistically significant. Statistical treatment was carried out using the Jamovi program, version 1.6.23.

RESULTS

Table 1 presents the general characteristics of the study participants, including anthropometric, clinical, and nutritional parameters. No significant differences were observed between groups in terms of these characteristics. Overall, the study sample was classified as overweight, with a level of physical activity within the recommended range, but with a high level of sedentary behavior. The average consumption of energy, proteins, lipids, and carbohydrates was greater than 1250 kcal, with protein intake at 0.9 g/kg, lipid intake at 0.6 g/kg, and carbohydrate intake at 2.4 g/kg. In terms of clinical characteristics, 22 participants had controlled hypertension and were using antihypertensive medication, 10 participants had diabetes, eight had hypothyroidism, and 12 had hypercholesterolemia. With regards to medication use, 23 participants were using antihypertensive drugs, 11 were using hypoglycemic agents, 14 were using hypolipidemic agents, eight were using antidepressants, three were using anxiolytics, and six were using hormone therapy.

Table 1. General characteristics of participants at baseline.

VARIABLES	SSHL (N=14)	SSLL (N=15)	MSHL (N=14)	P
Age (years)	61,6±6,8	64,9±8,9	62,0±5,8	0,426
Body Mass (Kg)	70,4±17,5	71,3±11,7	60,5±8,6	0,062
BMI (Kg/m ²)	27,8±5,6	28,1±5,3	25,1±3,3	0,216
MMI (Kg/m ²)	7,1±1,4	7,0±0,9	6,4±0,5	0,129
FA (min/sem)	422,9±456,6	409,3±308,2	418,9±256,7	0,994
ST (min/sem)	3773,3±1801,5	3968,5±1775,6	3491,4±1426,3	0,747
Clinical features (n)				
Hypertension	7,0(50%)	9,0(60%)	6,0(42,9%)	-
Diabetes	4,0(28,6%)	6,0(40%)	0,0	-
hypothyroidism	3,0(21,4%)	4,0(28,6%)	1,0(7,1%)	-
Hypercholesterolemia	4,0(28,6%)	4,0(26,7%)	4,0(28,6%)	-
Medication use (n)				
Antihypertensive	7,0(50%)	9,0(60%)	7,0(50%)	-
Hypoglycemic agents	4,0(28,6%)	6,0(40%)	1,0(7,1%)	-
Hypolipidemic	5,0(35,7%)	5,0(33,3%)	4,0(28,6%)	-
Antidepressant	4,0(28,6%)	1,0(6,7%)	3,0(21,4%)	-
Anxiolytic	3,0(21,4%)	0,0	0,0	-
Hormone therapy	2,0(15,4%)	1,0(6,7%)	3,0(21,4%)	-
Nutritional Facts				
Energy (Kcal)	1336,0±288,0	1384,0±644,0	1276,0±336,0	0,825
Proteins (g/kg)	1,0±0,4	0,9±0,3	1,1±0,4	0,446
Lipids (g/kg)	0,7±0,3	0,6±0,2	0,8±0,4	0,210
Carbohydrates (g/kg)	2,4±0,7	2,5±1,4	2,6±0,9	0,845

SSHL= Single set group with high load; SSLL= Single set group with low load; MSHL= Multiple sets group with high load; BMI= body mass index; MMI= muscle mass index; FA= amount of physical activity in minutes per week; ST = Sitting Time in minutes per week. Data are presented as mean and standard deviation for continuous data; and data for categorical variables are presented as absolute values and percentages.

The results for the RT volume in tons are presented in Table 2. The MSHL group showed significantly higher volumes ($P<0.001$) for upper and lower limbs as well as the total volume when compared to the other groups ($p<0.001$). The SSLL group presented higher mean values for upper and lower limbs and total volume when compared to the single set high load group, although statistical significance was only observed for the volume of the upper limbs.

Table 2. Resistance training volume of groups after 24 weeks of intervention.

VARIABLES	SSHL (N=14)	SSLL (N=15)	MSHL (N=14)	P
ULV (t)	42,3(31,4; 50,1)	63,1(56,1; 67,5) *	103,3(93,8; 123,4) *#	<0,001
LLV (t)	87,8(69,6; 107,1)	102,7(76,4; 134,7)	259,5(183,0; 301,5) *#	<0,001
TV (t)	131,1(107,3; 156,7)	164,9(133,3; 202,2)	361,8(272,9; 431,3) *#	<0,001

SSHL= Single set group with high load; SSLL= Single set group with low load; MSHL= Multiple sets group with high load; ULV= Upper limb volume; LLV= Lower limb volume; TV= Total volume. Data are presented as median and interquartile range. Statistical analysis using the Kruskal Wallis Test. * = statistical difference for group SSLH; # = statistical difference for group SSLL.

Table 3 displays the outcomes of functional physical performance, body composition, and muscle strength before and after RT. The results showed a decrease in the time taken for standing and sitting tests (-0.9 s, 95% CI: -1.4 - -0.5 s, and $P<0.001$) and timed up and go (-1.0 s, 95% CI: -1.2 - -0.7 s, and $P<0.001$), with no significant difference between the groups. However, there was no change in gait speed in the six-minute test after RT.

There was a significant reduction in visceral adipose tissue (-68 g, 95% CI: -111 - -26 g, and $P<0.001$), total fat mass (-0.5 kg, 95% CI: -1.0 - -0.01 kg, and $P<0.001$), and fat percentage (-1.1%, 95% CI: -1.5 - -0.6%, and $P<0.001$). Although the average data indicated a greater reduction of fat in the SSLH and MSHL groups when compared to the SSLL group, no statistical difference was observed between them.

There was a significant increase in total lean mass (1.0 kg, 95% CI: 0.8 - 1.3 kg, and $P<0.001$), lean mass of upper limbs (0.2 kg, 95% CI: 0.1 - 0.2 kg, and $P<0.001$), lean mass of lower limbs (0.4 kg, 95% CI: 0.2 - 0.5 kg, and $P<0.001$), appendicular lean mass (0.5 kg, 95% CI: 0.4 - 0.7 kg, and $P<0.001$), and muscle mass index (0.3 kg/m², 95% CI: 0.3 - 0.4 kg/m², and $P<0.001$). Although the average data indicated a greater increase of fat in the SSLH and MSHL groups when compared to the SSLL group, no statistical difference was observed between them.

In addition, muscle strength in the leg press 45° exercise significantly increased after RT (34 kg, 95% CI: 22 - 45 kg, and $P<0.001$), with no significant difference between the groups.

Table 3. Functional performance, body composition and muscle strength of the groups at baseline and after the 24-week intervention.

VARIABLES	SSHL (n=14)			SSL (n=15)			MSHL (n=14)			P	
	PRE	POST	Δ (CI)	PRE	POST	Δ (CI)	PRE	POST	Δ (CI)	Time	Interaction
FUNCTIONAL TESTS											
FTSST (s)	9,3±3,0	8,2±1,9	-1,1(-1,9; -0,3)	9,3±1,5	8,6±1,4	-0,7(-1,5; 0,1)	8,5±1,8	7,5±1,3	-1,0(-1,8; -0,2)	< 0,001	0,786
TUG (s)	7,2±0,9	6,2±1,0	-0,9(-1,3; -0,6)	7,5±1,0	6,7±1,0	-0,8(-1,1; -0,4)	6,9±0,7	5,7±0,8	-1,1(-1,5; -0,8)	< 0,001	0,392
WS6min (m/s)	1,7±0,2	1,7±0,2	0,0(-0,0; 0,1)	1,7±0,2	1,7±0,2	0,0(-0,1; 0,1)	1,8±0,2	1,8±0,2	0,0(-0,1; 0,1)	0,448	0,755
BODY COMPOSITION											
VAT (g)	1142,0±627,0	1052,0±575,0	-89,9(-166,0; -13,7)	1320,0±713,0	1257,0±714,0	-63,7(-137; 10,0)	783,0±496,0	731,0±494,0	-52,0(-128,0; 24,2)	0,003	0,768
Total fat mass (Kg)	29,9±10,8	29,3±10,1	-0,6(-1,4; 0,3)	30,6±7,9	30,5±7,7	-0,1(-0,9; 0,7)	25,1±5,7	24,3±5,9	-0,8(-1,6; 0,0)	0,042	0,462
Fat (%)	41,5±5,9	40,5±5,9	-1,0(-1,8; -0,3)	42,2±4,4	41,6±4,5	-0,6(-1,3; 0,2)	40,9±4,6	39,4±4,9	-1,6(-2,3; -0,8)	< 0,001	0,202
MM UL (Kg)	4,2±1,1	4,5±1,1	0,2(0,2; 0,3)	4,3±0,7	4,4±0,6	0,1(0,0; 0,2)	3,6±0,4	3,8±0,4	0,2(0,1; 0,3)	< 0,001	0,074
MM LL (Kg)	13,9±3,5	14,3±3,3	0,5(0,2; 0,7)	13,5±1,6	13,9±1,7	0,3(0,1; 0,5)	11,8±1,4	12,2±1,3	0,4(0,1; 0,6)	< 0,001	0,675
Total MM (kg)	38,5±8,0	39,6±7,8	1,1(0,7; 1,6)	38,8±4,2	39,7±4,4	0,9(0,5; 1,4)	33,6±3,4	34,7±3,4	1,1(0,6; 1,5)	< 0,001	0,821
AMM (kg)	18,1±4,4	18,8±4,3	0,7(0,4; 0,9)	17,8±2,2	18,2±2,2	0,4(0,2-0,7)	14,4±1,7	16,0±1,6	0,5(0,3-0,8)	< 0,001	0,259
MMI (Kg/m ²)	7,1±1,4	7,5±1,4	0,4(0,3; 0,5)	7,0±0,9	7,3±0,9	0,3(0,2; 0,4)	6,4±0,5	6,7±0,5	0,3(0,2; 0,4)	< 0,001	0,536
STRENGTH TEST											
1RM (Kg)	131±42,4	172±48,9	40,9(21,2; 60,5)	131±60,0	169,0±70,7	38,1(19,2; 57,1)	150,0±44,4	172,0±49,7	21,6(2,0; 41,2)	< 0,001	0,323

SSHL= Single set group with high load; SSL= Single set group with low load; MSHL= Multiple sets group with high load; FTSST = Five-Time Sitting and Standing Test; TUG= Time up and go test; WS6min= Six-minute walking speed test; VAT= visceral adipose tissue; FM= Fat mass; MM= Muscle mass; UL = Upper limbs; LL= Lower limbs; AMM= appendicular muscle mass; MMI= muscle mass index; 1RM= one repetition maximum. Data are presented as mean and standard deviation at the pre and post moment; and the Δ value data (difference between pre and post) are presented as mean and confidence interval (CI).

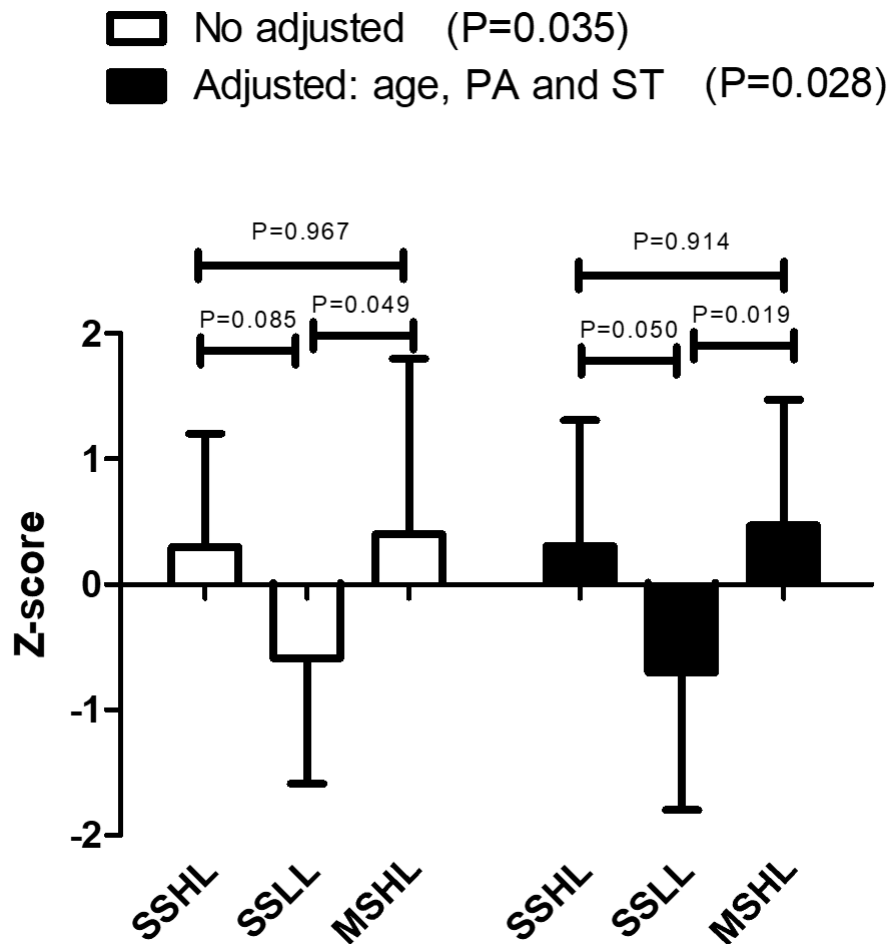


Figure 3. Body recomposition composite z-score changes according to group.

SSHL= Single set group with high load; SSL= Single set group with low load; MSHL= Multiple sets group with high load; FA= amount of physical activity in minutes per week; ST = Sitting Time in minutes per week. Data are presented as mean and standard deviation, unadjusted or adjusted for age, physical activity time (PA) and sitting time (ST).

The z-score was calculated based on the percent changes in appendicular lean mass (SSHL: $4.2 \pm 2.5\%$, SSL: $2.3 \pm 2.9\%$, and MSHL: $3.5 \pm 3.8\%$; $P=0.523$) and total fat mass (SSHL: $-1.3 \pm 5.7\%$, SSL: $-0.1 \pm 5.8\%$, and MSHL: $-3.5 \pm 4.6\%$; $P=0.310$). The z-score values for the percent changes in appendicular lean mass were SSHL = 0.29 ± 0.79 , SSL = -0.32 ± 0.93 , and MSHL = 0.05 ± 1.21 . The z-score values for the percent changes in fat mass were SSHL = 0.04 ± 1.04 , SSL = 0.28 ± 1.06 , and MSHL = -0.34 ± 0.84 . The composite z-score of percent changes from pre- to post-training, representing the extent of resistance training across the groups, is presented in Figure 3. SSHL and MSHL showed greater positive changes than SSL, particularly after adjusting for age, physical activity, and sitting time.

The composite z-score of body composition changes (body recomposition) showed significant associations with improvements in Timed Up and Go test performance and muscle strength in the leg press exercise, even after adjusting for age and training protocol. Specifically, for every unit increase in the composite z-score of body composition changes, there was a corresponding decrease in Timed Up and Go test time by 0.19 seconds ($B = -0.19$ s, $EP = 0.08$ s, and $P=0.028$) and an increase in strength in the leg press exercise by 9.53 kg ($B = 9.53$ kg, $EP = 4.68$ kg, and $P=0.048$). However, there was no significant association between the extent of body recomposition and changes in gait speed ($B = 0.01$ m/s², $EP = 0.02$ m/s², and $P=0.579$) or the sit and stand test ($B = -0.15$ reps, $EP = 0.20$ reps, and $P=0.437$).

DISCUSSION

The present study revealed that RT led to a reduction in fat and an increase in muscle mass, strength, and physical performance irrespective of the protocol used (SSHL, SSLL, and MSHL). However, when the changes in muscle mass and body fat were combined to form an indicator of body recomposition measured by z-score, the SSHL and MSHL protocols were found to be more effective than the SSLL protocol. Additionally, the extent of body recomposition was positively associated with increased muscle strength and Timed Up and Go test results. Given the need for less complex and time-efficient RT protocols to improve adherence and participation, a protocol with a single series but high intensity (SSHL) may be an effective intervention strategy for postmenopausal women (22).

Postmenopausal women are at high risk of developing sarcopenic obesity, making it crucial to investigate collective changes in muscle and fat mass, also known as body recomposition, to assess intervention effectiveness (2,6,18,24,32,44). The present study demonstrated that RT resulted in body recomposition in postmenopausal women, consistent with previous research (45,46). However, our findings revealed that protocols with high intensity (SSHL and MSHL) were more effective in promoting body recomposition than the low-intensity protocol (SSLL), despite differences in volume. Therefore, our study emphasizes the importance of RT intensity, rather than volume, in facilitating body recomposition among postmenopausal women.

The physiological mechanisms behind body recomposition in relation to training intensity are complex and not yet fully understood. However, we can speculate about why the groups trained with higher intensity were more effective in promoting body recomposition than the low-load group, despite no significant differences between the high-intensity protocols.

Firstly, muscle mass gains can be achieved across a wide range of intensities (48), but there is an intensity threshold below which gains are suboptimal (i.e., below 40% of 1RM) (31). In our study, the load used in RT was necessary to reach 30 maximum repetitions in each exercise, and postmenopausal women may require around 30% of 1RM to perform 30 maximum repetitions (15). Therefore, the intensity used in our study may have promoted suboptimal gains in muscle mass. Secondly, changes in body fat depend on a chronic energy imbalance (27). RT can modify resting energy expenditure and activity-related energy expenditure, thereby increasing total energy expenditure and promoting negative caloric balance (29,42). Although RT intensity may increase basal metabolic rate and activity-related energy expenditure, higher training volume can further increase energy expenditure during the training session (29,42). However, high volume can lead to "overtraining" and fatigue, reducing participation in non-exercise physical activities after RT (such as walking to work, typing, gardening, farm chores), which may nullify the effect of higher energy expenditure during the training session on total energy expenditure (29,42).

The decline in sit-to-stand test performance during aging has been associated with an increased risk of functional physical disability (26). Similarly, poor performance on the Timed Up and Go test can predict functional physical disability, longer hospital stays, low quality of life, and mortality (9,19,43,54). Our study demonstrated an improvement in sit-to-stand and Timed Up and Go tests, regardless of the intensity and volume of RT. These results are consistent with a recent systematic review and meta-analysis that showed improved functional capacity in middle-aged and elderly adults, irrespective of training volume (33). Furthermore, a study by Carneiro *et al.* (2022) found no significant differences in strength gains between high or low intensity training in elderly women. Therefore, improvements in physical performance appear to be related to RT in postmenopausal women, irrespective of the intensity and volume.

However, no improvements were observed in the six-minute gait speed test performance. One possible explanation for this result is that the participants already had a high walking speed (~ 1.75 m/s) before the study began (12,36). Additionally, the gait speed values presented by the participants are close to the transition to running (~ 2 m/s) (28), indicating a possible ceiling effect of the gait speed test. Therefore, although participants improved on other measures of physical performance with RT, such as the sit-to-stand and the Timed Up and Go tests, the gait speed test may not have been sensitive enough to detect additional changes. This suggests that the gait speed test may not be adequate to assess the improvement in functional physical performance in people with high physical capacity.

Studies have shown that reducing body fat and increasing muscle mass can positively contribute to increased physical performance and muscle strength (8,30,52). In our study, we also observed that body recomposition was associated with improvements in physical performance, as measured by the Timed Up and Go test, and in muscle strength. Additionally, increasing muscle mass can lead to increased muscle strength (20) and contribute to improving physical performance (8). Women with greater muscle strength have a better ability to transfer load during physical performance tests. Furthermore, studies indicate that gains in muscle mass and strength after RT are inversely associated with fat gain, especially abdominal fat (41), and insulin resistance (25) in postmenopausal women. Reducing body fat can improve the inflammatory process and insulin sensitivity, contributing to better RT adaptations regarding gains in strength and physical performance (25,41). Reducing inter- and intramuscular fat can also improve muscle contraction efficiency (1). Thus, body recomposition appears to be an important target of therapies to improve physical performance and muscle strength in postmenopausal women.

LIMITATIONS

The study has some limitations that must be considered. First, the small sample size is a result of the nature of the intervention (24 weeks). Despite this, we still demonstrate the significant impact of RT on body recomposition. Second, a higher dropout rate was observed in both groups. Although we did not observe significant imbalances between groups in general characteristics (Table 1), participants who dropped out of the study generally had higher body mass indexes and lower baseline fitness levels (16).

However, it is essential to highlight the strengths of the current study. First, we used a 24-week randomized design, which allowed for comparison of the three interventions. Second, variables such as load intensity, exercise frequency, and proficiency were controlled to minimize bias. Additionally, two qualified fitness professionals closely monitored all participants during each RT session, ensuring proper techniques.

CONCLUSIONS

Our results indicate that the intensity of RT is a crucial factor in body fat reduction for postmenopausal women. An RT protocol with a single or multiple sets, but with high intensity, can be an effective strategy to promote body recomposition. Furthermore, the positive effects of RT-induced body recomposition extend to physical performance and muscle strength, suggesting that this approach may be especially useful for promoting health and quality of life in postmenopausal women.

PRACTICAL APPLICATIONS

The findings of the present study showed that a RT program with only a single set, but of high intensity (SSHL), seems to be an excellent intervention strategy to promote body recomposition. Since this condition can be a therapeutic target against sarcopenic obesity, this protocol can be used as a viable, less complex and time-efficient strategy to increase participation and adherence and, therefore, be an interesting approach to promote health and quality of life in postmenopausal women.

ACKNOWLEDGMENTS

We express our appreciation to all participants for their involvement in this study. We also recognize research assistants who helped with data collection and processing, the Coordination of Improvement of Higher Education Personnel (CAPES/Brazil) and Minas Gerais Support and Research Foundation (FAPEMIG).

REFERENCES

1. Addison, O, Marcus, RL, Lastayo, PC, and Ryan, AS. Intermuscular fat: a review of the consequences and causes. *Int J Endocrinol* 2014: 309570, 2014.
2. Ambikairajah, A, Walsh, E, Tabatabaei-Jafari, H, and Cherbuin, N. Fat mass changes during menopause: a metaanalysis. *Am J Obstet Gynecol* 221: 393-409.e50, 2019.
3. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 41: 687–708, 2009.
4. American Thoracic Society. ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. *Am J Respir Crit Care Med* 166: 111–117, 2002.
5. Barakat, C, Pearson, J, Escalante, G, Campbell, B, and De Souza, EO. Body Recomposition: Can Trained Individuals Build Muscle and Lose Fat at the Same Time? *Strength & Conditioning Journal* 42: 7–21, 2020.
6. Batsis, JA, Barre, LK, Mackenzie, TA, Pratt, SI, Lopez-Jimenez, F, and Bartels, SJ. Variation in the Prevalence of Sarcopenia and Sarcopenic Obesity in Older Adults Associated with Different Research Definitions: Dual-Energy X -Ray Absorptiometry Data from the National Health and Nutrition Examination Survey 1999–2004. *J American Geriatrics Society* 61: 974–980, 2013.
7. Bazzocchi, A, Ponti, F, Albisinni, U, Battista, G, and Guglielmi, G. DXA: Technical aspects and application. *European Journal of Radiology* 85: 1481–1492, 2016.
8. Beaudart, C, Rolland, Y, Cruz-Jentoft, AJ, Bauer, JM, Sieber, C, Cooper, C, et al. Assessment of Muscle Function and Physical Performance in Daily Clinical Practice: A position paper endorsed by the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases (ESCEO). *Calcif Tissue Int* 105: 1–14, 2019.
9. Bergland, A, Jørgensen, L, Emaus, N, and Strand, BH. Mobility as a predictor of all-cause mortality in older men and women: 11.8 year follow-up in the Tromsø study. *BMC Health Serv Res* 17: 22, 2017.
10. Biener, A, Cawley, J, and Meyerhoefer, C. The Impact of Obesity on Medical Care Costs and Labor Market Outcomes in the US. *Clin Chem* 64: 108–117, 2018.
11. Bloom, DA, Kaplan, DJ, Mojica, E, Strauss, EJ, Gonzalez-Lomas, G, Campbell, KA, et al. The Minimal Clinically Important Difference: A Review of Clinical Significance. *Am J Sports Med* 3635465211053869, 2021.
12. Bohannon, RW, Bubela, DJ, Magasi, SR, Wang, Y-C, and Gershon, RC. Sit-to-stand test: Performance and determinants across the age-span. *Isokinet Exerc Sci* 18: 235–240, 2010.
13. Carneiro, MAS, de Oliveira Júnior, GN, de Sousa, JFR, Murta, EFC, Orsatti, CL, Michelin, MA, 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* 36: 1582–1590, 2022.

14. Carneiro, MAS, Oliveira Júnior, GN de, de Sousa, JFR, Orsatti, CL, Murta, EFC, Michelin, MA, 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* 46: 925–933, 2021.
15. Carneiro, MAS, de Oliveira Júnior, GN, Sousa, JFR, Martins, FM, Santagnello, SB, Souza, MVC, et al. Different load intensity transition schemes to avoid plateau and no-response in lean body mass gain in postmenopausal women. *Sport Sci Health* 18: 1359–1368, 2022.
16. Collins, KA, Huffman, KM, Wolever, RQ, Smith, PJ, Siegler, IC, Ross, LM, et al. Determinants of Dropout from and Variation in Adherence to an Exercise Intervention: The STRRIDE Randomized Trials. *Transl J Am Coll Sports Med* 7: e000190, 2022.
17. Conway, JM, Ingwersen, LA, Vinyard, BT, and Moshfegh, AJ. Effectiveness of the US Department of Agriculture 5-step multiple-pass method in assessing food intake in obese and nonobese women. *Am J Clin Nutr* 77: 1171–1178, 2003.
18. Donini, LM, Busetto, L, Bischoff, SC, Cederholm, T, Ballesteros-Pomar, MD, Batsis, JA, et al. Definition and Diagnostic Criteria for Sarcopenic Obesity: ESPEN and EASO Consensus Statement. *Obes Facts* 15: 321–335, 2022.
19. Ekström, H, Dahlin-Ivanoff, S, and Elmståhl, S. Effects of walking speed and results of timed get-up-and-go tests on quality of life and social participation in elderly individuals with a history of osteoporosis-related fractures. *J Aging Health* 23: 1379–1399, 2011.
20. Folland, JP and Balshaw, TG. Muscle Growth Does Contribute to the Increases in Strength that Occur after Resistance Training. *Med Sci Sports Exerc* 53: 2006–2010, 2021.
21. Fragala, MS, Cadore, EL, Dorgo, S, Izquierdo, M, Kraemer, WJ, Peterson, MD, et al. Resistance Training for Older Adults: Position Statement From the National Strength and Conditioning Association. , 2019.
22. Fyfe, JJ, Hamilton, DL, and Daly, RM. Minimal-Dose Resistance Training for Improving Muscle Mass, Strength, and Function: A Narrative Review of Current Evidence and Practical Considerations. *Sports Med* 52: 463–479, 2022.
23. Gandham, A, Mesinovic, J, Jansons, P, Zengin, A, Bonham, MP, Ebeling, PR, et al. Falls, fractures, and areal bone mineral density in older adults with sarcopenic obesity: A systematic review and meta-analysis. *Obes Rev* 22: e13187, 2021.
24. Geraci, A, Calvani, R, Ferri, E, Marzetti, E, Arosio, B, and Cesari, M. Sarcopenia and Menopause: The Role of Estradiol. *Front Endocrinol (Lausanne)* 12: 682012, 2021.
25. Glouzon, BKJ, Barsalani, R, Lagacé, J-C, and Dionne, IJ. Muscle mass and insulin sensitivity in postmenopausal women after 6-month exercise training. *Climacteric* 18: 846–851, 2015.
26. Gonzalez-Bautista, E, de Souto Barreto, P, Salinas-Rodriguez, A, Manrique-Espinoza, B, Rolland, Y, Andrieu, S, et al. Clinically meaningful change for the chair stand test: monitoring mobility in integrated care for older people. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 13: 2331–2339, 2022.

27. Hall, KD, Heymsfield, SB, Kemnitz, JW, Klein, S, Schoeller, DA, and Speakman, JR. Energy balance and its components: implications for body weight regulation. *Am J Clin Nutr* 95: 989–994, 2012.
28. Hall, SJ. Biomecânica básica. 7th ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.
29. Hunter, GR, Plaisance, EP, Carter, SJ, and Fisher, G. Why intensity is not a bad word: Optimizing health status at any age. *Clin Nutr* 37: 56–60, 2018.
30. Kim, M, Oh, J-H, and Won, CW. Sex-Specific Differences in Lower Body Fat Distribution and Association with Physical Performance among Healthy Community-Dwelling Older Adults: A Pilot Study. *Int J Environ Res Public Health* 19: 4201, 2022.
31. Lasevicius, T, Ugrinowitsch, C, Schoenfeld, BJ, Roschel, H, Tavares, LD, De Souza, EO, et al. Effects of different intensities of resistance training with equated volume load on muscle strength and hypertrophy. *European Journal of Sport Science* 18: 772–780, 2018.
32. Maltais, ML, Desroches, J, and Dionne, IJ. Changes in muscle mass and strength after menopause. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 9: 186–197, 2009.
33. Marques, DL, Neiva, HP, Marinho, DA, and Marques, MC. Manipulating the Resistance Training Volume in Middle-Aged and Older Adults: A Systematic Review with Meta-Analysis of the Effects on Muscle Strength and Size, Muscle Quality, and Functional Capacity. *Sports Med* , 2022.
34. Matsudo, S, Araujo, T, Matsudo, V, Andrade, D, Andrade, E, Oliveira, LC, et al. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde* 6, 2012.
35. Norman, K and Otten, L. Financial impact of sarcopenia or low muscle mass - A short review. *Clin Nutr* 38: 1489–1495, 2019.
36. Novaes, RD, Miranda, AS, and Dourado, VZ. Usual gait speed assessment in middle-aged and elderly Brazilian subjects. *Rev Bras Fisioter* 15: 117–122, 2011.
37. Nunes, PRP, Barcelos, LC, Oliveira, AA, Furlanetto Júnior, R, Martins, FM, Orsatti, CL, et al. Effect of resistance training on muscular strength and indicators of abdominal adiposity, metabolic risk, and inflammation in postmenopausal women: controlled and randomized clinical trial of efficacy of training volume. *Age (Dordr)* 38: 40, 2016.
38. Nunes, PRP, Oliveira, AA, Martins, FM, Souza, AP, and Orsatti, FL. Effect of resistance training volume on walking speed performance in postmenopausal women: A randomized controlled trial. *Exp Gerontol* 97: 80–88, 2017.
39. Oliveira-Júnior, GN de, de Sousa, J de FR, Carneiro, MA da S, Martins, FM, Santagnello, SB, and Orsatti, FL. Resistance training-induced improvement in exercise tolerance is not dependent on muscle mass gain in post-menopausal women. *Eur J Sport Sci* 21: 958–966, 2021.
40. Oliveira-Júnior, GN de, de Sousa, J de FR, Carneiro, MA da S, Martins, FM, Santagnello, SB, Souza, MVC, et al. Resistance Training Volume Enhances Muscle

Hypertrophy, but Not Strength in Postmenopausal Women: A Randomized Controlled Trial. *J Strength Cond Res* 36: 1216–1221, 2022.

41. Orsatti, FL, Nahas, EAP, Orsatti, CL, de Oliveira, EP, Nahas-Neto, J, da Mota, GR, et al. Muscle mass gain after resistance training is inversely correlated with trunk adiposity gain in postmenopausal women. *J Strength Cond Res* 26: 2130–2139, 2012.

42. Paoli, A, Moro, T, and Bianco, A. Lift weights to fight overweight. *Clin Physiol Funct Imaging* 35: 1–6, 2015.

43. Poitras, S, Au, K, Wood, K, Dervin, G, and Beaulé, PE. Predicting hospital length of stay and short-term function after hip or knee arthroplasty: are both performance and comorbidity measures useful? *Int Orthop* 42: 2295–2300, 2018.

44. Polyzos, SA and Margioris, AN. Sarcopenic obesity. *Hormones* 17: 321–331, 2018.

45. Ribeiro, AS, Oliveira, AV, Kassiano, W, Nascimento, MA, Mayhew, JL, and Cyrino, ES. Effects of resistance training on body recomposition, muscular strength, and phase angle in older women with different fat mass levels. *Aging Clin Exp Res* 35: 303–310, 2023.

46. Ribeiro, AS, Pereira, LC, Schoenfeld, BJ, Nunes, JP, Kassiano, W, Nabuco, HCG, et al. Moderate and Higher Protein Intakes Promote Superior Body Recomposition in Older Women Performing Resistance Training. *Med Sci Sports Exerc* 54: 807–813, 2022.

47. Roh, E and Choi, KM. Health Consequences of Sarcopenic Obesity: A Narrative Review. *Front Endocrinol (Lausanne)* 11: 332, 2020.

48. Schoenfeld, BJ, Fisher, JP, Grgic, J, Haun, CT, Helms, ER, Phillips, SM, et al. Resistance Training Recommendations to Maximize Muscle Hypertrophy in an Athletic Population: Position Stand of the IUSCA. *B J*, 2021.

49. Stenholm, S, Harris, TB, Rantanen, T, Visser, M, Kritchevsky, SB, and Ferrucci, L. Sarcopenic obesity: definition, cause and consequences. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 11: 693–700, 2008.

50. Tabela brasileira de Composição de Alimentos. Tabela brasileira de composição de alimentos (TACO). 4. ed. rev. e ampl. campinas: NEPA - UNICAMP, 2011.

51. Tian, S and Xu, Y. Association of sarcopenic obesity with the risk of all-cause mortality: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Geriatr Gerontol Int* 16: 155–166, 2016.

52. Torres, MR, Ruiz Valenzuela, RE, Esparza-Romero, J, López Teros, MT, and Alemán-Mateo, H. The fat mass index, not the fat-free mass index, is associated with impaired physical performance in older adult subjects: Evidence from a cross-sectional study. *Clin Nutr* 38: 877–882, 2019.

53. U.S Department of Agriculture: Agricultural Research Service. FoodData Central, 2019. Available from: <https://fdc.nal.usda.gov/>

54. Wennie Huang, W-N, Perera, S, VanSwearingen, J, and Studenski, S. Performance measures predict onset of activity of daily living difficulty in community-dwelling older adults. *J Am Geriatr Soc* 58: 844–852, 2010.

55. Wewege, MA, Desai, I, Honey, C, Coorie, B, Jones, MD, Clifford, BK, et al. The Effect of Resistance Training in Healthy Adults on Body Fat Percentage, Fat Mass and Visceral Fat: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med* 52: 287–300, 2022.
56. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA* 310: 2191–2194, 2013.
57. Xia, M-F, Chen, L-Y, Wu, L, Ma, H, Li, X-M, Li, Q, et al. Sarcopenia, sarcopenic overweight/obesity and risk of cardiovascular disease and cardiac arrhythmia: A cross-sectional study. *Clin Nutr* 40: 571–580, 2021.