

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA

Matheus Giacobbo Guedes

**“COMPARAÇÃO DAS ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES E FUNCIONAIS DE
MULHERES IDOSAS ENTRE O TREINAMENTO DE FORÇA TRADICIONAL E O
TREINAMENTO DE POTÊNCIA”**

Porto Alegre

2023

Matheus Giacobbo Guedes

“COMPARAÇÃO DAS ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES E FUNCIONAIS DE MULHERES IDOSAS ENTRE O TREINAMENTO DE FORÇA TRADICIONAL E O TREINAMENTO DE POTÊNCIA”

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientador: Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto

Porto Alegre

2023

CIP - Catalogação na Publicação

Guedes, Matheus Giacobbo

Comparação das adaptações neuromusculares e funcionais de mulheres idosas entre o treinamento tradicional e o treinamento de potência. / Matheus Giacobbo Guedes. -- 2023.

69 f.

Orientador: Ronei Silveira Pinto.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Educação Física, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Porto Alegre, BR-RS, 2023.

Matheus Giacobbo Guedes

“COMPARAÇÃO DAS ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES E FUNCIONAIS DE MULHERES IDOSAS ENTRE O TREINAMENTO DE FORÇA TRADICIONAL E O TREINAMENTO DE POTÊNCIA”

Conceito final: Aprovado.

Aprovado em 19 de dezembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Eduardo Lusa Cadore – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Prof. Dr. Marco Carlos Uchida – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Prof. Dr. Régis Radaelli – Egaz Moniz School of Health & Science, Portugal.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à minha família, meu mais especial agradecimento: à minha esposa Juliani, pelo amor, apoio e entendimento nos momentos de ausência, meus filhos Vítor e Lívia, por me alegrarem sempre e fazerem tudo fazer sentido. Aos meus pais Rosana e Jorge que me proporcionaram todas as condições, ainda na graduação, de trilhar o meu caminho da forma que eu quisesse.

Ao meu orientador e referência profissional, Ronei Silveira Pinto, por me conduzir e incentivar em mais essa jornada acadêmica. Aos colegas do grupo de pesquisa GPTF, Carlos Machado, Raphael Fortes e Israel Trapaga, pelo trabalho e parceria nos momentos de coleta; não haveria dissertação sem o trabalho de vocês, muito obrigado!

À Secretaria de Esporte e Lazer de Canoas, em específico à Jérson Cunha, Tauro Bonorino e Carlos Lanes, por autorizarem a vinculação do projeto de pesquisa às atividades desenvolvidas pela Secretaria.

Aos colegas e amigos do Centro de Esporte e Lazer Estação Cidadania de Canoas, Tassiele Silva, Cristian Spindler, Guilherme Moraes, Patrícia Cholet e Ronei da Rosa, pelo auxílio nos treinos e avaliações. Sem vocês também não teria terminado o projeto, muito obrigado! Bem como todo o restante da equipe, competentíssima, pela segurança e condução do atendimento ao público nos momentos em que me ausentei, muito obrigado!

E finalmente às “meninas” do projeto, que se engajaram e contribuíram ativamente participando do estudo, muito obrigado!

RESUMO

O objetivo desse estudo foi comparar as adaptações provocadas pelo treinamento tradicional de força (TFT) e o treinamento de potência (TP) nas adaptações neuromusculares e funcionais de mulheres idosas após um período de 30 semanas de treinamento. Vinte e duas mulheres idosas foram divididas em dois grupos que realizaram duas sessões semanais de treinamento durante 30 semanas: o grupo de treinamento de força tradicional (GT, n=11, idade: 66,0±3,4 anos), e o grupo de treinamento de potência (GP, n=11, idade: 65,5±3,6 anos). O treinamento do GT variou de 2 a 4 séries, de 12 a 6 repetições, e de 60% a 80% de 1RM; o GP variou de 3 a 4 séries, de 8 a 6 repetições, e de 40% a 60% de 1RM. Foram realizados testes de força máxima (1RM), potência de extensores joelho (EJ) e capacidade funcional através do teste de sentar e levantar 5 vezes (SL). Nenhuma participante de ambos os grupos apresentou algum tipo de lesão durante o programa de treinamento. Os efeitos do treinamento em ambos os grupos foram analisados pelo teste de equações de estimativas generalizadas (GEE). Os resultados indicaram incrementos significativos ($p < 0,05$) nos testes de 1RM após 15 semanas (EJ = 15,3 e 7,8%, LEG = 37,4 e 36,1%, SUP = 21,1 e 25%, FLC = 26,4 e 22,5%, para GT e GP, respectivamente) sendo ainda maior após 30 semanas para ambos os grupos (EJ = 25,3 e 15,9%, LEG = 53,3 e 49,7%, SUP = 32,8 e 35,2%, FLC = 39,5 e 33,9%, para GT e GP, respectivamente), sem haver vantagens dependentes do modelo de treinamento (TFT ou TP). Ainda, incrementos significativos ($p < 0,05$) e de magnitude similar na $P_{m\acute{a}x}$ (GT = 37,2% e GP = 40,3%), $P_{m\acute{e}d}$ (GT = 30,5% e GP = 30,1%), F_{pic} (GT = 25,7% e GP = 32%) e $F_{m\acute{e}d}$ (GT = 19,8% e GP = 30,4%) entre os grupos para o teste de potência a 50% de 1RM no exercício de extensão de joelho após o período de 30 semanas de treinamento. Também foram encontrados aumentos significativos ($p < 0,05$) na espessura muscular, e qualidade muscular do músculo e vasto lateral após 30 semanas, sem diferenças entre os grupos. Com relação ao desempenho funcional, nossos resultados revelam incrementos significativos para os dois grupos, sem diferenças significativas entre os mesmos na $P_{m\acute{a}x}$ (GT = 8,0% e GP = 12,2%), $P_{m\acute{e}d}$ (GT = 6,3% e GP = 11,1%), $v_{m\acute{a}x}$ (GT = 6,5% e GP = 8,7%) e $v_{m\acute{e}d}$ (GT = 7,0% e GP = 10,8%) para o teste de sentar e levantar 5 vezes após o período de 30 semanas de treinamento, sendo que para F_{pic} , apenas o GP apresentou aumento significativo entre as avaliações Pós15 e Pós30 (0,9% contra -1,6% de GT). Os

resultados desse estudo reforçam a indicação do TP como uma estratégia de treinamento segura e eficaz para incremento de força, potência e desempenho funcional para mulheres idosas.

Palavras-chave: treinamento de força, treinamento de potência, treinamento de força em idosos.

ABSTRACT

The objective of this study was to compare the adaptations caused by traditional strength training (TFT) and power training (TP) in the neuromuscular and functional adaptations of elderly women after a period of 30 weeks of training. Twenty-two elderly women were divided into two groups that performed two weekly training sessions for 30 weeks: the traditional strength training group (GT, n=11, age: 66,0±3,4 years) and the power training group (GP, n=11, age: 65,5±3,6 years). GT training ranged from 2 to 4 sets, from 12 to 6 repetitions, and from 60% to 80% of 1RM; the GP varied from 3 to 4 sets, from 8 to 6 repetitions, and from 40% to 60% of 1RM. Maximum strength (1RM), knee extensor power (EJ) and functional capacity using the 5 times sit to stand test (SL) were performed. No participant in either group presented any type of injury during the training program. Training effects were analyzed using the generalized estimating equations (GEE) test. The results indicated significant increases ($p < 0.05$) in the 1RM tests after 15 weeks (EJ = 15.3 and 7.8%, LEG = 37.4 and 36.1%, SUP = 21.1 and 25% , FLC = 26.4 and 22.5%, for GT and GP, respectively) being even higher after 30 weeks for both groups (EJ = 25.3 and 15.9%, LEG = 53.3 and 49.7 % , SUP = 32.8 and 35.2%, FLC = 39.5 and 33.9%, for GT and GP, respectively), without any advantages depending on the training model (TFT or TP). Furthermore, significant increases of similar magnitude in P_{\max} (GT = 37.2% and GP = 40.3%), $P_{\text{méd}}$ (GT = 30.5% and GP = 30.1%), F_{pic} (GT = 25.7 % and GP = 32%) and $F_{\text{méd}}$ (GT = 19.8% and GP = 30.4%) between the groups for the power test at 50% of 1RM in the knee extension exercise after the 30-week period of training. Significant increases ($p < 0.05$) in muscle thickness and muscle quality of the muscle vastus lateralis were also found after 30 weeks, with no differences between the groups. Regarding functional performance, our results reveal significant increases for both groups, without significant differences between them in $P_{\text{máx}}$ (GT = 8.0% and GP = 12.2%), $P_{\text{méd}}$ (GT = 6.3% and GP = 11.1%), $v_{\text{máx}}$ (GT = 6.5% and GP = 8.7%) and $v_{\text{méd}}$ (GT = 7.0% and GP = 10.8%) for the 5-sit-to-stand test after the 30-week training period, and for F_{pic} , only GP showed a significant increase between the Post15 and Post30 assessments (0.9% versus -1.6% for GT). The results of this study reinforce the indication of PT as a safe and effective training strategy to increase strength, power and functional performance for elderly women.

Keywords: strength training, power training, strength training in elderly.

LISTA DE ABREVIações

1RM	Teste de uma repetição máxima
8UG	Teste “8 feet up and go”
$\Delta\%$	Percentual de variação
AP	Ângulo de penação
CC	Composição corporal
CMJ	Salto com contramovimento
DMO	Densidade mineral óssea
EI	Eco intensidade
EJ	Extensão de joelhos
EM	Espessura muscular
FLC	Flexão de cotovelos
$F_{\text{méd}}$	Média de força
F_{pic}	Pico de força máxima
GEE	Equações de estimativas generalizadas
kg	Quilos
LEG	Exercício “leg press”
MC	Massa corporal
MG	Massa de gordura
min	Minutos
MM	Massa livre de gordura
m/s	Metros por segundo

N	Newtons
NSCA	Associação Americana de Força e Condicionamento
$P_{\text{máx}}$	Potência máxima
$P_{\text{méd}}$	Potência média
QM	Qualidade muscular
RF	Reto femoral
STS	Teste “ <i>sit to stand</i> ”
SUP	Exercício supino
TF	Treinamento de força
TFT	Treinamento de força tradicional
TP	Treinamento de potência
TUG	Teste “ <i>timed up and go</i> ”
s	Segundos
SL	Teste de sentar e levantar 5 vezes
VL	Vasto lateral
$V_{\text{máx}}$	Velocidade máxima
$V_{\text{méd}}$	Velocidade média
W	Watts

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO.....	16
1.2 OBJETIVOS.....	17
1.2.1 OBJETIVO GERAL.....	17
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
CAPÍTULO 2. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1 TREINAMENTO DE FORÇA EM IDOSOS.....	18
2.2 PERDA DE FORÇA RÁPIDA MUSCULAR E LIMITAÇÃO FUNCIONAL NO ENVELHECIMENTO.....	20
2.3 TREINAMENTO DE FORÇA E POTÊNCIA NAS ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES E FUNCIONALIDADE.....	22
REFERÊNCIAS.....	28
CAPÍTULO 3. ARTIGO ORIGINAL.....	38
INTRODUÇÃO.....	38
MÉTODOS.....	40
RESULTADOS.....	47
DISCUSSÃO.....	52
CONCLUSÃO.....	58
REFERÊNCIAS.....	59
ANEXO 1. PARECER DE APROVAÇÃO.....	65
ANEXO 2. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	66

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

O declínio físico é uma das características do envelhecimento, um processo fisiológico natural que inclui uma diminuição gradual da massa, força e resistência do músculo esquelético aliado a uma resposta ineficaz ao dano muscular (SEENE *et al.*, 2012; DEGENS E ALWAY, 2007). A inatividade física ou mesmo a redução do nível de atividade física é um dos principais fatores associados ao declínio progressivo de diversas capacidades fisiológicas nos idosos (KADI E PONSOT, 2010). Devido a esse quadro deletério das funções musculares com o passar dos anos, diversos estudos têm buscado identificar as melhores formas de combater e diminuir os efeitos físicos negativos na força e potência muscular associados ao processo de envelhecimento (RIBEIRO *et al.*, 2018; BORDE *et al.*, 2015; CSAPO E ALEGRE, 2015; RADAELLI *et al.*, 2014), visto que estes parâmetros do condicionamento físico têm sido identificados como importantes variáveis associadas ao desempenho físico e capacidade funcional em idosos (WILHELM *et al.*, 2014; MARSH *et al.*, 2006; FOLDVARI *et al.*, 2000), e devem ser desenvolvidos nessa população buscando contra atacar o declínio do desempenho funcional nessa população (RADAELLI *et al.*, 2023).

Com o avanço da idade, geralmente após os 25-30 anos, a massa muscular começa a diminuir (JANSSEN *et al.*, 2000; LEXELL *et al.*, 1988), sendo que, em média, 40% da massa muscular é perdida em 80 anos (SAINI *et al.*, 2009; LEXELL *et al.*, 1988). A perda massa muscular e conseqüente diminuição da área de secção transversa do músculo é um dos principais fatores que contribuem para a de redução da força muscular com o avanço da idade, principalmente a partir dos 60 anos de idade (GARATACHEA *et al.*, 2015; FRONTERA *et al.*, 2000). O treinamento de força tradicional (TFT), no qual se executam os exercícios com velocidade moderada (geralmente entre 2 e 3 segundos por fase do movimento) e intensidade de moderada a alta, é reconhecido por desenvolver de maneira significativa hipertrofia muscular e ganhos de força máxima em idosos (CANNON E MARINO, 2010; GALVÃO E TAAFE, 2005). No mesmo sentido, o treinamento de potência (TP) realizado com a máxima velocidade possível (≤ 1 segundo) na fase concêntrica e de 2-3 segundos na fase excêntrica, com cargas de intensidade leve a moderada (i.e., $\leq 60\%$ 1RM), também apresenta resultados positivos e significativos nos ganhos de

hipertrofia muscular, força máxima e potência muscular nos membros inferiores (PEREIRA *et al.*, 2012; MISKWO *et al.*, 2003).

A recomendação da prática do treinamento de força em idosos deve-se pela bem estabelecida melhora da função física provocada pelo aumento de força e massa muscular (GARATACHEA *et al.*, 2015). No mesmo sentido, a potência muscular tem emergido como um importante fator da aptidão física, sendo indicada como um elemento determinante para a melhora da capacidade funcional em idosos (RADAELLI *et al.*, 2023; CADORE E IZQUIERDO, 2018; RAMIREZ-CAMPILLO *et al.*, 2014; PEREIRA *et al.*, 2012; REID E FIELDING, 2012). Tem sido demonstrado que a potência muscular diminui em um ritmo mais acelerado do que a força muscular durante o processo de envelhecimento (REID *et al.*, 2015; IZQUIERDO *et al.*, 1999) e alguns estudos sugerem que a potência muscular está mais altamente correlacionada com a capacidade física do que a força máxima ou massa muscular (BALACHANDRAN *et al.*, 2022; FOLDVARI *et al.*, 2000; SKELTON *et al.*, 1994).

Alguns estudos têm relatado que o treinamento de potência pode ser mais benéfico do que o treinamento de força tradicional para melhorar a capacidade funcional de idosos (BALACHANDRAN *et al.*, 2022; TSCHOPP, 2015; RAMIREZ-CAMPILLO *et al.*, 2014; CORREA *et al.*, 2012; BOTTARO *et al.*, 2007). Ramirez-Campillo *et al.* (2014) compararam os efeitos de 12 semanas de TF realizado com baixa velocidade (3s por ação muscular – concêntrica e excêntrica) contra o TF realizado com a máxima velocidade concêntrica possível (<1s) sobre a força muscular, potência e desempenho em tarefas funcionais. Os resultados mostraram que ambas as formas de execução do treinamento apresentaram ganhos significativos ($p < 0,01$) na força máxima através dos testes de 1RM no supino e no *leg press* (51% e 45% no supino e 36% e 29% no *leg press*, para os grupos de alta velocidade e baixa velocidade, respectivamente) e potência muscular no salto com contramovimento (23% e 13% no CMJ, para os grupos de alta velocidade e baixa velocidade, respectivamente) sem haver distinção entre os grupos. No entanto, para os testes de arremesso de *medicine ball* e de caminhada de 10m, o grupo que treinou de forma explosiva apresentou desempenho significativamente melhor ($p < 0,05$) do que o grupo de que treinou em baixa velocidade (20% contra 11% no arremesso, -14% contra -9% na caminhada). Além disso, no teste *8-foot up and go*, o grupo que treinou com maior velocidade também apresentou desempenho

significativamente melhor ($p < 0,01$) do que o grupo de baixa velocidade (-18% contra -10%, respectivamente).

Correa *et al.*, (2012) compararam os efeitos na força máxima, potência e desempenho funcional entre três tipos de TF separando o grupo experimental em três grupos de intervenção com diferentes modelos após 6 semanas de treinamento tradicional: o grupo de TF tradicional (GF, que se manteve fazendo o mesmo modelo de TF), o grupo de potência (GP, que realizou o mesmo treinamento do grupo GF só que com a máxima velocidade concêntrica possível) e o grupo de força rápida (GR, que utilizou um *step* para a realização de uma série de exercícios pliométricos enfatizando o ciclo alongamento-encurtamento). Após o período de 6 semanas de treinamento específico, foram verificados similares e significativos incrementos ($p < 0,05$), sem diferenças entre os três grupos, no teste de 1RM no exercício extensão de joelhos (GF=21%, GP=22% e GR=20%), e na ativação muscular dos músculos vasto lateral (GF=38%, GP=41% e GR=54%) e vasto medial (GF=24%, GP=19% e GR=34%). Em relação ao desempenho funcional, no teste de sentar e levantar em 30s, apenas o grupo GR apresentou melhora significativa (17%, com $p < 0,05$), bem como no teste do salto CMJ (25%, com $p < 0,05$). Para a variável taxa de produção de força em 150ms, ambos os grupos GP e GR apresentaram incrementos significativos ($p < 0,05$) de magnitude similar (GP=43% e GR=52%). Fica sugerido no estudo que os treinamentos de potência específicos se mostram eficientes para o aumento de força rápida e melhora da capacidade funcional de mulheres idosas.

Bottaro *et al.* (2007) compararam o efeito de um período de 10 semanas de TP contra o TFT em idosos de 60 a 76 anos na força, potência e capacidade funcional. Após o período de 10 semanas, ambos os grupos aumentaram de forma significativa ($p < 0,05$) e similar os valores de 1RM nos exercícios supino (TP=28,23% e TFT=24,92%) e *leg press* (TP=27,12% e TFT=26,73%). O pico de potência foi avaliado nos mesmos dois exercícios, com carga relativa a 60% de 1RM, e ambos os grupos apresentaram incrementos significativos ($p < 0,05$), porém o grupo que treinou com maior velocidade apresentou desempenho significativamente maior ($p < 0,05$) em relação ao treinamento tradicional (supino: TP=36,94% e TFT=13,21%; *leg press*: TP=31,00% e TFT=7,82%). Com relação ao desempenho nos testes funcionais, apenas o grupo do TP apresentou resultado significativamente melhor

($p < 0,05$) nos testes avaliados: no teste *8-foot and go* houve redução de 15% no tempo de execução, houve aumento de 43% no número de repetições no teste de sentar e levantar em 30s, e também aumento em 50% no número de repetições no exercício de flexão do cotovelo. Dessa forma, ambos os regimes de treinamento foram eficazes no aumento da força muscular, mas o TP resultou num maior incremento da potência muscular e desempenho funcional.

Nos estudos supra descritos, vemos grande variabilidade na forma de planejamento e execução do programa de treinamento de potência, incluindo diferentes intensidades, volumes e até mesmo a forma de execução dos exercícios, sendo utilizado, inclusive, séries de exercícios pliométricos na prescrição do treinamento, como arremessos e saltos. Ao contrário do TP que usa ações excêntricas mais lentas e controladas, o treinamento pliométrico usa um movimento excêntrico rápido imediatamente seguido por uma contração concêntrica rápida para aproveitar o ciclo de alongamento-encurtamento (VETROVSKY *et al.*, 2019).

Segundo Fragala *et al.* (2019) em posicionamento da NSCA (Associação Americana de Força e Condicionamento) sobre treinamento de força em idosos, é indicado que o programa de treinamento de força seja adequadamente projetado para essa população e inclua uma organização e periodização individualizada de 2 a 3 séries com 1 ou 2 exercícios multiarticulares para os grandes grupos musculares, atingindo intensidade de 70 a 85% de uma repetição máxima (1RM), 2 a 3 vezes por semana, incluindo exercícios de potência realizados em altas velocidades de execução na fase concêntrica de movimento com intensidade moderada (entre 40 e 60% de 1RM).

Dessa forma, é necessário buscar maiores esclarecimentos relativos à comparação entre os modelos de treinamento tradicional de força e o treinamento de potência, levando em consideração a forma de prescrição específica de cada um em relação à intensidade indicada anteriormente (FRAGALA *et al.*, 2019), com um conjunto robusto de avaliações ao longo do tempo e por um período de acompanhamento mais longo que os estudos já realizados.

1.1 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

Este estudo justifica-se pela necessidade de ampliar as informações referentes às adaptações neuromusculares e funcionais ao treinamento de

potência em comparação ao treinamento de força tradicional em idosas após um período longo de intervenção. Estudos prévios realizados por nosso grupo de pesquisa têm demonstrado positivas adaptações ao treinamento de potência realizados em períodos de até 20 semanas mostrando significativas correlações com a capacidade funcional de idosas (RADAELLI *et al.*, 2019; RADAELLI *et al.*, 2018; RECH *et al.*, 2014; WILHELM *et al.*, 2014; CORREA *et al.*, 2012), entretanto estudos com períodos mais longos de intervenção precisam de mais investigações.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBEJTIVO GERAL

Comparar o efeito provocado pelo treinamento de força tradicional e o treinamento de potência nas adaptações neuromusculares e funcionais de idosas após um período de 30 semanas.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Verificar e comparar o efeito de dois modelos de treinamento de força, tradicional e potência, após 30 semanas em mulheres idosas e sua repercussão sobre:

- Composição corporal (massa corporal toatal, massa magra, massa de gordura e densidade mineral óssea);
- Força máxima dinâmica (teste de uma repetição máxima – 1RM) nos exercícios: supino, flexão de cotovelos, *leg press* e extensão de joelhos;
- Espessura muscular dos músculos reto femoral (RF) e vasto lateral (VL);
- Qualidade muscular, por *echo intensity*, dos músculos RF e VL;
- Ângulo de penação do músculo VL;
- Potência máxima ($W_{m\acute{a}x}$), potência média ($W_{m\acute{e}d}$), velocidade máxima ($v_{m\acute{a}x}$), velocidade média ($v_{m\acute{e}d}$), pico de força máxima (F_{pic}) e média de força ($F_{m\acute{e}d}$) no exercício de extensão de joelhos com carga relativa a 50% de 1RM;

- Potência máxima ($W_{\text{máx}}$), potência média ($W_{\text{méd}}$), velocidade máxima ($v_{\text{máx}}$), velocidade média ($v_{\text{méd}}$), pico de força máxima (F_{pic}) e média de força ($F_{\text{méd}}$) no teste de sentar e levantar da cadeira 5 vezes.

CAPÍTULO 2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 TREINAMENTO DE FORÇA E POTÊNCIA MUSCULAR EM IDOSOS

O envelhecimento é um processo que se caracteriza por um declínio progressivo das capacidades físicas, que pode levar à perda da independência, ao aumento do risco de quedas e à redução da qualidade de vida, sendo a manutenção da capacidade funcional em idosos essencial para a longevidade e qualidade de vida (BALACHANDRAN *et al.*, 2022; BERGEN *et al.*, 2016; JANSEN *et al.*, 2002). Diversas organizações que projetam o aumento progressivo da população idosa apontam a prática de atividades físicas como um dos fatores essenciais para um envelhecimento saudável (ONU, 2019; IBGE, 2018), sendo o treinamento de força (TF) uma das principais estratégias de combate à perda de massa muscular decorrente do avanço da idade (CANNON E MARINO, 2010).

O TF é especialmente importante para idosos, pois pode ajudar a prevenir ou retardar a perda de massa muscular que ocorre naturalmente com o envelhecimento, processo denominado “sarcopenia” (NARICI E MAFULLI, 2010). A perda de massa muscular provoca a redução da força, da potência e da mobilidade, aumentando o risco de quedas e outras lesões, além de diminuir a capacidade funcional (BALACHANDRAN *et al.*, 2022). O treinamento de força tradicional (TFT), realizado com uma velocidade de execução de 2 a 3 segundos para cada fase de movimento (concêntrica e excêntrica), e com cargas de moderadas a altas, é uma estratégia eficaz para promover o crescimento muscular, a força e a potência. (CANNON E MARINO, 2010; GALVÃO E TAAFE, 2005). Assim como o TFT, o treinamento de potência (TP), realizado com a máxima velocidade possível na fase concêntrica (i.e., < 1s) e com uma duração de 2 a 3 segundos na fase excêntrica, também tem sido apontado como uma estratégia eficaz para promover hipertrofia muscular, força máxima e potência muscular nos membros inferiores (PEREIRA *et al.*, 2012; MISKWO *et al.*, 2003).

Ao longo do processo de envelhecimento, a potência muscular diminui em taxas maiores do que as da força máxima (REID *et al.*, 2015) e diversos estudos apontam que a potência está mais fortemente correlacionada com a capacidade funcional do que a força ou a massa muscular (BEAN *et al.*, 2002; SUZUKI *et al.*, 2001; FOLDVARI *et al.*, 2000). Nesse sentido, alguns resultados indicam que o TP possa ser mais eficaz para aumento da potência muscular do que o TFT (BOTTARO *et al.*, 2007; RAMÍREZ-CAMPILLO *et al.*, 2014), explicando uma possível superioridade na promoção de adaptações funcionais (STEIB *et al.*, 2010). Ainda, revisões e meta-análises realizadas comparando o TFT com o TP mostram que ambos os modelos de treinamento são capazes de produzir adaptações positivas e significativas na capacidade funcional de idosos (ORSSATO *et al.*, 2019; BYRNE *et al.*, 2016), sendo que em alguns destes estudos é indicado que possa haver certa vantagem do TP para os ganhos funcionais (BALACHNDRAN *et al.*, 2022; TSCHOPP *et al.*, 2011; STEIB *et al.*, 2010).

Segundo o atual posicionamento da *National Strength and Conditioning Association* (NSCA) sobre treinamento de força em idosos (FRAGALA *et al.*, 2019), é indicado que o programa de treinamento de força seja adequadamente projetado para essa população e inclua uma organização e periodização individualizada de 2 a 3 séries com 1 ou 2 exercícios multiarticulares para os grandes grupos musculares, atingindo intensidade de 70 a 85% de um repetição máxima (1RM), 2 a 3 vezes por semana, incluindo exercícios de potência realizados em altas velocidades de execução na fase concêntrica de movimento com intensidade moderada (entre 40 e 60% de 1RM).

Na mesma direção, Izquierdo *et al.* (2021) publicaram recomendações de exercícios para idosos a partir de diretrizes de consenso entre especialistas no assunto. Segundo essa publicação, para maximizar as adaptações do sistema musculoesquelético e para melhor eficiência de tempo é recomendado que o treinamento de força seja realizado de 2 a 3 vezes por semana, começando com 1 ou 2 séries, progredindo para 2 a 3 séries de 8 a 12 repetições, podendo ser de 8 a 10 repetições para os grandes grupos musculares. A intensidade deve iniciar entre 30 a 40% de 1RM e progredir para cargas mais altas, entre 70 e 80% de 1RM, com intervalos entre as séries de 1 a 3 minutos. Cabe ressaltar que na referida publicação o treinamento de potência (TP) é considerado uma subcategoria do

treinamento de força e também é indicado incluí-lo no planejamento do treinamento com intensidades entre 40 e 60% de 1RM.

2.2 O PROCESSO DE ENVELHECIMENTO E DECLÍNIO DA FUNÇÃO NEUROMUSCULAR E CAPACIDADE FUNCIONAL

As mudanças no sistema neuromuscular provocadas pelo envelhecimento incluem a perda de massa e força muscular, logo, essas alterações podem prejudicar a capacidade dos idosos de realizar atividades diárias, reduzir sua independência e qualidade de vida (AAGARD *et al.*, 2010).

Os músculos ficam mais fracos com o envelhecimento, especialmente nos membros inferiores, dificultando a execução de atividades cotidianas, como subir escadas ou levantar objetos (DESCHENES *et al.*, 2004; VANDERVORT *et al.*, 2002). A redução da massa muscular provocada pela diminuição do tamanho e do número de fibras musculares (principalmente as do tipo II), conhecida como sarcopenia, é uma das principais causas da perda de força e potência muscular em idosos (NARICI E MAFFULLI, 2010; FRONTERA *et al.*, 2000). A diminuição da capacidade de produzir força muscular com o envelhecimento é chamada de dinapenia, que está associada a uma diminuição da ativação neural voluntária máxima do músculo esquelético (CLARK E MANINI, 2012; CLARK E MANINI, 2008). A dinapenia é causada por uma série de fatores, incluindo a perda de motoneurônios espinais, a denervação e reinervação de fibras musculares, a diminuição do diâmetro das bainhas de mielinas e a reduzida ativação das fibras musculares (MILJKOVIC *et al.*, 2015; CLARK E MANINI, 2012; AAGAARD *et al.*, 2010; CLARK E MANINI, 2010; DOHERTY, 1995).

A redução da potência muscular pode ser um importante indicador de comprometimento da capacidade funcional (IZQUIERDO *et al.* 1999; MISZKO *et al.* 2003). Pesquisas mostram que a força rápida dos membros inferiores pode ser um indicador de limitações funcionais, como dificuldades em atividades como sentar e levantar, subir escadas, caminhar e produzir torque (BEAN *et al.*, 2002; SUZUKI *et al.*, 2001; RIKLI E JONES *et al.*, 1999). A diminuição da força rápida não só prejudica as atividades cotidianas, mas também aumenta o risco de quedas (LAROUCHE *et al.*, 2010). Segundo Foldvari *et al.* (2000), a potência muscular de membros inferiores,

avaliada no exercício *leg press*, é um fator preditor de quedas independente do estado funcional do idoso.

As mudanças na estrutura muscular causadas pelo envelhecimento e pelo treinamento de força acabam por também afetar a capacidade funcional de idosos (LOPEZ *et al.*, 2015). O envelhecimento pode causar a diminuição da espessura muscular (KUBO *et al.*, 2003), que pode ser avaliada por ultrassonografia, medindo-se na imagem obtida do músculo a distância entre as aponeuroses superficial e profunda. A espessura muscular é um indicador da quantidade de sarcômeros em paralelo, ou seja, quanto menor a espessura muscular, menor a capacidade de produção de força, o que pode prejudicar a qualidade de vida de idosos (BAPTISTA E VAZ, 2009). O treinamento de força pode aumentar o ângulo de penação e o comprimento dos fascículos musculares, o que resulta em um aumento da espessura muscular (KAWAKAMI *et al.*, 1995).

Segundo Morse *et al.* (2005), a redução da capacidade de produção de força demonstra estar associada à diminuição da área de secção transversa muscular em idosos. O ângulo de penação, que é o ângulo entre a direção dos fascículos musculares (fibras musculares) e a linha de geração de força de um músculo (i.e., tendões musculares), é uma das características da arquitetura muscular que influenciam a área de secção transversa muscular (LIEBER E FRIDÉN, 2000). Ainda, outros estudos apontam que músculos hipertrofiados têm um ângulo de penação maior (KAWAKAMI *et al.*, 1993), e o envelhecimento pode diminuir o ângulo de penação levando à diminuição da área de secção transversa da musculatura (NARICI *et al.*, 2003; KUBO *et al.*, 2003), dessa forma, prejudicando a capacidade de produção de força.

Outro fator independente da sarcopenia que afeta a função muscular é a qualidade muscular (QM), sendo a avaliação da QM por eco intensidade (EI) através da ultrassonografia um método amplamente utilizado, de fácil aquisição, confiável e fortemente associado à gordura intramuscular e ao tecido conjuntivo (PINTO E PINTO, 2021; LOPEZ *et al.*, 2015; WILHELM *et al.*, 2014). Segundo Lopez *et al.* (2015), tem sido demonstrado que a EI do músculo esquelético aumenta com o processo de envelhecimento devido ao aumento na infiltração de elementos não contráteis (i.e., tecidos gorduroso e conectivo) no tecido muscular esquelético.

A mensuração da EI de uma imagem é realizada a partir de um histograma de cinza, em que o valor de zero é atribuído à cor preta e o valor de 255 à cor branca (branco para um eco forte, preto para um muito fraco e cinza para as intensidades intermediárias), em que um valor maior indica uma qualidade inferior, resultante de uma impedância acústica mais elevada, devido a alterações na composição muscular como um todo (BEMBEN E MURPHY, 2001). Nessa perspectiva, Arts *et al.* (2010) determinaram valores de EI muscular de indivíduos saudáveis de diversas faixas etárias e reportaram incrementos da EI com o envelhecimento, dando indícios de que incrementos da EI muscular representam deposição de tecidos não-contráteis.

Recentemente, Pinto e Pinto (2021), ampliaram a análise da QM por EI dividindo o histograma da escala de cinza obtido das imagens dos músculos em cinco regiões (de 0 a 50; de 51 a 100; de 101 a 150; de 151 a 200; e, de 201 a 255), sendo esses valores expressos como uma porcentagem do número total de pixels do histograma. Foram comparados três grupos etários (jovens, adultos jovens e idosos) e, de acordo com o estudo, a EI média aumentou com as faixas etárias, mas foram encontradas maiores alterações entre os grupos usando o método de bandas, particularmente na banda inicial (valores de 0 a 50), indicando uma relação negativa entre EI_{0-50} e a faixa etária. Os autores destacam que o motivo desse resultado não está imediatamente claro, mas pode estar relacionado ao menor teor de gordura intramuscular e/ou tecido conjuntivo na juventude do que o idoso que afetaria, teoricamente, as características de transmissão ultrassonográfica do espectro mais escuro do histograma em escala de cinza. Além disso, é especulado que se possam distinguir constituintes específicos do tecido muscular usando as bandas de EI em comparação à média de EI, cabendo a estudos futuros essa análise.

2.3 COMPARAÇÃO ENTRE O TREINAMENTO DE FORÇA TRADICIONAL E O TREINAMENTO DE POTÊNCIA NAS ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES E FUNCIONALIDADE

Como mencionado anteriormente, para reduzir os efeitos negativos do envelhecimento, idosos devem praticar exercícios que aumentem a massa muscular, a força e a potência muscular, principalmente dos membros inferiores. Tem sido demonstrado em diversos estudos que o TFT realizado com velocidade de execução de 2-3 segundos para cada fase de movimento (concêntrico e excêntrico) e cargas

de moderadas a altas mostra-se efetivo para o desenvolvimento de hipertrofia muscular, aumento de força máxima e potência muscular (CANNON E MARINO, 2010; GALVÃO E TAAFE, 2005). Da mesma forma, o TP realizado com a máxima velocidade possível na fase concêntrica e de 2-3 segundos na fase excêntrica, com cargas de intensidade leve a moderada também apresenta resultados positivos e significativos nos ganhos de hipertrofia muscular, força máxima e potência muscular nos membros inferiores (PEREIRA *et al.*, 2012; MISKWO *et al.*, 2003).

A inserção do treinamento de potência no planejamento do TF se deve à positiva correlação da potência muscular com as capacidades funcionais em idosos de diversas faixas etárias (FOLDVARI *et al.*, 2000; SUZUKI *et al.*, 2001), inclusive em nonagenários mais frágeis (CASAS-HERRERO *et al.*, 2013). Por meio de análises bivariadas, Bean *et al.* (2002) encontraram significativas associações entre força e potência máxima de membros inferiores com o desempenho em testes funcionais, entre eles o tempo de subida de escada, tempo de levantar da cadeira e marcha em uma amostra de 45 homens e mulheres idosas (entre 65 e 83 anos). Nesse estudo, embora a força e a potência máxima fossem muito correlacionadas ($r = 0,89$) com o desempenho nos testes funcionais, os valores da análise para a potência apresentaram até 8% mais associação com os testes funcionais.

Buscado elucidar as diferenças de efeito entre os dois modelos de prescrição do TF, alguns estudos compararam os modelos de prescrição de TFT e TP nas adaptações neuromusculares e funcionais de idosos, e estão apresentados resumidamente na tabela 1.

Tabela 1. Resumo de estudos que compararam o treinamento de força tradicional (TFT) com o treinamento de potência (TP) e os resultados para força máxima, potência e massa muscular.

Estudo	Sujeitos	Intervenção	Resultados		
			Força máxima ($\Delta\%$) e Potência ($\Delta\%$)	Massa muscular ($\Delta\%$)	Desempenho funcional ($\Delta\%$)
Fielding <i>et al.</i> , 2002	Mulheres (idades entre 70 e 74 anos).	TFT 3 x 8 rep com 70% de 1RM; TP: 3 x 8 rep com 70% de 1RM por 16 semanas.	1RM <i>leg press</i> : TFT: 33% e TP: 35%; 1RM extensão de joelhos: TFT: 41% e TP: 45%; pico de potência <i>leg press</i> : TFT: 45% e TP: 97%; pico de potência extensão de joelhos: TFT: 25% e TP: 23%.	Não avaliado.	Não avaliado.
Miszko <i>et al.</i> , 2003	Homens e mulheres (65-90 anos).	TFT: 3 x 6-8 rep com 50-70% de 1RM; TP: 3 x 6-8 rep com 45-75% de 1RM por 16 semanas.	1RM <i>leg press</i> : TFT: $22,9 \pm 14,9\%$ e TP: $12,7 \pm 3,1\%$; teste de Wingate: TFT: $12,3 \pm 0,4\%$ e TP: $7,8 \pm 3,1\%$.	Não avaliado.	<i>Continuous Scale Physical Functional Performance test</i> : TFT: 4,0% e TP: 15,3%.
Bottaro <i>et al.</i> , 2007	Homens (60-76 anos).	TFT: 3 x 8-10 rep com 40-60% de 1RM; TP: 3 x 8-10 rep com 40-60% de 1RM por 10 semanas.	1RM supino: TFT: 24,92% e TP: 28,23%; 1RM <i>leg press</i> : TFT: 26,73% e TP: 27,12%; pico de potência supino: TFT: 13,21% e TP: 36,94%; pico de potência <i>leg press</i> : TFT: 7,82% e TP: 31,00%.	Não avaliado.	Teste de flexão de cotovelo: TFT: 2,80% e TP: 50,26%; teste de sentar e levantar em 30s: TFT: 6,05% e TP: 42,84%; 8 feet up and go test: TFT: 0,80% e TP: 15,31%.
Henwood <i>et al.</i> , 2008	Homens e mulheres (65-84 anos).	TFT: 3 x 8 rep com 75% de 1RM; TP: 3 x 8 rep com 45-75% de 1RM por 24 semanas.	Média do 1RM dos 6 exercícios de força: TFT: $48,3 \pm 6,8\%$ e TP: $51 \pm 9,0\%$. Média do pico de potência máxima dos 6 exercícios de força: TFT: $33,8 \pm 3,8\%$ e TP: $50,5 \pm 4,1\%$.	Não avaliado.	Sem diferenças entre os grupos de TF após as 24 semanas do estudo para um bateria de 8 testes funcionais. $\Delta\%$ não informado.

Marsh <i>et al.</i> , 2009	Homens e mulheres (65-83 anos) com limitações funcionais.	TFT 3 x 8-10 rep com 70% de 1RM; TP: 3 x 8-10 rep com 70% de 1RM por 12 semanas.	Força dinâmica <i>leg press</i> : TFT: 24,7% e TP: 22,3%; extensão de joelhos: TFT: 18,5% e TP: 19,9%; potência máxima <i>leg press</i> : TFT: 21,8% e TP: 41,4%; potência máxima extensão de joelhos: TFT: 18,5% e TP: 34,4%.	Não avaliado.	Bateria de testes SPPB: TFT: incremento de 0,32 pontos, e TP: incremento de 0,84 pontos.
Nogueira <i>et al.</i> , 2009	Homens (60-76 anos).	TFT: 3 x 8-10 rep com 40-60% de 1RM; TP: 3 x 8-10 rep com 40-60% de 1RM por 10 semanas.	1RM supino: TFT: 24,92% e TP: 28,23%; 1RM <i>leg press</i> : TFT: 26,73% e TP: 27,12%; pico de potência supino: TFT: 13,21% e TP: 36,94%; pico de potência <i>leg press</i> : TFT: 7,82% e TP: 31,0%.	EM reto femoral: TFT: 5,5% e PT: 11,3%; EM bíceps braquial: TFT: 6,7% e PT: 14,3%.	Não avaliado.
Wallerstein <i>et al.</i> , 2012	Homens e mulheres (60-80 anos).	TFT: 2-4 x 4-10 rep com 70-90% de 1RM; TP: 1-3 x 4-7 rep com 30-50% de 1RM por 16 semanas.	1RM supino: TFT: 31,0% e TP: 25,4%; 1RM <i>leg press</i> : TFT: 42,7% e TP: 33,8%; pico de torque isométrico extensores de joelho : TFT: 7,8% e TP: 31,0%.	Área de secção transversa do quadríceps: TFT: 6,5% e TP: 3,4%.	Não avaliado.
Balachandran <i>et al.</i> , 2014	Homens e mulheres (63-79 anos) obesos sarcopênicos.	TFT: 3 x 10-12 rep com 70% de 1RM; TP (circuito): 3 x 10-12 rep com 50-80% de 1RM por 15 semanas.	1RM supino: TFT: 16,0% e TP: 21,0%; 1RM <i>leg press</i> : TFT: 22,0% e TP: 11,3%; pico de potência supino: TFT: 15,0% e TP: 24,0%; pico de potência <i>leg press</i> : TFT: 19,0% e TP: 41,0%.	Não avaliado.	Bateria de testes SPPB: TFT: 7,0% e TP: 20,0%.

Ramirez-Campillo <i>et al.</i> , 2014	Mulheres (60-75 anos).	TFT: 3 x 8 rep com 75% de 1RM; TP: 3 x 8 rep com 45-75% de 1RM por 12 semanas.	1RM supino: TFT: 45,5% e TP: 50,6%; 1RM <i>leg press</i> : TFT: 29,2% e TP: 36,2%; CMJ : TFT: 13,3% e TP: 23,3%; BT: TFT: 10,7% e TP: 19,9%; 10WS: TFT: -8,7% e TP: -14,1%;.	Não avaliado.	8UG : TFT: -9,7% e TP: -17,6%; STS (30s): TFT: 18,8% e TP: 21,3%.
Lopes <i>et al.</i> , 2016	Mulheres (60-75 anos).	TFT: 3 x 8 rep com 60% de 1RM; TP: 3 x 6-8 rep com 40% de 1RM por 12 semanas.	1RM extensores de joelho: TFT: 29% e TP: 27%.	Não avaliado.	STS(30s): TFT: 4,0% e TP: 21,7%; TUG: TFT: sem alteração, e TP: -9,4%.
Gray <i>et al.</i> , 2018	Homens e mulheres (75-88 anos).	TFT: 3 x 10 rep com 80% de 1RM; TP: 3 x 10 rep com 80% de 1RM nas primeiras 24 semanas e 3 x 10 rep com 50% de 1RM até o total de 48 semanas.	Média de alteração de 1RM para todos os exercícios: TFT: 35,2% e TP: 43,1%. Potência muscular sem alteração após 48 semanas.	Não avaliado.	TUG: TFT: 6% e TP: 5%.
Vieira <i>et al.</i> , 2021	Homens e mulheres (60-75 anos).	TFT: 2 x 10-12 repetições máximas; TP: 2 x 6-8 rep com 40-60% de 1RM por 8 semanas.	10RM <i>leg press</i> : TFT: 49% e TP: 21%; 10RM supino: TFT: 21% e TP: -0,6%.	Não avaliado.	TUG: TFT: -10% e TP: -7%; STS(30s): TFT: 21% e TP: 18%; Arremesso (<i>medicine ball</i>): TFT: 9% e TP: 9%.

1RM: teste de uma repetição máxima; 10RM: teste de 10 repetições máximas; 8UG: teste 8 *feet up and go*; STS: teste *sit to stand* (teste de sentar e levantar); TUG: teste *timed up and go*.

Conforme mostrado na tabela 1, diversos estudos compararam os feitos do TFT e TP com diferentes metodologias e formas de prescrição dos dois métodos. Além disso, algumas revisões e meta-análises foram escritas, buscando elucidar as diferenças entre os métodos de prescrição, mostrando os benefícios de ambas as modalidades de TF para ganhos de força máxima e potência muscular (BALACHANDRAN *et al.*, 2022; ORSATTO *et al.*, 2019; IZQUIERDO E CADORE; 2014), como também indicando alguma vantagem para a melhora de desempenho funcional para o TP (VETROVSKY *et al.*, 2019; REID e FIELDING, 2012; TSCHOPP *et al.*, 2011; STEIB *et al.*, 2010;).

De acordo com a importância e a relevância do TF para a melhora do estado físico-funcional de idosos e procurando trazer maiores esclarecimentos relativos à comparação entre os modelos de TFT e o TP, levando em consideração a forma de prescrição específica de cada um em relação à intensidade indicada nos estudos comentados anteriormente (FRAGALA *et al.*, 2019; IZQUIERDO *et al.*, 2021), é necessário termos mais estudos que contenham um conjunto robusto de avaliações ao longo do tempo e por um período de acompanhamento mais longo que os estudos já realizados ampliando as informações referentes às adaptações neuromusculares e funcionais TP em comparação ao TFT em idosos.

REFERÊNCIAS

- AAGAARD P, SUETTA C, CASEROTTI P, MAGNUSSON SP, KJAER M. **Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure.** Scand J Med Sci Sports. 2010 Feb; 20(1): 49-64. doi: 10.1111/j.1600-0838.2009.01084.x. PMID: 20487503.
- ARTS IM, PILLEN S, SCHELHAAS HJ, OVEREEM S, ZWARTS MJ. **Normal values for quantitative muscle ultrasonography in adults.** Muscle Nerve. 2010 Jan; 41(1): 32-41. doi: 10.1002/mus.21458. PMID: 19722256.
- BALACHANDRAN AT, STEELE J, ANGIELCZYK D, BELIO M, SCHOENFELD BJ, QUILES N, ASKIN N, ABOU-SETTA AM. **Comparison of Power Training vs Traditional Strength Training on Physical Function in Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis.** JAMA Netw Open. 2022 May 2;5(5):e2211623. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2022.11623. PMID: 35544136; PMCID: PMC9096601.
- BALACHANDRAN A, KRAWCZYK SN, POTIAUMPAI M, SIGNORILE JF. **High-speed circuit training vs hypertrophy training to improve physical function in sarcopenic obese adults: a randomized controlled trial.** Exp Gerontol. 2014 Dec;60:64-71. doi: 10.1016/j.exger.2014.09.016. Epub 2014 Oct 1. PMID: 25281504.
- BAPTISTA, R. R. AND VAZ, M. A. **Arquitetura muscular e envelhecimento: adaptação funcional e aspectos clínicos; revisão da literatura.** Fisioterapia E Pesquisa, 2009; 16(4), 368-373. <https://doi.org/10.1590/s1809-29502009000400015>
- BEAN JF, KIELY DK, HERMAN S, LEVEILLE SG, MIZER K, FRONTERA WR, FIELDING RA. **The relationship between leg power and physical performance in mobility-limited older people.** J Am Geriatr Soc. 2002. Mar;50(3):461-7.
- BEMBEN MG, MURPHY RE. **Age related neural adaptation following short term resistance training in women.** J Sports Med Phys Fitness. 2001 Sep;41(3):291-9. PMID: 11533557.
- BERGEN G, STEVENS MR, BURNS ER. **Falls and Fall Injuries Among Adults Aged ≥65 Years - United States, 2014.** MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2016 Sep 23;65(37):993-998. doi: 10.15585/mmwr.mm6537a2. PMID: 27656914.

- BORDE R, HORTOBÁGYI T, GRANACHER U. **Dose-Response Relationships of Resistance Training in Healthy Old Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis.** Sports Med. 2015. 45(12): 1693-720.
- BOTTARO M, MACHADO SN, NOGUEIRA W, SCALES R, VELOSO J. **Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men.** Eur J Appl Physiol. 2007; 99(3):257-264.
- BOTTARO, MARTIM & VELOSO, JOÃO & WAGNER, DALE & GENTIL, PAULO. (2011). **Resistance training for strength and muscle thickness: Effect of number of sets and muscle group trained.** Science & Sports. 26. 259–264.
- BYRNE C, FAURE C, KEENE DJ, LAMB SE. **Ageing, muscle power and physical function: a systematic review and implications for pragmatic training interventions.** Sports Med. 2016 Sep;46(9):1311-32. doi: 10.1007/s40279-016-0489-x. PMID: 26893098.
- CADORE EL, IZQUIERDO M. **Muscle Power Training: A Hallmark for Muscle Function Retaining in Frail Clinical Setting.** J Am Med Dir Assoc. 2018 Mar;19(3):190-192. doi: 10.1016/j.jamda.2017.12.010. Epub 2018 Jan 19. PMID: 29371129.
- CANNON J, MARINO FE. **Early-phase neuromuscular adaptations to high-and low-volume resistance training in untrained young and older women.** J Sports Sci. 2010; 28(14): 1505-14.
- CASAS-HERRERO A, CADORE EL, ZAMBOM-FERRARESI F, IDOATE F, MILLOR N, MARTÍNEZ-RAMIREZ A, GÓMEZ M, RODRIGUEZ-MAÑAS L, MARCELLÁN T, DE GORDOA AR, MARQUES MC, IZQUIERDO M. **Functional capacity, muscle fat infiltration, power output, and cognitive impairment in institutionalized frail oldest old.** Rejuvenation Res. 2013. Oct;16(5):396-403.
- CLARK BC, MANINI TM. **What is dynapenia?** Nutrition. 2012 May; 28(5): 495-503. doi: 10.1016/j.nut.2011.12.002. PMID: 22469110; PMCID: PMC3571692.
- CLARK BC, MANINI TM. **Functional consequences of sarcopenia and dynapenia in the elderly.** Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2010 May; 13(3): 271-6. doi: 10.1097/MCO.0b013e328337819e. PMID: 20154609; PMCID: PMC2895460.

- CLARK BC, MANINI TM. **Sarcopenia \neq dynapenia**. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2008 Aug;63(8):829-34. doi: 10.1093/gerona/63.8.829. PMID: 18772470.
- CORREA CS, LAROCHE DP, CADORE EL, *et al.* **3 Different types of strength training in older women**. Int J Sports Med. 2012;33(12):962-969.
- CSAPO R, ALEGRE LM. **Effects of resistance training with moderate vs heavy loads on muscle mass and strength in the elderly: A meta-analysis**. Scand J Med Sci Sports. 2016 Sep;26(9):995-1006. doi: 10.1111/sms.12536. Epub 2015 Aug 24. PMID: 26302881.
- DESCHENES MR. **Effects of aging on muscle fibre type and size**. Sports Med. 2004; 34(12): 809-24. doi: 10.2165/00007256-200434120-00002. PMID: 15462613.
- DEGENS H, ALWAYS SE. **Skeletal muscle function and hypertrophy are diminished in old age**. Muscle Nerve. 2003. Mar; 27(3): 339-47. doi: 10.1002/mus.10314. PMID: 12635121.
- DOHERTY TJ. **Invited review: Aging and sarcopenia**. J Appl Physiol (1985). 2003 Oct; 95(4): 1717-27. doi: 10.1152/jappphysiol.00347.2003. PMID: 12970377.
- FIELDING RA, LEBRASSEUR NK, CUOCO A, BEAN J, MIZER K, FIATARONE SINGH MA. **High-velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women**. J Am Geriatr Soc. 2002 Apr;50(4):655-62. doi: 10.1046/j.1532-5415.2002.50159.x. PMID: 11982665.
- FOLDVARI M, CLARK M, LAVIOLETTE LC, BERNSTEIN MA, KALITON D, CASTANEDA C, PU CT, HAUSDORFF JM, FIELDING RA, SINGH MA. **Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women**. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2000. Apr;55(4):M192-9.
- FRAGALA MS, CADORE EL, DORGO S, IZQUIERDO M, KRAEMER WJ, PETERSON MD, RYAN ED. **Resistance Training for Older Adults: Position Statement From the National Strength and Conditioning Association**. J Strength Cond Res. 2019. Aug ;33(8): 2019-2052.
- FRONTERA WR, HUGHES VA, FIELDING RA, FIATARONE MA, EVANS WJ, ROUBENOFF R. **Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study**. J Appl

Physiol (1985). 2000 Apr;88(4):1321-6. doi: 10.1152/jappl.2000.88.4.1321. PMID: 10749826.

- FRONTERA WR, REID KF, PHILLIPS EM, *et al.* **Muscle fiber size and function in elderly humans: a longitudinal study.** J Appl Physiol (1985). 2008;105(2):637-642.

- GALVÃO DA, TAAFFE DR. **Resistance exercise dosage in older adults: single-versus multiset effects on physical performance and body composition.** J Am Geriatr Soc. 2005; 53(12): 2090-7.

- GARATACHEA N, PAREJA-GALEANO H, SANCHIS-GOMAR F, SANTOS-LOZANO A, FIUZA-LUCES C, MORÁN M, EMANUELE E, JOYNER MJ, LUCIA A. **Exercise attenuates the major hallmarks of aging.** Rejuvenation Res. 2015 Feb;18(1):57-89. doi: 10.1089/rej.2014.1623. PMID: 25431878; PMCID: PMC4340807.

- GRAY M, POWERS M, BOYD L, GARVER K. **Longitudinal comparison of low- and high-velocity resistance training in relation to body composition and functional fitness of older adults.** Aging Clin Exp Res. 2018 Dec; 30(12) :1465-1473. doi: 10.1007/s40520-018-0929-6. Epub 2018 Mar 22. PMID: 29569116.

- HENWOOD TR, RIEK S, TAAFFE DR. **Strength versus muscle power-specific resistance training in community-dwelling older adults.** J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2008 Jan; 63(1): 83-91. doi: 10.1093/gerona/63.1.83. PMID: 18245765.

- **IBGE: Projeções da população : Brasil e unidades da federação : revisão 2018** / IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. – 2. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2018.

- IZQUIERDO, M., MERCHANT, R.A., MORLEY, J.E. *et al.* **International Exercise Recommendations in Older Adults (ICFSR): Expert Consensus Guidelines.** J Nutr Health Aging 25, 824–853. 2021.

- IZQUIERDO M, CADORE EL. **Muscle power training in the institutionalized frail: a new approach to counteracting functional declines and very late-life disability.** Curr Med Res Opin. 2014 Jul; 30(7): 1385-90. doi: 10.1185/03007995.2014.908175. Epub 2014 Apr 7. PMID: 24666003.

- IZQUIERDO M, AGUADO X, GONZALEZ R, LÓPEZ JL, HÄKKINEN K. **Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages.** Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1999 Feb;79(3):260-7. doi: 10.1007/s004210050504. PMID: 10048631.
- JANSSEN I, HEYMSFIELD SB, ROSS R. **Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability.** J Am Geriatr Soc. 2002 May;50(5):889-96. doi: 10.1046/j.1532-5415.2002.50216.x. PMID: 12028177.
- JANSSEN I, HEYMSFIELD SB, WANG ZM, ROSS R. **Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr.** J Appl Physiol (1985). 2000 Jul;89(1):81-8. doi: 10.1152/jappl.2000.89.1.81. Erratum in: J Appl Physiol (1985). 2014 May 15;116(10):1342. PMID: 10904038.
- KADI F, PONSOT E. **The biology of satellite cells and telomeres in human skeletal muscle: effects of aging and physical activity.** Scand J Med Sci Sports. 2010 Feb; 20(1): 39-48. doi: 10.1111/j.1600-0838.2009.00966.x. Epub 2009 Sep 1. PMID: 19765243.
- KAWAKAMI Y, ABE T, KUNO SY, FUKUNAGA T. **Training-induced changes in muscle architecture and specific tension.** Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1995; 72(1-2): 37-43. doi: 10.1007/BF00964112. PMID: 8789568.
- KAWAKAMI Y, ABE T, FUKUNAGA T. **Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles.** J Appl Physiol (1985). 1993 Jun; 74(6): 2740-4. doi: 10.1152/jappl.1993.74.6.2740. PMID: 8365975.
- KUBO K, KANEHISA H, AZUMA K, ISHIZU M, KUNO SY, OKADA M, FUKUNAGA T. **Muscle architectural characteristics in young and elderly men and women.** Int J Sports Med. 2003 Feb;24(2):125-30. doi: 10.1055/s-2003-38204. PMID: 12669259.
- LAROCHE DP, ROY SJ, KNIGHT CA, DICKIE JL. **Elderly women have blunted response to resistance training despite reduced antagonist coactivation.** Med Sci Sports Exerc. 2008 Sep; 40(9): 1660-8. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181761561. PMID: 18685524.

- LEXELL J, TAYLOR CC, SJÖSTRÖM M. **What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men.** J Neurol Sci. 1988 Apr;84(2-3):275-94. doi: 10.1016/0022-510x(88)90132-3. PMID: 3379447.
- LIEBER RL, FRIDÉN J. **Clinical significance of skeletal muscle architecture.** Clin Orthop Relat Res. 2001 Feb; (383): 140-51. doi: 10.1097/00003086-200102000-00016. PMID: 11210948.
- LOPES PB, PEREIRA G, LODOVICO A, BENTO PC, RODACKI AL. **Strength and Power Training Effects on Lower Limb Force, Functional Capacity, and Static and Dynamic Balance in Older Female Adults.** Rejuvenation Res. 2016 Oct;19(5):385-393. doi: 10.1089/rej.2015.1764. Epub 2016 Mar 3. PMID: 26707497.
- LOPEZ P, RADAELLI R, RECH A, WILHELM EM, PINTO RS. **Muscle quality, but not muscle thickness, is decreased in different age groups of active older women.** Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum. May / Jun de 2015; 17(3): 347-56. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2015v17n3p347>.
- MARSH AP, MILLER ME, SAIKIN AM, REJESKI WJ, HU N, LAURETANI F, BANDINELLI S, GURALNIK JM, FERRUCCI L. **Lower extremity strength and power are associated with 400-meter walk time in older adults: The InCHIANTI study.** J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2006 Nov;61(11):1186-93. doi: 10.1093/gerona/61.11.1186. PMID: 17167161; PMCID: PMC2668162.
- MILJKOVIC N, LIM JY, MILJKOVIC I, FRONTERA WR. **Aging of skeletal muscle fibers.** Ann Rehabil Med. 2015 Apr; 39(2): 155-62. doi: 10.5535/arm.2015.39.2.155. Epub 2015 Apr 24. PMID: 25932410; PMCID: PMC4414960.
- MISZKO TA, CRESS ME, SLADE JM, COVEY CJ, AGRAWAL SK, DOERR CE. **Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults.** J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2003;58(2):171-175.
- MORSE CI, THOM JM, BIRCH KM, NARICI MV. **Changes in triceps surae muscle architecture with sarcopenia.** Acta Physiol Scand. 2005 Mar; 183(3): 291-8. doi: 10.1111/j.1365-201X.2004.01404.x. PMID: 15743389.

- NARICI MV, MAFFULLI N. **Sarcopenia: characteristics, mechanisms and functional significance.** Br Med Bull. 2010;95:139-59. doi: 10.1093/bmb/ldq008. Epub 2010 Mar 2. PMID: 20200012.
- NARICI MV, MAGANARIS CN, REEVES ND, CAPODAGLIO P. **Effect of aging on human muscle architecture.** J Appl Physiol (1985). 2003 Dec; 95(6): 2229-34. doi: 10.1152/jappphysiol.00433.2003. Epub 2003 Jul 3. PMID: 12844499.
- NOGUEIRA W, GENTIL P, MELLO SN, OLIVEIRA RJ, BEZERRA AJ, BOTTARO M. **Effects of power training on muscle thickness of older men.** Int J Sports Med. 2009 Mar;30(3):200-4. doi: 10.1055/s-0028-1104584. Epub 2009 Feb 6. PMID: 19199198.
- **ONU - United Nations Department of Economic and Social Affairs.** World population ageing 2019. Accessed February 26, 2022. <https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/WorldPopulationAgeing2019-Highlights.pdf>
- ORSSATTO, L. B. R., FREITAS, C. R. F., SHIELD, A. J., PINTO, R. S., TRAJANO, G. S. **Effects of resistance training concentric velocity on older adults' functional capacity: A systematic review and meta-analysis of randomised trials.** Experimental Gerontology, Volume 127. 2019.
- PEREIRA A, IZQUIERDO M, SILVA AJ, COSTA AM, BASTOS E, GONZÁLEZ-BADILLO JJ, MARQUES MC. **Effects of high-speed power training on functional capacity and muscle performance in older women.** Exp Gerontol. 2012 Mar;47(3):250-5. doi: 10.1016/j.exger.2011.12.010. Epub 2012 Jan 2. PMID: 22234287.
- PINTO, R. S.; PINTO, M. D. **Moving forward with the echo intensity mean analysis: Exploring echo intensity bands in different age groups.** Experimental Gerontology, [s. l.], v. 145, p. 111179, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2020.111179>
- RADAELLI R, TRAJANO GS, FREITAS SR, IZQUIERDO M, CADORE EL, PINTO RS. **Power Training Prescription in Older Individuals: Is It Safe and Effective to Promote Neuromuscular Functional Improvements?** Sports Med. 2023

Mar;53(3):569-576. doi: 10.1007/s40279-022-01758-0. Epub 2022 Aug 29. PMID: 36036337.

- RADAELLI, R. *et al.* **Higher muscle power training volume is not determinant for the magnitude of neuromuscular improvements in elderly women.** *Experimental Gerontology*, [s. l.], v. 110, n. April, p. 15–22, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.04.015>

- RADAELLI, R. *et al.* **Muscle quality and functionality in older women improve similarly with muscle power training using one or three sets.** *Experimental Gerontology*, [s. l.], v. 128, p. 110745, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2019.110745>

- RADAELLI R, BOTTON CE, WILHELM EN, BOTTARO M, BROWN LE, LACERDA F, GAYA A, MORAES K, PERUZZOLO A, PINTO RS. **Time course of low- and high-volume strength training on neuromuscular adaptations and muscle quality in older women.** *Age (Dordr)*. 2014 Apr;36(2):881-92. doi: 10.1007/s11357-013-9611-2. Epub 2014 Jan 11. PMID: 24414336; PMCID: PMC4039257.

- RAMIREZ-CAMPILLO R, CASTILLO A, DE LA FUENTE CI, CAMPOS-JARA C, ANDRADE DC, ALVAREZ C, MARTINEZ C, CASTRO-SEPULVEDA M, PEREIRA A, MARQUES MC, IZQUIERDO M. **High-speed resistance training is more effective than low-speed resistance training to increase functional capacity and muscle performance in older women.** *Exp Gerontol*. 2014; 58C: 51-57.

- RECH A, RADAELLI R, GOLTZ FR, DA ROSA LH, SCHNEIDER CD, PINTO RS. **Echo intensity is negatively associated with functional capacity in older women.** *Age (Dordr)*. 2014; 36(5): 9708. doi: 10.1007/s11357-014-9708-2. Epub 2014 Aug 29. PMID: 25167965; PMCID: PMC4453939.

- REID KF, FIELDING RA. **Skeletal muscle power: a critical determinant of physical functioning in older adults.** *Exerc Sport Sci Rev*. 2012 Jan;40(1):4-12. doi: 10.1097/JES.0b013e31823b5f13. PMID: 22016147; PMCID: PMC3245773.

- REID KF, MARTIN KI, DOROS G, CLARK DJ, HAU C, PATTEN C, PHILLIPS EM, FRONTERA WR, FIELDING RA. **Comparative effects of light or heavy resistance power training for improving lower extremity power and physical performance**

in mobility-limited older adults. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2015 Mar;70(3):374-80. doi: 10.1093/gerona/glu156. Epub 2014 Sep 8. PMID: 25199912; PMCID: PMC4351393.

- RIBEIRO AS, AGUIAR AF, SCHOENFELD BJ, NUNES JP, CAVALCANTE EF, CADORE EL, CYRINO ES. **Effects of Different Resistance Training Systems on Muscular Strength and Hypertrophy in Resistance-Trained Older Women.** J Strength Cond Res. 2018 Feb; 32(2): 545-553. doi: 10.1519/JSC.0000000000002326. PMID: 29120984.

- RIKLI RE, JONES CJ. **Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults.** Journal of Aging and Physical Activity, 1999a, vol.6.

- SAINI A, FAULKNER S, AL-SHANTI N, STEWART C. **Powerful signals for weak muscles.** Ageing Res Rev. 2009 Oct;8(4):251-67. doi: 10.1016/j.arr.2009.02.001. Epub 2009 Feb 20. PMID: 19716529.

- SEENE T, KAASIK P, RISO EM. **Review on aging, unloading and reloading: changes in skeletal muscle quantity and quality.** Arch Gerontol Geriatr. 2012 Mar-Apr; 54(2): 374-80. doi: 10.1016/j.archger.2011.05.002. Epub 2011 May 31. PMID: 21632125.

- SKELTON DA, GREIG CA, DAVIES JM, YOUNG A. **Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65-89 years.** Age Ageing. 1994 Sep;23(5):371-7. doi: 10.1093/ageing/23.5.371. PMID: 7825481.

- STEIB S, SCHOENE D, PFEIFER K. **Dose-response relationship of resistance training in older adults: a meta-analysis.** Med Sci Sports Exerc. 2010 May;42(5):902-14. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181c34465. PMID: 19996996.

- SUZUKI T, BEAN JF, FIELDING RA. **Muscle power of the ankle flexors predicts functional performance in community-dwelling older women.** J Am Geriatr Soc. 2001 Sep;49(9):1161-7.

- TSCHOPP M, SATTELMAYER MK, HILFIKER R. **Is power training or conventional resistance training better for function in elderly persons? A meta-analysis.** Age and Ageing. 40(5): 549-556.

- VANDERVOORT AA. **Aging of the human neuromuscular system.** Muscle Nerve. 2002 Jan; 25(1): 17-25. doi: 10.1002/mus.1215. PMID: 11754180.
- VETROVSKY T, STEFFL M, STASTNY P, TUFANO JJ. **The Efficacy and Safety of Lower-Limb Plyometric Training in Older Adults: A Systematic Review.** Sports Med. 2019 Jan;49(1):113-131. doi: 10.1007/s40279-018-1018-x. PMID: 30387072; PMCID: PMC6349785.
- VIEIRA IP, LOBO PCB, FISHER J, RAMIREZ-CAMPILO R, PIMENTEL GD, GENTIL P. **Effects of High-Speed Versus Traditional Resistance Training in Older Adults.** Sports Health. 2022 Mar-Apr; 14(2): 283-291. doi: 10.1177/19417381211015211. Epub 2021 May 29. PMID: 34053371; PMCID: PMC8883414.
- WALLERSTEIN LF, TRICOLI V, BARROSO R, RODACKI ALF, RUSSO L, AIHARA AY, FERNANDES DRCA, DE MELLO MT, UGRINOWITSCH C. **Effects of strength and power training on neuromuscular variables in older adults.** J Aging Phys Act. 2012; v. 20, n. 2, p. 171-85.
- WILHELM EN, RECH A, MINOZZO F, RADAELLI R, BOTTON CE, PINTO RS. **Relationship between quadriceps femoris echo intensity, muscle power, and functional capacity of older men.** Age (Dordr). 2014 Jun;36(3):9625. doi: 10.1007/s11357-014-9625-4. Epub 2014 Feb 11. PMID: 24515898; PMCID: PMC4082605.

CAPÍTULO 3. ARTIGO ORIGINAL

INTRODUÇÃO

O treinamento de força de força tradicional (TFT), realizado com velocidade de execução de aproximadamente dois segundos por fase de movimento (i.e., concêntrica e excêntrica), é reconhecidamente eficaz para promover ganhos de força e potência muscular (CANNON E MARINO, 2010; GALVÃO E TAAFE, 2005). Outra forma de execução do treinamento de força, realizado com a máxima velocidade de contração concêntrica, denominado de treinamento de potência (TP), vem sendo investigado na população idosa por parecer ser mais eficaz para promover incrementos na capacidade funcional, devido a uma maior capacidade de promover incrementos na potência muscular (PEREIRA *et al.*, 2012; MISKWO *et al.*, 2003).

Sabe-se que o processo de envelhecimento provoca inúmeras alterações no organismo provocando diminuição de força máxima, potência e massa muscular, afetando a capacidade funcional dessa população (JANSSEN *et al.*, 2002; FRIED *et al.*, 1997). Tem sido demonstrado que a potência muscular, importante fator para a manutenção da capacidade funcional, decai de forma mais rápida do que a força máxima com o passar anos (REID *et al.*, 2014), aumentando a importância de intervenções que atenuem o decréscimo de força rápida para essa população. Além disso, estudo clássico de Skelton *et al.* (1994) analisando força, potência e habilidade funcional em idosos entre 65 e 89 anos mostrou declínio significativamente ($p=0,0001$) mais rápido da potência em relação a força para extensores de joelho, reforçando a necessidade da inserção de exercícios com características explosivas para este público.

Nesse sentido, visando elucidar as diferentes adaptações neuromusculares e funcionais na população idosa provocadas pelo TFT e TP, alguns estudos compararam os efeitos dos diferentes treinamentos para esses indivíduos. Miszko *et al.* (2003) compararam os dois métodos de treinamento após 16 semanas em homens e mulheres idosas (entre 65 e 90 anos) avaliando força máxima através do teste de uma repetição máxima (1RM) no exercício *leg press*, potência anaeróbia no teste de Wingate e desempenho funcional na escala “*Continuous Scale Physical Functional Performance*”. Ambos os grupos apresentaram incrementos significativos e similares para a força (22,9% e 14,9%, respectivamente para TFT e TP) e potência

anaeróbia (12,3% e 7,8%, para TFT e TP), mas para o desempenho funcional utilizando a bateria de testes *Continuous Scale Physical Functional Performance*, o grupo TP apresentou ganho significativamente maior (15,3%) do que o TFT (4%).

Em outro estudo, Campillo *et al.* (2014) examinaram o efeito de 12 semanas de treinamento de força entre dois grupos que realizaram os exercícios com velocidade tradicional, mais lenta (GT) e com velocidade rápida (GP). Após o treinamento, verificaram que ambos os grupos foram efetivos para provocar melhoras na capacidade funcional, força e potência muscular, sendo que os incrementos do GP induziram resultados mais expressivos com relação à potência no salto com contramovimento (CMJ: 23,3% pra GP e 13,3% para GT), arremesso de bola (19,9% para GP e 10,7% para GT), bem como nos testes funcionais “8 foot up and go” (GP= redução de 17,6% no tempo de execução contra GT=9,7%de redução no tempo) e “sentar e levantar em 30s” (GP= 21,3% e GT= 18,8%).

Outra importante variável responsável pela diminuição de força no envelhecimento é a redução de massa muscular e estudos anteriores indicam que ambos os métodos de treinamento (TFT e TP) provocam o aumento de massa muscular em indivíduos idosos (RADAELLI *et al.*, 2018; CADORE *et al.*, 2014). Comparando os efeitos do TFT e TP na força máxima, potência e espessura muscular em homens ao longo de 10 semanas, Nogueira *et al.* (2009), encontraram aumentos similares de força entre os grupos nos exercícios *leg press* (TFT=26,73% e TP=27,12%) e supino (TFT=24,92% e TP=28,23%). Para o pico de potência avaliado nos dois exercícios, foram verificados que ambos os grupos obtiveram incrementos significativos nos dois exercícios (*leg press*: TFT=7,82% e TP=31,0%; supino: TFT=13,21% e TP=36,94%), sendo o resultado do TP estatisticamente superior ao TFT. Ainda, os resultados da análise pré e pós-treinamento da espessura muscular mostram que a espessura muscular do reto femoral teve incremento significativo para o TP (11,3%), mas não para o TFT (5,5%). E, que a espessura muscular do bíceps braquial aumentou significativamente para os dois modelos de treinamento (TFT = 6,7% e TP = 14,3%), sendo o resultado do TP estatisticamente superior ao TFT.

Por outro lado, Wallerstein *et al.* (2012) não encontraram diferenças significativas nos ganhos de força máxima, taxa de produção de torque e área de secção transversa do quadríceps entre os dois modelos de prescrição. Os autores

sugerem que ambos os modelos foram eficazes para produzir adaptações significativas nas variáveis analisadas sem vantagem para algum dos métodos. Ainda, segundo Orssatto *et al.* (2019), não é possível concluir que o treinamento de potência produza incrementos superiores nas capacidades funcionais aos provocados em um modelo de treinamento com velocidade moderada, sendo necessário um número maior de estudos que elucidem essas diferenças.

Como exposto, os dois modelos de treinamento são altamente recomendados para indivíduos idosos, com resultados divergentes em relação à superioridade de um destes modelos de treinamento nas adaptações neuromusculares e funcionais. Além disso, a maioria dos estudos comparando o TFT e o TP tem duração entre 8 e 16 semanas (Fielding *et al.*, 2002; Miszko *et al.*, 2003; Bottaro *et al.*, 2007; Marsh *et al.*, 2009; Nogueira *et al.*, 2009; Wallerstein *et al.*, 2012; Balachandran *et al.*, 2014; Ramirez-Campillo *et al.*, 2014; Lopes *et al.*, 2016; Vieira *et al.*, 2021), com poucas investigações avaliando períodos mais longos (Henwood *et al.*, 2008; Gray *et al.*, 2018). Dessa forma, procurando trazer maiores esclarecimentos relativos à comparação entre os modelos de TFT e TP, o objetivo desse estudo foi comparar as adaptações neuromusculares e funcionais de mulheres idosas após 30 semanas de TFT e TP.

MÉTODOS

Desenho experimental

Para comparar o efeito provocado pelo TFT e o TP nas adaptações neuromusculares e funcionais de idosas após um período de 30 semanas, 22 mulheres idosas foram divididas em dois grupos que realizaram duas sessões semanais de treinamento: o grupo de treinamento de força tradicional (GT, n=11), e o grupo de treinamento de potência (GP, n=11). Esse período de treinamento foi precedido por um período controle de duas semanas, durante o qual as participantes não realizaram treinamento sistemático, mas fizeram, na primeira semana, duas sessões de familiarização, tendo sido posteriormente avaliadas logo antes do período de treinamento (testes pré-treinamento). Na segunda semana foram familiarizadas com os procedimentos metodológicos do treino: explicação sobre os exercícios e velocidade de execução dos movimentos. Da terceira à décima sétima semana (15 semanas) foi realizado o primeiro período de 15 semanas de treinamento, totalizando

30 sessões. Na décima oitava semana foram feitas as avaliações do primeiro período de treinamento, pós 15 semanas. Da décima nona à trigésima terceira semana foi realizado o segundo período de 15 semanas de treinamento, totalizando 60 sessões de treino. Na trigésima quarta semana foi realizada a avaliação do segundo período de treinamento, pós-treinamento. O modelo do desenho experimental está apresentado a figura 1. Os desfechos desse estudo foram: a força máxima dinâmica (1RM), a potência muscular (P), a espessura muscular (EM), a qualidade muscular (QM), o desempenho no teste de sentar e levantar 5 vezes (SL), e a composição corporal (CC). Os testes pré e pós-treinamento foram realizados pelos mesmos avaliadores, os quais estavam cegados para o grupo de treinamento aos quais as participantes pertenciam. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (56325522.9.0000.5347), estando de acordo com a declaração de Helsinque.

Figura 1. Desenho experimental do estudo.



Participantes

A amostra foi constituída por 22 mulheres idosas (≥ 60 anos) saudáveis, não engajadas em nenhum programa de treinamento de força regular e sistemático por pelo menos 6 meses pregressos ao estudo, e em quantidade mínima definida em 10 por cada grupo, conforme o cálculo amostral utilizando o software G Power v.3.1.9.7 para Windows, com nível α 0,05, potência 0,90 e tamanho de efeito médio, de acordo com as recomendações de Beck (2013). Para garantir o número mínimo estimado de participantes foram acrescentados 15% ao cálculo amostral, totalizando 12 participantes por grupo, mas 11 completaram o estudo. As participantes se voluntariaram a

participar do estudo a partir da divulgação em redes sociais e mídias digitais através da Secretaria de Esporte e Lazer do Município de Canoas/RS, e ficaram vinculadas ao Programa de Lazer, Atividade Física e Saúde oferecido pelo município. Posteriormente ao recrutamento e explicação sobre a metodologia do estudo, as participantes foram convidadas a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para poder participar do estudo. Após as semanas de familiarização e avaliação pré-treinamento, a divisão das participantes nos grupos foi realizada em blocos de 4 mulheres nos quais, em cada bloco, foram pareadas pelos valores de força máxima do teste de 1RM do exercício de extensão de joelhos, por pesquisador cego aos participantes da pesquisa. Todas as participantes apresentaram atestado médico liberando as mesmas para a prática de exercício conforme o estudo, e os critérios de exclusão incluíram histórico de doenças neuromusculares, metabólicas, hormonais e cardiovasculares severas. Todas foram aconselhadas a manter sua ingestão alimentar normal durante todo o estudo.

Força máxima dinâmica e potência muscular

Para a comparação da força máxima dinâmica anterior, durante e posterior ao período de treinamento foi realizado o teste de uma repetição máxima (1RM) no exercício de extensão de joelhos (EJ) no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Além do 1RM, foi comparada a potência máxima dinâmica com uma carga de 50% do 1RM no mesmo exercício. Também foram comparados os valores de 1RM dos exercícios *leg press* 45° (LEG), supino (SUP) e flexão de cotovelo (FLC), que foram avaliados na academia do Centro de Esporte e Lazer Estação Cidadania. Anterior aos testes máximos pré-treinamento houve uma sessão de familiarização dos sujeitos com os testes e a primeira carga para o teste máximo foi estimada de acordo com a sessão de familiarização. O teste de 1RM para EJ consistiu em encontrar a máxima carga deslocada em um ciclo de extensão e flexão de joelhos com a maior velocidade possível na fase concêntrica (extensão) e três segundos na fase excêntrica (flexão), sendo utilizado um limitador de amplitude de movimento para garantir que as execuções mantivessem o padrão. Os testes iniciaram com aquecimento de 5 minutos em bicicleta, seguido do teste de 1RM, sendo feitas no máximo 5 tentativas com intervalos de 3 minutos entre elas. Os coeficientes de propostos por Baechle e Earle (2000) foram utilizados para o ajuste de carga entre as tentativas. Três minutos

após a realização do teste máximo, foi realizado o teste de potência máxima de extensores de joelho com 50% da carga de 1RM avaliada no mesmo exercício. Neste teste foram realizadas cinco repetições com a máxima velocidade possível na fase concêntrica e utilizados os valores obtidos na repetição de melhor desempenho. Foi utilizado um encoder linear (Chronojump Boscosystem, Spain) acoplado às placas do aparelho e foram obtidos os dados de potência máxima ($P_{\text{máx}}$) e a potência média ($P_{\text{méd}}$) em Watts (W), a velocidade máxima ($V_{\text{máx}}$) e a velocidade média ($V_{\text{méd}}$) em metros/segundo (m/s), e o pico de força (F_{pic}) e a força média ($F_{\text{méd}}$) em Newtons (N). O teste de 1RM para o exercício LEG consistiu em encontrar a máxima carga deslocada em um ciclo de flexão e extensão de quadril (concomitante à flexão e extensão de joelhos e flexão dorsal e plantar de tornozelo); para o exercício SUP consistiu em encontrar a máxima carga deslocada em um ciclo de extensão e flexão horizontal de ombros (concomitante à flexão e extensão de cotovelos); e para o exercício FLC consistiu em encontrar a máxima carga deslocada em um ciclo de extensão e flexão de cotovelos. A velocidade de execução destes testes de 1RM foi definida de acordo com o grupo das participantes, sendo o do GT com velocidade de dois segundos por cada fase o exercício, e do GP na máxima velocidade concêntrica e três segundos na fase excêntrica, conforme a velocidade dos treinamentos.

Desempenho funcional

A capacidade funcional foi avaliada através do teste de sentar e levantar cinco vezes na máxima velocidade possível (ALCAZAR *et al.*, 2018 e 2020). As participantes iniciaram o teste sentadas em um banco com 44 cm de altura, com os braços cruzados ao longo do peito. Inicialmente, elas realizaram uma série submáxima para ajustes e instruções, se necessário. Após, realizaram duas séries máximas com 60 s de intervalo entre elas. As participantes foram instruídas a realizar as repetições o mais rápido possível, recebendo encorajamento verbal ao longo dos testes (ALCAZAR *et al.*, 2018 e 2020). Foi utilizada uma cinta com velcro presa ao braço das participantes para fixar o encoder linear (Chronojump Boscosystem, Spain) que permitiu mensurar $P_{\text{máx}}$, $P_{\text{méd}}$, $V_{\text{máx}}$, $V_{\text{méd}}$, F_{pic} e $F_{\text{méd}}$.

Espessura muscular e ângulo de penação

Foram verificadas as espessuras musculares dos músculos reto femoral e vasto lateral utilizando um equipamento de ultrassom (Nemio XG, Toshiba, Japan),

com imagens obtidas em B-modo (ganho: 90d e profundidade: 70mm) com uma sonda linear de 9,5 MHz (38 mm de largura). Antes do início da captura das imagens, as participantes estiveram em repouso por 10 minutos em posição supina, com membros superiores e inferiores relaxados. Um gel solúvel em água, que promove contato acústico sem a necessidade de exagerada pressão da sonda na pele, foi aplicado na região avaliada. Na região alvo, a sonda foi posicionada de forma perpendicular à musculatura avaliada. A pressão do transdutor na pele foi a menor possível, sendo essa mantida pelo avaliador ao longo de todo o procedimento. Somente o membro direito foi avaliado. As imagens foram capturadas pelo mesmo avaliador experiente neste procedimento.

O ponto utilizado para a avaliação da espessura muscular dos músculos reto femoral e vasto lateral foi em 50% da distância entre o epicôndilo lateral do fêmur e o trocânter maior, conforme critérios adotados em estudos anteriores (PINTO e PINTO, 2021; RADAELLI *et al.*, 2019; WILHELM *et al.*, 2014). Para ambos os músculos, a distância entre o tecido subcutâneo superior e a aponeurose inferior foi considerada como a espessura muscular. Foi utilizado um valor médio obtido de três imagens. As imagens foram coletadas com o participante em decúbito dorsal.

O ângulo de penetração músculo vasto lateral foi definido como o ângulo formado entre o fascículo e a sua inserção na aponeurose inferior (WILHELM *et al.*, 2014). Todos os pontos de avaliação utilizados foram marcados com caneta e foram feitos mapas do posicionamento da sonda para que as reavaliações fossem realizadas no mesmo local da avaliação pré-treinamento. Três imagens para cada músculo foram capturadas. As análises das imagens obtidas foram realizadas com o uso do programa Image-J (National Institutes of Health, USA, versão 1.8.0.).

Qualidade muscular por eco intensidade

A determinação da qualidade muscular por eco intensidade dos músculos reto femoral e vasto lateral foi feita de acordo com estudos anteriores (PINTO e PINTO, 2021; RADAELLI *et al.*, 2019), seguindo as marcações utilizadas para a espessura muscular. Em cada imagem de ultrassonografia capturada, foi determinada a região muscular de interesse, sendo que esta envolveu toda a região muscular do músculo alvo excluindo a aponeurose, tecidos ósseo e subcutâneo. A seguir, o valor de eco intensidade foi calculado utilizando uma função de histograma de escala de cinza do

programa Image-J (National Institute of Health, USA, versão 1.8.0.). O valor de eco intensidade foi expresso entre 0 (preto) e 255 (branco). A média dos valores obtidos em três imagens foi utilizado para cálculo da eco intensidade média. Para o cálculo dos valores da eco intensidade por bandas (PINTO e PINTO, 2021), os pixels do histograma foram exportados para uma planilha Excel personalizada, onde foram calculados os valores de eco intensidade média dentro de faixas entre 0 e 255 (0-50, 51-100, 101-150, 151-200 e 201-255 adotados). O número de pixels dentro dessas regiões foi expresso como uma porcentagem em relação ao número total de pixels do histograma da escala de cinza/imagem (PINTO e PINTO, 2021). Para o cálculo dos valores de eco intensidade por bandas também foram adotados os valores obtidos a partir de três imagens. O mesmo avaliador conduziu todas as medidas ao longo do estudo.

Composição corporal

Foram avaliadas em quilos (kg) a massa corporal total (MC), massa de gordura (MG), massa livre de gordura (MM), e a densidade mineral óssea (DMO, em g/cm²) das participantes utilizando densitometria por dupla emissão de raios-X (DXA; densitometria por absorção de raios-X de dupla energia; GE Healthcare Prodigy Primo, USA). Durante o teste, as participantes foram posicionadas em decúbito dorsal, alinhadas e centralizadas na mesa de exame com quadris e ombros estendidos para dar início a varredura pelos Raios-X. Todas foram instruídas a vestirem roupas leves no momento da avaliação, as quais permitiram o adequado escaneamento corporal, além de não portarem adereços de metal. A radiação que as participantes foram expostas durante a avaliação é segura e menor do que 1 μ Sv (BOLANOWSKI E NILSSON, 2001). O equipamento foi calibrado antes de cada escaneamento de acordo com as especificações do fabricante, através de um software do próprio equipamento (software Encore, version 14.1, Prodigy Primo, GE Healthcare, USA).

Intervenção de treinamento

O projeto foi desenvolvido ao longo de 34 semanas, contendo uma semana de familiarização, três semanas de avaliações (uma sessão pré-treinamento, uma após 15 semanas de treinos e uma após 30 semanas) e 30 semanas de treinamento com frequência semanal de duas sessões (total de 60 sessões), com intervalo

mínimo de 48 horas entre cada sessão. Nos grupos de treinamento (GT e GP) cada sessão consistiu na realização dos mesmos exercícios de força (supino, remada, *leg press* 45°, extensão de joelhos bilateral, flexão de joelhos bilateral, flexão de cotovelos bilateral, extensão de cotovelos bilateral, abdominais e extensão lombar – Flex Equipment, Cedral/SP), após aquecimento em bicicleta por 3 minutos. A diferença na execução dos exercícios diferiu com relação à velocidade de execução: ritmo controlado de 2-3 segundos para cada fase do exercício (concêntrica e excêntrica) no GT e na maior velocidade possível na fase concêntrica no GP (mantendo de 2-3 segundos a fase excêntrica), exceto para os exercícios abdominais e lombares que mantiveram a velocidade tradicional mesmo no grupo TP. A tabela 1 apresenta a descrição detalhada dos programas de treinamentos. A intensidade do treinamento foi controlada pelo percentual de 1RM que foi reavaliado a cada 4 semanas para ajuste de cargas. Entre cada série foi dado de 2 a 3 minutos de recuperação e todas as sessões foram acompanhadas e supervisionadas pelos pesquisadores e colaboradores responsáveis pelo estudo. O tempo médio de cada sessão de treinamento para GT foi de 52,5 minutos e para GP foi de 40,8 min.

Tabela 1. Programas de treinamento para ambos os grupos (GT e GP) ao longo do estudo.

Semanas	Grupo de Treinamento de Força Tradicional (GT)			Grupo de Treinamento de Potência (GP)		
	Séries x Repetições	% de 1RM	Intervalo	Séries x Repetições	% de 1RM	Intervalo
3 – 6	2 x 12	60%	2-3 min	3 x 8	40%	2-3 min
7 – 10	3 x 10	65%	2-3 min	3 x 8	45%	2-3 min
11 – 14	3 x 8	70%	2-3 min	4 x 6	50%	2-3 min
15 – 17	4 x 6	70%	2-3 min	4 x 6	50%	2-3 min
19 – 22	3 x 8	75%	2-3 min	3 x 8	55%	2-3 min
23 – 26	3 x 8	75%	2-3 min	3 x 8	55%	2-3 min
27 – 30	4 x 6	80%	2-3 min	4 x 6	60%	2-3 min
31 – 33	4 x 6	80%	2-3 min	4 x 6	60%	2-3 min

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados de caracterização e desempenho dos participantes são apresentados em média (m), desvio-padrão (dp) e percentual de variação (Δ). Os efeitos do treinamento foram analisados pelo teste de equações de estimativas generalizadas (GEE) com dois fatores (tempo e grupo) e post hoc de Bonferroni para localizar as diferenças entre as médias, quando o valor de $p < 0,05$. Os testes foram realizados no software SPSS 29.01.01.

RESULTADOS

Participantes e composição corporal

Vinte e duas mulheres idosas participaram do estudo, onze em cada grupo (GT, $n=11$ e GP, $n=11$). As características físicas das participantes pré-treinamento, após 15 semanas e após 30 semanas de treinamento estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização e composição corporal da amostra (média \pm desvio padrão) pré-treinamento (Pré), após 15 semanas (Pós15) e após 30 semanas de intervenção (Pós30).

	GT (n=11)			GP (n=11)		
	Pré	Pós15	Pós30	Pré	Pós15	Pós30
Idade (anos)	65,4 \pm 3,3	65,5 \pm 3,6	66,0 \pm 3,4	64,7 \pm 3,6	65,3 \pm 3,7	65,5 \pm 3,6
Estatura (m)	1,55 \pm 4,3	1,55 \pm 4,3	1,55 \pm 4,3	1,54 \pm 4,1	1,54 \pm 4,1	1,54 \pm 4,1
Massa corporal (kg)	69,1 \pm 9,1	68,9 \pm 9,0	68,6 \pm 9,2	72,5 \pm 11,0	73,0 \pm 11,9	73,0 \pm 10,1
Massa magra (kg)	38,7 \pm 5,0	38,5 \pm 4,2	38,4 \pm 4,5	39,0 \pm 5,1	39,1 \pm 5,7	39,2 \pm 5,1
Massa de gordura (kg)	28,5 \pm 5,4	28,4 \pm 5,7	28,2 \pm 5,8	31,6 \pm 7,1	32,0 \pm 7,2	31,8 \pm 6,4
DMO (g/cm ²)	1,1 \pm 0,1	1,1 \pm 0,1	1,0 \pm 0,1	1,0 \pm 0,1	1,0 \pm 0,1	1,0 \pm 0,1

De acordo com a GEE, para massa corporal total, massa magra, massa de gordura e densidade mineral óssea não houve efeito significativo ($p < 0,05$) para os fatores grupo e tempo, bem como não houve interação significativa ($p < 0,05$) entre os mesmos fatores. Ou seja, os valores das variáveis de composição corporal e densidade mineral óssea não foram alterados com o período de treinamento realizado independente dos grupos ao longo do tempo de intervenção.

Força máxima dinâmica e potência muscular

Após o período de treinamento, para a força máxima dinâmica nos exercícios extensão de joelhos (1RMEJ), *leg press* 45° (1RMLEG), supino (1RMSUP) e flexão de cotovelo (1RMFLC) foi observado efeito tempo significativo ($p < 0,001$) para ambos os grupos entre os três tempos comparados, não tendo sido observado efeito grupo e interação tempo vs. grupo significativos ($p > 0,05$). Os valores expressos em média, desvio padrão e percentual de variação (Δ) estão apresentados na tabela 3.

No teste de potência com a carga referente a 50% de 1RM no exercício de extensão de joelhos a potência máxima atingida ($P_{m\acute{a}x}$) apresentou efeito tempo significativo ($p < 0,001$) para ambos os grupos entre os valores de Pré e Pós15, bem como entre Pré e Pós30. Não houve efeito tempo significativo entre os períodos Pós15 e Pós30, assim como não houve efeito grupo e interação tempo vs. grupo significativos ($p > 0,05$). Para a potência média ($P_{m\acute{e}d}$) desenvolvida durante o teste foi encontrado efeito tempo significativo ($p < 0,05$) entre os valores Pré e Pós15, entre Pré e Pós30, e, entre Pós15 e Pós30. Não houve efeito grupo e interação tempo vs. grupo significativa ($p > 0,05$). As variáveis velocidade máxima ($V_{m\acute{a}x}$) e velocidade média ($V_{m\acute{e}d}$) atingidas durante o teste de potência apresentaram efeito tempo significativo ($p < 0,001$ e $p < 0,05$) apenas entre Pré e Pós15, sem apresentar efeito grupo e interação tempo vs. grupo significativos ($p > 0,05$). O pico de força (F_{pic}) e a força média ($F_{m\acute{e}d}$) atingidas apresentaram efeito tempo significativo ($p < 0,001$) para ambos os grupos entre os valores Pré e Pós30, bem como entre Pós15 e Pós30. Não houve efeito tempo significativo ($p > 0,05$) entre os períodos Pré e Pós15, assim como não houve efeito grupo e interação tempo vs. grupo significativos ($p > 0,05$). Os valores expressos em média, desvio padrão e percentual de variação (Δ) estão apresentados na tabela 4.

Tabela 3. Resultados pré-treinamento (Pré), após 15 semanas (Pós15) e após 30 semanas (Pós30) de intervenção referentes aos testes de força máxima (1RM) nos exercícios extensão de joelhos (EJ), *leg press* 45° (LEG), supino (SUP) e flexão de cotovelos (FLC) apresentados como média \pm desvio padrão e percentual de variação (Δ) entre Pré e Pós 30.

	GT				GP			
	Pré	Pós15	Pós30	Δ	Pré	Pós15	Pós30	Δ
EJ (kg)	50,0 \pm 8,9	56,3 \pm 11,7 ^a	62,6 \pm 12,1 ^{ab}	25,3%	50,0 \pm 13,2	53,9 \pm 13,2 ^a	57,9 \pm 15,2 ^{ab}	15,9%
LEG (kg)	125,5 \pm 15,2	172,5 \pm 26,2 ^a	192,3 \pm 24,8 ^{ab}	53,3%	122,5 \pm 18,5	166,7 \pm 31,5 ^a	183,4 \pm 41,4 ^{ab}	49,7%
SUP (kg)	23,2 \pm 3,3	28,1 \pm 3,1 ^a	30,8 \pm 4,3 ^{ab}	32,8%	22,8 \pm 3,4	28,5 \pm 4,4 ^a	30,8 \pm 5,1 ^{ab}	35,2%
FLC (kg)	12,9 \pm 2,5	16,3 \pm 1,7 ^a	18,0 \pm 1,8 ^{ab}	39,5%	12,9 \pm 2,5	15,8 \pm 2,9 ^a	17,3 \pm 3,6 ^{ab}	33,9%

^a diferença significativa em relação ao período Pré ($p < 0,001$)

^b diferença significativa em relação ao período Pós15 ($p < 0,001$)

Tabela 4. Resultados de potência máxima ($P_{m\acute{a}x}$), potência média ($P_{m\acute{e}d}$), velocidade máxima ($v_{m\acute{a}x}$), velocidade média ($v_{m\acute{e}d}$), pico de força (F_{pic}) e força média ($F_{m\acute{e}d}$) referentes aos testes de potência a 50% de 1RM no exercício extensão de joelhos (EJ), pré-treinamento (Pré), após 15 semanas (Pós15) e após 30 semanas (Pós30) de intervenção, apresentados como média \pm desvio padrão e percentual de variação (Δ) entre Pré e Pós 30.

	GT				GP			
	Pré	Pós15	Pós30	Δ	Pré	Pós15	Pós30	Δ
$P_{m\acute{a}x}$ (W)	179,5 \pm 50,0	222,1 \pm 42,3 ^a	246,3 \pm 63,9 ^a	37,2%	203,9 \pm 79,0	226,6 \pm 72,6 ^a	285,9 \pm 144,7 ^a	40,3%
$P_{m\acute{e}d}$ (W)	102,3 \pm 28,4	122,7 \pm 20,6 ^a	133,5 \pm 30,5 ^{ab}	30,5%	109,7 \pm 36,5	118,9 \pm 35,4 ^a	142,7 \pm 49,6 ^{ab}	30,1%
$v_{m\acute{a}x}$ (m/s)	0,67 \pm 0,11	0,75 \pm 0,07 ^a	0,73 \pm 0,06	9,0%	0,72 \pm 0,09	0,77 \pm 0,08 ^a	0,76 \pm 0,12	4,9%
$v_{m\acute{e}d}$ (m/s)	0,41 \pm 0,07	0,45 \pm 0,04 ^a	0,43 \pm 0,04	1,0%	0,43 \pm 0,05	0,44 \pm 0,05 ^a	0,43 \pm 0,05	6,0%
F_{pic} (N)	342,1 \pm 96,8	371,2 \pm 57,9	430,2 \pm 84,2 ^{ab}	25,7%	348,7 \pm 89,3	367,0 \pm 99,4	460,3 \pm 150,9 ^{ab}	32,0%
$F_{m\acute{e}d}$ (N)	259,0 \pm 83,7	275,1 \pm 53,0	310,3 \pm 63,4 ^{ab}	19,8%	253,2 \pm 60,9	264,8 \pm 58,1	330,3 \pm 102,9 ^{ab}	30,4%

^a diferença significativa em relação ao período Pré ($p < 0,05$)

^b diferença significativa em relação ao período Pós15 ($p < 0,001$)

Desempenho funcional

De acordo com a GEE, a $P_{m\acute{a}x}$, a $P_{m\acute{e}d}$, a $v_{m\acute{a}x}$ e a $v_{m\acute{e}d}$ no teste de sentar e levantar apresentaram efeito tempo significativo ($p < 0,05$), tendo sido identificadas, para os dois grupos, diferenças significativas ($p < 0,05$) apenas entre Pré e Pós30. Não foram identificados efeito grupo e interação tempo vs. grupo significativos ($p > 0,05$) para essas variáveis. Para a F_{pic} foi identificada interação tempo vs. grupo significativa ($p < 0,05$) com diferença significativa ($p < 0,05$) entre Pós15 e Pós30 apenas para GP. Para $F_{m\acute{e}d}$ não foram observados efeito tempo, efeito grupo e interação tempo vs. grupo significativos ($p > 0,05$). Os valores expressos em média, desvio padrão e percentual de variação (Δ) estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5. Resultados de potência máxima ($P_{\text{máx}}$), potência média ($P_{\text{méd}}$), velocidade máxima ($v_{\text{máx}}$), velocidade média ($v_{\text{méd}}$), pico de força (F_{pic}) e força média ($F_{\text{méd}}$) referentes aos testes de sentar e levantar 5 vezes (SL), pré-treinamento (Pré), após 15 semanas (Pós15) e após 30 semanas (Pós30) de intervenção, apresentados como média \pm desvio padrão e percentual de variação (Δ) entre Pré e Pós 30.

	GT				GP			
	Pré	Pós15	Pós30	Δ	Pré	Pós15	Pós30	Δ
$P_{\text{máx}}$ (W)	772,6 \pm 215,6	785,6 \pm 178,6	834,5 \pm 186,5 ^a	8,0%	794,1 \pm 200,5	831,6 \pm 235,0	890,9 \pm 157,1 ^a	12,2%
$P_{\text{méd}}$ (W)	366,1 \pm 93,9	389,2 \pm 66,0	389,3 \pm 78,1 ^a	6,3%	380,3 \pm 112,5	391,3 \pm 116,8	422,7 \pm 74,8 ^a	11,1%
$v_{\text{máx}}$ (m/s)	1,00 \pm 0,16	1,02 \pm 0,14	1,06 \pm 0,12 ^a	6,5%	0,99 \pm 0,12	1,02 \pm 0,10	1,07 \pm 0,10 ^a	8,7%
$v_{\text{méd}}$ (m/s)	0,54 \pm 0,11	0,58 \pm 0,08	0,58 \pm 0,08 ^a	7,0%	0,53 \pm 0,09	0,54 \pm 0,09	0,59 \pm 0,05 ^a	10,8%
F_{pic} (N)	1052,2 \pm 128,0	1053,8 \pm 136,8	1035,6 \pm 177,6	-1,6%	1107,8 \pm 201,6	1049,0 \pm 203,6	1117,5 \pm 180,1 ^b	0,9%
$F_{\text{méd}}$ (N)	678,7 \pm 89,7	678,6 \pm 89,0	673,3 \pm 90,2	-0,8%	702,8 \pm 107,8	709,2 \pm 117,2	715,1 \pm 99,1	1,8%

^a diferença significativa em relação ao período Pré ($p < 0,05$)

^b diferença significativa em relação ao período Pós15 ($p < 0,001$)

Espessura muscular e ângulo de penação

A espessura muscular do músculo reto femoral (EM_{RF}) apresentou efeito tempo significativo ($p < 0,05$) entre os valores Pós15 e Pós30. Não houve efeito grupo e interação tempo vs. grupo significativa ($p > 0,05$). Para a espessura muscular do músculo vasto lateral (EM_{VL}) foi identificado efeito tempo significativo ($p < 0,05$) entre os valores Pré e Pós15 e entre os valores Pré e Pós30. Não houve efeito grupo e interação tempo vs. grupo significativa ($p > 0,05$). Nas avaliações do ângulo de penação do músculo vasto lateral (AP_{VL}) não foram observados efeito tempo, efeito grupo e interação tempo vs. grupo significativos ($p > 0,05$). Os valores expressos em média, desvio padrão e percentual de variação (Δ) estão apresentados na tabela 6.

Tabela 6. Resultados pré-treinamento (Pré), após 15 semanas (Pós15) e após 30 semanas (Pós30) de intervenção referentes às avaliações da espessura muscular dos músculos reto femoral (EM_{RF}) e vasto lateral (EM_{VL}), e do ângulo de penação do músculo vasto lateral (AP_{VL}) apresentados como média \pm desvio padrão e percentual de variação (Δ) entre Pré e Pós 30.

	GT				GP			
	Pré	Pós15	Pós30	Δ	Pré	Pós15	Pós30	Δ
EM_{RF} (cm)	1,60 \pm 0,39	1,58 \pm 0,36	1,65 \pm 0,36 ^b	3,3%	1,52 \pm 0,29	1,51 \pm 0,17	1,55 \pm 0,22 ^b	2,2%
EM_{VL} (cm)	1,81 \pm 0,35	1,84 \pm 0,33 ^a	1,89 \pm 0,41 ^{ab}	4,4%	1,58 \pm 0,33	1,74 \pm 0,30 ^a	1,80 \pm 0,24 ^{ab}	14,1%
AP_{VL} ($^\circ$)	12,43 \pm 3,27	12,36 \pm 3,58	11,81 \pm 3,15	-5%	11,42 \pm 2,80	13,02 \pm 2,34	12,41 \pm 2,39	8,7%

^a diferença significativa em relação ao período Pré ($p < 0,001$)

^b diferença significativa em relação ao período Pós15 ($p < 0,001$)

Qualidade muscular por eco intensidade

A qualidade muscular por eco intensidade para o músculo reto femoral (QM_{RF}) apresentou efeito grupo significativo ($p < 0,05$) no teste Pré. Não houve efeito tempo e interação grupo vs. tempo significativos ($p > 0,05$). Para a qualidade muscular do músculo vasto lateral (QM_{VL}) foi identificado efeito tempo significativo ($p < 0,05$) entre os valores Pré e Pós15 e entre os valores Pré e Pós30. Não houve efeito grupo e interação tempo vs. grupo significativa ($p > 0,05$).

De acordo com a GEE, para a análise da qualidade muscular por bandas do músculo reto femoral (QB_{RF}), não houve efeito tempo significativo ($p > 0,05$) em nenhuma das bandas. Foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) para efeito grupo na avaliação Pré nas bandas de 101 a 150, e 151 a 200, bem como na avaliação Pós15 nas bandas de 51 a 100, e 201 a 255. Não houve interação grupo vs. tempo significativa ($p > 0,05$). Com relação à análise da qualidade muscular por bandas do músculo vasto lateral (QB_{VL}), houve efeito tempo significativo ($p < 0,05$) nas bandas de 0 a 50 e de 101 a 150, com diferenças significativas ($p < 0,05$) entre Pré e Pós 15, e entre Pré e Pós30. Nas bandas de 51 a 100, de 151 a 200, e de 201 a 255, não houve efeito grupo, efeito tempo, nem interação grupo vs. tempo significativas ($p > 0,05$). Os valores expressos em média, desvio padrão e percentual de variação (Δ) estão apresentados na tabela 7.

Tabela 7. Resultados da qualidade muscular por eco intensidade dos músculos reto femoral (QM_{RF}) e vasto lateral (QM_{VL}), e eco intensidade por bandas dos músculos reto femoral (QB_{RF}) e vasto lateral (QB_{VL}) pré-treinamento (Pré), após 15 semanas (Pós15) e após 30 semanas (Pós30) de intervenção, apresentados como média \pm desvio padrão e percentual de variação (Δ) entre Pré e Pós 30.

	GT			Δ	GP			Δ
	Pré	Pós15	Pós30		Pré	Pós15	Pós30	
QM _{RF} (u.a.)	97,35 \pm 21,40 [‡]	86,94 \pm 14,65	84,27 \pm 11,91	-13,4%	81,03 \pm 13,63 [‡]	83,70 \pm 8,83	81,51 \pm 10,02	0,6%
QM _{VL} (u.a.)	95,89 \pm 22,11	74,06 \pm 9,5 ^a	74,54 \pm 13,66 ^a	-22,3%	82,46 \pm 8,87	80,36 \pm 10,04 ^a	77,70 \pm 5,63 ^a	-5,8%
QB _{RF} (%)								
0-50	4,51 \pm 5,85	8,68 \pm 10,77	9,63 \pm 8,56	113,7%	11,02 \pm 12,84	7,17 \pm 6,77	8,85 \pm 9,80	-19,7%
51-100	53,93 \pm 25,11	63,66 \pm 7,54 [‡]	65,34 \pm 7,21	21,2%	67,23 \pm 8,68	70,12 \pm 7,41 [‡]	70,25 \pm 9,73	4,5%
101-150	33,19 \pm 20,24 [‡]	22,61 \pm 10,30	20,87 \pm 9,62	-37,1%	18,41 \pm 10,04 [‡]	19,77 \pm 7,43	17,63 \pm 7,84	-4,2%
151-200	7,61 \pm 8,39 [‡]	4,43 \pm 3,37	3,74 \pm 2,24	-50,8%	3,12 \pm 2,79 [‡]	2,77 \pm 1,78	3,01 \pm 2,33	-3,8%
201-255	0,76 \pm 1,22	0,62 \pm 0,74 [‡]	0,41 \pm 0,39	-46,2%	0,21 \pm 0,18	0,19 \pm 0,20 [‡]	0,26 \pm 0,29	26,17%
QB _{VL} (%)								
0-50	6,31 \pm 4,82	19,73 \pm 10,90 ^a	19,05 \pm 12,68 ^a	201,6%	9,75 \pm 5,49	11,60 \pm 7,48 ^a	12,23 \pm 7,72 ^a	25,4%
51-100	56,88 \pm 23,33	63,59 \pm 7,53	63,60 \pm 11,56	11,8%	67,13 \pm 5,52	67,19 \pm 8,70	69,68 \pm 6,54	11,8%
101-150	28,63 \pm 16,86	14,40 \pm 6,63 ^a	14,73 \pm 10,61 ^a	-48,6	19,89 \pm 7,42	18,08 \pm 8,57 ^a	15,85 \pm 3,83 ^a	-20,3%
151-200	7,08 \pm 8,21	2,09 \pm 1,69	2,38 \pm 3,19	-66,4%	2,98 \pm 2,00	2,91 \pm 2,41	2,12 \pm 0,93	-29%
201-255	1,09 \pm 2,07	0,19 \pm 0,23	0,25 \pm 0,47	-77,6%	0,24 \pm 0,24	0,22 \pm 0,25	0,13 \pm 0,16	-48,7

^a diferença significativa em relação ao período Pré ($p < 0,05$)

^b diferença significativa em relação ao período Pós15 ($p < 0,05$)

[‡] diferença significativa entre os grupos GT e GP ($p < 0,05$)

DISCUSSÃO

O objetivo do estudo foi comparar os efeitos do TFT e TP nas adaptações neuromusculares e funcionais de idosas após um período de 30 semanas de treinamento. Os principais resultados demonstram que ambos os grupos (GT e GP) melhoraram de forma similar os ganhos de força e desempenho funcional após 15 e 30 semanas de treinamento. Esses resultados são importantes porque indicam que mesmo utilizando um modelo de treinamento de força realizado com uma intensidade relativa (%1RM) menor, pode ser possível obter resultados significativos para a melhora de força e desempenho funcional.

Força máxima dinâmica e potência muscular

Diversos estudos têm demonstrado que tanto o TFT e o TP são eficazes para ganho de força e potência muscular (RADAELLI *et al.*, 2018; RIBEIRO *et al.*, 2018; RAMIREZ-CAMPILLO *et al.*, 2016; CORREA *et al.*, 2012), sendo o desfecho dos estudos diretamente relacionado à forma de prescrição dos treinamentos, com uma tendência de que o modelo de treinamento com alta velocidade de execução na fase concêntrica seja mais vantajoso (STRAIGHT *et al.*, 2016; RAMIREZ-CAMPILLO *et al.*, 2014).

Após o período de treinamento, foi observada melhora nos testes de 1RM após 15 semanas (EJ = 15,3 e 7,8%, LEG = 37,4 e 36,1%, SUP = 21,1 e 25%, FLC = 26,4 e 22,5%, para GT e GP, respectivamente) sendo ainda maior após 30 semanas para ambos os grupos (EJ = 25,3 e 15,9%, LEG = 53,3 e 49,7%, SUP = 32,8 e 35,2%, FLC = 39,5 e 33,9%, para GT e GP, respectivamente), sem haver vantagens dependentes do modelo de treinamento (TFT ou TP). O aumento da força máxima que nossos resultados demonstram é consistente com o que a literatura reporta em estudos com idosos comparando TP e TFT (entre 12 e 50%) (RAMIREZ-CAMPILLO *et al.*, 2014; CORREA *et al.*, 2014; BOTTARO *et al.*, 2007; MISZKO *et al.*, 2003; FIELDING *et al.*, 2002), que obtiveram adaptações parecidas na força máxima dos participantes em membros superiores e inferiores, mesmo usando intensidades menores no TP. Uma possível explicação para o aumento similar de força máxima, mesmo com intensidade de treino menor no TP, pode ser devido ao recrutamento de unidades motoras que possuem um maior limiar de excitação durante execução do movimento com a máxima velocidade de contração concêntrica possível, visto que

essas unidades são capazes de maior produção de força e potência. Portanto, pode-se deduzir que essas unidades motoras foram treinadas tanto usando cargas maiores em velocidades baixas no TFT, quanto com cargas menores na máxima velocidade concêntrica possível, levando a aumentos de força parecidos entre GT e GP (DUCHATEAU *et al.*, 2006).

Os resultados do presente estudo mostram incrementos significativos e de magnitude similar na $P_{\text{máx}}$ (GT = 37,2% e GP = 40,3%), $P_{\text{méd}}$ (GT = 30,5% e GP = 30,1%), F_{pic} (GT = 25,7% e GP = 32%) e $F_{\text{méd}}$ (GT = 19,8% e GP = 30,4%) entre os grupos para o teste de potência a 50% de 1RM no exercício de extensão de joelho após o período de 30 semanas de treinamento. A ausência de diferença estatisticamente significativa entre os grupos pode ser explicada devido a potência muscular ser o resultado do aumento da força e da velocidade e, embora o GP utilizasse maior velocidade, o GT pode ter aumentado a potência devido ao aumento da força máxima (MÜLLER *et al.*, 2020). É uma limitação do estudo termos as comparações de potência sempre ajustadas pelo valor de 1RM avaliado antes do teste de potência, se tivéssemos realizado um reteste com o valor de carga aplicado no período Pré, poderíamos aprofundar mais a discussão relativa à influência da velocidade e força nas adaptações geradas pelo treinamento. De qualquer modo, nossos resultados apontam que tanto o TFT quanto o TP são estratégias eficazes para o aumento de potência muscular de membros inferiores após um período de 30 semanas de treinamento.

Desempenho funcional

O desenvolvimento da potência muscular em membros inferiores é um importante indicador de capacidade funcional em indivíduos idosos (RADAELLI *et al.*, 2023; GARATACHEA *et al.*, 2015; BEAN *et al.*, 2002; FOLDVARI *et al.*, 2000), sendo a diminuição da potência muscular um fator preocupante para a saúde dos idosos tornando indispensável a sua manutenção no avanço da idade para a preservação da independência e diminuição de riscos de queda (BALACHANDRAN *et al.*, 2022). Estudos anteriores, incluindo revisões e meta-análises, têm mostrado que o TP parece ser mais efetivo para melhorar as capacidades físicas em testes funcionais (RADAELLI *et al.*, 2023; BALACHANDRAN *et al.*, 2022; ORSATTO *et al.*, 2019;

TSCHOPP *et al.*, 2011), mas existe a necessidade de maiores esclarecimentos relacionadas a essas adaptações.

Nossos resultados revelam incrementos significativos para os dois grupos, sem diferenças significativas entre os mesmos na $P_{m\acute{a}x}$ (GT = 8,0% e GP = 12,2%), $P_{m\acute{e}d}$ (GT = 6,3% e GP = 11,1%), $v_{m\acute{a}x}$ (GT = 6,5% e GP = 8,7%) e $v_{m\acute{e}d}$ (GT = 7,0% e GP = 10,8%) para o teste de sentar e levantar 5 vezes após o período de 30 semanas de treinamento, sendo que para F_{pic} , apenas o GP apresentou aumento significativo entre as avaliações Pós15 e Pós30 (0,9% contra -1,6% de GT). Apesar de não ter sido encontrada diferença significativa entre os grupos, a magnitude percentual dos testes indica aumento um pouco superior nas variáveis para GP comparando com o GT (GT \approx 7,0% e GP \approx 10,7%). Esses resultados sugerem um possível maior efeito do TP no desempenho funcional, embora seja necessário considerar que a falta de interação tempo vs. grupo sugira que essas diferenças possam ter sido ao acaso.

Estudo de Henwood *et al.* (2008) também encontraram melhoras significativas no desempenho funcional semelhantes entre os grupos de idosos que realizaram TFT e TP após 24 semanas de treinamento realizando duas sessões por semana. No entanto, o protocolo de treinamento utilizado para o grupo que treinou com a maior velocidade concêntrica sempre realizava a terceira série dos exercícios com uma carga relativa a 75% de 1RM e até completar o máximo de repetições possíveis (após uma série de 8 repetições a 45% de 1RM e uma série de 8 repetições e 60% de 1RM). O TP utilizado no nosso estudo não ultrapassou a carga relativa a 60% de 1RM e o número máximo de 6 repetições, visando manter a máxima velocidade de execução durante todas as séries. O modelo de potência utilizado no estudo de Henwood *et al.* (2008) pode ter se aproximado de um modelo de TFT com os ajustes feitos na última série de cada exercício. Comparativamente ao nosso estudo, podemos observar que os protocolos atingiram cargas relativas bastante diferentes entre os grupos e mesmo utilizando uma carga relativa menor no GP encontramos aumentos significativos no desempenho funcional, e na força máxima dinâmica. Isso indica que o TP realizado na máxima velocidade e dentro de uma intensidade relativa adequada ao desenvolvimento de potência muscular pode ser efetivo para melhora de desempenho funcional sem a necessidade de expor o participante idoso ao estresse mecânico e articular de uma intensidade maior de treinamento.

Espessura muscular, ângulo de penação e qualidade muscular

O processo de envelhecimento pode reduzir a quantidade, o volume e a qualidade muscular prejudicando a capacidade de produção de força e potência nos idosos (WILHELM *et al.*, 2014). A piora da qualidade do músculo esquelético está ligada ao envelhecimento e tem sido vista como uma das principais causas da diminuição da força muscular (LOPEZ *et al.*, 2015). Esta condição tem grande repercussão na qualidade de vida, podendo afetar a capacidade de realizar atividades diárias, além da baixa força muscular ser preditiva de imobilização, incapacidade física e aumento de mortalidade (BALACHANDRAN *et al.*, 2022). A redução na AST do músculo de idosos está associada à diminuição na capacidade de produção de força verificada nesses indivíduos (BAPTISTA E VAZ, 2009). A espessura muscular e o ângulo de penação são características da arquitetura muscular que influenciam a AST. Além disso, as avaliações de espessura muscular e qualidade muscular por eco intensidade tem sido associadas à capacidade de produzir força e potência muscular (LOPEZ *et al.*, 2015; RECH *et al.*, 2014; WILHELM *et al.*, 2014). Estudos anteriores indicam que ambos os métodos de treinamento (TFT e TP) provocam o aumento de massa muscular em indivíduos idosos (RADAELLI *et al.*, 2018; CADORE *et al.*, 2014; NOGUEIRA *et al.*, 2009).

Nossos resultados estão de acordo com os estudos anteriores que encontraram aumento significativos e similares entre os grupos de TFT e TP, já que EM_{RF} aumentou de Pós15 para Pós30 em ambos os grupos, bem como EM_{VL} aumentou de Pré para Pós15 e de Pré para Pós30. Assim como para a força máxima, pode ser que a magnitude similar de incremento, mesmo com uma intensidade inferior no TP, possa ser explicada pela característica de recrutamento neuromuscular durante ações em alta velocidade, onde unidades motoras do tipo II sejam recrutadas mesmo em intensidades de baixas a moderadas (Müller *et al.*, 2021). Também, as ações musculares com maior aceleração no TP podem promover uma aplicação de força semelhante ao TFT, o que poderia explicar as respostas semelhantes na espessura muscular aos dois modelos de treinamento. Os resultados do nosso estudo demonstram que a utilização de uma intensidade mais baixa e alta velocidade de execução pode ser capaz de induzir hipertrofia muscular em idosos, de forma similar ao TFT, corroborando com estudos anteriores que realizaram um

período menor de intervenção de treinamento (RADAELLI *et al.*, 2018; CORREA *et al.*, 2012).

Tem sido mostrado que em músculos hipertrofiados o ângulo de penação encontra-se significativamente aumentado (KAWAKAMI *et al.*, 1993) e que a diminuição do ângulo de penação em função do processo de envelhecimento está associada à redução da AST (NARICI *et al.*, 2003; KUBO *et al.*, 2003; MORSE *et al.*, 2005). De acordo com os resultados do nosso estudo nenhum dos modelos de treinamento aplicados (TFT e TP) foram capazes de alterar significativamente o ângulo de penação do músculo vasto medial após o período de 30 semanas de treinamento. Uma possível explicação para não termos encontrado incremento significativo no ângulo de penação deve-se ao fato de que os incrementos percentuais na espessura muscular (EM_{VL}) no nosso estudo não foram muito grandes (GT = 4,4% e GP = 14,1%), e o possível aumento ângulo de penação não foi estatisticamente identificado por estar diretamente associado à hipertrofia muscular.

Com relação à qualidade muscular (QM), nosso estudo encontrou diminuição significativa no valor médio avaliado (TFT=-22,3% e TP=-5,8%) apenas para o músculo vasto lateral, sem diferenças entre os grupos, o que representa um incremento na qualidade muscular. Embora não tenha sido possível identificar alteração estatisticamente significativa, pode-se perceber pelos valores absolutos uma variação negativa também para o músculo reto femoral no grupo de TFT.

Estudos anteriores indicam que o treinamento de força pode melhorar a QM (RADAELLI *et al.*, 2019; RADAELLI *et al.*, 2014). Radaelli *et al.* (2019), compararam a QM entre dois grupos que realizaram TP por 12 semanas, um grupo realizando uma série de cada exercício e outro realizando 3 séries, de 8 a 12 repetições e de 30 a 60% de 1RM. Como resultado, a QM do quadríceps aumentou significativamente e sem diferenças entre os dois grupos (5,4% para uma série e 4,3 para três séries). No atual estudo, encontramos melhora significativa da QM por eco intensidade do músculo VL em ambos os grupos. Acredita-se que a melhora na QM possa ser atribuída a uma quantidade diminuída de tecido conjuntivo e adiposo intramuscular dentro do tecido muscular esquelético através de lipólise aumentada induzida por contração muscular e liberação de epinefrina, por um aumento no

conteúdo muscular, ou ambos (FRAGALA *et al.*, 2015, RADAELLI *et al.*, 2014, PRATS *et al.*, 2006), visto que os valores de eco intensidade são fortemente correlacionados com a quantidade de tecido adiposo (REIMERS *et al.*, 1993). A QM ainda é uma variável pouco explorada em resposta ao treinamento e nossos resultados indicam que tanto o TFT quanto o TP podem ser eficazes para o aumento da qualidade muscular, podendo ser um tipo de intervenção benéfica tanto para a produção de força máxima quanto para a produção de potência dessa população.

Pinto e Pinto (2021) ampliaram a análise da qualidade muscular por eco intensidade, dividindo os pixels do histograma da escala de cinza obtidos na análise das imagens do ultrassom em bandas. O número de pixels dentro dessas regiões foi expresso como uma porcentagem em relação ao número total de pixels do histograma da escala de cinza, sendo criadas cinco faixas de análise dentro da escala de cinza (0 a 255): de 0 a 50, de 51 a 100, de 101 a 150, de 151 a 200, e, de 201 a 255. No estudo, que comparava jovens, adultos e idosos, as diferenças relacionadas ao grupo observadas para o método de bandas de eco intensidade foram significativamente maiores do que aquelas que utilizaram a média total do histograma. Os autores sugerem, especulativamente, uma maior capacidade de distinguir constituintes específicos do tecido muscular usando bandas de eco intensidade em comparação com a média da eco intensidade do histograma, estando, possivelmente, as bandas iniciais (0-50 e 51-100) mais associadas ao conteúdo *muscular* contrátil e as bandas posteriores mais sensíveis ao maior teor de gordura intramuscular e/ou tecido conjuntivo.

De acordo com o que foi descrito no parágrafo anterior, nossos resultados de QM apontam um aumento significativo da qualidade muscular na banda de 0-50 para o músculo vasto lateral após o período de treinamento em ambos os grupos (GT=201,6% e GP=25,4%), musculatura que também apresentou incremento significativo de espessura muscular. Ainda, vemos um incremento percentual na banda de 51-100 e decréscimos nas bandas posteriores, embora não significativos. Nosso estudo é o primeiro que apresenta a estratificação por bandas após TFT e TP e idosos, e é necessário maiores investigações nesse sentido para termos consistência das respostas e da própria avaliação desse método. No entanto, temos um bom indicativo de que é possível ser estratificado o histograma da escala de cinza para analisarmos a QM após períodos de treinamento.

CONCLUSÃO

O presente estudo corrobora estudos anteriores mostrando que o TFT e o TP podem induzir adaptações de similar magnitude nos ganhos de força e potência muscular, sendo um meio efetivo de aumentar a capacidade funcional em idosos previamente não treinados. Além disso, nosso estudo também mostra que a melhora nas tarefas funcionais orientadas para a potência não está relacionada exclusivamente ao treinamento explosivo, uma vez que ambos os grupos de treinamento melhoraram de forma similar o desempenho funcional após o treinamento. Portanto, parece que, embora o TFT seja um meio efetivo de aumentar a capacidade funcional a curto e longo prazo, as alterações são semelhantes àquelas obtidas com o TP, sendo o mesmo realizado com intensidade menor, com gasto de tempo menor, de forma segura e eficaz.

REFERÊNCIAS

- ALCAZAR J, *et al.* The sit-to-stand muscle power test: An easy, inexpensive and portable procedure to assess muscle power in older people. *Experimental Gerontology*. 2018. 112: 38–43.
- ALCAZAR J, *et al.* Relation between leg extension power and 30-s sit-to-stand muscle power in older adults: validation and translation to functional performance. *Scientific Reports*. 2020. 10(1): 1–8.
- BALACHANDRAN AT, STEELE J, ANGIELCZYK D, BELIO M, SCHOENFELD BJ, QUILES N, ASKIN N, ABOU-SETTA AM. **Comparison of Power Training vs Traditional Strength Training on Physical Function in Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis.** *JAMA Netw Open*. 2022 May 2;5(5):e2211623. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2022.11623. PMID: 35544136; PMCID: PMC9096601.
- BAPTISTA, R. R. AND VAZ, M. A. **Arquitetura muscular e envelhecimento: adaptação funcional e aspectos clínicos; revisão da literatura.** *Fisioterapia E Pesquisa*, 2009; 16(4), 368-373. <https://doi.org/10.1590/s1809-29502009000400015>
- BAECHLE, THOMAS R.; EARLE, ROGER W. *Essentials of strength training and conditioning*. 2 ed. Colorado Springs, USA: National Strength and Conditioning Association, 2000.
- BEAN JF, KIELY DK, HERMAN S, LEVEILLE SG, MIZER K, FRONTERA WR, FIELDING RA. **The relationship between leg power and physical performance in mobility-limited older people.** *J Am Geriatr Soc*. 2002. Mar; 50(3):461-7.
- BECK, T. W. **The importance of a priori sample size estimation in strength and conditioning research.** *J Strength Cond Res*. 2013; v. 27, n. 8, p. 2323-37.
- BOLANOWSKI, M.; NILSSON, BE. **Assessment of human body composition using dual-energy x-ray absorptiometry and bioelectrical impedance analysis.** *Medical Science Monitor*, [s. l.], v. 7, n. 5, p. 1029–1033, 2001.

- BOTTARO M, MACHADO SN, NOGUEIRA W, SCALES R, VELOSO J. **Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men.** Eur J Appl Physiol. 2007;99(3):257-264.
- CADORE EL, IZQUIERDO M. **Muscle Power Training: A Hallmark for Muscle Function Retaining in Frail Clinical Setting.** J Am Med Dir Assoc. 2018 Mar;19(3):190-192. doi: 10.1016/j.jamda.2017.12.010. Epub 2018 Jan 19. PMID: 29371129.
- CADORE EL, CASAS-HERRERO A, ZAMBOM-FERRARESI F, IDOATE F, MILLOR N, GÓMEZ M, RODRIGUEZ-MAÑAS L, IZQUIERDO M. **Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians.** Age (Dordr). 2014 Apr; 36(2): 773-85. doi: 10.1007/s11357-013-9586-z. Epub 2013 Sep 13. PMID: 24030238; PMCID: PMC4039263.
- CANNON J, MARINO FE. **Early-phase neuromuscular adaptations to high-and low-volume resistance training in untrained young and older women.** J Sports Sci. 2010; 28(14): 1505-14.
- CORREA CS, LAROCHE DP, CADORE EL, *et al.* 3 Different types of strength training in older women. Int J Sports Med. 2012;33(12):962-969.
- DUCHATEAU J, SEMMLER JG, ENOKA RM. **Training adaptations in the behavior of human motor units.** J Appl Physiol (1985). 2006 Dec;101(6):1766-75. doi: 10.1152/jappphysiol.00543.2006. Epub 2006 Jun 22. PMID: 16794023.
- FIELDING RA, LEBRASSEUR NK, CUOCO A, BEAN J, MIZER K, FIATARONE SINGH MA. **High-velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women.** J Am Geriatr Soc. 2002 Apr;50(4):655-62. doi: 10.1046/j.1532-5415.2002.50159.x. PMID: 11982665.
- FOLDVARI M, CLARK M, LAVIOLETTE LC, BERNSTEIN MA, KALITON D, CASTANEDA C, PU CT, HAUSDORFF JM, FIELDING RA, SINGH MA. **Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women.** J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2000. Apr;55(4):M192-9.

- FRAGALA MS, CADORE EL, DORGO S, IZQUIERDO M, KRAEMER WJ, PETERSON MD, RYAN ED. Resistance Training for Older Adults: Position Statement From the National Strength and Conditioning Association. J Strength Cond Res. 2019. Aug ;33(8): 2019-2052.

- GALVÃO DA, TAAFFE DR. **Resistance exercise dosage in older adults: single-versus multiset effects on physical performance and body composition.** J Am Geriatr Soc. 2005; 53(12): 2090-7.

- GARATACHEA N, PAREJA-GALEANO H, SANCHIS-GOMAR F, SANTOS-LOZANO A, FIUZA-LUCES C, MORÁN M, EMANUELE E, JOYNER MJ, LUCIA A. **Exercise attenuates the major hallmarks of aging.** Rejuvenation Res. 2015 Feb;18(1):57-89. doi: 10.1089/rej.2014.1623. PMID: 25431878; PMCID: PMC4340807.

- HENWOOD TR, RIEK S, TAAFFE DR. **Strength versus muscle power-specific resistance training in community-dwelling older adults.** J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2008 Jan; 63(1): 83-91. doi: 10.1093/gerona/63.1.83. PMID: 18245765.

- KAWAKAMI Y, ABE T, FUKUNAGA T. **Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles.** J Appl Physiol (1985). 1993 Jun; 74(6): 2740-4. doi: 10.1152/jappl.1993.74.6.2740. PMID: 8365975.

- KUBO K, KANEHISA H, AZUMA K, ISHIZU M, KUNO SY, OKADA M, FUKUNAGA T. **Muscle architectural characteristics in young and elderly men and women.** Int J Sports Med. 2003 Feb;24(2):125-30. doi: 10.1055/s-2003-38204. PMID: 12669259.

- LOPEZ P, RADAELLI R, RECH A, WILHELM EM, PINTO RS. **Muscle quality, but not muscle thickness, is decreased in different age groups of active older women.** Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum. May / Jun de 2015; 17(3): 347-56. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2015v17n3p347>.

- MISZKO TA, CRESS ME, SLADE JM, COVEY CJ, AGRAWAL SK, DOERR CE. **Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults.** J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2003;58(2):171-175.

- MORSE CI, THOM JM, BIRCH KM, NARICI MV. **Changes in triceps surae muscle architecture with sarcopenia.** Acta Physiol Scand. 2005 Mar; 183(3): 291-8. doi: 10.1111/j.1365-201X.2004.01404.x. PMID: 15743389.
- MÜLLER DC, IZQUIERDO M, BOENO FP, AAGAARD P, TEODORO JL, GRAZIOLI R, RADAELLI R, BAYER H, NESKE R, PINTO RS, CADORE EL. **Adaptations in mechanical muscle function, muscle morphology, and aerobic power to high-intensity endurance training combined with either traditional or power strength training in older adults: a randomized clinical trial.** Eur J Appl Physiol. 2020 May; 120(5): 1165-1177. doi: 10.1007/s00421-020-04355-z. Epub 2020 Apr 1. PMID: 32239311.
- NARICI MV, MAGANARIS CN, REEVES ND, CAPODAGLIO P. **Effect of aging on human muscle architecture.** J Appl Physiol (1985). 2003 Dec; 95(6): 2229-34. doi: 10.1152/jappphysiol.00433.2003. Epub 2003 Jul 3. PMID: 12844499.
- NOGUEIRA W, GENTIL P, MELLO SN, OLIVEIRA RJ, BEZERRA AJ, BOTTARO M. **Effects of power training on muscle thickness of older men.** Int J Sports Med. 2009 Mar;30(3):200-4. doi: 10.1055/s-0028-1104584. Epub 2009 Feb 6. PMID: 19199198.
- ORSSATTO, L. B. R., FREITAS, C. R. F., SHIELD, A. J., PINTO, R. S., TRAJANO, G. S. Effects of resistance training concentric velocity on older adults' functional capacity: A systematic review and meta-analysis of randomised trials. Experimental Gerontology, Volume 127. 2019.
- PINTO, R. S.; PINTO, M. D. **Moving forward with the echo intensity mean analysis: Exploring echo intensity bands in different age groups.** Experimental Gerontology, [s. l.], v. 145, p. 111179, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2020.111179>
- PRATS C, DONSMARK M, QVORTRUP K, LONDOS C, SZTALRYD C, HOLM C, GALBO H, PLOUG T. **Decrease in intramuscular lipid droplets and translocation of HSL in response to muscle contraction and epinephrine.** J Lipid Res. 2006 Nov; 47(11): 2392-9. doi: 10.1194/jlr.M600247-JLR200. Epub 2006 Aug 12. PMID: 16905768.

- RADAELLI R, TRAJANO GS, FREITAS SR, IZQUIERDO M, CADORE EL, PINTO RS. **Power Training Prescription in Older Individuals: Is It Safe and Effective to Promote Neuromuscular Functional Improvements?** Sports Med. 2023 Mar; 53(3): 569-576. doi: 10.1007/s40279-022-01758-0. Epub 2022 Aug 29. PMID: 36036337.

- RADAELLI, R. *et al.* Higher muscle power training volume is not determinant for the magnitude of neuromuscular improvements in elderly women. Experimental Gerontology, [s. l.], v. 110, n. April, p. 15–22, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.04.015>

- RADAELLI, R. *et al.* **Muscle quality and functionality in older women improve similarly with muscle power training using one or three sets.** Experimental Gerontology, [s. l.], v. 128, p. 110745, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2019.110745>

- RADAELLI R, BRUSCO CM, LOPEZ P, RECH A, MACHADO CLF, GRAZIOLI R, MÜLLER DC, CADORE EL, PINTO RS. **Higher muscle power training volume is not determinant for the magnitude of neuromuscular improvements in elderly women.** Exp Gerontol. 2018 Sep;110:15-22. doi: 10.1016/j.exger.2018.04.015. Epub 2018 May 3. PMID: 29730331.

- RADAELLI R, BOTTON CE, WILHELM EN, BOTTARO M, BROWN LE, LACERDA F, GAYA A, MORAES K, PERUZZOLO A, PINTO RS. **Time course of low- and high-volume strength training on neuromuscular adaptations and muscle quality in older women.** Age (Dordr). 2014 Apr;36(2):881-92. doi: 10.1007/s11357-013-9611-2. Epub 2014 Jan 11. PMID: 24414336; PMCID: PMC4039257.

- RAMIREZ-CAMPILLO R, DIAZ D, MARTINEZ-SALAZAR C, VALDÉS-BADILLA P, DELGADO-FLOODY P, MÉNDEZ-REBOLLEDO G, CAÑAS-JAMET R, CRISTI-MONTERO C, GARCÍA-HERMOSO A, CELIS-MORALES C, MORAN J, BUFORD TW, RODRIGUEZ-MAÑAS L, ALONSO-MARTINEZ AM, IZQUIERDO M. **Effects of different doses of high-speed resistance training on physical performance and quality of life in older women: a randomized controlled trial.** Clin Interv Aging. 2016 Dec 13; 11: 1797-1804. doi: 10.2147/CIA.S121313. PMID: 28008239; PMCID: PMC5167493.

- RAMIREZ-CAMPILLO R, CASTILLO A, DE LA FUENTE CI, CAMPOS-JARA C, ANDRADE DC, ALVAREZ C, MARTINEZ C, CASTRO-SEPULVEDA M, PEREIRA A, MARQUES MC, IZQUIERDO M. **High-speed resistance training is more effective than low-speed resistance training to increase functional capacity and muscle performance in older women.** Exp Gerontol. 2014; 58C: 51-57.
- RECH A, RADAELLI R, GOLTZ FR, DA ROSA LH, SCHNEIDER CD, PINTO RS. **Echo intensity is negatively associated with functional capacity in older women.** Age (Dordr). 2014; 36(5): 9708. doi: 10.1007/s11357-014-9708-2. Epub 2014 Aug 29. PMID: 25167965; PMCID: PMC4453939.
- REIMERS K, REIMERS CD, WAGNER S, PAETZKE I, PONGRATZ DE. **Skeletal muscle sonography: a correlative study of echogenicity and morphology.** J Ultrasound Med. 1993 Feb; 12(2): 73-7. doi: 10.7863/jum.1993.12.2.73. PMID: 8468739.
- RIBEIRO AS, AGUIAR AF, SCHOENFELD BJ, NUNES JP, CAVALCANTE EF, CADORE EL, CYRINO ES. **Effects of Different Resistance Training Systems on Muscular Strength and Hypertrophy in Resistance-Trained Older Women.** J Strength Cond Res. 2018 Feb; 32(2): 545-553. doi: 10.1519/JSC.0000000000002326. PMID: 29120984.
- STRAIGHT CR, LINDHEIMER JB, BRADY AO, DISHMAN RK, EVANS EM. **Effects of Resistance Training on Lower-Extremity Muscle Power in Middle-Aged and Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials.** Sports Med. 2016 Mar; 46(3): 353-64. doi: 10.1007/s40279-015-0418-4. PMID: 26545362.
- TSCHOPP M, SATTELMAYER MK, HILFIKER R. **Is power training or conventional resistance training better for function in elderly persons? A meta-analysis.** Age and Ageing. 40(5): 549-556.
- WILHELM EN, RECH A, MINOZZO F, RADAELLI R, BOTTON CE, PINTO RS. **Relationship between quadriceps femoris echo intensity, muscle power, and functional capacity of older men.** Age (Dordr). 2014 Jun; 36(3): 9625. doi: 10.1007/s11357-014-9625-4. Epub 2014 Feb 11. PMID: 24515898; PMCID: PMC4082605.

ANEXO 1. PARECER DE APROVAÇÃO



PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

AUTOR: Matheus Giacobbo Guedes

TÍTULO: “*Comparação das adaptações neuromusculares e funcionais de idosas ativas entre o treinamento tradicional e o treinamento de potência*”

ORIENTADOR: Dr. Ronei Silveira Pinto

DATA: 19 de dezembro de 2023 **HORÁRIO:** 16:00h **LOCAL:** Por videoconferência

AVALIAÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

Assinaturas Eletrônicas

Aprovado
(CONCEITO)

Dr. Eduardo Lusa Cadore (UFRGS)



Documento assinado digitalmente
EDUARDO LUSA CADORE
Data: 20/12/2023 16:29:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Aprovado
(CONCEITO)

Dr. Régis Radaelli (Egas Moniz School of Health & Science, Portugal)



Documento assinado digitalmente
REGIS RADAELLI
Data: 20/12/2023 05:38:18-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Aprovado
(CONCEITO)

Dr. Marco Carlos Uchida (UNICAMP)



Documento assinado digitalmente
MARCO CARLOS UCHIDA
Data: 20/12/2023 15:06:18-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Aprovado
(CONCEITO FINAL)

ANEXO 2. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado a participar de um projeto de pesquisa intitulado “COMPARAÇÃO DAS ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES, MORFOLÓGICAS E FUNCIONAIS DE IDOSAS ATIVAS ENTRE O TREINAMENTO DE FORÇA TRADICIONAL E O TREINAMENTO DE POTÊNCIA”, orientado pelo professor Dr. Ronei Silveira Pinto. O presente estudo tem como objetivo comparar o efeito provocado pelo treinamento tradicional de força e o treinamento de potência nas adaptações neuromusculares e funcionais de idosas em um período de treinamento de 30 semanas. A pesquisa será desenvolvida em um período de 34 semanas, sendo 30 de treinamento de força e o restante para familiarização e testes.

O período de treinamento do projeto será realizado na Estação Cidadania (05132361904), localizada na Av. Rio Grande do Sul, 3320, bairro Mathias Velho, cidade de Canoas. As avaliações acontecerão na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ESEFID/UFRGS) (051-3308-5804/3308-5885), que se localiza na Rua Felizardo, 750, no bairro Jardim Botânico de Porto Alegre. As avaliações serão realizadas na mesma Escola, no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) e no Centro Natatório da ESEFID/UFRGS, onde se localiza a sala de musculação.

As sessões serão ministradas por professores de educação física, estagiários e por pesquisadores capacitados e familiarizados com as avaliações do presente estudo. Em todos os encontros, os participantes terão sua pressão arterial aferida após 5 minutos de repouso sentados. Em adição, sempre que solicitado pelo participante, a pressão arterial também será aferida. Além disso, se necessário, o médico do LAPEX-ESEFID-UFRGS e/ou o atendimento médico adequado serão providenciados e disponibilizados pelos pesquisadores responsáveis, e o contato em caso de emergência informado pelo participante será contatado.

Para a realização das avaliações você terá que comparecer 4 vezes à ESEFID/UFRGS. Estes dias terão intervalo de, no mínimo, 48 horas entre cada. Cada visita durará aproximadamente 2 horas e 30 minutos. Nessas visitas você será submetido aos seguintes procedimentos: 1) Preenchimento do registro alimentar de 3 dias; 2) Mensuração da massa corporal total, estatura e do índice de massa corporal; 3) Mensuração da pressão arterial de repouso; 4) Avaliação da massa gorda e da massa magra total e regional (tronco e membros inferiores), por meio de equipamento de densitometria por absorção de raios-X de dupla energia (DXA). Para essa avaliação você deverá estar em jejum, com roupas leves e sem adereços de metal. Você permanecerá deitado na mesa do aparelho e a máquina fará um escaneamento por meio de raios-x (a radiação que a participante será exposta durante a avaliação é segura e menor do que $1\mu\text{Sv}$ (BOLANOWSKI; NILSSON, 2001)); 5) Avaliação da

espessura e qualidade muscular por ultrassonografia. Para estas avaliações você ficará deitado em uma maca, e um avaliador fará a avaliação dos seus músculos da frente da coxa (músculo quadríceps femoral), região posterior da perna (gastrocnêmio/panturrilha) e região anterior do braço (bíceps braquial e braquiorradial) por um aparelho de ultrassom. Para isso você terá que estar vestindo uma roupa que possibilite o contato superficial da sonda do ultrassom com a superfície da coxa, da perna e do braço. Nessa avaliação será aplicado um gel na superfície da sua pele, por uma necessidade da avaliação; 6) Testes de força muscular máxima, no qual você terá que levantar diferentes quantidades de carga (kg) nos exercícios/equipamentos do treinamento. Neste teste, serão adicionadas cargas ao longo das tentativas, para verificar qual carga você conseguir realizar apenas uma repetição dentro das especificações de segurança do teste; 7) Potência muscular produzida com diferentes cargas. Neste teste, você realizará o exercício extensão de joelho com 4 cargas diferentes (0, 30, 50 e 80% da sua força muscular máxima. Este teste verificará a sua capacidade de produção de potência muscular com diferentes cargas; 8) Testes de capacidade funcional (sentar e levantar da cadeira por 5 vezes e levantar-se e ir). Todos os procedimentos descritos acima serão acompanhados e realizados por pessoas capacitadas e toda explicação necessária será fornecida durante os testes, além de quaisquer dúvidas. Estes testes visam, através de parâmetros neuromusculares, de capacidade funcional e composição corporal, avaliar sua condição física/de saúde. Para a realização das avaliações você será instruído (a) a não consumir produtos com cafeína, álcool e realizar exercício físico moderado a intenso nas 24 horas anteriores, visto que tais comportamentos podem impactar agudamente o seu desempenho nas avaliações. Além disso, as avaliações de força muscular, potência muscular e capacidade funcional serão filmadas para que os vídeos sejam analisados e alguns parâmetros de desempenho sejam obtidos.

Por fim, durante o período de sua participação no presente estudo, você será instruído a não engajar/iniciar a participação em programas de exercícios físicos, treinamentos ou pesquisas que possam interferir nos resultados ou procedimentos previstos no presente estudo. Esperamos que esteja em concordância com as recomendações do presente estudo. Existem riscos mínimos relacionados à execução do projeto, como a possibilidade de ocorrerem alguns eventos adversos ao longo do estudo, tais como desconforto, cansaço, dores musculares e articulares, bem como lesão muscular e articular, uma vez que você irá fazer esforço físico. Em adição, o participante só iniciará a sessão de avaliações se estiver com níveis de pressão arterial adequados para tal condição. Os eventos adversos são considerados como qualquer ocorrência médica inconveniente sofrida por um participante da pesquisa que necessariamente apresenta relação causal com a intervenção em investigação. Os seguintes fatores serão observados, visando a ausência de eventos adversos ao longo do estudo. Caso algum dos seguintes eventos adversos seja observado, o participante deverá interromper a realização do exercício físico neste dia:

- () Ausência do uso de medicamento anti-hipertensivo recomendado pelo médico em dias de avaliações e/ou sessões de treinamento – Condição em que o exercício físico não será realizado;
- () Pressão arterial sistólica ≥ 160 mm Hg em repouso previamente às avaliações;
- () Pressão arterial diastólica ≥ 115 mm Hg em repouso previamente às avaliações;
- () Pressão arterial sistólica ≥ 250 mm Hg durante o exercício ou após a sua realização/término;
- () Pressão arterial diastólica ≥ 150 mm Hg durante o exercício ou após a sua realização/término;
- () Relato de dores na região da cabeça, nuca e/ou pescoço e/ou peito durante o exercício ou após a sua realização/término;
- () Sensação de “estouro” na região da cabeça, nuca e/ou pescoço e/ou peito durante o exercício ou após a sua realização/término;
- () Ocorrência de tontura e/ou desmaio/perda de consciência durante o exercício ou após a sua realização/término;
- () Ocorrência de enjoo/náusea e/ou vômito durante o exercício ou após a sua realização/término;
- () Lesão musculoesquelética durante a realização de avaliações e/ou sessões de treinamento;
- () Solicitação do participante.

Ainda assim, como supracitado, todos os esforços serão realizados no sentido de diminuir esses riscos através da avaliação de informações preliminares sobre a sua saúde e aptidão. Você será instruído a realizar os exercícios e testes de forma adequada e segura, e, se necessário, o médico do LAPEX-ESEFID-UFRGS e o Serviço de Atendimento Móvel de Emergência (SAMU -192) serão chamados.

Cabe ressaltar que as avaliações e testes citados são amplamente empregados em pesquisas científicas com idosos, e já foram realizados diversas vezes por nossa equipe. Durante as coletas de dados estará presente no LAPEX-ESEFID o médico responsável e uma linha telefônica para a necessidade de contatar atendimento médico adequado que serão providenciados e disponibilizados pelos pesquisadores responsáveis, se necessário. Adicionalmente, caso necessário, o contato de emergência disponibilizado pelo participante será contatado. Os pesquisadores responsáveis por este projeto são o Professor Doutor Ronei Silveira Pinto e seu orientando de mestrado Matheus Giacobbo Guedes, assim como outros alunos de graduação e pós-graduação que estarão envolvidos na realização deste projeto, sendo todos capacitados.

Os dados coletados neste estudo estarão em sigilo e de posse dos responsáveis pelo estudo por no mínimo 5 anos, sendo que serão utilizados para questões vinculadas à pesquisa e à área acadêmica, e só serão disponibilizados sob o seu consentimento, ao assinar o presente termo. Os participantes da pesquisa, assim como os dados coletados durante a mesma serão identificados por código, os quais serão de conhecimento apenas dos responsáveis da pesquisa. A participação neste projeto será voluntária, sendo que em qualquer momento deste projeto você poderá interrompê-la. Não está previsto nenhum tipo de pagamento pela sua participação no projeto. Não haverá custos para você por conta das avaliações realizadas. Caso haja necessidade, o transporte para a realização do estudo será custeado. Este projeto também implica em benefícios para o participante, tais como os efeitos positivos provocados pelo treinamento regular de força, aferições da pressão arterial, exames de avaliação da capacidade funcional, de parâmetros neuromusculares e composição corporal, todos acompanhados por profissionais capacitados. Além disso, você irá contribuir com um projeto de pesquisa/estudo científico que visa conhecer mais sobre os efeitos de diferentes tipos de treinamento de força em idosos.

O pesquisador responsável poderá ser contatado pelos telefones (51) 3308-5894 ou (51) 99923-0663, assim como seu orientando pelo fone (51) 993771969 para qualquer dúvida ou problema a respeito da sua participação nessa pesquisa. Também, se você sentir qualquer violação dos seus direitos, você poderá contatar o Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS, pelo telefone (51) 3308-3738 ou pelo e-mail etica@propesq.ufrgs.br. Qualquer evento adverso grave será informado ao Comitê de Ética em menos de 48h seguintes a ocorrência. Durante o andamento desse estudo você poderá se recusar a prosseguir a qualquer momento e poderá pedir desligamento da pesquisa. Uma via deste documento ficará com você e a outra via ficará guardada com os pesquisadores desse projeto. Ambas as vias vão estar assinadas por você e pelo pesquisador responsável. Tendo conhecimento das informações relativas à minha participação no referido projeto de pesquisa, eu _____

declaro minha concordância com os procedimentos do estudo e com a participação no estudo intitulado "COMPARAÇÃO DAS ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES, MORFOLÓGICAS E FUNCIONAIS DE IDOSAS ATIVAS ENTRE O TREINAMENTO DE FORÇA TRADICIONAL E O TREINAMENTO DE POTÊNCIA".

Porto Alegre, _____ de _____ de _____.

Assinatura do participante: _____

Nome do pesquisador: _____

Assinatura do pesquisador: _____