

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

TESE DE DOUTORADO

EFEITO DO VOLUME DO TREINO DE POTÊNCIA NAS ADAPTAÇÕES  
NEUROMUSCULARES DE MULHERES IDOSAS.

AUTOR: REGIS RADAELLI

ORIENTADOR: RONEI SILVEIRA PINTO

Porto Alegre, Maio de 2017

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

REGIS RADAELLI

EFEITO DO VOLUME DO TREINO DE POTÊNCIA NAS ADAPTAÇÕES  
NEUROMUSCULARES DE MULHERES IDOSAS.

Tese de doutorado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação da Escola  
de Educação Física, Fisioterapia e  
Dança da Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul

Orientador: Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto

PORTO ALEGRE, JUNHO DE 2017

## AGRADECIMENTOS

Aos professores doutores integrantes da banca, **Eduardo Lusa Cadore**, **Bruno Baroni** e **Carlos Ugrinowitsch** pelas considerações no trabalho.

Aos funcionários do **LAPEX** e **PPGCMH** pela ajuda no desenvolvimento do projeto.

A **CAPES** e o **Cnpq** pelo suporte financeiro para execução do projeto.

A minha querida **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, **Escola de Educação Física** e **LAPEX** os quais proporcionaram grandes momentos da minha vida.

A todos os **colegas do grupo de pesquisa em treinamento de força (GPTF)** em especial **Carlos Machado**, **Rafael Grazioli**, **Pedro Lopez**, **Diana Muller**, **Cíntia Botton**, **Anderson Rech** por toda a imensurável ajuda. Sem vocês esse projeto não teria saído do papel.

A **Juliano Farinha**, **Alex Fagundes**, **Rodrigo Rosa** por toda ajuda nas coletas.

Ao meu amigo e orientador professor Dr. **Ronei Silveira Pinto** por todos os ensinamentos e orientações. Os levarei para o resto da minha vida. Além disso, obrigado por ter acreditado e confiado em mim. Serei eternamente grato Ronei, muito obrigado!

Aos meus grandes amigos, **Anderson Rech**, **Lucas Lopez da Cruz**, **Roberto Vidal** pela parceria nos últimos 11 anos. Vocês sempre serão meus amigos para as melhores conversas regadas a uma boa cerveja gelada.

A minha namorada **Clarissa Muller Brusco**, pela ajuda na condução final do projeto. Além disso, obrigado por ser essa mulher maravilhosa que me incentiva nos momentos bons e principalmente nos momentos difíceis, e por

me fazer enxergar sempre as coisas de uma maneira melhor. Obrigado por alimentar minha vida com sua companhia. Você é a melhor coautora que eu podia ter. Te amo.

A minha sobrinha **Bruna**, por todo amor e ajuda durante a nossa convivência, e por toda a torcida que sempre teve por mim. Amo você.

As minhas duas irmãs maravilhosas, **Beridiana** e **Darléia**, por todo o amor, a ajuda, os ensinamentos, a paciência e por me fazerem entender o real significado da palavra família. Amo vocês.

A meu pai **Lidio** e minha mãe **Lucia**, meu heróis, por todo o imensurável amor, por terem dedicado incríveis esforços para que eu pudesse ter uma educação de qualidade e por nunca me deixarem desistir. Pai e mãe, muito obrigado por tudo, amo vocês.

“Mas eu não acredito” – Luke Skywalker

“É por isso que você fracassa” – Mestre Yoda

Star Wars Episódio V: O império contra-ataca

## RESUMO

O treino de potência muscular (TP) é mostrado ser uma modalidade de treinamento efetiva e segura para amenizar os prejuízos neuromusculares causados pelo envelhecimento. Porém, ainda há necessidade de mais informação a respeito da prescrição do TP. Assim, o objetivo do presente estudo foi comparar o efeito de 12 e 24 semanas de dois modelos de TP sobre as adaptações neuromusculares de mulheres idosas. Trinta mulheres idosas (60-68 anos) foram randomicamente alocadas em um dois dois grupos: grupo com variação do número séries (VS;  $n = 15$ ) ou grupo com número de séries constantes (SC;  $n = 15$ ). Durante o programa de TP o grupo VS realizou uma série por exercício durante as 12 primeiras semanas e a partir da décima terceira semana realizou três séries, enquanto que o grupo SC realizou três séries por exercício durante todo o período de treinamento. Uma repetição máxima (1-RM), contração isométrica voluntária máxima (CIVM), espessura muscular do quadríceps (EMQUA), taxa de produção de torque absoluta e normalizada (TPT, TPT<sub>N</sub>, respectivamente), impulso contrátil, potência muscular no salto com contra movimento e o desempenho funcional foram avaliados pré (Pré), após 12 (Pós 12) e após 24 (Pós 24) semanas de TP. Os grupos, VS e SC, aumentaram significativa ( $p \leq 0,001 - 0,0001$ ) e similarmente ( $p > 0,05$ ) o 1-RM de extensão de joelhos, a CIVM e a EMQUA Pós 12 e Pós 24 semanas de treinamento. Além disso, quando analisado o aumento do Pós 12 ao Pós 24 semanas, ambos os grupos também mostraram aumento significativo nessas variáveis ( $p \leq 0,05$ ), sem diferença entre eles ( $p > 0,05$ ). A TPT e o impulso contrátil apresentaram melhora significativa Pós 12 e Pós 24 semanas de treinamento ( $p \leq 0,01 - 0,0001$ ), enquanto que a TPT<sub>N</sub> apresentou aumento significativo apenas no Pós 24 ( $p \leq 0,05$ ). Ainda, a TPT e impulso contrátil apresentaram melhora significativa ( $p \leq 0,05$ ) do Pós 12 ao Pós 24, de maneira similar para ambos os grupos ( $p > 0,05$ ). A potência muscular e o desempenho também melhoraram significativa ( $p \leq 0,01 - 0,0001$ ) e similarmente ( $p > 0,05$ ) para ambos os grupos Pós 12 e Pós 24 semanas de treinamento. Em resumo o presente estudo encontrou que os grupos VS e CS

melhoraram significativa e similarmente as variáveis neuromusculares e o desempenho funcional Pós 12 e Pós 24 semanas de treinamento. Além disso, o grupo VS comparado ao grupo CS, não teve atenuação nos ganhos Pós 24 semanas de TP em nenhuma das variáveis neuromusculares avaliadas e no desempenho funcional.

**Palavras chave:** Potência muscular, número de séries, envelhecimento.

## ABSTRACT

The power training (PT) has been shown to be an effective and safe training mode to attenuate the deleterious effects of aging in neuromuscular variables. However, still there is the need for information regarding to PT prescription. Thus, the aim of present study was to compare the effect of 12 and 24 weeks of PT on neuromuscular adaptations in elderly women. Thirty elderly women (60-68 years) were randomly assigned to one of two groups: group with variation in number of sets (VS; n = 15) or group with number of constant sets (CS; n= 15). During PT routine the VS group performed one set by exercise during the first 12 weeks and from the thirteenth week they performed three sets by exercise, whereas CS group performed three sets during entire training period. One-repetition maximum (1-RM) and maximum isometric voluntary contraction (MIVC) of knee extension, quadriceps femoris muscle thickness (QF MT), absolute and normalized rate of torque development (RTD and RTD<sub>N</sub>, respectively), contractile impulse, muscle power in countermovement jump and functional performance were assessed before training (Pre), after 12 (Post 12) and after 24 (Post 24) weeks of training. The groups, VS and CS, increased significant ( $p \leq 0.001 - 0.0001$ ) and similarly ( $p > 0.05$ ) the 1-RM, MIVC and QF MT at Post 12 and Post 24 weeks of training. Furthermore, when analyzed the increase of Post 12 to Post 24 weeks, both groups showed significant increases in these variables ( $p \leq 0.05$ ), with no difference between groups ( $p > 0.05$ ). The RTD and the contractile impulse showed significant improvements at Post 12 and Post 24 weeks of training ( $p \leq 0.01 - 0.0001$ ), while that the RTD<sub>N</sub> increased only at Post 24 ( $p \leq 0.05$ ). Moreover, RTD and contractile impulse significantly increased from Post 12 to Post 24 weeks, similarly for both groups ( $p > 0.05$ ). The muscle power and the functional performance also showed significant ( $p \leq 0.01 - 0.0001$ ) and similar ( $p > 0.05$ ) improvements in both groups at Post 12 and Post 24 weeks of training. In summary, the study found that the groups VS and SC improved significant and similarly the neuromuscular variables and functional performance at Post 12 and Post 24 weeks of PT. Furthermore, the VS group compared to SC group did not showed attenuated gains at Post 24 weeks of PT in any neuromuscular variable assessed and in functional performance.



**Keywords:** muscle power, number of sets, aging.

## LISTA DE SIGLAS

1-RM = uma-repetição máxima

AST = área de secção transversa

CIVM = contração isométrica voluntária máxima

EM = espessura muscular

EMQUA = espessura muscular do quadríceps femoral

RF = reto femoral

SC = séries constantes

TFT = treinamento de força tradicional

TNF- $\alpha$  = fator de necrose tumoral

TP = treinamento para potência

TPT= taxa de produção de torque

TUG = timed up and go

TPT<sub>N</sub> = taxa de produção de torque normalizada

VI = vasto intermédio

VL = vasto lateral

VM = vasto medial

VS = variação no número de séries

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1.** Desenho experimental do presente estudo

**Figura 2.** Locais de avaliação da espessura muscular dos extensores de joelho; RF: reto femoral; VI: vasto intermédio; VL: vasto lateral; VM: Vasto medial.

**Figura 3.** Delimitador de amplitude utilizado no teste de uma repetição máxima de extensão de joelhos.

**Figura 4.** Taxa de produção de torque, impulso contrátil, e taxa de produção de torque normalizada Pré, Pós 12 e Pós 24 semanas de treinamento avaliados nos intervalos de 50 ms e 200 ms a partir do início da contração.

**Figura 5.** Pico de potência muscular e velocidade no pico de potência muscular avaliados no salto contra movimento Pré, Pós 12 e Pós 24 semanas de treinamento.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	1
Objetivo .....	3
Desenho experimental .....	3
REVISÃO DE LITERATURA .....	4
Envelhecimento e prejuízos sobre a função neuromuscular.....	4
Perda de massa muscular decorrente do envelhecimento .....	4
Declínio de força máxima decorrente do envelhecimento .....	6
Declínio de potência muscular relacionada ao envelhecimento .....	9
Treinamento de força e ganhos na força, potência, massa muscular e funcionalidade.....	11
Volume do treinamento de força .....	14
MATERIAIS E MÉTODOS .....	16
Definição operacional das variáveis .....	16
Variáveis independentes.....	16
Variáveis dependentes .....	16
Delineamento da pesquisa .....	16
População.....	17
Tamanho amostral e Amostra.....	17
Programa do treino de potência.....	17
Espessura muscular .....	18
Força dinâmica máxima.....	20
Contração isométrica voluntária máxima.....	21
Taxa de produção de torque, taxa de produção de torque normalizada e impulso contrátil.....	22
Potência muscular .....	43
Teste <i>timed up and go</i> e teste de subir escadas .....	43
ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	44
RESULTADOS.....	45
Sujeitos .....	45
Força dinâmica máxima e contração voluntária máxima .....	45
Espessura muscular .....	46
Taxa de produção de torque, taxa de produção de torque normalizada e impulso contrátil.....	47

Potência muscular .....	49
Desempenho funcional .....	50
DISCUSSÃO .....	51
Adaptações neuromusculares Pré vs. Pós 12 e Pré vs. Pós 24 semanas de treinamento .....	51
Adaptações neuromusculares: Pós 12 vs Pós 24 semanas de treinamento .....	56
CONCLUSÃO .....	59
REFERÊNCIAS.....	60
ANEXO A .....	78
ANEXO B - FICHA PARA ANAMNESE .....	81
ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....	83

## INTRODUÇÃO

O envelhecimento é caracterizado por progressivas mudanças no sistema neuromuscular <sup>1; 2; 3; 4</sup>, as quais afetam a função muscular e a habilidade de realizar atividades da vida diária. Particularmente em indivíduos idosos, o declínio na potência muscular (produto entre força e velocidade da contração muscular) pode impactar negativamente a funcionalidade <sup>5</sup>, dado que a potência muscular determina o nível de funcionalidade mais que a força máxima ou a capacidade aeróbia <sup>6; 7</sup>. Além disso, durante o processo de envelhecimento a potência muscular nos membros inferiores apresenta uma redução mais rápida e mais acentuada do que a força máxima (-3,5% e -1,2% por ano, respectivamente) <sup>3</sup>. Portanto, a manutenção da potência nos membros inferiores é fundamental para a preservação da capacidade de realizar atividades da vida diária <sup>5; 8</sup>, principalmente para mulheres idosas <sup>9</sup>, pois quando comparadas aos homens, apresentam menor potência muscular absoluta e relativa <sup>3; 10</sup>.

Como forma de intervenção, o treino de potência muscular (TP; fase concêntrica realizada com a maior velocidade possível e fase excêntrica realizada com 2-3 segundos), é mostrado ser uma modalidade de treinamento efetiva e segura para amenizar os prejuízos neuromusculares causados pelo envelhecimento, além de ser mais efetivo para melhorar a potência muscular do que o treinamento de força tradicional (TFT; fase concêntrica e excêntrica realizada com 2-3 segundos cada) <sup>9</sup>. Desta maneira, diversas investigações foram conduzidas com o objetivo de melhorar a efetividade da prescrição do TP <sup>11; 12</sup>. Em uma recente meta análise <sup>9</sup>, o volume do TP (produto entre séries e repetições realizadas em cada exercício), foi identificado como uma variável crítica durante o período do treinamento, de modo que pode influenciar a magnitude da mudança na potência muscular em resposta a um programa de treinamento. Contudo, até o presente momento não são conhecidos estudos que tenham explorado o efeito dose-resposta do volume no TP e adaptações neuromusculares em mulheres idosas.

Diferentemente, no TFT durante os períodos iniciais ( $\leq 13$  semanas), já foi demonstrado que o volume composto por uma e três séries resulta em similares ganhos de força máxima e massa muscular em mulheres idosas <sup>13; 14</sup>;

<sup>15; 16</sup>. Entretanto, com relação ao volume do TP para mulheres idosas, os programas de treinamento são geralmente periodizados com três séries por exercício independentemente do número de semanas de treinamento. Porém, três séries durante a fase inicial de um programa de TP para mulheres idosas pode não ser a mais adequada, pois durante esse fase os indivíduos apresentam um menor condicionamento e conseqüentemente são mais suscetíveis à fadiga, o que pode prejudicar as adaptações neuromusculares. Conforme referido anteriormente que conforme aumenta o número de séries realizadas ocorre redução da velocidade de execução <sup>17</sup>, fenômeno que pode ser maior em indivíduos idosos, os quais são mais suscetíveis a fadiga durante contrações realizadas com alta velocidade <sup>18</sup>. Contudo, a velocidade de execução é uma variável determinante para aumentos de potência muscular, sendo que reduções entre 5-10% na velocidade de execução podem negativamente influenciar as adaptações decorrentes do TP <sup>19; 20</sup>. Assim, acredita-se que indivíduos idosos ao realizarem um número maior de séries (e.g. 3 séries) durante a fase inicial de um programa de TP podem reduzir a velocidade de execução dos exercícios e, em decorrência disso, apresentar incrementos de menor magnitude comparado a um programa de TP com menor volume (e.g. uma série).

Em contrapartida, durante períodos mais longos de TFT (e.g. > 13 semanas), tem sido demonstrado que 3 séries por exercício são mais benéficas para amenizar os efeitos deletérios do envelhecimento sobre a força e a massa muscular dos membros inferiores <sup>13; 21</sup>. Sendo assim, é possível sugerir que durante períodos mais longos de TP (> 13 semanas), os indivíduos poderiam, durante a fase inicial, realizar uma série por exercício e aumentar o número de séries realizadas após o período inicial. Como descrito anteriormente, o processo de envelhecimento é conhecido por promover maiores prejuízos sobre a potência muscular do que sobre outras variáveis neuromusculares <sup>3</sup>. Assim, as variáveis neuromusculares determinantes da potência muscular (fibras do tipo II, velocidade de encurtamento e força muscular) poderiam necessitar de um maior estímulo para gerar significativas adaptações a partir dos momentos iniciais do programa de treinamento. Sendo assim, em um programa de TP indivíduos que realizam séries adicionais apenas após os períodos iniciais poderiam apresentar um ganho menor comparado a indivíduos

que realizam um programa de TP periodizado com três séries durante todo o período.

## **Objetivo**

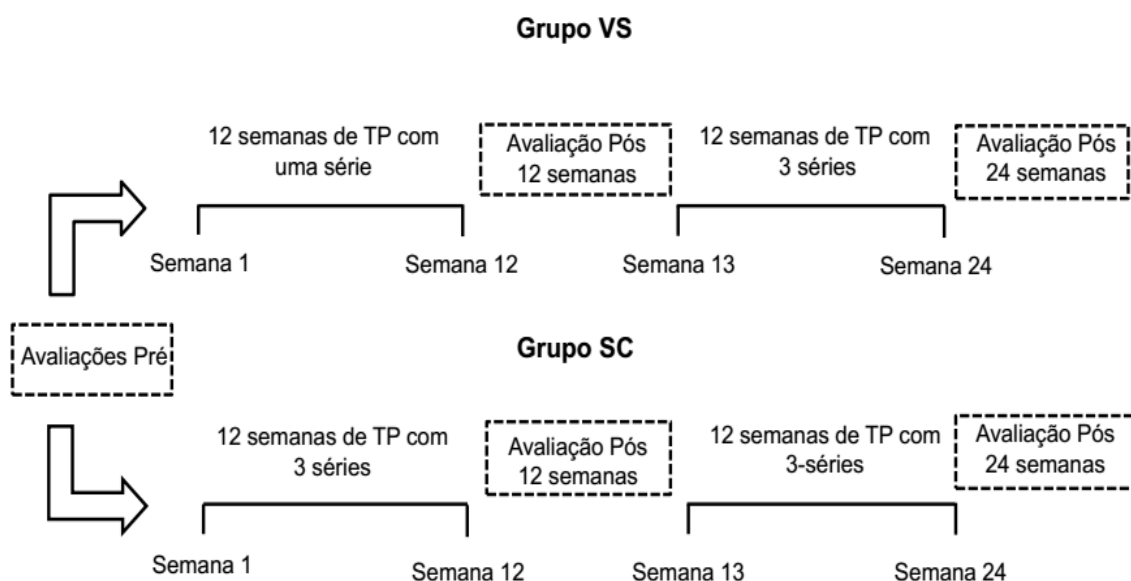
Assim, dado à falta de estudos e a necessidade de mais informações a respeito da manipulação do volume do TP sobre as adaptações neuromusculares durante o período inicial e após um longo período de treinamento, o objetivo do presente estudo foi comparar o efeito de 12 e 24 semanas de dois modelos de TP sobre as adaptações neuromusculares de mulheres idosas.

## **Desenho experimental**

O desenho experimental do presente estudo está ilustrado na figura 1. Os sujeitos foram classificados dentro de quartis. Após isso, trinta mulheres idosas (60-68 anos) foram randomicamente alocadas em um dos dois grupos: grupo com variação no número séries (VS; n = 15) ou grupo com número de séries constantes (SC; n = 15). Durante o programa de TP, o grupo VS realizou uma série por exercício durante as 12 primeiras semanas e, a partir da décima terceira semana realizou três séries, enquanto que o grupo SC realizou três séries por exercício durante todo o período de treinamento (figura 1). O programa de TP teve duração total de 24 semanas para ambos os grupos e para investigar o efeito do volume do TP sobre as adaptações neuromusculares os indivíduos foram avaliados nos momentos pré (Pré), após 12 (Pós 12) e após 24 (Pós 24) semanas de treinamento. O mesmo avaliador realizou todas as avaliações em todos os momentos, usando procedimentos idênticos. Anterior aos testes Pré, os sujeitos foram familiarizados com os testes de uma repetição máxima (1-RM), contração isométrica voluntária máxima (CIVM), taxa de produção de torque além do salto com contra movimento e testes funcionais. Quando houve uma variação  $\leq 5\%$  nos resultados desses testes, entre as sessões de familiarização os sujeitos foram considerados familiarizados com os testes<sup>22; 23</sup>. Durante o decorrer do estudo os sujeitos foram instruídos a evitar qualquer mudança na dieta e nas suas



atividades recreacionais. O nível de atividade física foi avaliado utilizando um questionário <sup>24</sup> e foi similar para ambos os grupos.



**Figura 1.** Desenho experimental do estudo. TP: treino de potência; VS: grupo com variação nos séries; SC: grupo com séries constantes.

## REVISÃO DE LITERATURA

### Envelhecimento e prejuízos sobre a função neuromuscular

Atualmente, é conhecido que o processo de envelhecimento é responsável pelo declínio da função neuromuscular e do desempenho de tarefas da vida diária <sup>25</sup>. Algumas das variáveis responsáveis por esses declínios são as inevitáveis reduções na quantidade de tecido músculo esquelético e na capacidade de gerar força e potência dos membros inferiores decorrentes do envelhecimento. O efeito do processo de envelhecimento sobre essas variáveis está bem documentado em prévios estudos experimentais e de revisão. Deste modo, essas variáveis serão revisadas brevemente nos três próximos tópicos deste documento.

### Perda de massa muscular decorrente do envelhecimento

Está bem documentado que o envelhecimento promove diminuição do tamanho e do número de fibras musculares <sup>2; 26</sup>. Para descrever essas alterações na massa muscular que ocorre com o envelhecimento, foi introduzido o termo "sarcopenia" por Rosenberg em 1989.

Embora seja conhecido que a sarcopenia é um evento decorrente do envelhecimento, estudos apresentam diferentes percentuais de perda de massa muscular. Avaliando a área de secção transversa (AST), estudos prévios estimaram uma perda de aproximadamente 40% entre os 20 e 60 anos, variando com a técnica de imagem utilizada, local avaliado e gênero <sup>25; 27</sup>. Outro estudo que avaliou a quantidade de massa muscular via densitometria por absorção de raios-X de dupla energia (DEXA) em indivíduos de 20 a 90 anos reportou uma perda de aproximadamente 1% ao ano <sup>26</sup>. Análises da AST do quadríceps femoral via tomografia computadorizada demonstraram decréscimos entre 25-35% em indivíduos idosos (66-77 anos) comparado com indivíduos jovens controle (19-34 anos) <sup>28</sup>. Na tabela 1 estão apresentados estudos que avaliaram e compararam a perda de massa muscular em indivíduos idosos, sendo que a perda mediana por década é de aproximadamente 4,7% nos homens e nas mulheres de 3,7%.

Com relação à sarcopenia em diferentes grupos musculares, parece ocorrer uma perda não homogênea, pois alguns grupos musculares parecem ser mais afetados do que outros pelo envelhecimento. Janssen et al. <sup>29</sup> avaliaram por imagem de ressonância magnética a quantidade de massa muscular nos membros superiores e inferiores de 468 homens e 200 mulheres com idade entre 18-88 anos, sendo que os resultados mostraram uma perda significativamente maior de massa muscular nos membros inferiores (quadríceps femoral) do que nos membros superiores de ambos os gêneros. Esse resultado corrobora com outras duas investigações prévias, as quais também observaram maior perda de massa muscular nos músculos dos membros inferiores (quadríceps femoral) comparado com os músculos dos membros superiores <sup>30; 31</sup>.

Evidências prévias demonstram que o processo de sarcopenia afeta de maneira não homogênea as fibras musculares. As fibras musculares são classificadas de acordo com a predominância de expressão de isoforma de cadeia pesada de miosina (MyHC). Fibras do tipo I expressam MyHC I e

demonstram baixa velocidade de contração. As fibras do tipo II são subdivididas em tipo IIa e IIx. As fibras que expressam MyHC IIa são formadas por elementos contráteis que contraem mais rápido e geram mais força do que as fibras do tipo I. Já as fibras musculares que expressam MyHC IIx contraem mais rápido e geram mais força do que as fibras do tipo I e tipo IIa. Estudos anteriores mostraram que o envelhecimento afeta todos os tipos de fibra, porém as fibras do tipo II parecem ser mais afetadas. Andersen e kryger <sup>32</sup> compararam um grupo de idosos (idade média 88 anos) com um grupo de jovens (idade média 25 anos) e encontraram que as fibras musculares do tipo I dos indivíduos idosos apresentaram 75% do tamanho das fibras tipo I dos sujeitos jovens. Contudo, as fibras do tipo II dos indivíduos idosos foram reduzidas a 43% do tamanho das fibras do tipo II dos indivíduos jovens <sup>32</sup>. Outros estudos também observaram redução no tamanho de fibras musculares do tipo II <sup>33</sup>, com pouca <sup>32</sup> ou nenhuma redução no tamanho das fibras do tipo I <sup>34</sup>.

Assim, como apresentado acima, o envelhecimento é responsável por diminuição do tamanho e número de fibras musculares, principalmente as fibras do tipo IIa e IIx. Essa perda de massa muscular tem uma importante repercussão na vida do indivíduo idoso, pois mulheres idosas sarcopênicas têm três vezes mais chance de prejuízos funcionais comparadas com as não sarcopênicas <sup>35</sup>. Além disso, o prejuízo sobre a massa muscular decorrente do processo de envelhecimento parece ser um determinante fator na fragilidade, lesões decorrentes de quedas, aumento da morbidade e de mortalidade nos idosos, principalmente nas mulheres idosas <sup>36</sup>. Assim, um método de exercício o que possa atenuar os efeitos do envelhecimento sobre a massa muscular dos membros inferiores, sobretudo o quadríceps femoral, e sobre as fibras musculares do tipo II, é importante para indivíduos idosos.

### **Declínio de força máxima decorrente do envelhecimento**

Do mesmo modo que o envelhecimento promove perda de massa muscular, também promove perda da capacidade de produção de força em

membros inferiores e superiores <sup>26</sup>. Sendo que, a perda de força nos membros inferiores parece ser maior do que nos membros superiores <sup>37; 38</sup>.

Com relação à média de declínio da força nos membros inferiores, os estudos apresentam diferentes percentuais, variando entre 20-40% <sup>25; 39; 40</sup>, podendo até exceder os 50% em indivíduos nonagenários ou mais velhos <sup>41</sup>, contudo, a taxa de declínio da força ainda permanece desconhecida. Aniansson et al. <sup>42</sup> avaliaram a força de extensão de joelho de 23 homens idosos (73-83 anos) em duas ocasiões, com um intervalo de 7 sete anos entre a primeira e a segunda avaliação, sendo que os autores observaram uma redução anual de força de 3,2% na força de extensão de joelho. Em outro estudo <sup>38</sup>, os autores avaliaram em duas ocasiões, com um intervalo de 10 anos entre as duas avaliações, a força de extensão de joelho de 68 mulheres e 52 homens, com idade entre 48 e 79 anos. Os resultados mostraram uma redução de 17,6% por década na força dos extensores de joelho de ambos, homens e mulheres. Em estudo de revisão, Doerthy <sup>26</sup> estima que, em média, estudos longitudinais apontam para uma perda anual de força de aproximadamente 1 a 3%.

Inúmeras são as variáveis relacionadas com a perda de força muscular, porém estudos prévios sugerem que a principal causa relacionada com a queda na força é à perda de massa muscular <sup>26; 43</sup>. Embora ambas, força e massa muscular, declinem com o avanço da idade, a perda percentual de força excede a perda de massa muscular. Frontera e colaboradores <sup>37</sup> testaram duas vezes 12 homens com um intervalo de aproximadamente 12 anos (primeira avaliação entre 1985-86 e segunda avaliação entre 1997-98) e encontraram uma redução de 23,7% a 29,8% na força dos extensores e flexores de joelho, respectivamente, enquanto que a massa muscular dos extensores e flexores de joelho diminuíram 16,1% e 14,9%, respectivamente. Do mesmo modo, outros estudos também demonstram essa dissociação entre a perda de massa muscular e força <sup>38; 44</sup>.

Tabela 1. Resumo dos estudos longitudinais com mudanças na quantidade de massa muscular em homens e mulheres.

Estudo	Técnica	Estimativa	Sexo	Baseline (anos)	Anos depois do baseline (anos)	n	Mudança absoluta	% de mudança total	% mudança por ano
Frontera et al. (2000)	Tomografia computadorizada	AST do quadriceps	H	64,5	12,2	7	10,3 cm <sup>2</sup>	16,1	1,3
Hughes et al. (2002)	Hidrodensitometria	Massa livre de gordura	H	61,1	9,5	53	1,1 kg	1,9	0,2
Dey et al. (2009)	Impedância bioelétrica	Massa livre de gordura	M	60,0	9,9	78	0,1 kg	0,24	0,024
Delmonico et al. (2009)	Tomografia computadorizada	AST da perna	H	73,6	5	813	6,8 cm <sup>2</sup>	4,9	0,98
Kolster et al. (2011)	DEXA	Massa magra da perna	M	73,2	5	865	3,2 cm <sup>2</sup>	3,2	0,64
			H	74,2	7	1129	1,02 kg	5,6	0,8
			M	73,9	7	1178	0,62 kg	4,9	0,07

AST: área de secção transversa; H: homens; M: mulheres; n: tamanho amostral; DEXA: densitometria por absorção de raios-X de dupla energia.

Sendo assim, outras alterações neuromusculares que prejudicam a produção de força (perda de motoneurônios espinais devido à apoptose, denervação e reinervação de fibras musculares, diminuição do diâmetro das mielinas nos axônios dos motoneurônios) também têm grande participação na perda de força <sup>45</sup>.

A perda de força nos extensores de joelho tem grande e negativa repercussão na vida dos indivíduos idosos. Estudo prévio <sup>46</sup> reportou que indivíduos com baixos níveis de força no quadríceps femoral apresentaram 2,64 vezes mais chance de desenvolver limitações de mobilidade (95% de IC de 1,83 a 3,80). Em outro trabalho <sup>47</sup> os autores reportaram que baixos níveis de força no quadríceps femoral foram associados com aumento na chance de mortalidade, com uma razão hazard de 1,51 nos homens idosos (95% de IC de 1,28 a 1,79) de 1,65 nas mulheres idosas (95% de IC de 1,19 a 1,30). Assim, uma intervenção que promova de maneira significativa aumento na capacidade de produção de força dos músculos extensores de joelho dos indivíduos idosos tem grande relevância na vida diária dos mesmos.

### **Declínio de potência muscular relacionada ao envelhecimento**

Existem diferentes definições para potência muscular, sendo que a mais utilizada na literatura, a qual será considerada nesse documento, é que a potência muscular refere-se ao produto entre a força muscular e a velocidade de contração, ou seja, potência muscular refere-se à habilidade de gerar força rapidamente <sup>48; 49</sup>. O envelhecimento é responsável por uma diminuição na capacidade de gerar força rapidamente <sup>33; 50</sup>, que provoca diminuição na capacidade de gerar potência muscular.

Como reportado anteriormente, ocorre uma dissociação entre a diminuição da força e da massa muscular com o envelhecimento. Do mesmo modo, também ocorre uma dissociação da diminuição da força e da potência muscular, visto que a potência muscular diminui em uma taxa mais acelerada quando comparada com a força máxima <sup>51</sup>. Em investigação prévia, Skelton et al. <sup>3</sup> avaliaram a força máxima e a potência máxima dos extensores de joelho de homens e mulheres idosas com idades entre 65-89 anos. Os resultados

encontrados mostraram que enquanto a força máxima diminuiu em torno de 1-2% por ano, a potência máxima diminuiu aproximadamente 3,5% ao ano. Em outro estudo, Izquierdo e colaboradores <sup>51</sup>, observaram que, comparado a homens de meia idade (45 anos), os homens idosos (65 anos) apresentaram uma redução significativa na força máxima de extensores de joelho de 14%. Já com relação á potência máxima desse mesmo grupo muscular, as mulheres idosas apresentaram uma redução de aproximadamente 20%.

Embora seja conhecido que o envelhecimento promova diminuição da potência muscular, a taxa de declínio nos membros inferiores ainda é desconhecida. Em um estudo recente, Reid e colaboradores <sup>5</sup> avaliaram a potência muscular dos extensores de joelho de homens e mulheres idosos dentro de um período de 3 anos, sendo que os resultados mostraram uma diminuição de potência muscular de aproximadamente 2,9% por ano em ambos. Em outro trabalho <sup>52</sup>, os autores avaliaram homens e mulheres de diferentes faixas etárias, e observaram um declínio na potência de extensão de joelho por década de aproximadamente 9,0%.

Os mecanismos associados com a perda de potência muscular parecem ser a atrofia seletiva e perda de fibras musculares do tipo II, as quais podem gerar de 4 a 6 vezes mais potência do que as fibras musculares do tipo I <sup>52</sup>, alterações na função neural, tal como perda de motoneurônios, decréscimo na taxa máxima de disparos e decréscimo na velocidade de condução de potenciais de ação <sup>45</sup>. Além disso, a infiltração de tecido adiposo intermuscular e intramuscular no tecido músculo esquelético também parece afetar a geração de potência <sup>5: 53</sup>.

Essa diminuição da potência muscular no indivíduo idoso promove prejuízo na realização de atividades da vida diária, pois a capacidade de gerar potência muscular é determinante em atividades como subir escadas e levantar de uma cadeira <sup>54</sup>. Basey e colaboradores <sup>55</sup> avaliaram a potência dos extensores de joelho e o desempenho em testes funcionais (sentar e levantar de uma cadeira, subir escadas e caminhada). Os autores reportaram que a potência se correlacionou significativamente com o desempenho em todos os testes ( $r = 0,65 - 0,88$ ), sugerindo que o incremento da potência nos extensores de joelho é crucial para os idosos. Em outro trabalho, Bean <sup>48</sup> realizaram uma análise multivariada ( $r^2$ ) entre a força máxima e a potência muscular máxima

dos extensores de joelho com o desempenho em testes funcionais de 45 homens e mulheres idosas (idade entre 65-83 anos). Os resultados demonstraram que ambos, força e potência máxima, apresentaram associação com os testes funcionais, porém a potência contabilizou de 2% a 8% mais associação com desempenho nos testes funcionais do que a força. Além desses, outros estudos também demonstraram que a potência muscular dos membros inferiores é uma valência extremamente importante para a funcionalidade de indivíduos idosos <sup>6; 7</sup>.

A partir das considerações prévias, intervenções para aumento da potência muscular dos extensores de joelho têm relevância na vida diária do indivíduo idoso, sobretudo para mulheres. As mulheres idosas apresentam menor potência muscular nos membros inferiores comparadas com os homens idosos <sup>56</sup>, o que as torna menos independentes na realização de tarefas da vida diária <sup>57</sup>. Assim, intervenções para aumentar os níveis de potência nos membros inferiores de mulheres idosas podem ser benéficas para ajudar a manter o nível de independência funcional <sup>58</sup>.

### **Treinamento de força e ganhos na força, potência, massa muscular e funcionalidade.**

Como descrito anteriormente, os indivíduos idosos devem se engajar em intervenções que aumentem a quantidade de massa muscular, a capacidade de produzir força e potência muscular dos membros inferiores para amenizar alguns dos prejuízos causados pelo processo de envelhecimento. O TFT realizado com velocidade moderada (2-3 segundos para cada fase, concêntrica e excêntrica) e resistência de moderada a alta <sup>59</sup> tem sido mostrado ser eficiente em promover hipertrofia muscular, aumentar a força e a potência muscular dos membros inferiores <sup>15; 21</sup>. Do mesmo modo, o TP (fase concêntrica realizada com a maior velocidade possível e fase excêntrica realizada com 2-3 segundos) realizado com resistência leve a moderada também é eficiente em promover hipertrofia, e incrementar a força e a potência muscular nos membros inferiores <sup>60; 61</sup>. Na tabela 2 estão apresentados estudos que compararam o efeito de TFT e TP em indivíduos idosos. Nesses estudos prévios, ambos os regimes de treinamento, TFT e TP, foram eficazes e similares em aumentar a



quantidade de massa muscular, força e a potência muscular dos membros inferiores em sujeitos idosos. Além disso, em uma revisão recente os autores reportaram que, de acordo com os intervalos de confiança, não é possível atribuir vantagem a um dos modelos de treino com relação aos ganhos de massa muscular, força e potência em idosos <sup>8</sup>.

Embora não haja diferença entre TFT e TP com relação a aumentos na massa muscular, força e potência, parece que o TP pode ser mais efetivo para melhoras no desempenho funcional <sup>8</sup>. Miszko et al. (2003) compararam o efeito de 16 semanas de TFT e TP na força, potência e funcionalidade dos membros inferiores de homens e mulheres idosas (idade 65-90 anos). Os resultados demonstraram que ambos os grupos aumentaram significativa e similarmente a força e a potência, contudo com relação ao teste funcional avaliado pelo *Continuos Scale physical Functional Performance test*, o grupo de TP ( $58,2 \pm 13$  pré treino e  $67,1 \pm 13$  pós treino) apresentou uma melhora significativamente maior do que o grupo de TFT ( $55,5 \pm 10$  pré treino e  $57,5 \pm 10$  pós treino). Em outro estudo <sup>62</sup>, os autores comparam o efeito de oito semanas de TFT e TP na força, potência e funcionalidade dos membros inferiores de sujeitos idosos (60-80 anos). Mais uma vez, ambos os grupos mostraram aumentos significativos e similares na força e potência, contudo o grupo de TP apresentou melhoras significativamente maiores nos testes funcionais (caminhada de 6-metros, levantar do chão e alcançar, levantar e sentar e levantar e alcançar) do que o grupo de TFT.

Tabela 2. Resumo de estudos que compararam ganhos de força máxima, potência muscular e massa muscular decorrentes de treinamento de força tradicional e treinamento de força para potência.

Estudo	Sujeitos	Intervenção	Resultados		
			Força máxima	Potência	Massa muscular
Miszko et al. (2003)	Homens e mulheres (idade entre 65-90 anos)	Grupo TFT 3 séries x 6-8 repetições com 50-70% de 1-RM e grupo TP 3 séries x 6-8 repetições com 45-75% de 1-RM por 16 semanas.	1-RM leg press Grupo TP=12,7±3,1% Grupo TFT=22,9±14,9%	Teste wingate Grupo TP=7,8±3,1% Grupo TFT=12,3±0,4%	
Henwood e Taaffe (2006)	Homens e mulheres (65-84 anos)	Grupo TFT 3 séries x 8 repetições com 45-75% de 1-RM e grupo TP 3 séries x 8 repetições com 75% de 1-RM por 8 semanas.	1-RM de EXT de joelho Grupo TP=25,4% Grupo TFT=26,9%	Subir escadas Grupo TP=8,7% Grupo TFT=4,0%	
Henwood et al. (2008)	Homens e mulheres (idade entre 65-84 anos)	Grupo TFT 3 séries x 8 repetições com 75% de 1-RM e grupo TP 3 séries x 8 repetições com 45-75% de 1-RM por 22 semanas.	EXT de joelho isométrica Grupo TP=29,7±6,9% Grupo TFT=23,8±5,5%	EXT de joelho Grupo TP=50,5±4,1% Grupo TFT=33,8±3,8%	
Nogueira et al. (2009)	Homens (60-76 anos)	Grupo TFT 3 séries x 8-10 repetições com 40-60% de 1-RM e grupo TP 3 séries x 8-10 repetições com 40-60% de 1-RM por 10 semanas.	1-RM leg press Grupo TP=27,12% Grupo TFT=26,73%	EXT de joelho Grupo TP=31,0% Grupo TFT=7,8%	EM do reto femoral Grupo TP = 11,3% Grupo TFT = 5,5%
Wallerstein et al. (2012)	Homens e mulheres (idade entre 60-80 anos)	Grupo TFT 2-4 séries x 4-10 repetições com 70-90% de 1-RM e grupo TP 1-3 séries x 4-7 com 30-50% de 1-RM por 15 semanas	1-RM de leg press Grupo TP=16,4% Grupo TFT=19,4%	TPT de EXT de joelho Grupo TP=17,1% Grupo TFT=22,3%	AST do quadríceps Grupo TP = 3,4% Grupo TFT = 6,5%
Campillo et al. (2014)	Mulheres idosas	Grupo TFT 3 séries x 8 repetições com 45,60 e 70% de 1-RM e grupo TP 3 séries x 8 com 45,60 e 70% de 1-RM por 12 semanas	1-RM de leg press Grupo TP=36,0% Grupo TFT=29%	CMJ Grupo TP=23% Grupo TFT=11%	

1-RM: uma repetição máxima; AST: área de seção transversa; CMJ: counter movement jump; EM: espessura muscular; EXT: extensão; TFT: treinamento de força tradicional; TP: treinamento de potência.

A execução de tarefas da vida diária como levantar de uma cadeira e subir escadas ou a estabilização do corpo para evitar quedas, geralmente exigem níveis baixos de força muscular e alta velocidade de execução <sup>59</sup>. Nesse sentido, a velocidade do movimento, componente da potência muscular, em indivíduos idosos tem sido mostrada ser uma preditora mais forte do desempenho funcional do que a força máxima <sup>63</sup>. Assim, a habilidade de contrair os músculos rapidamente pode ser mais importante para a funcionalidade do que a capacidade de gerar força máxima <sup>64</sup>.

Deste modo, os ganhos obtidos a partir de um TFT executado com velocidade moderada podem não ser totalmente transferidos para as tarefas da vida diária <sup>59</sup>. Portanto, o TP deve ser prescrito para indivíduos idosos visto que além de promover hipertrofia, aumentar a força e a potência muscular, esse modelo de treinamento pode ser mais efetivo na melhora do desempenho em tarefas da vida diária <sup>65; 66</sup>.

### **Volume do treinamento de força**

Como descrito anteriormente o TFT é efetivo para amenizar alguns dos efeitos negativos do processo de envelhecimento sobre a massa muscular, capacidade de gerar força e potência, e funcionalidade <sup>67; 68</sup>. Porém, para efetiva organização de um programa de treinamento é necessário controlar algumas variáveis agudas como a intensidade, frequência do treino, a ordem e seleção dos exercícios e o volume do treinamento <sup>69</sup>.

O volume do treinamento de força em cada sessão é calculado a partir do produto entre o número repetições e número de séries realizado em cada exercício <sup>70; 71</sup>. Tem sido mostrado que essa variável se correlaciona positivamente com mudanças na capacidade de gerar força e na massa muscular decorrentes de um período de treinamento <sup>72</sup>. Assim, parece ser necessária a definição e o controle adequado relativo ao volume de treinamento a ser utilizado em uma rotina de treinamento de força.

Existem estudos explorando os efeitos de diferentes volumes de TFT sobre as adaptações em indivíduos idosos. Em um desses estudos, Cannon e Marino (2010), encontraram que após 10 semanas de TFT, mulheres idosas que realizaram uma série e três séries no exercício extensão de joelhos,

obtiveram ganhos similares no 1-RM, na força isométrica máxima (CIVM) de extensão de joelho e na AST do quadríceps. Em outro estudo, Galvão e Taaffe<sup>21</sup> treinaram homens e mulheres idosas por 20 semanas com uma ou três séries. Eles reportaram ao final do estudo que ambos os grupos aumentaram o valor de 1-RM de extensão de joelho, sendo que o grupo de três séries apresentou um ganho significativamente maior do que o grupo de uma série. Ainda com relação à força muscular, somente o grupo de três séries mostrou aumento significativo na CIVM de extensão de joelho. Com relação à funcionalidade ambos os grupos melhoraram seu desempenho nos testes funcionais (levantar da cadeira, tempo de caminhada de 6-m e tempo de caminhada de 400-m, contudo o grupo de três séries mostrou um ganho significativamente maior no teste de 400-m<sup>21</sup>. Recentemente, em um estudo realizado em nosso laboratório<sup>13</sup>, mulheres idosas que treinaram com uma série e com três séries obtiveram ganhos similares no 1-RM de extensão de joelhos e na espessura muscular do quadríceps após 6 e 13 semanas de treinamento. Contudo, após 20 semanas de treinamento as mulheres idosas que treinaram com três séries apresentaram ganhos significativamente maiores no 1-RM de extensão de joelho e na massa muscular do quadríceps. Em conjunto, os achados desses estudos sugerem que durante os períodos iniciais de um TFT (6-13 semanas) uma série por exercício pode proporcionar o volume suficiente para ganhos na força e na massa muscular, enquanto que três séries podem ser necessárias durante períodos mais longos ( $\geq 20$  semanas) de treinamento para ganhos de força e massa muscular.

Embora existam trabalhos explorando os efeitos de diferentes volumes de TFT em indivíduos idosos, ainda não está clara a relação entre volume do TP e adaptações em indivíduos idosos. Estudos prévios os quais submetem indivíduos idosos a um programa de TP reportaram ganhos significativos de massa muscular, força, potência e funcionalidade nos membros inferiores com três séries por exercício<sup>58; 60; 65; 73</sup>. Na literatura pesquisada, não foram encontrados estudos que comparam volumes de TP em indivíduos idosos. Como descrito anteriormente, durante as semanas iniciais de uma TFT ( $\leq 13$  semanas) uma e três séries podem promover similares ganhos e após um longo período de treino ( $\geq 20$  semanas), três séries podem promover maiores ganhos. No entanto, com relação ao volume do TP essa cronologia das

adaptações em sujeitos idosos ainda não está clara, e maior conhecimento sobre o efeito do volume de TP sobre as adaptações é necessário para a melhor prescrição da rotina de treinamento. Além disso, protocolos de treino compostos por uma série levam menos tempo para conclusão e assim estão associados com uma maior adesão dos praticantes <sup>14; 21</sup>. Deste modo, se um TP com uma série pode promover adaptações similares a um TP com três séries na massa muscular, força, potência e funcionalidade a prescrição do treinamento com uma série poderá ser uma estratégia interessante para aumentar a aderência dos indivíduos idosos.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Definição operacional das variáveis**

#### **Variáveis independentes**

- Grupo com variação no número de séries.
- Grupo com número de séries constantes.

#### **Variáveis dependentes**

- 1-RM de extensão de joelho.
- Taxa de produção de torque de extensão de joelho.
- Taxa de produção de torque de extensão de joelho normalizada.
- Impulso contrátil de extensão de joelho.
- Espessura muscular dos músculos extensores de joelho.
- Potência de pico e potência média dos membros inferiores.
- Tempo nos testes *Timed up and go* e no teste de subir escadas.

#### **Delineamento da pesquisa**

O presente projeto apresenta desenho semi experimental, não probabilístico com amostra selecionada por conveniência e divisão da amostra por quartis.

## **População**

A população do estudo foi formada por indivíduos não treinados em força do sexo feminino ( $\geq 60$  anos) sedentários.

## **Tamanho amostral e Amostra**

O tamanho amostral foi calculado utilizando o programa G\*power (versão), utilizando um alfa de 0,05 e poder de 0,85, de acordo com recomendações prévias<sup>74</sup>. O resultados determinaram que um total de 12 indivíduos em cada grupo é necessário para testar o efeito do número de séries no TP.

Participaram de maneira voluntária do estudo trinta mulheres idosas saudáveis com idade entre 60 a 77 anos que não estavam participando de nenhum programa de exercício regular por pelo menos seis meses anterior ao início do estudo. Todos os sujeitos estavam livres de problemas músculo esqueléticos, neurológicos, ou cardiovasculares os quais podiam comprometer os efeitos do TP sobre as adaptações neuromusculares. Todos os participantes foram cuidadosamente informados a respeito do objetivo, procedimentos, benefícios, e riscos decorrentes da participação do estudo. Após isso, os sujeitos forneceram por inscrito termo de consentimento no qual manifestavam interesse em participar do estudo. Todos os procedimentos utilizados no presente estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética da Instituição e seguiram as recomendações éticas da Declaração de Helsinki para pesquisas envolvendo humanos (última modificação em 2000).

## **Programa do treino de potência**

O programa de TP consistiu de duas sessões de treino por semana, em dias não consecutivos durante 24 semanas (total de 48 sessões de treinamento). Em cada sessão de treinamento, ambos os grupos realizaram os seguintes exercícios na seguinte ordem: extensão de joelho bilateral, puxada

pela frente, flexão de joelhos bilateral, flexão de cotovelo, abdução de quadril, extensão de cotovelo e adução de quadril. Todos os participantes do estudo foram instruídos a intencionalmente realizar a fase concêntrica de cada exercício o mais rápido possível e a fase excêntrica com 2-3 segundos. A intensidade do treinamento foi controlada utilizando o percentual de 1-RM. A tabela 3 apresenta a descrição detalhada do programa de treinamento. O 1-RM de extensão de joelhos foi reavaliado a cada 4 semanas para o ajuste de cargas. Entre cada série os sujeitos tiveram 3 minutos de intervalo de recuperação. Todas as sessões de treinamento foram supervisionadas por pesquisadores responsáveis do estudo, e todos os sujeitos participaram de 95% das sessões de treinamento (máximo de três sessões perdidas, não consecutivas).

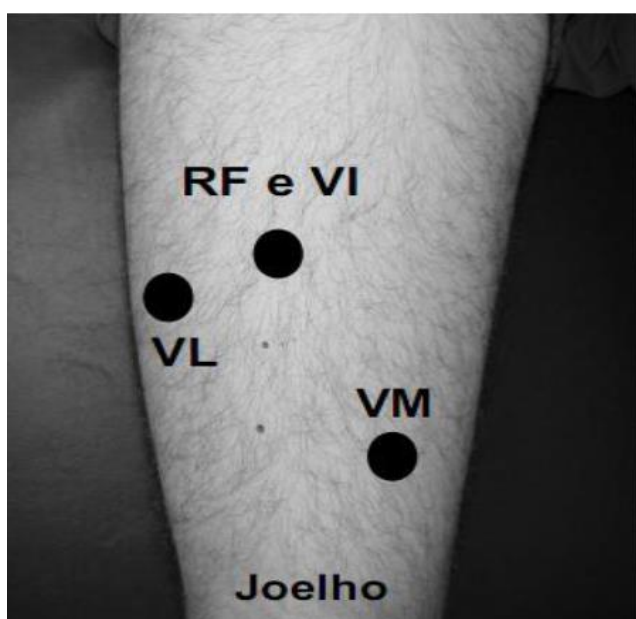
**Tabela 3.** Programa de treinamento para ambos os grupos ao longo de 24 semanas de treinamento.

Semanas	Grupo com variação nas séries (VS)			Grupo com series constants (SC)		
	sets x reps	%1-RM	intervalo	sets x reps	%1-RM	intervalo
1 - 4	1 x 12	30%	-	3 x 12	30%	3 min
5 - 8	1 x 10	45%	-	3 x 10	45%	3 min
9 - 12	1 x 8	60%	-	3 x 8	60%	3 min
13 -16	3 x 12	30%	3 min	3 x 12	30%	3 min
17 - 20	3 x 10	45%	3 min	3 x 10	45%	3 min
21 - 24	3 x 8	60%	3 min	3 x 8	60%	3 min

### **Espessura muscular**

A avaliação da EM foi feita por meio de imagem obtida com o aparelho de ultrassonografia Nemio XG (Toshiba, Japão), sendo a imagem obtida em B-modos. Durante a avaliação da EM os sujeitos permaneceram deitados com o membro direito estendido e relaxado. Antes de qualquer medição todos os sujeitos permaneceram deitados por 20 minutos de modo a restabelecer o fluxo normal dos líquidos corporais <sup>75</sup>. Um transdutor linear (38 mm) com frequência de amostragem de 7,5 MHz (70 mm de profundidade e ganho de 90 dB) foi

posicionado de forma perpendicular sobre músculo avaliado. Para a aquisição da imagem foi utilizado um gel à base de água o qual promove um contato acústico sem a necessidade de causar pressão com o transdutor sobre a pele. O local de avaliação da EM dos extensores de joelho foi o mesmo utilizado em estudos prévios: vasto lateral (VL) - ponto médio entre trocânter maior e epicôndilo lateral do fêmur <sup>76</sup>; vasto medial (VM) - 30% da distância entre epicôndilo lateral até grande trocânter do fêmur <sup>77</sup>; e o vasto intermédio (VI) e reto femoral (RF) - dois terços da distância do grande trocânter do fêmur ao epicôndilo lateral e 3 centímetros lateral a partir da linha média do membro <sup>78</sup> (Figura 2). Após coletadas, as imagens foram digitalizadas e exportadas para um computador onde foram analisadas no programa Image-J (National Institute of Health, EUA, versão 1.37). A EM do VL e RF foi considerada a distância entre o tecido adiposo subcutâneo e a aponeurose do VI, identificados na imagem. Já para a EM dos músculos VI e VM, foi considerada a distância da aponeurose muscular superior e a aponeurose óssea. A partir das espessuras individuais de cada músculo foi calculada a EM do quadríceps femoral (EMQUA) determinada pela soma das espessuras de cada um dos músculos ( $VL + RF + VI + VM = EM\ QUA$ ). O mesmo avaliador executou todas as coletas e análises das imagens. Após a coleta das imagens um mapa com os locais de avaliação foi feito sobre uma folha de transparência para possibilitar a coleta de imagens no mesmo local no Pré, Pós 12 e Pós 24 semanas de treinamento <sup>79</sup>.

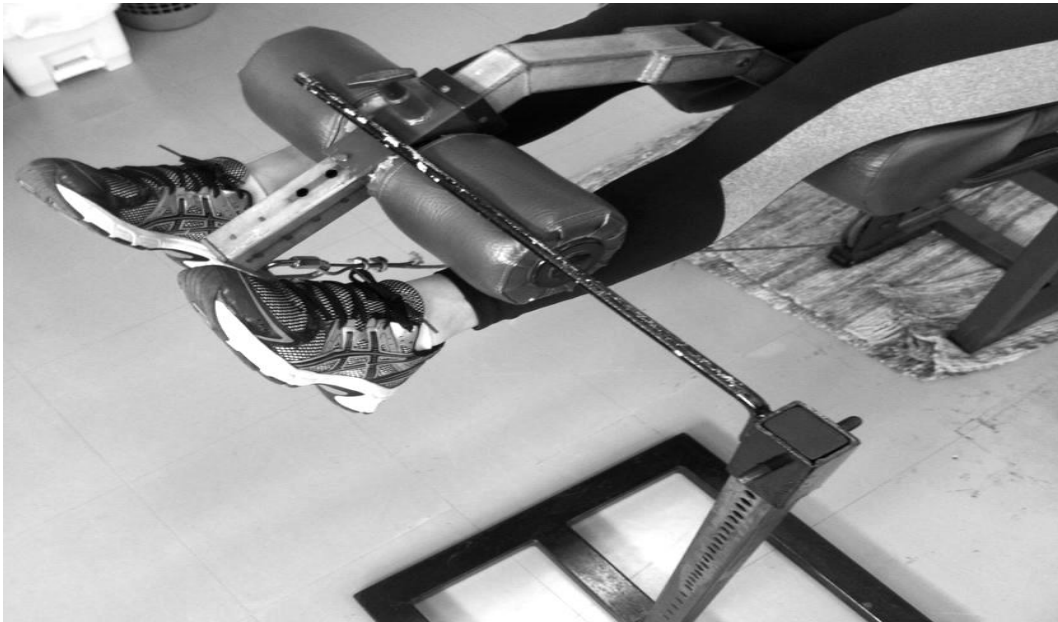




**Figura 2.** Locais de avaliação da espessura muscular dos extensores de joelho; RF: reto femoral; VI: vasto intermédio; VL: vasto lateral; VM: Vasto medial.

### **Força dinâmica máxima**

A força dinâmica máxima foi avaliada por meio do teste de 1-RM de extensão de joelhos, o qual foi executado em uma cadeira extensora de carga variável (Konnem Gym, China), de modo bilateral. Todos os testes foram conduzidos pelo mesmo avaliador utilizando os mesmos procedimentos pré, Pós 12 e Pós 24 semanas de treinamento. Antes do teste, os sujeitos realizaram um aquecimento geral de cinco minutos de duração na bicicleta ergométrica. Após o aquecimento geral, os participantes foram posicionados no equipamento de extensão de joelhos com os joelhos e quadris flexionados a 90° (0° = extensão de joelhos). Em seguida, cada sujeito realizou um aquecimento específico consistindo de duas séries 10 repetições com cargas em torno de 50% e 70% da carga estimada para 1-RM utilizando estudo prévio<sup>13</sup>. Durante o aquecimento os sujeitos estenderam os joelhos completamente e a repetição apenas foi válida se os sujeitos fossem capazes de alcançar o delimitador de amplitude posicionado a frente do equipamento (Figura 3). Após o aquecimento específico foram dados 3 minutos de intervalo aos sujeitos antes de iniciar o teste máximo. O teste máximo constitui-se na obtenção da maior quantidade de peso que pode ser levantada em um ciclo completo (flexão e extensão de joelhos). Quando o sujeito foi capaz de executar mais de uma repetição o valor da carga foi aumentada em 5-10%, e quando não forem capazes de executar nenhuma repetição a carga foi reduzida em 5kg. Entre cada tentativa os sujeitos tiveram 5 minutos de intervalo, e não mais do que 4 tentativas foram necessárias para determinar o valor de 1-RM.



**Figura 3.** Delimitador de amplitude utilizado no teste de uma repetição máxima de extensão de joelhos.

### **Contração isométrica voluntária máxima**

A contração isométrica voluntária máxima (CIVM) de extensão de joelho foi realizada em um dinamômetro isocinético (Cybex, Ronkokoma, EUA), o qual foi calibrado de acordo com as especificações do fabricante antes de cada teste. Para a realização do teste os sujeitos foram sentados com os quadris em  $85^\circ$  e foram realizadas três CIVMs de 3 segundos de duração cada em  $60^\circ$  de extensão de joelho ( $0^\circ$ = joelho totalmente estendido), com 3 minutos de intervalo entre cada tentativa. Apenas o membro inferior direito foi testado e todos os sujeitos foram instruídos a executarem a contração “tão rápido e forte possível”<sup>80</sup>. A aquisição da curva de torque ocorreu utilizando um conversor analógico digital da marca Miotool 400 com frequência de amostragem de 2000 Hz por canal (Miotec Equipamentos Biomédicos, Brasil) conectado ao canal de torque do próprio dinamômetro. As CIVM com contra movimento foram descartadas e uma tentativa extra foi realizada. A CIVM de maior valor foi utilizada nas análises futuras.

### **Taxa de produção de torque, taxa de produção de torque normalizada e impulso contrátil.**

A taxa de produção de torque (TPT) e o impulso contrátil foram analisadas utilizando a CIVM de maior valor em uma rotina de MATLAB 7.12 (Mathworks, EUA) desenvolvida para o presente estudo. A TPT foi calculada nos períodos de 0-50 ms (inicial) e 0-200 ms derivada da média da inclinação de curva força tempo ( $\Delta\text{torque}/\Delta\text{tempo}$ ) após o início da contração. O impulso contrátil foi determinado como a área sobre a torque tempo nos mesmo intervalos após o início da contração. O impulso contrátil foi avaliado, pois reflete a força-tempo integrada no período analisado. Assim é idêntico ao impulso cinético ou momento do membro inferior durante um movimento onde a velocidade de movimento máxima é permitida. A TPT normalizada (TPT<sub>N</sub>) foi calculada a partir da razão entre TPT nos intervalos 0-50 ms e 0-200 ms e do valor de CIVM. Enquanto que os valores absolutos de TPT são influenciados pelo pico de torque dos músculos, a TPT<sub>N</sub> indica a habilidade do sujeito de rapidamente desenvolver força, independentemente da sua máxima capacidade de produzir força <sup>81</sup>. O início da contração muscular foi definido como o instante onde o torque de extensão de joelho excedeu a linha de base em 2,5% do pico de torque da CIVM de maior valor <sup>82</sup>. Os valores de TPT em 0-50 e 0-200 ms foram assumidos como período inicial e final da TPT, respectivamente <sup>83</sup>.

## Potência muscular

A potência muscular foi avaliada durante um salto bilateral com contra-movimento (CMJ) realizado em uma plataforma de força AMTI OR6-6WP. A captura do sinal foi realizada em 1000 Hz e a plataforma de força foi calibrada antes de todos os testes de acordo com as instruções do fabricante e conectada com um computador pessoal contendo o programa AMTIforce. Antes do teste máximo, cada sujeito realizou 3-4 tentativas como preparação e aquecimento para o teste. Para a realização do CMJ, os sujeitos foram instruídos a ficar em pé sobre a plataforma com os pés afastados na largura dos ombros e com as mãos na cintura. Os sujeitos agacharam até seu quadril estar paralelo ao solo, sendo que o movimento para baixo foi imediatamente seguido por um movimento de salto explosivo para cima o mais alto possível, evitando deslocamento horizontal ou flexão dos joelhos durante o tempo de voo. A técnica do salto foi analisada pelo avaliador, e 3-4 saltos CMJ foram gravados para posterior análise. Os sujeitos foram permitidos descansar 1-2 minutos entre cada tentativa. Para as análises o programa MATLAB 7.12 (Mathworks, USA) foi utilizado. Na aplicação do modelo físico, a massa total dos sujeitos saltando na plataforma foi reduzida a uma partícula afetada pelos componentes verticais das forças externas: a força de gravidade do corpo e o componente vertical da força reativa da plataforma. A força no pico de potência, a velocidade no pico de potência, e a média relativa da potência máxima ( $P_{max} \cdot mass^{-1}$  [W·kg<sup>-1</sup>]) ( $h$  [m]) foram calculados a partir da força reativa da plataforma de força<sup>84; 85</sup>.

## Teste *timed up and go* e teste de subir escadas

Para a avaliação da capacidade funcional dos indivíduos se deslocarem rapidamente com mudanças de direção foi utilizado o teste *timed up and go* (TUG). Este teste foi executado de maneira adaptada a utilizada por<sup>86</sup>, de forma que os sujeitos foram instruídos a executar o percurso na máxima velocidade sem correr.

Para o teste os indivíduos foram posicionados sentados, com os pés apoiados no solo, joelhos e quadril flexionados a 90° (verificado visualmente

com o auxílio de um goniômetro) e com os braços cruzados sobre o tórax. Ao comando do avaliador os indivíduos levantaram (sem o auxílio dos membros superiores) e percorreram um percurso de 2,5 metros, contornaram um cone, voltaram e sentaram na cadeira. O avaliador acionou manualmente o cronômetro no comando de partida e parou o cronômetro quando o indivíduo sentou e encostou as costas no encosto da cadeira. O teste foi executado três vezes e o menor tempo das três tentativas foi utilizado para posterior comparação.

O teste de subir escadas foi conduzido de acordo com metodologia prévia <sup>87</sup>. Para esse teste os sujeitos subiram um lance de escada com 10 graus (16 cm de altura cada degrau), sem parar, em uma velocidade confortável e sem o auxílio do corrimão. Os sujeitos começaram em pé a um passo atrás do primeiro degrau e, ao sinal de voz do avaliador, começaram a subir os degraus. O tempo foi contabilizado em segundos pelo avaliador com um cronômetro, sendo que o tempo começou a ser contabilizado quando o primeiro pé do indivíduo tocou o primeiro degrau, e foi parado quando o indivíduo ultrapassou o último degrau com os dois pés e ficou estável na posição de pé.

## **ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Os dados estão apresentados em médias e desvios padrão. A normalidade, homogeneidade, e esfericidade dos dados foram verificadas com testes de Shapiro-Wilk, Levene e Mauchly, respectivamente. Para verificar as diferenças intra e inter grupos do estudo nos períodos Pré, Pós 12 e Pós 24 semanas de treinamento foi utilizado o teste de Análise de Variância (ANOVA) two-way (tempo x grupo) de medidas repetidas. Quando um valor de F significativo foi observado o teste de *post hoc* de Bonferroni foi utilizado para identificar diferenças entre as médias. O nível de significância adotada a priori foi de  $\alpha \leq 0,05$ . A análise estatística foi realizada no software SPSS 20. Adicionalmente foi calculado o tamanho do efeito (TE: a diferença entre pré a pós dividido pelo desvio padrão pré treinamento) seguindo recomendação prévia <sup>88</sup>.

## RESULTADOS

### Sujeitos

Treze sujeitos do grupo VS ( $n = 13$ ;  $64,8 \pm 3,2$  anos,  $63,3 \pm 8,9$ kg,  $157,7 \pm 5,6$  cm) e do grupo SC ( $n=13$ ;  $66,2 \pm 2,4$  anos,  $63,0 \pm 7,7$  kg,  $158,1 \pm 7,3$  cm) completaram o estudo. Um indivíduo do grupo VS desistiu do estudo devido de uma exacerbação de osteoartrite pré existente e um desistiu devido a uma dor no pescoço não relacionada com o estudo. Enquanto que, um indivíduo do grupo SC desistiu devido a um acidente doméstico e outro devido a um lesão não relacionada com o estudo.

### Força dinâmica máxima e contração voluntária máxima

Após o período de treinamento, os grupos VS e SC aumentaram significativa ( $p \leq 0,001 - 0,0001$ ) e similarmente ( $p > 0,05$ ) o 1-RM de extensão de joelhos Pós 12 (9,6%, TE 0,41 vs. 15,4%, TE 0,55) e Pós 24 semanas de treinamento (19,4%, TE 0,79 vs. 24,8% TE 0,91) (tabela 4). Além disso, quando analisado o aumento do Pós 12 ao Pós 24 semanas, ambos os grupos, VS e SC, apresentaram aumentos significativos ( $p \leq 0,05$ ) (8,6%, TE 0,38 vs 7,6%, TE 0,32), sem diferença entre os grupos ( $p > 0,05$ ).

Do mesmo modo, os grupos VS e SC apresentaram ganhos significativos ( $p \leq 0,01 - 0,0001$ ) e similares na CIVM Pós 12 (14,2%, TE 0,14 vs. 14,5% TE 0,55) e Pós 24 semanas de treinamento (18,8%, TE 0,54; 18,9% vs. TE 0,91, respectivamente), sem diferença entre os grupos ( $p > 0,05$ ) (tabela 4). Quando comparado o ganho do Pós 12 ao Pós 24 semanas, os grupos VS e SC também apresentaram ganhos significativos (3,9%, TE 0,10 vs 4,0%, TE 0,39), sem diferença entre eles ( $p > 0,05$ ).

## Espessura muscular

Ambos os grupos, VS e SC, aumentaram significativamente ( $p \leq 0,0001 - 0,05$ ) a EM QUA Pós 12 (4,9%, TE 0,28 vs 8,26% TE 0,30, respectivamente) e Pós 24 semanas de treinamento (5,8%, TE 0,33 vs 3,91%, TE 0,11, respectivamente), sem diferença entre os grupos em nenhum momento ( $p > 0,05$ ) (tabela 4). Quando comparado o aumento do Pós 12 ao Pós 24, a EM QUA do grupo VS e SC incrementou significativamente (4,9%, TE 0,28 vs. 4,1%, TE 0,12), sem diferença entre eles ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 4.** Variáveis neuromusculares e o desempenho funcional ao longo do período de intervenção em ambos os grupos.

Variável	Grupo	Pré treinamento	Pós 12 semanas	Pós 24 semanas
1-RM Extensão de joelho (kg)	VS	48,8±10,9	53,2±10,8*	57,4±10,3*,**
	SC	53,1±14,5	61,0±15,2*	66,4±19,3*,**
Contração isométrica voluntária máxima (N.m)	VS	108,0±39,6	131,0±52,3*	137,0±46,7*,**
	SC	107,2±8,5	120,8±14,1*	125,3±0,7*,**
EM QUA (mm)	VS	61,7±10,4	64,7±10,8&	68,3±10,9 &,**
	SC	63,1±15,7	67,8±16,1&	69,4±11,7&,**
Timed up and go (s)	VS	7,10±0,79	6,18±0,43#	6,16±0,46#
	SC	6,76±0,89	6,53±0,88#	6,34±0,83#
Tempo para subir escadas (s)	VS	4,65±0,67	4,47±0,59#	4,29±0,55#
	SC	4,49±0,79	4,13±0,58#	3,98±0,47#

1-RM: uma repetição máxima; EM QUA: Espessura muscular do quadríceps; VS: Grupo com variação no número de séries; SC: Grupo com número de séries constantes.

\* Significativamente maior que o período Pré treinamento ( $p \leq 0,0001$ );

\*\* Significativamente maior que o período Pós 12 semanas ( $p \leq 0,05$ );

\*\*\* Significativamente maior que o período Pós 12 semanas ( $p \leq 0,001$ );

& Significativamente maior que o período Pré treinamento ( $p \leq 0,05$ )

# Significativamente menor que o período Pré treinamento ( $p \leq 0,05$ )

### **Taxa de produção de torque, taxa de produção de torque normalizada e impulso contrátil.**

A TPT no intervalo de 0-50 ms, significativamente aumento foi observado ( $p \leq 0,05 - 0,0001$ ) no Pós 12 e no Pós 24 semanas de treinamento no grupo VS ( $151,8 \pm 23,8 \text{ N.m.s}^{-1}$ ;  $185,7 \pm 27,5 \text{ N.m.s}^{-1}$ , 22,9%, TE 0,37;  $239,9 \pm 33,8 \text{ N.m.s}^{-1}$ , 42,6%, TE 1,3) e no grupo SC ( $164,2 \pm 23,8 \text{ N.m.s}^{-1}$ ;  $197,5 \pm 27,5 \text{ N.m.s}^{-1}$ , 21,7%, TE 0,47;  $236,4 \pm 33,8 \text{ N.m.s}^{-1}$ , 32,7%, ES 0.89), sem diferença entre eles ( $p > 0,05$ ) (figura 4). Além disso, o aumento do Pós 12 ao Pós 24 no grupo VS (30,1%, TE 0,42) e o grupo SC (22,3%, TE 0,46), na TPT em 0-50 ms também foi significativo em ambos os grupos ( $p \leq 0,0001$ ), sem diferença entre eles ( $p > 0,05$ ).

Do mesmo modo, a TPT avaliada no período de 0-200 ms significativamente aumentou ( $p \leq 0,01 - 0,0001$ ) no Pós 12 e Pós 24 semanas de treinamento no grupo VS ( $150,6 \pm 26,9 \text{ N.m.s}^{-1}$ ;  $185,9 \pm 30,9 \text{ N.m.s}^{-1}$ , 28,0%, TE 0,34;  $226,9 \pm 31,7 \text{ N.m.s}^{-1}$ , 64,3%, TE 0,76) e no grupo SC ( $179,4 \pm 26,9 \text{ N.m.s}^{-1}$ ;  $212,2 \pm 30,9 \text{ N.m.s}^{-1}$ , 21,0%, TE 0,40;  $248,7 \pm 31,7 \text{ N.m.s}^{-1}$ , 49,4%, TE 0,46), sem diferença entre os grupos em nenhum momento ( $p > 0,05$ ) (Figura 4). Também, quando comparado o ganho entre o Pós 12 e o Pós 24 semanas, ambos os grupos, VS (36,8%, TE 0,42) e SC (30,3%, TE 0,37), apresentaram melhoras significativas na TPT no intervalo de 0-200 ms ( $p \leq 0,05$ ), sem diferença entre eles ( $p > 0,05$ ).

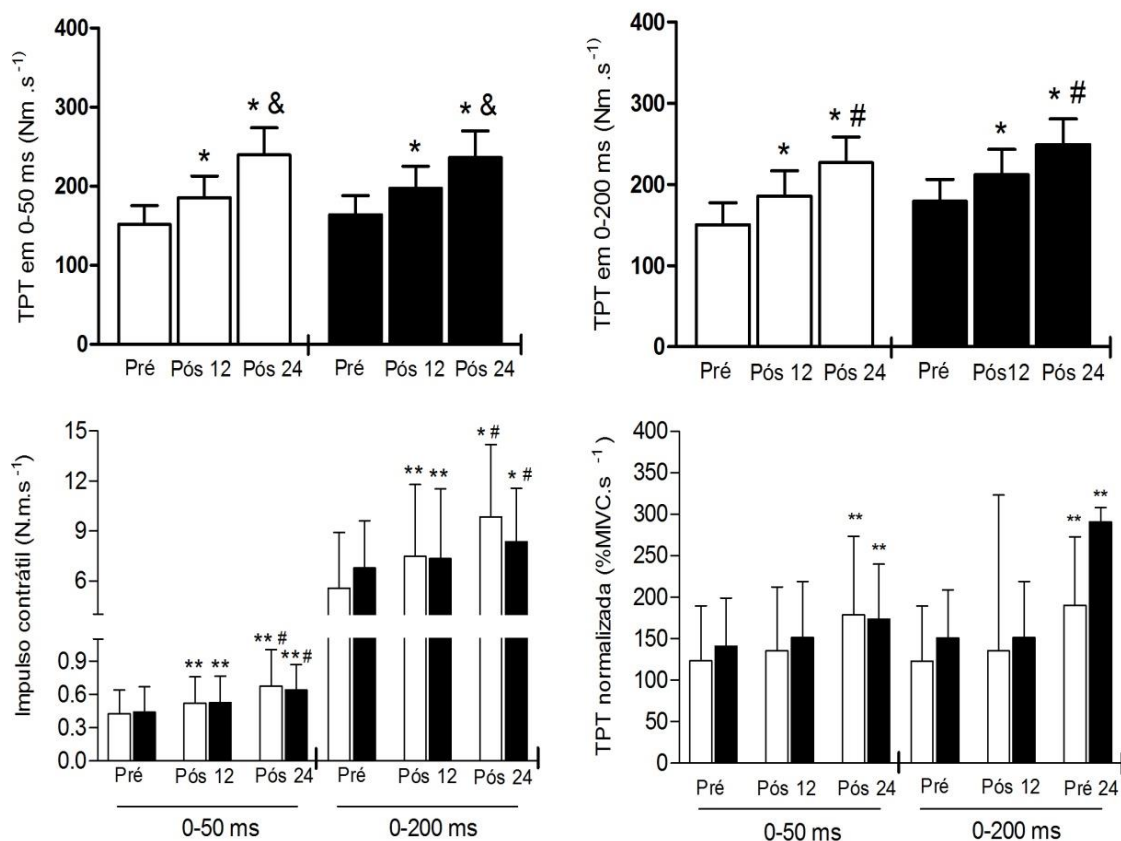
O impulso contrátil no intervalo de 0-50 ms aumentou significativo ( $p \leq 0,05$ ) e similarmente ( $p > 0,05$ ) no Pós 12 e no Pós 24 semanas, no grupo VS ( $0,424 \pm 0,23 \text{ N.s}^{-1}$ ;  $0,519 \pm 0,25 \text{ N.s}^{-1}$ , 34,4%, TE 0,44;  $0,675 \pm 0,33 \text{ N.s}^{-1}$ , 33,9%, TE 0,44), e no grupo SC ( $0,441 \pm 0,23 \text{ N.s}^{-1}$ ;  $0,527 \pm 0,24 \text{ N.s}^{-1}$ , 23,4%, TE 0,35;  $0,641 \pm 0,23 \text{ N.s}^{-1}$ , 34,3%, TE 0,56) (Figura 4). No que se refere ao ganho entre o Pós 12 e o Pós 24 semanas, o grupo VS (25,6%, 0,30) e o grupo SC (11,0%, TE 0,16) também apresentaram ganhos significativos ( $p \leq 0,05$ ), sem diferença entre os grupos ( $p > 0,05$ ) no impulso contrátil no intervalo de 0-50 ms.

Com relação ao impulso contrátil avaliado no intervalo de 0-200 ms, Pós 12 e Pós 24 semanas de treinamento ocorreu aumento significativo ( $p \leq 0,05 - 0,0001$ ) no grupo VS ( $5,58 \pm 3,33 \text{ N.s}^{-1}$ ;  $7,48 \pm 4,30 \text{ N.s}^{-1}$ , 36,6%, TE



0,81;  $9,84 \pm 4,34 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$ , 40,9%, TE 105) e no grupo SC ( $6,76 \pm 2,85 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$ ;  $7,34 \pm 4,20 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$ , 26,3%, TE 0,40;  $8,35 \pm 3,20 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$ , 36,4%, TE 1,21), sem diferença entre eles em nenhum momento (Figura 4). Com relação ao aumento no impulso contrátil no intervalo de 0-200ms do Pós 12 ao Pós 24 semanas, o grupo VS (20,7%, TE 0,19), e o grupo SC (14,6%, TE 0,56) também apresentaram ganhos significativos ( $p \leq 0,05$ ), sem diferença entre eles ( $p > 0,05$ ).

A  $TPT_N$  no intervalo de 0-50 ms significativamente ( $p \leq 0,05$ ) e similarmente aumentou apenas no Pós 24 semanas de treinamento, no grupo VS ( $123,3 \pm 17,3 \text{ \%CIVM}\cdot\text{s}^{-1}$ ;  $178,8 \pm 22,8 \text{ \%CIVM}\cdot\text{s}^{-1}$ , 36,3%, TE 0,52), e no grupo SC ( $140,8 \pm 18,0 \text{ \%CIVM}\cdot\text{s}^{-1}$ ;  $172,4 \pm 23,8 \text{ \%CIVM}\cdot\text{s}^{-1}$ , 18,6%, TE 0,28) (Figura 4). Do mesmo modo, um significativo aumento ( $p \leq 0,01$ ) foi observado na  $TPT_N$  também apenas no intervalo de 0-200 ms no Pós 24 semanas de treinamento no grupo VS ( $124,4 \pm 17,3 \text{ \%CIVM}\cdot\text{s}^{-1}$ ;  $290,9 \pm 24,6 \text{ \%CIVM}\cdot\text{s}^{-1}$ , 21,4%, TE 0,12) e no grupo SC ( $151,8 \pm 18,0 \text{ \%CIVM}\cdot\text{s}^{-1}$ ;  $176,9 \pm 25,6 \text{ \%CIVM}\cdot\text{s}^{-1}$ , 27,2%, TE 0,20), sem diferença entre eles ( $p > 0,05$ ) (figura 4).



**Figura 4.** Taxa de produção de torque, impulso contrátil, e taxa de produção de torque normalizada Pré, Pós 12 e Pós 24 semanas de treinamento avaliados nos intervalos de 0-50 ms e 0-200 ms a partir do início da contração no grupo com variação nas séries (barras brancas) e grupo com séries constantes (barras pretas).

\* Significativamente maior do que o Pré ( $p \leq 0,0001$ );

\*\* Significativamente maior do que o Pré ( $p \leq 0,05$ );

& Significativamente maior do que o Pós 12 ( $p \leq 0,0001$ );

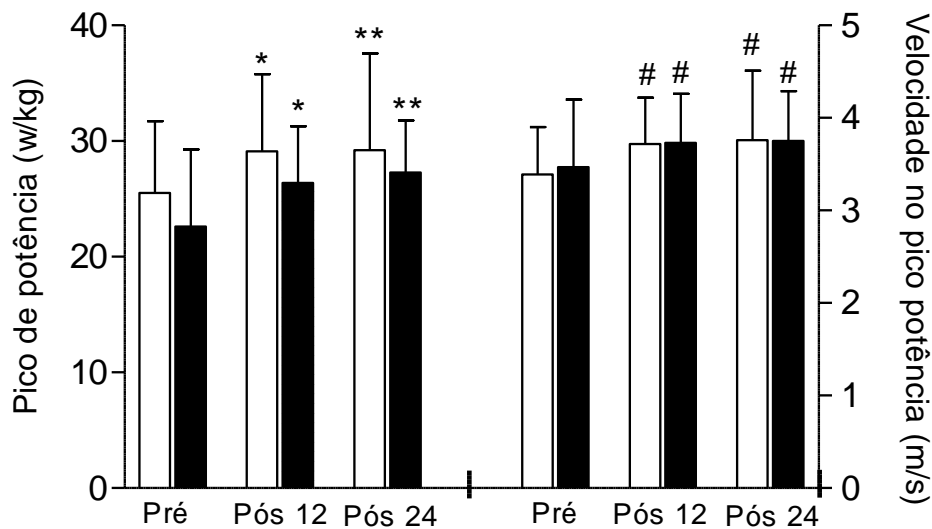
# Significativamente maior do que o Pós 12 ( $p \leq 0,05$ ).

### Potência muscular

O pico de potência muscular significativamente aumentou ( $p \leq 0,01 - 0,0001$ ) no Pós 12 e Pós 24 semanas de treinamento no grupo VS ( $25,5 \pm 6,2$  w/kg;  $29,1 \pm 6,7$  w/kg, 27,0%, TE 0,63;  $29,2 \pm 8,4$  w/kg, 18,3%, TE 0,82) e no grupo SC ( $22,6 \pm 3,5$  w/kg;  $26,4 \pm 4,9$  w/kg, 22,6%, TE 0,97;  $27,3 \pm 4,5$  w/kg, 19,4%, TE 1,29), sem diferença entre os grupos em nenhum momento ( $p > 0,05$ ) (Figura 5).

Adicionalmente, a velocidade no pico de potência significativamente aumentou ( $p \leq 0,05$ ) Pós 12 e Pós 24 semanas de treinamento no grupo VS ( $3,47 \pm 0,73$  m/s;  $3,72 \pm 0,50$  m/s, 5,9%, TE 0,23;  $3,76 \pm 0,75$  m/s, 6,92%, TE 0,13) e no grupo SC ( $3,39 \pm 0,51$  m/s;  $3,73 \pm 0,53$  m/s, 8,2%, TE 0,46;  $3,75 \pm 0,54$  m/s, 10,7%, TE 0,64), sem diferença entre os grupos ( $p > 0,05$ ) (Figura 5).

Em contraste, a força no pico de potência não alterou significativamente Pós 12 e Pós 24 semanas de treinamento no grupo VS ( $6,75 \pm 0,67$  N/kg;  $6,84 \pm 0,60$  N/kg;  $6,81 \pm 0,67$  N/kg) e no grupo SC ( $6,42 \pm 0,36$  N/kg;  $6,51 \pm 0,31$  N/kg;  $6,50 \pm 0,34$  N/kg) (Figura 5).



**Figura 5.** Pico de potência muscular e velocidade no pico de potência muscular avaliados no salto com contra movimento Pré, Pós 12 e Pós 24 semanas de treinamento no grupo com variação nas séries (barras brancas) e grupo com séries constantes (barras pretas).

\* Significativamente maior do que o Pré ( $p \leq 0,0001$ ).

\* Significativamente maior do que o Pré ( $p \leq 0,01$ ).

# Significativamente maior do que o Pré ( $p \leq 0,05$ ).

### Desempenho funcional

Com relação ao desempenho no teste TUG, Pós 12 e Pós 24 semanas, o grupo VS (5,08%, 0,56 TE; 5,40%, TE 0,56) e o grupo SC (4,02%, TE 0,36; 7,02%, TE 0,61), melhoraram significativamente ( $p \leq 0,05$ ) sem diferença entre eles ( $p > 0,05$ ) (Tabela 4).

Com relação ao tempo no teste de subir escadas, também foi observado um aumento significativo ( $p \leq 0,05$ ) Pós 12 e Pós 24 no grupo VS (4,46%, TE 0,23; 7,20%, TE 0,53) e no grupo SC (7,41%, TE 0,46; 10,2%, TE 0,66), sem diferença entre os grupos ( $p > 0,05$ ) (Tabela 4).

## DISCUSSÃO

O principal achado do presente estudo foi que ambas prescrições de TP, com variação no número de séries e com séries constantes, melhoraram significativa e similarmente as variáveis neuromusculares e o desempenho funcional Pós 12 e Pós 24 semanas de treinamento. Os resultados sugerem que da mesma maneira que já foi demonstrado no TFT, uma série ou três séries por exercício durante os períodos iniciais de um programa de TP (12 semanas) podem promover similares adaptações neuromusculares. Além disso, os sujeitos do grupo VS (os quais realizaram três séries apenas após 12 semanas de treinamento), não obtiveram ganhos estatisticamente inferiores ao final do programa de TP em nenhuma das variáveis neuromusculares avaliadas e no desempenho funcional, quando comparados aos sujeitos do grupo SC, que realizaram três séries durante todo o período de treinamento. Esse resultado sugere que, durante um programa de TP mulheres idosas podem iniciar realizando uma série e adicionar séries após o período inicial, sem prejuízo sobre as adaptações neuromusculares.

### **Adaptações neuromusculares Pré vs. Pós 12 e Pré vs. Pós 24 semanas de treinamento**

Ambos os grupos mostraram significativos incrementos no 1-RM e na CIVM de extensão de joelho, após 12 e após 24 semanas de treinamento ( $p \leq 0,001 - 0,0001$ ). Esses resultados estão de acordo com estudos prévios que também reportaram aumentos no 1-RM e na CIVM de extensão de joelhos após um período de TP <sup>23; 60; 89</sup>. Além disso, os resultados do presente estudo mostraram que a manipulação do volume utilizada por ambos os grupos, (VS e SC), podem significativa e similarmente melhorar a força máxima de extensão de joelhos de mulheres idosas.

Embora a potência muscular seja entendida como a variável mais determinante para o desempenho funcional <sup>6; 7; 48</sup>, achados reportam que a força máxima também é importante para o desenvolvimento da potência muscular <sup>90</sup>. Estudos transversais reportaram que indivíduos com altos níveis de

força máxima apresentam maior capacidade de produção de potência<sup>91; 92</sup>. Assim, visto que os achados do presente estudo demonstraram aumento de força máxima e esse aumento pode se refletir na melhoria da funcionalidade, é possível afirmar que os indivíduos de ambos os grupos diminuíram os prejuízos funcionais do envelhecimento após um período de treinamento. Os ganhos de força dinâmica máxima no presente estudo foram menores do que em estudos prévios<sup>23; 60; 89</sup>. Estas diferenças podem ser atribuídas a diferenças na intensidade utilizada no treinamento. Em estudo prévio Perreira et al. (2012) reportaram 44,1% de aumento no 1-RM de extensão de joelhos em mulheres idosas após 12 semanas de TP, utilizando intensidade de treinamento que variaram entre 40-75% de 1-RM. Enquanto que no presente estudo, o aumento no 1-RM de extensão de joelhos variou entre 9,6 e 15,4%, e a intensidade do treino variou entre 30-60% de 1-RM. Tem sido demonstrado que os ganhos de força máxima em indivíduos idosos são associados com a utilização de altas intensidades<sup>93</sup>, o que pode explicar os menores ganhos de força dinâmica máxima encontrados no presente estudo. Também, no presente estudo os indivíduos apresentavam valores de 1-RM de extensão de joelho pré treinamento entre 48 e 53 kg no pré treinamento, já no estudo de Perreira (2012), os indivíduos apresentavam valores de 1-RM de extensão de joelho pré treinamento de aproximadamente 20 kg. Diferença que também podem ter influenciado a discrepância nos ganhos de força dinâmica máxima. Além disso, a familiarização com os procedimentos do teste dinâmico máximo envolveram um longo período no presente estudo, o qual pode ter promovido uma maior precisão na avaliação pré treinamento e conseqüentemente menores ganhos<sup>94</sup>.

Embora grande parte dos benefícios do TP sejam decorrentes de adaptações neurais, a corrente investigação do mesmo modo que prévios estudos<sup>23; 89</sup>, também encontrou hipertrofia significativa nos músculos extensores de joelho após um período de TP. No presente estudo, o percentual de hipertrofia nos músculos extensores de joelho variou entre 4,9 – 11,7%, a qual foi similar à encontrada em prévios estudos, que também avaliaram a hipertrofia muscular de extensores de joelho de indivíduos idosos após um período de TP<sup>23; 89</sup>. Todos esses achados reforçam a ideia da efetividade do TP como um eficiente método para amenizar os efeitos deletérios do

envelhecimento sobre a massa muscular. Estudos prévios (Radaelli et al. 2014; Radaelli et al. 2013), reportaram que indivíduos idosos que realizaram uma e três séries durante um curto período de TFT (< 13 semanas) apresentaram similar hipertrofia nos músculos extensores de joelho, enquanto que após um longo período (20 semanas) três séries promoveram maiores ganhos de massa muscular. Assim, uma forma de prescrição eficiente para otimizar os ganhos de massa muscular poderia ser realizar uma série nos estágios iniciais do período de treinamento, e aumentar o número de séries realizadas após esse período. Mesmo não se tratando de um programa de TFT, os resultados do presente estudo concordam com essa hipótese, dado que o grupo VS o qual realizou três séries apenas após 12 semanas de treinamento apresentou ganho similar ao do grupo SC na EMQUA Pós 12 e Pós 24 semanas de treinamento. Além disso, o presente estudo adiciona a informação de que iniciar um programa de TP com uma série e adicionar séries durante o programa de treinamento não representa atenuação nos ganhos de massa muscular após um longo programa de treinamento, comparado com indivíduos que realizaram três séries desde os momentos iniciais do TP.

A taxa de produção de torque e o impulso contrátil em ambos intervalos avaliados (0-50ms e 0-200ms) Pós 12 e Pós 24 semanas de treinamento incrementaram significativamente em ambos os grupos. Estudos prévios sugerem que a fase inicial da TPT de extensão de joelhos (< 0,70ms) é mais influenciada por fatores neurais (disparo das unidades motoras e disparos duplos de potenciais de ação)<sup>82; 95</sup>, enquanto que a fase final da TPT ( $\geq 200$  ms) é mais dependente de propriedades contráteis e do valor do CIVM<sup>83; 96</sup>. Do mesmo modo, o impulso contrátil também está sob influência desses parâmetros, tal que reflete o tempo específico da contração, a qual inclui todos os parâmetros associados a TPT. Os aumentos na fase inicial da TPT e do impulso contrátil eram esperados, pois embora não tenha sido mensurado, as contrações musculares explosivas utilizadas no TP no presente estudo são mostradas promover maiores aumentos na fase inicial da TPT (< 0,75 ms), devido a seu grande estímulo neural<sup>96; 97</sup>. Da mesma maneira, a fase final da TPT e do impulso contrátil aumentaram significativamente no Pós 12 e Pós 24 semanas de treinamento, como em estudo prévio<sup>98</sup>. Dado que ambos os grupos aumentaram similarmente a TPT e o impulso contrátil, nossos

resultados podem sugerir que o TP com e sem variação no número de séries podem promover similares melhoras sobre os parâmetros associados com a fase inicial e final da TPT e impulso contrátil em mulheres idosas. Além disso, do ponto de vista funcional, o presente resultado representa um importante achado para indivíduos idosos, pois sujeitos com altos valores de TPT apresentam maiores capacidades de realizar tarefas funcionais<sup>99</sup> e menor risco de perda de equilíbrio e risco de quedas<sup>4</sup>. Elevados valores de TPT e impulso contrátil produzido pelos membros inferiores são cruciais para a produção de potência, tal que é sugerido que essas variáveis modulam a velocidade alcançada em movimentos dinâmicos máximos<sup>100; 101</sup>.

Ao contrário dos aumentos da TPT e do impulso contrátil Pós 12 e Pós 24 semanas, a TPT<sub>N</sub> melhorou significativamente apenas no momento Pós 24 semanas, para ambos os grupos, sem diferença entre eles. No que diz respeito a TPT<sub>N</sub>, a literatura diverge com relação aos resultados encontrados. Estudos prévios após um período de TPT observaram alteração não significativa<sup>102</sup>, decréscimo<sup>103</sup> ou pequena melhora<sup>82</sup> na TPT<sub>N</sub>. Essas diferenças podem ser atribuídas a diferentes métodos utilizados para analisar a TPT<sub>N</sub>, bem como as diferenças na prescrição do treinamento. Os mecanismos atribuídos aos aumentos na TPT<sub>N</sub> no presente estudo podem ser em parte os mesmos relacionados com as melhoras da TPT e do impulso contrátil. Porém, em um estudo prévio<sup>104</sup>, os autores notaram que a redução da TPT<sub>N</sub> com o processo de envelhecimento não foi influenciada pela redução taxa de ativação de unidades motoras. Assim, a melhora no presente estudo na TPT<sub>N</sub> pode estar mais associada com mudanças morfológicas, como a hipertrofia muscular, melhora da qualidade muscular, ou outras mudanças na arquitetura que podem ter ocorrido com o treinamento, como aumento do ângulo de penação, aumento do comprimento de fascículo<sup>105</sup>. Pode-se especular que os incrementos observados nesta variável apenas após as 24 semanas de treino, estão associados aos maiores incrementos morfológicos observados em períodos mais longos<sup>106</sup>.

Investigações prévias foram conduzidas com o intuito de melhorar a prescrição do TP<sup>11; 12</sup>, porém na literatura pesquisa não foi encontrado nenhum estudo com o objetivo de comparar o efeito do número séries sobre a melhora da potência muscular dos membros inferiores. No presente estudo, a potência

muscular aumentou significativamente Pós 12 e Pós 24 semanas de treinamento para ambos os grupos, sem diferença entre eles em nenhum momento. Como descrito anteriormente, a potência muscular comparada com a força máxima, sofre maior declínio com o processo de envelhecimento <sup>3</sup>. Mesmo assim, o presente estudo encontrou que uma e três séries por exercício nos períodos iniciais do TP (12 semanas) promovem ganhos significativos e similares na potência muscular. Além disso, o grupo VS não obteve os ganhos atenuados na potência muscular após 24 semanas de treinamento, mesmo realizando um volume maior apenas na 12ª semana de treinamento. Os mecanismos responsáveis pelas adaptações decorrentes do TP ainda não estão claramente definidos. É possível que os movimentos explosivos elucidam adaptações neurais associadas com a velocidade de encurtamento, as quais resultam em aumento na capacidade de gerar força em um curto período de tempo <sup>107; 108</sup>. Visto que ambos os grupos melhoraram de maneira similar a potência muscular ao longo do estudo, é possível sugerir que ambas as periodizações promoveram estímulos suficientes sobre essas variáveis associadas com desenvolvimento da potência muscular. Interessantemente, quando avaliado a força e a velocidade no pico de potência, apenas a segunda aumentou significativamente (Figura 5). Em indivíduos atletas já foi mostrado que maiores níveis de força podem apresentar maiores vantagens neuromusculares (maior área de secção transversa de fibras do tipo II, maior comprimento de fibra, maior drive neural), as quais podem facilitar a produção de força para uma dada velocidade de encurtamento <sup>109</sup>. Porém, em indivíduos idosos é sugerido que a velocidade é o componente mais importante para o desenvolvimento da potência muscular <sup>18; 110</sup>, o que poderia explicar a melhora na potência no presente estudo, já que foi observada apenas aumento da velocidade do pico de potência.

Manter a capacidade funcional nos membros inferiores é extremamente importante para indivíduos idosos, tal que melhoras na capacidade de caminhada ou de subir escadas estão associadas com melhoras na qualidade de vida e aumento nas chances sobrevivência, especialmente para mulheres <sup>111; 112</sup>. Embora muitos estudos tenham reportado o TP como uma efetiva intervenção para melhora da capacidade funcional de indivíduos idosos, a maioria dos estudos utilizou volumes do TP formados por 2-3 séries por



exercício, assim, ainda há pouca informação com relação ao volume do TP e melhoras funcionais <sup>64; 113; 114</sup>. Diferente desses, os presentes achados sugerem que mulheres idosas podem melhorar sua capacidade funcional nos primeiros três meses TP com uma série por exercício e aumentar o volume após esse período, tal que ambos os grupos mostraram melhoras significativas e similares. Com relação à melhora nos testes funcionais, os resultados do presente estudo estão de acordo com achados prévios que também observaram melhoras no TUG e no tempo para subir escadas de mulheres idosas após um período de TP <sup>113; 115</sup>. A força rápida (TPT, impulso contrátil e TPT normalizada) e a potência muscular dos membros inferiores são reportadas como as variáveis mais importantes para o desempenho funcional de indivíduos idosos <sup>7; 116</sup>. No presente estudo, ambos os grupos aumentaram similarmente essas variáveis, o que pode explicar o similar aumento no TUG e no tempo de subir escadas.

### **Adaptações neuromusculares: Pós 12 vs Pós 24 semanas de treinamento**

Os principais achados quando analisados os aumentos do Pós 12 para o Pós 24 semanas, ambos os grupos apresentaram significativos aumentos no 1-RM, CIVM, EMQUA, TPT e no impulso contrátil, enquanto que a potência muscular e desempenho no TUG e no teste de subir escadas não apresentaram melhoras. Esses resultados corroboram com outros achados que indicam que os ganhos de potência acontecem durante os períodos iniciais de um programa de treinamento <sup>117; 118</sup>.

Embora seja amplamente entendido que a potência muscular é mais determinante para funcionalidade, a força máxima também apresenta relação com a funcionalidade <sup>90</sup>. No entanto, no presente estudo embora a força máxima também tenha apresentado ganho significativo do Pós 12 ao Pós 24 semanas, a funcionalidade não demonstrou alteração significativa nesse período. Um estudo prévio <sup>119</sup> reportou relação não linear entre a velocidade de caminhada e força máxima dos membros inferiores, tal que foi encontrado um limiar a partir do qual o aumento na força não repercutiu na velocidade de marcha. Os resultados relativos aos ganhos entre 12 e 24 semanas no

presente estudo corroboram com essa informação, tal que a funcionalidade não apresentou melhoras nesse período enquanto que força máxima continuou aumentando.

A EMQUA também mostrou aumento quando avaliado o ganho do Pós 12 ao Pós 24 semanas. Conforme os indivíduos melhoram seu condicionamento, a magnitude das respostas das variáveis associadas com a hipertrofia muscular diminuem <sup>120</sup>, contudo a hipertrofia muscular continua ocorrendo. O que pode explicar os menores incrementos entre o período Pós 12 e Pós 24 semanas. O presente estudo corrobora com a associação entre a massa muscular e o aumento da capacidade de produção de força encontrada em estudos prévios <sup>121; 122</sup>, tal que o 1-RM, a CIVM e a EMQUA aumentaram de maneira similar. Por outro lado, esse aumento na EMQUA também pode estar relacionado com o aumento da área de secção transversa das fibras do tipo II, dado que o TP é conhecido pelo recrutamento seletivo desse tipo de fibra <sup>89</sup>. Por outro lado, a potência muscular não acompanhou os ganhos da massa muscular entre o período Pós 12 e o Pós 24 semanas de treinamento. Esse resultado corrobora com outros estudos os quais também observaram que os aumentos na potência muscular podem ocorrer sem a alteração na massa muscular <sup>123; 124</sup>. Juntos esses dados reforçam a ideia de que particularmente em mulheres idosas o aumento da potência pode sofrer mais influência das adaptações neurais que da hipertrofia muscular <sup>118</sup>.

O presente estudo não foi o único a observar aumentos de potência principalmente nos períodos iniciais de um programa de treinamento <sup>117; 118</sup>. Prévia investigação <sup>118</sup>, a qual submeteu indivíduos idosos a um programa de TFT de 16 semanas, observou aumento da potência muscular de extensores de joelho durante as oito primeiras semanas de treinamento, enquanto que os aumentos de força máxima e massa muscular continuaram acontecendo até o final do treinamento. Os mecanismos responsáveis pelo fato da potência muscular apresentar os principais ganhos nos períodos iniciais ainda não são bem compreendidos. É sugerido que o aumento da potência muscular é mais associado com adaptações neurais <sup>125</sup>, sendo que essas são mais evidentes nos momentos iniciais do período de treinamento <sup>126</sup>, o que poderia explicar os maiores incrementos da potência nos momentos iniciais de um programa de treinamento. O achado de que não houve incremento na potência entre os

períodos de 12 e 24 semanas, também sugere que os indivíduos poderiam manter a organização do programa de treinamento, bem como realizar um programa de manutenção para manter os ganhos de potência muscular, já que aumentos na frequência e intensidade do TP não parecem promover ganhos adicionais de potência durante este período <sup>11; 127</sup>. Estudos com TFT reportaram que uma sessão semanal de treinamento foi suficiente para manter os ganhos de força e funcionalidade obtidos a partir de um período de 12 semanas de TFT com duas ou três sessões por semana <sup>128; 129</sup>. Futuros estudos explorando o uso reduzido de volume ou frequência para a manutenção dos ganhos da potência podem ajudar na melhora da prescrição do TP.

O desempenho nos testes TUG e de subir escadas também não apresentaram alterações significativas entre os períodos do Pós 12 ao Pós 24 semanas. Esse resultado pode ser explicado em parte, pelo fato da potência muscular também não ter apresentado ganhos significativos nesse período, tal que a potência muscular é a variável mais determinante para o desempenho funcional <sup>7; 116</sup>. A força rápida também é considerada uma preditora do desempenho funcional <sup>7; 130</sup>, no entanto, na corrente investigação, o impulso contrátil e a TPT melhoraram entre o período de 12 a 24 semanas, enquanto que os testes funcionais não apresentaram melhora significativa. Essas variáveis contráteis já foram reportadas apresentar associação positiva com os outros testes funcionais <sup>130; 131</sup>. Por outro lado, os testes funcionais do presente estudo podem ser mais influenciados pela potência muscular do que pela TPT e o impulso contrátil. Além disso, a falta de melhora significativa nos testes funcionais pode ser explicada por uma própria limitação dos testes. Em ambos testes os sujeitos eram instruídos a executar apenas com máxima velocidade de caminhada, característica essa que pode ser melhorada rapidamente nos períodos iniciais de um programa de treinamento, sugerindo que esses testes podem ser capazes de detectar melhora funcional apenas na fase inicial do programa de treinamento <sup>132</sup>.

## CONCLUSÃO

Em resumo o presente estudo observou que os grupos VS e CS melhoraram significativa e similarmente as variáveis neuromusculares e o desempenho funcional Pós 12 e Pós 24 semanas de treinamento. Além disso, o grupo VS comparado ao grupo CS, o qual realizou três séries apenas após 12 semanas de treinamento, não teve atenuação nos ganhos ao final do programa de TP em nenhuma das variáveis neuromusculares avaliadas, bem como no desempenho funcional. Além desses, também foram observados ganhos significativos e semelhantes entre o Pós 12 e o Pós 24 semanas em ambos o grupos, nas variáveis 1-RM, CIVM, EMQUA, TPT e no impulso contrátil, enquanto que a potência muscular e desempenho no TUG e no teste de subir escadas não apresentaram melhoras entre os períodos 12 e 24 semanas de treinamento. Esses resultados podem sugerir que os ganhos de potência e funcionalidade acontecem nas semanas iniciais de um programa de treinamento.

## REFERÊNCIAS

- <sup>1</sup> MANINI, T. M.; CLARK, B. C. Dynapenia and aging: an update. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 67, n. 1, p. 28-40, Jan 2012. ISSN 1758-535X (Electronic)  
1079-5006 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21444359> >.
- <sup>2</sup> MITCHELL, W. K. et al. Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. **Front Physiol**, v. 3, p. 260, 2012. ISSN 1664-042X (Electronic)  
1664-042X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22934016> >.
- <sup>3</sup> SKELTON, D. A. et al. Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65-89 years. **Age Ageing**, v. 23, n. 5, p. 371-7, Sep 1994. ISSN 0002-0729 (Print)  
0002-0729 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7825481> >.
- <sup>4</sup> IZQUIERDO, M. et al. Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 79, n. 3, p. 260-7, Feb 1999. ISSN 0301-5548 (Print)  
0301-5548 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10048631> >.
- <sup>5</sup> REID, K. F. et al. Longitudinal decline of lower extremity muscle power in healthy and mobility-limited older adults: influence of muscle mass, strength, composition, neuromuscular activation and single fiber contractile properties. **Eur J Appl Physiol**, v. 114, n. 1, p. 29-39, Jan 2014. ISSN 1439-6327 (Electronic)  
1439-6319 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24122149> >.
- <sup>6</sup> FOLDVARI, M. et al. Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 55, n. 4, p. M192-9, Apr 2000. ISSN 1079-5006 (Print)  
1079-5006 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10811148> >.
- <sup>7</sup> SUZUKI, T.; BEAN, J. F.; FIELDING, R. A. Muscle power of the ankle flexors predicts functional performance in community-dwelling older women. **J Am Geriatr Soc**, v. 49, n. 9, p. 1161-7, Sep 2001. ISSN 0002-8614 (Print)  
0002-8614 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11559374> >.

- 8 TSCHOPP, M.; SATTELMAYER, M. K.; HILFIKER, R. Is power training or conventional resistance training better for function in elderly persons? A meta-analysis. **Age and Ageing**, v. 40, n. 5, p. 549-556, Sep 2011. ISSN 0002-0729. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000293904200006 >.
- 9 STRAIGHT, C. R. et al. 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**, v. 46, n. 3, p. 353-64, Mar 2016. ISSN 1179-2035 (Electronic)
- 0112-1642 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26545362> >.
- 10 RANTANEN, T.; AVELA, J. Leg extension power and walking speed in very old people living independently. **Journals of Gerontology Series a-Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 52, n. 4, p. M225-M231, Jul 1997. ISSN 1079-5006. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1997XK46700014 >.
- 11 REID, K. F. et al. 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**, v. 70, n. 3, p. 374-80, Mar 2015. ISSN 1758-535X (Electronic)
- 1079-5006 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25199912> >.
- 12 POTIAUMPAI, M. et al. Optimal Loads for Power Differ by Exercise in Older Adults. **J Strength Cond Res**, v. 30, n. 10, p. 2703-12, Oct 2016. ISSN 1533-4287 (Electronic)
- 1064-8011 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27386964> >.
- 13 RADAELLI, R. et al. Time course of low- and high-volume strength training on neuromuscular adaptations and muscle quality in older women. **Age (Dordr)**, v. 36, n. 2, p. 881-92, Apr 2014. ISSN 1574-4647 (Electronic). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24414336> >.
- 14 RADAELLI, R. et al. Low- and high-volume strength training induces similar neuromuscular improvements in muscle quality in elderly women. **Exp Gerontol**, v. 48, n. 8, p. 710-6, Aug 2013. ISSN 1873-6815 (Electronic)
- 0531-5565 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23603619> >.
- 15 CANNON, J.; MARINO, F. E. Early-phase neuromuscular adaptations to high- and low-volume resistance training in untrained young and older women. **J Sports Sci**, v. 28, n. 14, p. 1505-14, Dec 2010. ISSN 1466-447X (Electronic)

0264-0414 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21058165> >.

<sup>16</sup> ABRAHIN, O. et al. Single- and multiple-set resistance training improves skeletal and respiratory muscle strength in elderly women. **Clin Interv Aging**, v. 9, p. 1775-82, 2014. ISSN 1178-1998 (Electronic)

1176-9092 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25342896> >.

<sup>17</sup> SANCHEZ-MEDINA, L.; GONZALEZ-BADILLO, J. J. Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. **Med Sci Sports Exerc**, v. 43, n. 9, p. 1725-34, Sep 2011. ISSN 1530-0315 (Electronic)

0195-9131 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21311352> >.

<sup>18</sup> KENT-BRAUN, J. A. Skeletal muscle fatigue in old age: whose advantage? **Exerc Sport Sci Rev**, v. 37, n. 1, p. 3-9, Jan 2009. ISSN 1538-3008 (Electronic)

0091-6331 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19098518> >.

<sup>19</sup> MCBRIDE, J. M. et al. The effect of heavy- vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. **J Strength Cond Res**, v. 16, n. 1, p. 75-82, Feb 2002. ISSN 1064-8011 (Print)

1064-8011 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11834109> >.

<sup>20</sup> FRY, A. C. The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. **Sports Med**, v. 34, n. 10, p. 663-79, 2004. ISSN 0112-1642 (Print)

0112-1642 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15335243> >.

<sup>21</sup> GALVÃO, D. A.; TAAFFE, D. R. Resistance exercise dosage in older adults: single- versus multiset effects on physical performance and body composition. **J Am Geriatr Soc**, v. 53, n. 12, p. 2090-7, Dec 2005. ISSN 0002-8614 (Print)

0002-8614 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16398892> >.

<sup>22</sup> PHILLIPS, W. T. et al. Reliability of maximal strength testing in older adults. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 85, n. 2, p. 329-34, Feb 2004. ISSN 0003-9993 (Print)

0003-9993 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14966722> >.

- 23 WALLERSTEIN, L. F. et al. Effects of strength and power training on neuromuscular variables in older adults. **J Aging Phys Act**, v. 20, n. 2, p. 171-85, Apr 2012. ISSN 1543-267X (Electronic)  
1063-8652 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22472578> >.
- 24 BAECKE, J. A.; BUREMA, J.; FRIJTERS, J. E. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. **Am J Clin Nutr**, v. 36, n. 5, p. 936-42, Nov 1982. ISSN 0002-9165 (Print)  
0002-9165 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7137077> >.
- 25 PORTER, M. M.; VANDERVOORT, A. A.; LEXELL, J. Aging of human muscle: structure, function and adaptability. **Scand J Med Sci Sports**, v. 5, n. 3, p. 129-42, Jun 1995. ISSN 0905-7188 (Print)  
0905-7188 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7552755> >.
- 26 DOHERTY, T. J. Invited review: Aging and sarcopenia. **J Appl Physiol (1985)**, v. 95, n. 4, p. 1717-27, Oct 2003. ISSN 8750-7587 (Print)  
0161-7567 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12970377> >.
- 27 VANDERVOORT, A. A. Aging of the human neuromuscular system. **Muscle Nerve**, v. 25, n. 1, p. 17-25, Jan 2002. ISSN 0148-639X (Print)  
0148-639X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11754180> >.
- 28 OVEREND, T. J. et al. Thigh composition in young and elderly men determined by computed tomography. **Clin Physiol**, v. 12, n. 6, p. 629-40, Nov 1992. ISSN 0144-5979 (Print)  
0144-5979 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1424481> >.
- 29 JANSSEN, I. et al. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. **J Appl Physiol (1985)**, v. 89, n. 1, p. 81-8, Jul 2000. ISSN 8750-7587 (Print)  
0161-7567 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10904038> >.
- 30 BORKAN, G. A. et al. Age changes in body composition revealed by computed tomography. **J Gerontol**, v. 38, n. 6, p. 673-7, Nov 1983. ISSN 0022-1422 (Print)  
0022-1422 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6630900> >.



- 31 GALLAGHER, D. et al. Appendicular skeletal muscle mass: effects of age, gender, and ethnicity. **J Appl Physiol (1985)**, v. 83, n. 1, p. 229-39, Jul 1997. ISSN 8750-7587 (Print)

0161-7567 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9216968> >.

- 32 ANDERSEN, J. L. Muscle fibre type adaptation in the elderly human muscle. **Scand J Med Sci Sports**, v. 13, n. 1, p. 40-7, Feb 2003. ISSN 0905-7188 (Print)

0905-7188 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12535316> >.

- 33 CRISTEA, A. et al. Effects of aging and gender on the spatial organization of nuclei in single human skeletal muscle cells. **Aging Cell**, v. 9, n. 5, p. 685-97, Oct 2010. ISSN 1474-9726 (Electronic)

1474-9718 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20633000> >.

- 34 YU, F. et al. Effects of ageing and gender on contractile properties in human skeletal muscle and single fibres. **Acta Physiol (Oxf)**, v. 190, n. 3, p. 229-41, Jul 2007. ISSN 1748-1708 (Print)

1748-1708 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17581136> >.

- 35 JANSSEN, I.; HEYMSFIELD, S. B.; ROSS, R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. **J Am Geriatr Soc**, v. 50, n. 5, p. 889-96, May 2002. ISSN 0002-8614 (Print)

0002-8614 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12028177> >.

- 36 HEMENWAY, D. et al. The incidence of stairway injuries in Austria. **Accid Anal Prev**, v. 26, n. 5, p. 675-9, Oct 1994. ISSN 0001-4575 (Print)

0001-4575 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7999212> >.

- 37 FRONTERA, W. R. et al. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. **J Appl Physiol (1985)**, v. 88, n. 4, p. 1321-6, Apr 2000. ISSN 8750-7587 (Print)

0161-7567 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10749826> >.

- 38 HUGHES, V. A. et al. Longitudinal changes in body composition in older men and women: role of body weight change and physical activity. **Am J Clin Nutr**, v. 76, n. 2, p. 473-81, Aug 2002. ISSN 0002-9165 (Print)

0002-9165 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12145025> >.

<sup>39</sup> IVEY, F. M. et al. Effects of strength training and detraining on muscle quality: age and gender comparisons. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 55, n. 3, p. B152-7; discussion B158-9, Mar 2000. ISSN 1079-5006 (Print)

1079-5006 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10795719> >.

<sup>40</sup> LYNCH, N. A. et al. Muscle quality. I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. **J Appl Physiol (1985)**, v. 86, n. 1, p. 188-94, Jan 1999. ISSN 8750-7587 (Print)

0161-7567 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9887130> >.

<sup>41</sup> MURRAY, M. P. et al. Age-related differences in knee muscle strength in normal women. **J Gerontol**, v. 40, n. 3, p. 275-80, May 1985. ISSN 0022-1422 (Print)

0022-1422 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3989239> >.

<sup>42</sup> ANIANSSON, A. et al. Muscle morphology, enzymatic activity, and muscle strength in elderly men: a follow-up study. **Muscle Nerve**, v. 9, n. 7, p. 585-91, Sep 1986. ISSN 0148-639X (Print)

0148-639X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3762579> >.

<sup>43</sup> VANDERVOORT, A. A.; MCCOMAS, A. J. Contractile changes in opposing muscles of the human ankle joint with aging. **J Appl Physiol (1985)**, v. 61, n. 1, p. 361-7, Jul 1986. ISSN 8750-7587 (Print)

0161-7567 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3525504> >.

<sup>44</sup> DELMONICO, M. J. et al. Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. **Am J Clin Nutr**, v. 90, n. 6, p. 1579-85, Dec 2009. ISSN 1938-3207 (Electronic)

0002-9165 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19864405> >.

<sup>45</sup> AAGAARD, P. et al. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. **Scand J Med Sci Sports**, v. 20, n. 1, p. 49-64, Feb 2010. ISSN 1600-0838 (Electronic)

0905-7188 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20487503> >.

- 46 VISSER, M. et al. Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 60, n. 3, p. 324-33, Mar 2005. ISSN 1079-5006 (Print)

1079-5006 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15860469> >.

- 47 NEWMAN, A. B. et al. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 61, n. 1, p. 72-7, Jan 2006. ISSN 1079-5006 (Print)

1079-5006 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16456196> >.

- 48 BEAN, J. F. et al. The relationship between leg power and physical performance in mobility-limited older people. **J Am Geriatr Soc**, v. 50, n. 3, p. 461-7, Mar 2002. ISSN 0002-8614 (Print)

0002-8614 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11943041> >.

- 49 BEAN, J. et al. Weighted stair climbing in mobility-limited older people: a pilot study. **J Am Geriatr Soc**, v. 50, n. 4, p. 663-70, Apr 2002. ISSN 0002-8614 (Print)

0002-8614 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11982666> >.

- 50 THOMPSON, B. J. et al. Effects of aging on maximal and rapid velocity capacities of the leg extensors. **Exp Gerontol**, v. 58C, p. 128-131, Aug 4 2014. ISSN 1873-6815 (Electronic)

0531-5565 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25102339> >.

- 51 IZQUIERDO, M. et al. Maximal strength and power characteristics in isometric and dynamic actions of the upper and lower extremities in middle-aged and older men. **Acta Physiol Scand**, v. 167, n. 1, p. 57-68, Sep 1999. ISSN 0001-6772 (Print)

0001-6772 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10519978> >.

- 52 TRAPPE, S. et al. Single muscle fibre contractile properties in young and old men and women. **J Physiol**, v. 552, n. Pt 1, p. 47-58, Oct 1 2003. ISSN 0022-3751 (Print)

0022-3751 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12837929> >.

- 53 GOODPASTER, B. H. et al. Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly: The Health ABC Study. **J Appl Physiol** (1985), v. 90, n. 6, p. 2157-65, Jun 2001. ISSN 8750-7587 (Print)
- 0161-7567 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11356778> >.
- 54 LANG, T. et al. Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and assessment. **Osteoporos Int**, v. 21, n. 4, p. 543-59, Apr 2010. ISSN 1433-2965 (Electronic)
- 0937-941X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19779761> >.
- 55 BASSEY, E. J. et al. Leg extensor power and functional performance in very old men and women. **Clin Sci (Lond)**, v. 82, n. 3, p. 321-7, Mar 1992. ISSN 0143-5221 (Print)
- 0143-5221 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1312417> >.
- 56 CASEROTTI, P. et al. Contraction-specific differences in maximal muscle power during stretch-shortening cycle movements in elderly males and females. **Eur J Appl Physiol**, v. 84, n. 3, p. 206-12, Mar 2001. ISSN 1439-6319 (Print)
- 1439-6319 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11320637> >.
- 57 KATZ, S. et al. Active life expectancy. **N Engl J Med**, v. 309, n. 20, p. 1218-24, Nov 17 1983. ISSN 0028-4793 (Print)
- 0028-4793 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6633571> >.
- 58 RAMIREZ-CAMPILLO, R. et al. High-speed resistance training is more effective than low-speed resistance training to increase functional capacity and muscle performance in older women. **Exp Gerontol**, v. 58C, p. 51-57, Jul 9 2014. ISSN 1873-6815 (Electronic)
- 0531-5565 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25014621> >.
- 59 SAYERS, S. P. High-speed power training: a novel approach to resistance training in older men and women. A brief review and pilot study. **J Strength Cond Res**, v. 21, n. 2, p. 518-26, May 2007. ISSN 1064-8011 (Print)
- 1064-8011 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17530980> >.
- 60 PEREIRA, A. et al. Effects of high-speed power training on functional capacity and muscle performance in older women. **Exp Gerontol**, v. 47, n. 3, p. 250-5, Mar 2012. ISSN 1873-6815 (Electronic)

0531-5565 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22234287> >.

<sup>61</sup> MISZKO, T. A. et al. Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 58, n. 2, p. 171-5, Feb 2003. ISSN 1079-5006 (Print)

1079-5006 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12586856> >.

<sup>62</sup> HENWOOD, T. R.; TAAFFE, D. R. Improved physical performance in older adults undertaking a short-term programme of high-velocity resistance training. **Gerontology**, v. 51, n. 2, p. 108-15, Mar-Apr 2005. ISSN 0304-324X (Print)

0304-324X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15711077> >.

<sup>63</sup> SAYERS, S. P. et al. Effect of leg muscle contraction velocity on functional performance in older men and women. **J Am Geriatr Soc**, v. 53, n. 3, p. 467-71, Mar 2005. ISSN 0002-8614 (Print)

0002-8614 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15743291> >.

<sup>64</sup> TRAPPE, S. et al. Effect of resistance training on single muscle fiber contractile function in older men. **J Appl Physiol (1985)**, v. 89, n. 1, p. 143-52, Jul 2000. ISSN 8750-7587 (Print)

0161-7567 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10904046> >.

<sup>65</sup> HENWOOD, T. R.; RIEK, S.; TAAFFE, D. R. Strength versus muscle power-specific resistance training in community-dwelling older adults. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 63, n. 1, p. 83-91, Jan 2008. ISSN 1079-5006 (Print)

1079-5006 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18245765> >.

<sup>66</sup> CADORE, E. L. et al. Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. **Age (Dordr)**, v. 36, n. 2, p. 773-85, Apr 2014. ISSN 1574-4647 (Electronic). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24030238> >.

<sup>67</sup> AAGAARD, P. Training-induced changes in neural function. **Exerc Sport Sci Rev**, v. 31, n. 2, p. 61-7, Apr 2003. ISSN 0091-6331 (Print)

0091-6331 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12715968> >.

- 68 REEVES, N. D.; NARICI, M. V.; MAGANARIS, C. N. Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans. **J Appl Physiol**, v. 96, n. 3, p. 885-92, Mar 2004. ISSN 8750-7587 (Print)
- 0161-7567 (Linking). Disponível em: < [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=14578365](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=14578365) >.
- 69 KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Med Sci Sports Exerc**, v. 36, n. 4, p. 674-88, Apr 2004. ISSN 0195-9131 (Print)
- 0195-9131 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15064596> >.
- 70 HASS, C. J. et al. Single versus multiple sets in long-term recreational weightlifters. **Med Sci Sports Exerc**, v. 32, n. 1, p. 235-42, Jan 2000. ISSN 0195-9131 (Print)
- 0195-9131 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10647555> >.
- 71 MARSHALL, P. W.; MCEWEN, M.; ROBBINS, D. W. Strength and neuromuscular adaptation following one, four, and eight sets of high intensity resistance exercise in trained males. **Eur J Appl Physiol**, Mar 31 2011. ISSN 1439-6327 (Electronic)
- 1439-6319 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21451937> >.
- 72 PETERSON, M. D. et al. Progression of volume load and muscular adaptation during resistance exercise. **Eur J Appl Physiol**, v. 111, n. 6, p. 1063-71, Jun 2011. ISSN 1439-6327 (Electronic)
- 1439-6319 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21113614> >.
- 73 HENWOOD, T. R.; TAAFFE, D. R. Short-term resistance training and the older adult: the effect of varied programmes for the enhancement of muscle strength and functional performance. **Clin Physiol Funct Imaging**, v. 26, n. 5, p. 305-13, Sep 2006. ISSN 1475-0961 (Print)
- 1475-0961 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16939509> >.
- 74 BECK, T. W. The importance of a priori sample size estimation in strength and conditioning research. **J Strength Cond Res**, v. 27, n. 8, p. 2323-37, Aug 2013. ISSN 1533-4287 (Electronic)
- 1064-8011 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23880657> >.

- 75 BERG, H. E.; TEDNER, B.; TESCH, P. A. Changes in lower limb muscle cross-sectional area and tissue fluid volume after transition from standing to supine. **Acta Physiol Scand**, v. 148, n. 4, p. 379-85, Aug 1993. ISSN 0001-6772 (Print) 0001-6772 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8213193> >.
- 76 KUMAGAI, K. et al. Sprint performance is related to muscle fascicle length in male 100-m sprinters. **Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 3, p. 811-816, 2000.
- 77 KORHONEN, M. T. et al. Biomechanical and skeletal muscle determinants of maximum running speed with aging. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, n. 4, p. 844-56, Apr 2009. ISSN 1530-0315 (Electronic) 0195-9131 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19276848> >.
- 78 CHILIBECK, P. D. et al. Effect of creatine ingestion after exercise on muscle thickness in males and females. **Med Sci Sports Exerc**, v. 36, n. 10, p. 1781-8, Oct 2004. ISSN 0195-9131 (Print) 0195-9131 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15595301> >.
- 79 NARICI, M. V. et al. Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 59, n. 4, p. 310-9, 1989. ISSN 0301-5548 (Print) 0301-5548 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2583179> >.
- 80 SAHALY, R. et al. Maximal voluntary force and rate of force development in humans - Importance of instruction. **Eur J Appl Physiol**, v. 85, n. 3-4, p. 345-350, 2001. ISSN 14396319 (ISSN). Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0034891524&partnerID=40&md5=7d457f5d76d1d164830fe5b7a6544a5a> >.
- 81 ANDERSEN, L. L. et al. Changes in the human muscle force-velocity relationship in response to resistance training and subsequent detraining. **J Appl Physiol (1985)**, v. 99, n. 1, p. 87-94, Jul 2005. ISSN 8750-7587 (Print) 0161-7567 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15731398> >.
- 82 AAGAARD, P. et al. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **J Appl Physiol (1985)**, v. 93, n. 4, p. 1318-26, Oct 2002. ISSN 8750-7587 (Print) 0161-7567 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12235031> >.

- 83 ANDERSEN, L. L.; AAGAARD, P. Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. **Eur J Appl Physiol**, v. 96, n. 1, p. 46-52, Jan 2006. ISSN 1439-6319 (Print)  
1439-6319 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16249918> >.
- 84 BUŚKO, K.; GAJEWSKI, J. Muscle Strength and Power of Elite Female and Male Swimmers. **Baltic Journal of Health and physical activity**, v. 3, p. 13-18, 2011.
- 85 BUŚKO, K.; NOWAK, A. Changes of maximal muscle torque and maximal power output of lower extremities in male judoists during training. **Human Movement**, v. 7, n. 2, p. 168-177, 2008.
- 86 RIKLI, R. E.; JONES, C. J. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 7, n. 2, p. 129-161, Apr 1999. ISSN 1063-8652. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000079452400001 >.
- 87 SKELTON, D. A. et al. Effects of resistance training on strength, power, and selected functional abilities of women aged 75 and older. **J Am Geriatr Soc**, v. 43, n. 10, p. 1081-7, Oct 1995. ISSN 0002-8614 (Print)  
0002-8614 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7560695> >.
- 88 RHEA, M. R. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. **J Strength Cond Res**, v. 18, n. 4, p. 918-20, Nov 2004. ISSN 1064-8011 (Print)  
1064-8011 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15574101> >.
- 89 NOGUEIRA, W. et al. Effects of power training on muscle thickness of older men. **Int J Sports Med**, v. 30, n. 3, p. 200-4, Mar 2009. ISSN 1439-3964 (Electronic)  
0172-4622 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19199198> >.
- 90 ENSRUD, K. E. et al. Correlates of impaired function in older women. **J Am Geriatr Soc**, v. 42, n. 5, p. 481-9, May 1994. ISSN 0002-8614 (Print)  
0002-8614 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8176141> >.
- 91 CORMIE, P.; MCGUIGAN, M. R.; NEWTON, R. U. Influence of strength on magnitude and mechanisms of adaptation to power training. **Med Sci Sports Exerc**, v. 42, n. 8, p. 1566-81, Aug 2010. ISSN 1530-0315 (Electronic)



0195-9131 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20639724> >.

<sup>92</sup> STONE, M. H. et al. Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps. **J Strength Cond Res**, v. 17, n. 1, p. 140-7, Feb 2003. ISSN 1064-8011 (Print)

1064-8011 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12580669> >.

<sup>93</sup> BORDE, R.; HORTOBAGYI, T.; GRANACHER, U. Dose-Response Relationships of Resistance Training in Healthy Old Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Med**, v. 45, n. 12, p. 1693-720, Dec 2015. ISSN 1179-2035 (Electronic)

0112-1642 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26420238> >.

<sup>94</sup> PLOUTZ-SNYDER, L. L.; GIAMIS, E. L. Orientation and familiarization to 1RM strength testing in old and young women. **J Strength Cond Res**, v. 15, n. 4, p. 519-23, Nov 2001. ISSN 1064-8011 (Print)

1064-8011 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11726267> >.

<sup>95</sup> DEL BALSIO, C.; CAFARELLI, E. Adaptations in the activation of human skeletal muscle induced by short-term isometric resistance training. **J Appl Physiol (1985)**, v. 103, n. 1, p. 402-11, Jul 2007. ISSN 8750-7587 (Print)

0161-7567 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17446407> >.

<sup>96</sup> FOLLAND, J. P.; BUCKTHORPE, M. W.; HANNAH, R. Human capacity for explosive force production: Neural and contractile determinants. **Scand J Med Sci Sports**, v. 24, n. 6, p. 894-906, Dec 2014. ISSN 1600-0838 (Electronic)

0905-7188 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25754620> >.

<sup>97</sup> BALSCHAW, T. G. et al. Training-specific functional, neural, and hypertrophic adaptations to explosive- vs. sustained-contraction strength training. **J Appl Physiol (1985)**, v. 120, n. 11, p. 1364-73, Jun 1 2016. ISSN 1522-1601 (Electronic)

0161-7567 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27055984> >.

<sup>98</sup> CASEROTTI, P. et al. Explosive heavy-resistance training in old and very old adults: changes in rapid muscle force, strength and power. **Scand J Med Sci Sports**, v. 18, n. 6, p. 773-82, Dec 2008. ISSN 1600-0838 (Electronic)

0905-7188 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18248533> >.

<sup>99</sup> MAFFIULETTI, N. A. et al. Asymmetry in quadriceps rate of force development as a functional outcome measure in TKA. **Clin Orthop Relat Res**, v. 468, n. 1, p. 191-8, Jan 2010. ISSN 1528-1132 (Electronic)

0009-921X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19597897> >.

<sup>100</sup> AAGAARD, P.; ANDERSEN, J. L. Correlation between contractile strength and myosin heavy chain isoform composition in human skeletal muscle. **Med Sci Sports Exerc**, v. 30, n. 8, p. 1217-22, Aug 1998. ISSN 0195-9131 (Print)

0195-9131 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9710860> >.

<sup>101</sup> AAGAARD, P. et al. Moment and power generation during maximal knee extensions performed at low and high speeds. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 69, n. 5, p. 376-81, 1994. ISSN 0301-5548 (Print)

0301-5548 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7875131> >.

<sup>102</sup> NARICI, M. V. et al. Human quadriceps cross-sectional area, torque and neural activation during 6 months strength training. **Acta Physiol Scand**, v. 157, n. 2, p. 175-86, Jun 1996. ISSN 0001-6772 (Print)

0001-6772 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8800357> >.

<sup>103</sup> BLAZEVIICH, A. J. et al. Effect of contraction mode of slow-speed resistance training on the maximum rate of force development in the human quadriceps. **Muscle Nerve**, v. 38, n. 3, p. 1133-46, Sep 2008. ISSN 0148-639X (Print)

0148-639X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18642358> >.

<sup>104</sup> THOMPSON, B. J. et al. Age-related changes in the rate of muscle activation and rapid force characteristics. **Age (Dordr)**, v. 36, n. 2, p. 839-49, Apr 2014. ISSN 1574-4647 (Electronic)

0161-9152 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24338233> >.

<sup>105</sup> BLAZEVIICH, A. J. Effects of physical training and detraining, immobilisation, growth and aging on human fascicle geometry. **Sports Med**, v. 36, n. 12, p. 1003-17, 2006. ISSN 0112-1642 (Print)

0112-1642 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17123325> >.

- 106 ULLRICH, B. et al. Neuromuscular Responses to 14 Weeks of Traditional and Daily Undulating Resistance Training. **Int J Sports Med**, v. 36, n. 7, p. 554-62, Jun 2015. ISSN 1439-3964 (Electronic)  
0172-4622 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25760153> >.
- 107 CORMIE, P.; MCCAULLEY, G. O.; MCBRIDE, J. M. Power versus strength-power jump squat training: influence on the load-power relationship. **Med Sci Sports Exerc**, v. 39, n. 6, p. 996-1003, Jun 2007. ISSN 0195-9131 (Print)  
0195-9131 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17545891> >.
- 108 NEWTON, R. U.; KRAEMER, W. J.; HAKKINEN, K. Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. **Med Sci Sports Exerc**, v. 31, n. 2, p. 323-30, Feb 1999. ISSN 0195-9131 (Print)  
0195-9131 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10063823> >.
- 109 CORMIE, P.; MCGUIGAN, M. R.; NEWTON, R. U. Developing maximal neuromuscular power: part 2 - training considerations for improving maximal power production. **Sports Med**, v. 41, n. 2, p. 125-46, Feb 01 2011. ISSN 1179-2035 (Electronic)  
0112-1642 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21244105> >.
- 110 POJEDNIC, R. M. et al. The specific contributions of force and velocity to muscle power in older adults. **Exp Gerontol**, v. 47, n. 8, p. 608-13, Aug 2012. ISSN 1873-6815 (Electronic)  
0531-5565 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22626972> >.
- 111 STUDENSKI, S. et al. Gait speed and survival in older adults. **JAMA**, v. 305, n. 1, p. 50-8, Jan 5 2011. ISSN 1538-3598 (Electronic)  
0098-7484 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21205966> >.
- 112 TSENG, B. S. et al. Strength and aerobic training attenuate muscle wasting and improve resistance to the development of disability with aging. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 50 Spec No, p. 113-9, Nov 1995. ISSN 1079-5006 (Print)  
1079-5006 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7493203> >.
- 113 RAMIREZ-CAMPILLO, R. et al. High-speed resistance training is more effective than low-speed resistance training to increase functional capacity and

muscle performance in older women. **Exp Gerontol**, v. 58, p. 51-7, Oct 2014. ISSN 1873-6815 (Electronic)

0531-5565 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25014621> >.

114 PEREIRA, A. et al. Muscle performance and functional capacity retention in older women after high-speed power training cessation. **Exp Gerontol**, v. 47, n. 8, p. 620-4, Aug 2012. ISSN 1873-6815 (Electronic)

0531-5565 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22659151> >.

115 SAYERS, S. P. et al. Changes in function and disability after resistance training: does velocity matter?: a pilot study. **Am J Phys Med Rehabil**, v. 82, n. 8, p. 605-13, Aug 2003. ISSN 0894-9115 (Print)

0894-9115 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12872017> >.

116 REID, K. F. et al. Lower extremity power training in elderly subjects with mobility limitations: a randomized controlled trial. **Ageing Clin Exp Res**, v. 20, n. 4, p. 337-43, Aug 2008. ISSN 1594-0667 (Print)

1594-0667 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18852547> >.

117 DELMONICO, M. J. et al. Effects of moderate-velocity strength training on peak muscle power and movement velocity: do women respond differently than men? **J Appl Physiol (1985)**, v. 99, n. 5, p. 1712-8, Nov 2005. ISSN 8750-7587 (Print)

0161-7567 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16002767> >.

118 PETRELLA, J. K. et al. Contributions of force and velocity to improved power with progressive resistance training in young and older adults. **Eur J Appl Physiol**, v. 99, n. 4, p. 343-51, Mar 2007. ISSN 1439-6319 (Print)

1439-6319 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17165058> >.

119 BUCHNER, D. M. et al. Evidence for a non-linear relationship between leg strength and gait speed. **Age Ageing**, v. 25, n. 5, p. 386-91, Sep 1996. ISSN 0002-0729 (Print)

0002-0729 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8921145> >.

120 DAMAS, F. et al. A review of resistance training-induced changes in skeletal muscle protein synthesis and their contribution to hypertrophy. **Sports Med**, v. 45, n. 6, p. 801-7, Jun 2015. ISSN 1179-2035 (Electronic)

0112-1642 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25739559> >.

121 CHARETTE, S. L. et al. Muscle hypertrophy response to resistance training in older women. **J Appl Physiol** (1985), v. 70, n. 5, p. 1912-6, May 1991. ISSN 8750-7587 (Print)

0161-7567 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1864770> >.

122 AAGAARD, P. et al. A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. **J Physiol**, v. 534, n. Pt. 2, p. 613-23, Jul 15 2001. ISSN 0022-3751 (Print)

0022-3751 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11454977> >.

123 DE VITO, G. et al. Effects of a low-intensity conditioning programme on VO<sub>2</sub>max and maximal instantaneous peak power in elderly women. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 80, n. 3, p. 227-32, Aug 1999. ISSN 0301-5548 (Print)

0301-5548 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10453925> >.

124 EARLES, D. R.; JUDGE, J. O.; GUNNARSSON, O. T. Velocity training induces power-specific adaptations in highly functioning older adults. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 82, n. 7, p. 872-8, Jul 2001. ISSN 0003-9993 (Print)

0003-9993 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11441371> >.

125 HAKKINEN, K. et al. Changes in electromyographic activity, muscle fibre and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. **Acta Physiol Scand**, v. 171, n. 1, p. 51-62, Jan 2001. ISSN 0001-6772 (Print)

0001-6772 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11350263> >.

126 GABRIEL, D. A.; KAMEN, G.; FROST, G. Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. **Sports Med**, v. 36, n. 2, p. 133-49, 2006. ISSN 0112-1642 (Print)

0112-1642 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16464122> >.

127 RAMIREZ-CAMPILLO, R. et al. 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**, v. 11, p. 1797-1804, 2016. ISSN 1178-1998 (Electronic)

1176-9092 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28008239> >.

128 LEXELL, J. et al. Heavy-resistance training in older Scandinavian men and women: short- and long-term effects on arm and leg muscles. **Scand J Med Sci Sports**, v. 5, n. 6, p. 329-41, Dec 1995. ISSN 0905-7188 (Print)

0905-7188 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8775717> >.

129 SYLLIAAS, H. et al. Prolonged strength training in older patients after hip fracture: a randomised controlled trial. **Age Ageing**, v. 41, n. 2, p. 206-12, Mar 2012. ISSN 1468-2834 (Electronic)

0002-0729 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22198639> >.

130 LOPEZ, P. et al. Echo intensity independently predicts functionality in sedentary older men. **Muscle Nerve**, v. 55, n. 1, p. 9-15, Jan 2017. ISSN 1097-4598 (Electronic)

0148-639X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27145419> >.

131 WILHELM, E. N. et al. Relationship between quadriceps femoris echo intensity, muscle power, and functional capacity of older men. **Age (Dordr)**, v. 36, n. 3, p. 9625, Jun 2014. ISSN 1574-4647 (Electronic). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24515898> >.

132 HERMAN, T.; GILADI, N.; HAUSDORFF, J. M. Properties of the 'timed up and go' test: more than meets the eye. **Gerontology**, v. 57, n. 3, p. 203-10, 2011. ISSN 1423-0003 (Electronic)

0304-324X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20484884> >.

**ANEXO A****QUESTIONÁRIO BAECKE MODIFICADO PARA IDOSO (QBMI)  
(VOORRIPS et al., 1991 – traduzido por SIMÕES, 2009)**

---

**Domínio 1– ATIVIDADE DE VIDA DIÁRIA**

---

**1. Você realiza algum trabalho doméstico em sua casa? (Lavar louças, tirar o pó, consertar roupas, etc.).**

- 0-Nunca (menos de uma vez por mês)
- 1-Às vezes (somente quando o parceiro ou ajuda não está disponível)
- 2-Quase sempre (às vezes com ajuda)
- 3-Sempre (Sozinho ou com ajuda)

**2. Você realiza algum trabalho doméstico pesado? (Lavar pisos e janelas, carregar lixo, varrer a casa e etc.).**

- 0-Nunca (menos que uma vez por mês)
- 1-Às vezes (somente quando um ajudante não está disponível)
- 2-Quase sempre (às vezes com ajuda)
- 3-Sempre (sozinho ou com ajuda)

**3. Para quantas pessoas você faz tarefas domésticas na sua casa? (Incluindo você mesmo, preencher 0 se você respondeu nunca nas questões 1 e 2).**

---

**4. Quantos cômodos você tem que limpar, incluindo cozinha, quarto, garagem, porão, banheiro, sótão, etc.? (Preencher 0 se respondeu nunca nas questões 1 e 2).**

- 0-Nunca faz trabalhos domésticos
- 1-Um a seis cômodos
- 2-Sete a nove cômodos
- 3-Dez ou mais cômodos

**5. Se limpa algum cômodo, em quantos andares? (Preencher 0 se respondeu nunca na questão 4).**

---

**6. Você prepara refeições quentes para si mesmo, ou você ajuda a preparar?**

- 0-Nunca
- 1-Às vezes (uma ou duas vezes por semana)
- 2-Quase sempre (três a cinco vezes por semana)
- 3-Sempre (mais de cinco vezes por semana)

**7.Quantos lances de escada você sobe por dia? (Um lance de escada tem dez degraus).**

- 0-Eu nunca subo lances
- 1-Um a cinco lances
- 2-Seis a dez lances
- 3-Mais de dez lances

**8.Se você vai a algum lugar em sua cidade, que tipo de transporte você utiliza?**

- 0-Eu nunca saio
- 1-Carro
- 2-Transporte público
- 3-Bicicleta
- 4-Caminhando

**9.Com que frequência você faz compras?**

- 0-Nunca ou menos de uma vez por semana
- 1-Uma vez por semana
- 2-Duas a quatro vezes por semana
- 3-Todos os dias

**10.Se você faz compras, que tipo de transporte você utiliza?**

- 0-Eu nunca faço compras
- 1-Carro
- 2-Transporte público
- 3-Bicicleta
- 4-Caminhando

**Domínio 2 - Atividades Esportivas**

Você pratica algum esporte?

Exemplos: Caminhar, correr, nadar, esportes coletivos, lutas, xadrez.

Esporte1Nome/tipo \_\_\_\_\_

Intensidade (código) (1a) \_\_\_\_\_

Horas por semana  
(código) (1b) \_\_\_\_\_

Quantos meses por ano (código) (1c) \_\_\_\_\_



Esporte2

Nome/ tipo \_\_\_\_\_

Intensidade(código) (2a) \_\_\_\_\_

Horas por semana (código)(2b) \_\_\_\_\_

---

### Domínio 3 - ATIVIDADES DE TEMPO LIVRE

---

Você faz alguma atividade de tempo livre?

#### **Atividade de tempo livre 1**

Nome/ tipo \_\_\_\_\_

Intensidade (código) (1a) \_\_\_\_\_

Horas por semana (código) (1b) \_\_\_\_\_

Quantos meses por ano (código) (1c) \_\_\_\_\_

#### **Atividade 2**

Nome/ tipo \_\_\_\_\_

Intensidade (código) (2a) \_\_\_\_\_

Horas por semana (código)(2b) \_\_\_\_\_

Quantos meses por ano (código) (2c) \_\_\_\_\_

#### **Atividade 3**

Nome/ tipo \_\_\_\_\_

Intensidade (código)(3a) \_\_\_\_\_

Horas por semana(código)(3b) \_\_\_\_\_

Quantos meses por ano (código)(3c) \_\_\_\_\_

**ANEXO B - FICHA PARA ANAMNESE**

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Data de nascimento:     /     /                      Telefone para contato:

Massa corporal total: \_\_\_\_\_                      Estatura: \_\_\_\_\_

IMC: \_\_\_\_\_                      Pressão arterial:     /

Pratica exercício físico regularmente?

( ) Sim. Qual? \_\_\_\_\_ Faz quanto tempo? \_\_\_\_\_

( ) Não

( ) Praticava. Quando parou? \_\_\_\_\_

É fumante?

( ) Sim

( ) Não

( ) Parou. Faz quanto tempo? \_\_\_\_\_

Apresenta ou já apresentou:

( ) Artrite

( ) Asma ou bronquite

( ) Hérnia

( ) Diabetes

( ) Hipertensão arterial

( ) Doenças arterial coronariana

( ) Hipertiriodismo

( ) Hipotiriodismo

( ) Doenças hipofisárias

( ) Outra (outra doença cardiovascular, câncer, etc). Qual?

---

Possui histórico familiar de:

( ) Diabetes

( ) Doenças cardiovasculares. Qual? \_\_\_\_\_

Atualmente possui acompanhamento médico?

( ) Sim

( ) Não

Utiliza algum medicamento, complemento ou suplemento alimentar?

( ) Sim. Qual/quais? \_\_\_\_\_

( ) Não

Tem conhecimento de seus níveis de colesterol sanguíneo?

( ) Sim. Como estão (elevados, limítrofes, desejáveis)? \_\_\_\_\_

( ) Não

Atualmente faz alguma dieta de restrição alimentar?

( ) Sim

( ) Não

## ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### EFEITO DO VOLUME DO TREINO DE POTÊNCIA NAS ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES, COMPOSIÇÃO CORPORAL E PERFIL METABÓLICO DE MULHERES IDOSAS.

Eu, \_\_\_\_\_,  
portador do documento de identidade número \_\_\_\_\_,  
concordo voluntariamente em participar do estudo “**Efeito do volume do treino de potência nas adaptações neuromusculares de mulheres idosas**” que envolverá na participação de um programa de exercícios de força. Entendo que os testes que realizarei têm por objetivo avaliar as respostas sobre o desenvolvimento de força, potência muscular, alterações na massa muscular, composição corporal, perfil metabólico e capacidade funcional de forma crônica. Assim como entendo que poderei fazer parte de um dos dois grupos que vão compor o estudo: grupo de treinamento de força para potência com uma série ou grupo de treinamento de força para potência com três séries.

Declaro estar ciente de que o estudo será desenvolvido na Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (rua Felizardo, nº 750, bairro Jardim Botânico), durante o período de 28 semanas, sob a coordenação do professor Ronei Silveira Pinto e executado pelo doutorando Regis Radaelli, e autorizo a realização dos seguintes procedimentos:

Dispor-me da realização de três coletas sanguíneas pela veia antecubital (parte anterior do braço), para aquisição de aproximadamente 10 ml de sangue para a determinação do perfil metabólico antes, após as 12 semanas de treinamento e após 24 semanas de treinamento.

Fazer-me responder um questionário específico sobre informações pessoais, histórico de atividade física e de saúde.

Participar aleatoriamente de um dos grupos de treinamento de força (musculação) grupo de treinamento de força para potência com uma série, grupo de treinamento de força (musculação) para potência com três séries durante o período de

24 semanas, com frequência de duas sessões de treinamento semanais com ao menos 48 horas de intervalo entre as sessões de treinamento.

Evitar qualquer alteração abrupta nos meus níveis de atividade física, estilo de vida e dieta alimentar durante o período do estudo.

Passar por testes de ultra-sonografia muscular, ultra-sonografia visceral, testes composição corporal por Densitometria por absorção de raios-X de dupla energia, força máxima dinâmica (1RM) de extensão dos joelhos, potência muscular máxima de extensão dos joelhos, de sentar e levantar de uma cadeira, e de percorrer uma distância de 5 metros, subir escadas antes, após as 12 semanas de treinamento e após as 24 semanas de treinamento.

Disponho-me à preparação da pele para a avaliação da eletromiografia de superfície, que inclui os seguintes procedimentos: raspagem dos pêlos, abrasão e limpeza com álcool nas regiões em que serão colocados os eletrodos. Estou ciente de que minha pele, com a raspagem dos pêlos e a abrasão e limpeza no local em que os eletrodos serão colocados, poderá ficar avermelhada e que esta vermelhidão da pele poderá permanecer por até dois dias. Além disso, estou ciente também de que poderei sentir leve ardência logo após este procedimento.

Disponho-me à fixação de eletrodos de superfície na região anterior da coxa e em cima do osso clavicular (parte da frente do tronco) para avaliação eletromiográfica, antes, após as 12 semanas de treinamento e após as 24 semanas de treinamento.

Entendo que durante os testes de esforço poderá haver riscos, desconforto e cansaço muscular temporário, havendo possibilidade de mudanças da minha frequência cardíaca e pressão arterial durante os testes e durante o período de treinamento. Entendo que, como em qualquer programa de treinamento físico, há possibilidade de lesões musculares durante o período de testes e treinamento. Porém, estou ciente que posso interromper os testes e o treinamento a qualquer momento, ao meu critério.

Entendo que terei minha participação excluída do estudo caso: Não participar de ao menos 40 sessões de treinamento ou apresente mais do que três faltas consecutivas; Apresente limitações articulares que limitem a execução do programa de treinamento, podendo ou não colocar minha saúde em risco.

Entendo que tenho liberdade em recusar-me a participar ou retirar o consentimento em qualquer fase do estudo, sem sofrer penalização ou prejuízo e que não haverá qualquer compensação financeira pela minha participação no estudo, assim como, no caso de alguma lesão física resultante diretamente de minha participação.

Entendo que os dados relativos à minha pessoa serão confidenciais e disponíveis somente sob minha autorização escrita. Caso sejam publicados, os dados não serão associados a minha pessoa.

Entendo que uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará comigo e outra via ficará com o pesquisador responsável, ambas assinadas por mim.

Entendo que, caso julgue ter havido a violação de algum dos meus direitos, poderei fazer contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS, pelo telefone (51) 33083629.

Estou ciente de que estará disponível uma linha telefônica para Assistência Médica de Emergência 192, assim como o Professor Ronei Silveira Pinto e o doutorando Regis Radaelli se responsabilizarão por possível assistência pós-testes, quando necessária. Eventuais dúvidas serão esclarecidas a qualquer momento através do telefone (51) 33085845, pelo professor Ronei Silveira Pinto e pelo aluno de doutorado Regis Radaelli.

Porto Alegre, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Nome completo: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_