

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

Diana Carolina Müller

**COMPARAÇÃO ENTRE DOIS VOLUMES DE TREINO DE POTÊNCIA NA
MELHORA DA FUNCIONALIDADE DE MULHERES IDOSAS**

Porto Alegre

2016

Diana Carolina Müller

**COMPARAÇÃO ENTRE DOIS VOLUMES DE TREINO DE POTÊNCIA NA
MELHORA DA FUNCIONALIDADE DE MULHERES IDOSAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Programa de Graduação
em Educação Física – Licenciatura, da
Escola de Educação Física da
Universidade Federal do Rio Grande do
Sul.

Orientador: Prof.^o Dr. Eduardo Lusa Cadore

Co-orientador: Ms. Regis Radaelli

Porto Alegre

2016

Diana Carolina Müller

**COMPARAÇÃO ENTRE DOIS VOLUMES DE TREINO DE POTÊNCIA NA
MELHORA DA FUNCIONALIDADE DE MULHERES IDOSAS**

Conceito final:

Aprovado em dede.....

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. – UFRGS

RESUMO

O treinamento de potência tem mostrado eficiência em atenuar os efeitos deletérios do envelhecimento sobre o sistema neuromuscular. Existem poucas informações a respeito do volume do TP sobre as adaptações neuromusculares em indivíduos idosos. O objetivo do presente estudo foi comparar o efeito de 12 semanas de TP realizado com uma série ou três séries por exercício na força rápida e no desempenho funcional de mulheres idosas. Idosas saudáveis (≥ 60 anos; $n=30$) randomizadas em dois grupos: grupo uma série e grupo três séries. Os voluntários realizaram o TP por 12 semanas que consistiu na execução do exercício de extensão de joelhos com intensidade de 35%, 45% e 60% de uma repetição máxima (1RM), com progressão a cada quatro semanas. Foi avaliada antes e após 12 semanas de TP a taxa de produção de torque (TPT) nos momentos $0-50\text{N.m.s}^{-1}$ e $0-200\text{N.m.s}^{-1}$ durante uma contração isométrica voluntária máxima de extensão do joelho e o desempenho nos testes funcionais de sentar e levantar, Timed Up and Go e subir escadas. A normalidade e a homogeneidade dos dados foram testadas através do teste de Shapiro Wilk e Levene, um teste ANOVA de dois fatores (tempo x grupo) foi utilizado para analisar os efeitos da intervenção. Após 12 semanas de treinamento ambos os grupos melhoraram de maneira significativa ($p < 0,05$) a taxa de produção de torque e seu desempenho em todos os testes funcionais sem diferença entre grupos ($p > 0,05$).

Palavras chave: Envelhecimento, volume de treino, funcionalidade, treino de potência.

ABSTRACT

The power training has shown effectiveness in attenuate the deleterious effects of aging on the neuromuscular system. There is little information about the TP volume on neuromuscular adaptations in the elderly. The aim of present study was to compare the effects of 12 weeks of TP held a single set or three sets per exercise in rapid strength and functional performance in elderly women. Healthy older women (≥ 60 years; $n=30$) were randomized to two groups: single set group and three sets group. The volunteers performed the TP for 12 weeks which consisted of the knee extension exercise with intensity of 35%, 45% and 60% of one repetition maximum (1RM), with progression every four weeks. Rate of torque development (RTD) at times 0-50N.m.s⁻¹ e 0-200N.m.s⁻¹ during a maximal voluntary isometric contraction knee extension, and performance in functional tests of sitting and standing, Timed Up and Go and climbing stairs. The normality and homogeneity of data were tested using the Shapiro-Wilk and Levene, the ANOVA two factors (time x group) was used to analyze the effects of intervention. After 12 weeks of training both groups improved significantly ($p<0,05$) the rate of torque development and functional performance with no difference between groups ($p> 0.05$).

Key words: Aging, training volume, functionality, power training.

LISTA DE SIGLAS

| | |
|-------------|--|
| 1-RM | Uma-repetição máxima |
| CIVM | Contração isométrica voluntária máxima |
| TFT | Treinamento de força tradicional |
| TP | Treinamento de potência |
| TPT | Taxa de produção de torque |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 8 |
| 2 OBJETIVOS..... | 10 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL | 10 |
| 2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO..... | 10 |
| 3 REVISÃO DE LITERATURA..... | 10 |
| 3.1 PROCESSO DE ENVELHECIMENTO..... | 10 |
| 3.2 PERDA DE FORÇA RÁPIDA MUSCULAR E LIMITAÇÃO FUNCIONAL NO ENVELHECIMENTO..... | 12 |
| 3.3 TREINO DE POTÊNCIA NAS ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES, TAXA DE PRODUÇÃO DE TORQUE E FUNCIONALIDADE..... | 14 |
| 3.4 VOLUME DO TREINO DE FORÇA..... | 16 |
| 4 MATERIAIS E MÉTODOS | 17 |
| 4.1 PROBLEMA DA PESQUISA | 17 |
| 4.2 HIPÓTESE | 18 |
| 4.3 DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS..... | 18 |
| 4.3.1 Variáveis independentes | 18 |
| 4.3.2 Variáveis dependentes | 18 |
| 4.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA..... | 18 |
| 4.3 POPULAÇÃO | 18 |
| 4.4 AMOSTRA | 18 |
| 4.5 TAMANHO AMOSTRAL..... | 19 |
| 4.5.1 Critérios de inclusão | 19 |
| 4.5.2 Critérios de exclusão | |
| 4.6 DESENHO EXPERIMENTAL..... | |
| 4.6.1 Seleção da amostra..... | |
| 4.7 AVALIAÇÃO PRÉ-TREINAMENTO | 22 |
| 4.7.1 Teste de 1-RM de extensão dos joelhos | 22 |
| 4.7.2 Taxa de produção de torque..... | 23 |
| 4.7.3 Tempo no teste de sentar e levantar | 24 |
| 4.7.4 Teste Timed up and Go | 24 |
| 4.7.5 Teste de subir escadas..... | 25 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| 4.8 Programa de treinamento..... | 25 |
| 4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA | 27 |
| 5 RESULTADOS..... | 27 |
| 5.1 TAXA DE PRODUÇÃO DE TORQUE | 27 |
| 5.1 TESTE SENTAR E LEVANTAR | 28 |
| 5.2 TESTE TIMED UP AND GO | 28 |
| 5.3 TESTE SUBIR ESCADAS..... | 29 |
| 6 DISCUSSÃO..... | 30 |
| 7 CONCLUSÃO | 33 |
| 8 REFERÊNCIAS | 33 |

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da longevidade, estima-se que no ano de 2030, o número de idosos poderá chegar a setenta milhões nos países desenvolvidos (Davini e Nunes., 2003). No Brasil, as projeções para o ano de 2025, indicam que a população total aumentará cinco vezes em relação à de 1950 e o número de indivíduos acima de 65 anos terá aumentado quinze vezes (Davini e Nunes., 2003). Embora o envelhecimento seja um processo natural, o mesmo está associado a um aumento de condições prejudiciais à saúde e da prevalência de incapacidade funcional. Como consequência, foi estimado que o número de pessoas idosas necessitando de cuidados em longo prazo devido à perda de independência funcional vai quadruplicar até 2050 (Miljkovic et al., 2015).

Em grande parte, o prejuízo na funcionalidade está ligado ao fato do processo de envelhecimento estar acompanhado por alterações no sistema neuromuscular. Entre essas alterações estão, a diminuição da quantidade de massa muscular esquelética (sarcopenia), da capacidade de produzir força, potência e força rápida, as quais contribuem para aumento de limitações funcionais, redução na independência e qualidade de vida (Aagaard et al., 2010). Previamente tem se demonstrado que o declínio na capacidade dos membros inferiores de produzir força rápida relacionada ao envelhecimento parece ser o mais importante indicador de limitações funcionais em idosos. Além disso, a força rápida está associada ao risco de quedas e desvios posturais na população idosa (Aagaard et al., 2010; Izquierdo et al., 1999).

O treinamento de força tradicional (TFT) (onde se executa com aproximadamente dois segundos cada uma das fases, concêntrica e excêntrica) demonstra promover de maneira significativa a hipertrofia muscular e ganhos de força máxima em idosos, as quais têm relação com a melhoria na capacidade funcional em atividades da vida diária (Aagaard et al., 2010). Porém, no desenvolvimento da força rápida, o TFT tem apresentado pouca eficiência, especialmente porque não inclui ações musculares explosivas (Izquierdo et al., 2001).

Já o treino de potência (TP) o qual consiste na realização de contrações explosivas (em que a fase concêntrica do movimento é realizada o mais rápido

possível, enquanto a fase excêntrica é executada em torno de 2-3s) tem demonstrado gerar aumentos na força máxima, massa muscular, bem como na capacidade de produzir força rápida e melhoras na funcionalidade (Izquierdo et al., 1999; Pereira et al., 2012; Henwood et al., 2005). Portanto, pode ser mais importante o TP para pessoas idosas do que o TFT (Henwood et al., 2005). Em dois estudos prévios (Bottaro et al., 2007; Ramirez-Campillo et al., 2014) os autores compararam o efeito de um período TP e TFT sobre o desempenho funcional de indivíduos idosos. Após a intervenção, ambos os estudos reportaram melhoras significativamente maiores no tempo dos testes que replicam atividades da vida diária dos sujeitos do grupo TP.

Uma variável relacionada com a capacidade de produção de força rápida é a taxa de produção de torque (TPT), a qual é calculada a partir da inclinação da curva torque-tempo ($\Delta\text{torque}/\Delta\text{tempo}$) durante uma contração isométrica (Hakkinen et al., 1985). A TPT representa a capacidade de produzir torque rapidamente sendo essa demonstrada ter importante relação com funcionalidade de indivíduos idosos. Estudos prévios demonstraram que indivíduos idosos com maiores TPT eram menos propensos a desequilíbrios e a incidência de quedas (Bento et al., 2010; Pijnappels et al., 2008). Laroche et al., (2010), também reportaram que mulheres idosas com maiores tendências de quedas tiveram menores níveis de TPT de extensão de joelhos, apresentando prejuízos na propulsão durante a marcha e durante a recuperação na perda de equilíbrio. Sugerindo que a força rápida é um componente essencial na capacidade funcional dos membros inferiores de mulheres idosas.

Embora seja entendido que o TP seja eficiente para promover benefícios em indivíduos idosos, atualmente, pouco é conhecido sobre o volume de treinamento necessário. Com relação ao TFT e volume, um estudo prévio (Radaelli et al., 2013) comparou o TFT realizado com uma série e três séries por exercício em mulheres idosas (60 a 74 anos) nas adaptações neuromusculares. Após 13 semanas de treinamento, os autores observaram similares ganhos na força máxima, massa muscular e qualidade muscular dos membros inferiores. Entretanto, estudos avaliando o volume e as adaptações neuromusculares ainda são necessários para melhor compreensão do TP em idosos.

Sendo assim, estudos de comparação entre volumes (uma série e três séries por exercício) do TP em indivíduos idosos poderiam contribuir para melhor

prescrição desse modelo de treinamento. Se ambos os volumes promovem similares adaptações, a prescrição de protocolos de treino compostos com uma série poderia ser mais acessível para essa população, uma vez que levam menos tempo para conclusão e assim estão associados com uma maior adesão dos praticantes (Galvão e Taaffe., 2005; Radaelli et al., 2013).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

A partir dos argumentos descritos anteriormente e da falta de estudos investigando o efeito do volume do TP, o objetivo do estudo é comparar o efeito de 12 semanas de TP realizado com uma série e três séries por exercício na força rápida e funcionalidade de mulheres idosas.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Analisar e comparar o efeito do TP realizado com uma série e três séries após 12 semanas nas seguintes variáveis:

- TPT de extensão de joelho;
- Desempenho no teste *Timed Up and Go*;
- Desempenho no teste sentar e levantar;
- Desempenho no teste subir escadas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 PROCESSO DE ENVELHECIMENTO

O processo de envelhecimento é acompanhado por alterações estruturais e funcionais no sistema neuromuscular. As reduções progressivas na força e massa muscular de idosos são importantes fatores que contribuem para limitações funcionais, redução na independência e qualidade de vida (Aagaard et al., 2010).

Tem sido demonstrado que o início do declínio da capacidade de produção de

força ocorre entre a terceira e a quarta década de vida, com um grau bem mais acentuado de diminuição após a quinta década (Deschenes et al., 2004). A redução na força ocorre especialmente nos membros inferiores, que por sua vez leva a potencializar negativamente a mobilidade e o desempenho em atividades da vida diária (Vandervort et al., 2002). A diminuição da capacidade de produção de força decorrente do processo de envelhecimento é chamada de dinapenia, a qual está associada a prejuízos na ativação neural e reduções na capacidade de produzir força do músculo esquelético (Clark et al., 2008; Manini et al., 2012; Evans et al., 1995; Doherty et al., 2003).

Dentre alguns mecanismos da dinapenia pode se sugerir a reduzida ativação das fibras musculares decorrente do déficit na liberação do cálcio durante a contração muscular, redução na quantidade e função da proteína miosina (Miljkovic et al., 2015). Assim como, a perda de motoneurônios espinais devida à apoptose, denervação e reinervação de fibras musculares e a diminuição do diâmetro das bainhas de mielinas nos axônios dos motoneurônios (Miljkovic et al., 2015; Aagaard et al., 2010).

O avanço da idade está associado também com mudanças significativas na composição corporal. A diminuição do tamanho e do número de fibras musculares (principalmente as do tipo II) é conhecida como sarcopenia, sendo responsável pelo declínio na função muscular (Miljkovic et al., 2015; Doherty, 2003).

O envelhecimento também está relacionado com a redução no número de células satélites, principalmente aquelas associadas a fibras do tipo II (Verdijk et al., 2007). Assim como, alterações específicas do tipo de fibra, as quais podem ser explicadas pela remodelação relacionada com a idade, das unidades motoras que resultam principalmente na denervação de fibras musculares tipo II com colateral reinervação de fibras musculares do tipo I (Verdijk et al., 2007; Macaluso et al., 2004). Além disso, o sistema nervoso é afetado por uma reduzida capacidade de recrutamento das unidades motoras pela redução da velocidade de contração e frequência de disparo dos impulsos mioelétricos (Barry e Carson., 2004). A diminuição dos níveis de atividade física com o avançar da idade também é um fator promotor da diminuição da força e da prevalência de limitações funcionais (Macaluso et al., 2004).

Embora seja bem conhecido que o envelhecimento promove declínio na

capacidade de produção de força e na quantidade de massa muscular, essas valências não são as mais prejudicadas com o envelhecimento. A diminuição da capacidade de produção de força rápida demonstra um declínio mais acentuado do que a capacidade de produção de força máxima e massa muscular. Dessa forma, tem sido sugerido ter maior relevância na realização de tarefas da vida diária e independência (Deschenes et al., 2004). Assim, intervenções a fim de melhorar a potência muscular e capacidade de produção de força rápida têm grande importância para indivíduos idosos.

3.2 PERDA DE FORÇA RÁPIDA MUSCULAR E LIMITAÇÃO FUNCIONAL NO ENVELHECIMENTO.

A força rápida muscular é definida pela taxa de aumento da força em um dado intervalo de tempo no período inicial da contração muscular; sendo dependente de propriedades neurais e morfológicas (Hakkinen et al., 1985). Dentre os motivos do declínio da força rápida com envelhecimento está à redução seletiva das unidades motoras do tipo II, a atrofia e a perda das fibras musculares do tipo II, as quais estão associadas à rápida geração de força e a alta velocidade de contração (Macaluso et al., 2004). Bem como, perda de motoneurônios, decréscimo na taxa máxima de disparos e diminuição na velocidade de condução de potenciais de ação (Aagaard et al., 2010). Outros fatores que podem ser responsáveis pelo decréscimo da força rápida em idosos são as alterações no metabolismo de liberação do cálcio pelo retículo sarcoplasmático (Miljkovic et al., 2015). Assim como as alterações na composição de isoformas de miosina nas fibras musculares, as propriedades funcionais e enzimáticas da miosina, o aumento no tecido não-contrátil e a perda de rigidez no tendão relacionada a transferência de força, podem levar a um declínio na taxa de desenvolvimento de torque, ou seja, declínios na força rápida muscular (Miljkovic et al., 2015; Macaluso et al., 2004).

O declínio na força rápida muscular é um importante indicador de limitações funcionais (Izquierdo et al. 1999; Miszko et al. 2003). Estudos apontam que a força rápida dos membros inferiores pode prever as limitações funcionais, como por exemplo, através do teste de sentar e levantar, subir escadas, caminhada e da taxa de produção de torque (Basseby et al., 1992; Bean et al., 2002; Jones et al., 1999;

Suzuki et al., 2001).

Além de prejuízos funcionais, a diminuição da força rápida também se associa com risco de quedas; aproximadamente 30% dos indivíduos idosos com 65 anos ou mais, caem pelo menos uma vez por ano, com 50% de recorrência dentro do mesmo período de tempo (Masud and Morris et al., 2001). Em estudo prévio, Laroche et al. (2010) compararam mulheres idosas com maiores e menores tendências de queda, onde encontraram níveis de taxa de produção de torque (TPT) menores em idosas com maior tendência de queda, sugerindo prejuízos na propulsão durante a marcha e mais lentidão na recuperação durante a perda de equilíbrio. Bem como, Bento et al., (2010) verificaram que a taxa de produção de torque dos músculos flexores do joelho observadas em mulheres idosas sem histórico de quedas foi maior do que nas com quedas e mostraram uma relação significativa com o número de quedas. Burksmann et al., (2008) apontam que aproximadamente 35% dos idosos sofrem algum tipo de queda a cada ano, aumentando este percentual com o avançar da idade, sendo que 50% destas quedas levam a algum tipo de lesão (5% a 6% de lesões graves e 5% de fraturas).

Izquierdo et al. (1999) encontraram que a capacidade de produção de força rápida diminui drasticamente com o avanço da idade através de um estudo comparativo entre homens (20, 40 e 70 anos). Verificaram que a taxa de produção de torque em 50ms demonstrou valores inferiores nos sujeitos do grupo de 70 anos, apresentando uma diferença na TPT entre os grupos M20 e M70 de 65%; porém os valores médios entre o grupo M20 e M40 não diferiram significativamente.

Esses prejuízos na função muscular e o subsequente comprometimento da função motora associados ao processo de envelhecimento e a diminuição da força rápida, afetam diretamente a qualidade de vida dos idosos, diminuindo suas habilidades em tarefas simples, tornando difícil a realização de atividades cotidianas. Também favorecem o surgimento de afecções psicoemocionais, como baixa autoestima e depressão (Hunter et al., 2001). Sendo assim, a perda de força rápida pode ser mais danosa ao idoso do que a perda de força máxima também do ponto de vista social.

Portanto, o envelhecimento é responsável por prejuízos significativos na capacidade de produção de força rápida. Além disso, um estilo de vida sedentário pode acentuar esse processo de perda e impactar na saúde do idoso, influenciando

diretamente na sua funcionalidade e capacidade de realizar tarefas básicas do cotidiano. Deste modo, a inclusão de um programa de treinamento de força voltado para o desenvolvimento da força rápida muscular tem grande importância na melhora do desempenho físico em indivíduos idosos.

3.3 TREINO DE POTÊNCIA NAS ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES, TAXA DE PRODUÇÃO DE TORQUE E FUNCIONALIDADE.

Pelos argumentos supracitados, em populações idosas a manutenção da força rápida é um fator chave para o desempenho de tarefas diárias, bem como na diminuição do risco de quedas especialmente em mulheres (Izquierdo et al., 2001).

O treinamento de força tradicional (TFT) se mostra efetivo na melhoria da força máxima, porém o seu efeito sobre as habilidades funcionais pode ser menor que o treinamento de potência muscular (Macaluso et al., 2004). Portanto, a eficácia dos programas de treinamento de força tradicional em idosos foi recentemente questionada, pois esses modelos não incluem atividades rápidas e explosivas (Izquierdo et al., 2001).

O TFT normalmente envolve contrações musculares realizadas com velocidades relativamente lentas (2 segundos fase concêntrica e 2 segundos fase excêntrica) (Bottaro et al., 2007). Já, o TP utiliza contrações musculares de alta velocidade durante a fase concêntrica e de lenta a moderada na fase excêntrica do movimento (Buford et al., 2014; Nogueira et al., 2009). Na grande maioria dos estudos que realizam o TP os sujeitos são instruídos a realizar a fase concêntrica do movimento o mais rápido possível, enquanto que realizam a fase excêntrica em torno de 2-3 segundos.

Comparando os dois métodos de treinamento, Miszko et al. (2003) identificaram que um programa de alta velocidade TP envolvendo um volume de trabalho inferior resultou em uma melhoria significativamente maior no desempenho funcional em homens e mulheres idosos (65 a 90 anos) do que o TFT de baixa velocidade com um volume de trabalho maior.

Bottaro et al. (2007) também avaliaram os dois métodos de treinamento durante 10 semanas em idosos de 60 a 76 anos e verificaram que o TP foi mais eficaz do que o TFT para melhoria do desempenho funcional em homens idosos. Além disso, ambos os regimes de treinamento foram eficazes no aumento da força

muscular, mas o TP resultou num maior incremento da potência muscular.

Em outro estudo, Wallerstein et al., (2012) compararam o TFT e o TP nas adaptações neuromusculares de indivíduos idosos. Verificaram após 16 semanas de treinamento, incrementos significativos na TPT de ambos os grupos (TFT: 13.3%, TP: 12,6%). Sugerindo que ambos os protocolos de treinamento são eficazes no incremento na TPT e, assim, ajudam na prevenção de quedas e melhorias na funcionalidade.

Com relação ao TP, LaRoche et al. (2008) encontraram que após oito semanas de treino de potência, mulheres jovens (18 a 33 anos) e idosas (65 a 84 anos) melhoraram a TPT comparado ao grupo controle (34% para as mulheres jovens e 9% para as idosas). Em outro estudo, Bottaro et al. (2007) verificaram um aumento de desempenho em testes funcionais com idosos que foram submetidos a um TP durante 10 semanas. Os indivíduos do grupo TP apresentaram 15,31% de redução no tempo do teste de “8-Foot up-and-go”, 42,84% de aumento no número de repetições do teste de sentar e levantar em 30s e 50,26% de aumento no número de repetições do teste de flexão de cotovelo.

Henwood et al. (2005) também analisaram o efeito do TP durante oito semanas em idosos (homens e mulheres) com frequência de duas vezes na semana. Após o período de treinamento os indivíduos apresentaram incrementos significativos na força muscular avaliada nos exercícios *leg press* (21,4%), flexão de joelhos (82%), na potência muscular de extensão de joelho (18,3%), e melhora no tempo para subir escadas (10,8%), assim como diminuição nos tempos dos testes que replicam atividades da vida diária *floor rise to standing*, *chair rise* (10,4%) e caminhada de 6 metros (6,6%).

A força rápida muscular é dependente da taxa de aumento da força em um dado intervalo de tempo no período inicial da contração muscular, sendo os valores máximos dessa taxa alcançados em um período de tempo entre 100 e 300ms. Essa taxa é conhecida como taxa de produção de torque (TPT) e é obtida através da razão entre a variação da força e a variação do tempo (Hakkinen et al., 1985).

Hakkinen et al. (1998) avaliaram o efeito de seis meses de treinamento de alta resistência combinado a exercícios explosivos, com frequência semanal de duas vezes na TPT de homens e mulheres de meia idade e idosos. Após o período de treinamento verificaram incrementos significativos na TPT em ambos os grupos,

meia idade (homens: $41 \pm 14\%$, mulheres: $31 \pm 18\%$) e idosos (homens: $40 \pm 10\%$, mulheres: $28 \pm 10\%$). Em outro estudo, LaRoche et al., (2009) investigaram o efeito do TP em mulheres idosas (73.0 ± 7.2 anos) durante oito semanas e verificaram melhora de 64% na TPT.

Caserotti et al., (2007) também investigaram o TP realizado durante 12 semanas sobre a TPT em mulheres idosas (divididas em dois grupos: G60 e G80 anos). Os resultados demonstraram melhoras significativas na TPT em ambos os grupos (G60: 18%, G80: 50,5%). Ainda, os aumentos na força isométrica máxima e características de força explosiva para G80 foram de tal magnitude que o déficit comparado ao G60 no momento pré desapareceu, mostrando-se estatisticamente não significativa após o treinamento.

Portanto, o TP o qual incorpora contrações explosivas deve ser prescrito para indivíduos idosos. Visto que, além de promover hipertrofia, resulta na melhora significativa do desempenho físico, gerando melhoras na potência muscular, força rápida e na velocidade de ativação muscular, podendo ser mais efetivo na melhora do desempenho em tarefas da vida diária (Cadore et al., 2014; Henwood et al., 2005; Izquierdo et al., 1999). Sendo assim, compreender o uso do programa de treinamento explosivo em mulheres idosas é uma tarefa importante para esta faixa etária, relativamente pouco estudada (Pereira et al., 2012).

3.4 VOLUME DO TREINO DE FORÇA

A prescrição do exercício de força depende do controle de algumas variáveis, incluindo a intensidade do treinamento (carga), o número de séries e repetições (volume), duração do período de descanso entre as séries e exercícios, frequência de treinamento e velocidade de repetição (Galvão e Taffe 2004).

O volume do treinamento é calculado a partir do produto entre o número de repetições e número de séries realizadas em cada exercício. Estudos prévios têm demonstrado que ambos os volumes de treinamento, uma série e três séries, são eficientes na produção do estímulo necessário para provocar adaptações fisiológicas específicas, como incrementos na força e na massa muscular (Hass et al., 2000; Galvão e Taffe 2004, Peterson et al., 2011).

Com relação ao volume do TFT, Galvão e Taffe (2005) investigaram o efeito

de 20 semanas de treinamento, uma série e três séries por exercício em homens e mulheres idosas, com frequência de duas vezes semanais. Os autores observaram incrementos significativos no 1RM de extensão de joelhos no grupo que treinou uma série ($20,8 \pm 19,9\%$) e três séries ($38,9 \pm 24,7$). Com aumento significativamente superior para o grupo que treinou com três séries.

Cannon e Marino (2010) também analisaram o TFT com uma e três séries por exercício em mulheres idosas (60 a 78 anos) durante 10 semanas com frequência de duas vezes na semana. Após o período de treinamento, incremento similar entre os grupos foi observado no valor de 1RM de extensão de joelhos (grupo uma série 13,5% e grupo três séries 18,5%) e na força máxima isométrica de extensão de joelho (uma série 6,8% e três séries 7,5%).

Em outro estudo recente, Radaelli et al. (2014) avaliaram o TFT com uma série e três séries por exercício em mulheres idosas (60 a 74 anos) após 6, 13 e 20 semanas nas adaptações neuromusculares dos membros superiores e inferiores. Após a intervenção, os autores observaram que os efeitos foram similares com uma e três séries no ganho de força máxima, massa muscular e qualidade muscular nos membros superiores e inferiores após 13 semanas. Entretanto, os ganhos de força foram superiores no grupo que treinou três séries por exercício após as 20 semanas.

Mesmo tendo estudos que analisaram o efeito de uma série e três séries no TFT em indivíduos idosos, ainda faltam estudo com relação ao número de séries e o TP. Deste modo, mais informações a respeito do volume do TP, adaptações neuromusculares e melhoras na funcionalidade poderiam melhorar a eficiência na prescrição desse modelo de treinamento para indivíduos idosos.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 PROBLEMA DA PESQUISA

O treino de potência realizado com uma série e três séries vão promover similares melhoras na força rápida e na funcionalidade de mulheres idosas após 12 semanas de treinamento?

4.2 HIPÓTESE

O TP realizado com uma série e três séries vão promover similar melhora na força rápida e na funcionalidade dos membros inferiores de mulheres idosas após 12 semanas de treinamento.

4.3 DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS

4.3.1 Variáveis independentes

- Grupo de TP com uma série;
- Grupo de TP com três séries.

4.3.2 Variáveis dependentes

- Taxa de produção de torque nos momentos: 0-50N.m.s⁻¹ e 0-200N.m.s⁻¹;
- Tempo no teste de sentar e levantar;
- Tempo no teste *Timed up and Go*;
- Tempo no teste de subir escadas.

4.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

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

4.3 POPULAÇÃO

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

4.4 AMOSTRA

A seleção da amostra ocorreu por meio de anúncios em jornais de publicação local e posterior por contato telefônico. Os sujeitos foram informados sobre os procedimentos metodológicos do estudo, sendo-lhes entregue um documento individual em que foi manifestado o interesse em fazer parte da amostra, devendo este estar assinado pelo participante do estudo.

4.5 TAMANHO AMOSTRAL

O tamanho da amostra foi calculado no programa G Power versão 3.0.10 adotado recomendação prévia (Beck 2013). Os estudos de Radaelli et al. (Radaelli et al., 2013; Radaelli et al., 2014), Cannon e Marino (Cannon e Marino., 2010) e Hunter (Hunter., 2002) foram utilizados como base para o cálculo do tamanho amostral do presente estudo. Para o cálculo foi adotado nível de significância de 0,05 e poder de 80%. Com base nas diferenças entre as médias e desvios-padrão os cálculos demonstraram “n” mínimo de dez indivíduos por grupo. Entretanto, devido às possíveis perdas amostrais que poderão ocorrer ao longo do estudo o “n” inicial será de 15 sujeitos por grupo.

4.5.1 Critérios de inclusão

Para participar desse projeto os sujeitos deveriam:

- Ser do sexo feminino;
- Possuir 60 anos ou mais e ser pós-menopáusia (interrupção da menstruação por mais do que um ano);
- Não ter participado de qualquer programa de exercício físico sistemático por pelo menos seis meses prévios ao início desse projeto;
- Possuir índice de massa corporal (IMC) entre 18,5 e 29,9 kg.m⁻²;
- Não ser cardiopata, hipertenso, diabético ou qualquer outra doença metabólica;
- Não ser fumante ou ter parado de fumar por pelo menos cinco anos.

4.5.2 Critérios de exclusão

Foram excluídos do estudo os sujeitos que:

- Apresentaram problemas articulares que impossibilitem a execução adequada dos exercícios da rotina de treinamento;
- Não participaram de pelo menos 20 sessões de treinamento ou faltarem três ou mais do que três sessões de treinamento consecutivas.

4.6 DESENHO EXPERIMENTAL

No mesmo dia em que o sujeito assinou o termo de consentimento manifestado o interesse em participar do estudo, foi avaliado a estatura e a massa corporal total dos sujeitos. Na visita seguinte os sujeitos foram submetidos de duas a três sessões de familiarização com os exercícios de força, 1RM e a taxa de produção de torque de extensão de joelho e os tempos nos testes de sentar e levantar, *Timed Up and Go* e teste de subir escadas. Após esse período os participantes foram submetidos a dois dias de avaliação pré treinamento (PRÉ) onde foi avaliado 1RM em um dos dias e no outro a taxa de produção de torque de extensão de joelho e os tempos nos testes de sentar e levantar, *Timed Up and Go* e teste de subir escadas.

O programa de treinamento iniciou 48h após a última avaliação, e foi constituído por 12 semanas de treinamento no total, com duas sessões de treino por semana (24 sessões de treinamento). Após as doze semanas de treinamento (PÓS 12), entre dois a quatro dias após a 24^o sessão de treino, os sujeitos compareceram ao laboratório, para passar pela mesma sequência de avaliações realizadas antes do início do treinamento. Todos os participantes foram instruídos a não modificar sua rotina de exercícios físicos e hábitos alimentares ao longo do estudo. A ordem dos protocolos de avaliação está resumida na figura 1.

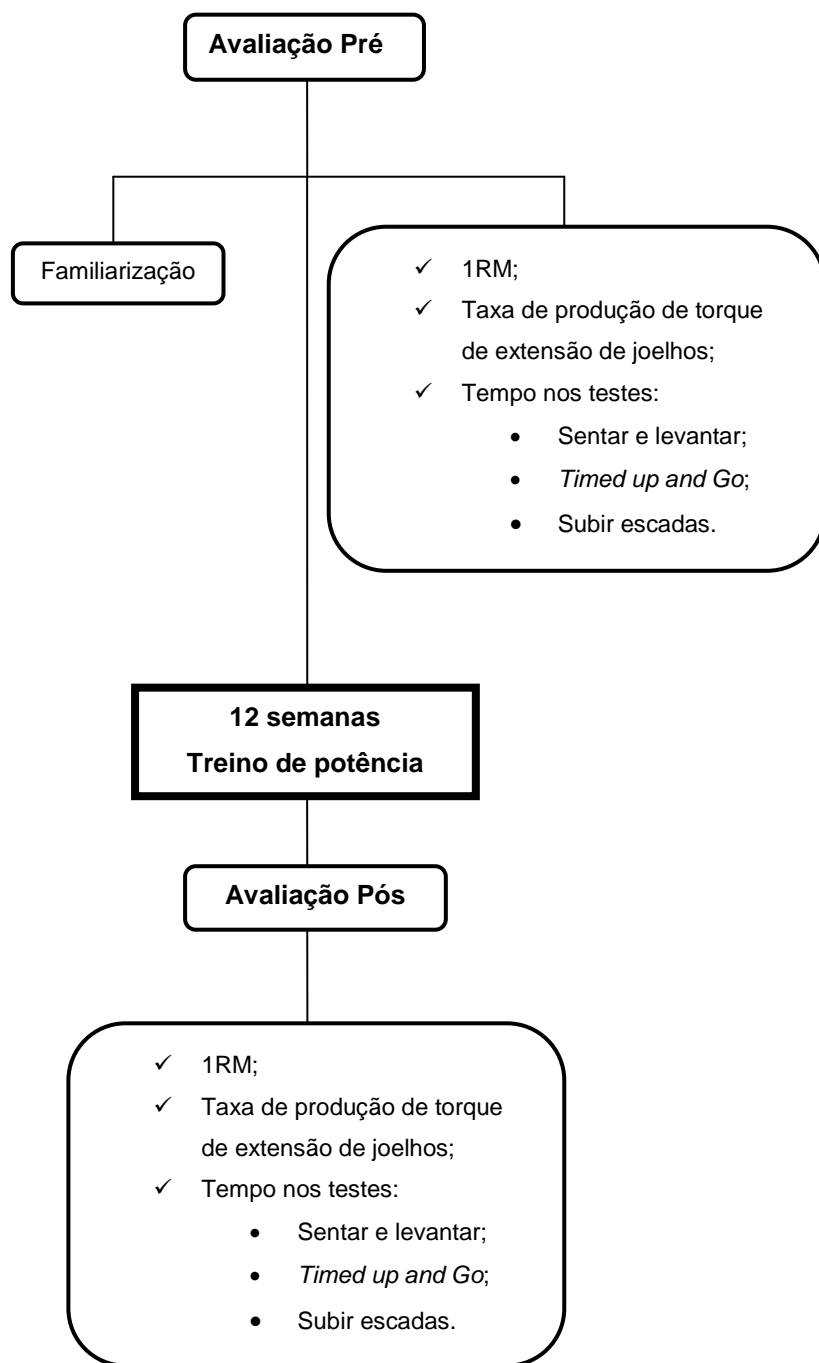


Figura 1. Desenho experimental simplificado. 1-RM: uma-repetição máxima.

4.6.1 Seleção da amostra

A seleção da amostra ocorreu por meio de anúncios, o qual havia um pequeno texto convidando idosas com idade igual ou superior a 60 anos para participarem voluntariamente de um projeto de TCC que abordará o seguinte tema:

treinamento de força para desenvolvimento de potência muscular em mulheres idosas. No texto também foi incluído o número de telefone do aluno para que as mulheres interessadas possam entrar em contato e obter mais informações sobre a pesquisa. O recrutamento dos sujeitos da pesquisa teve duração de 3 meses, com início no “mês 1” e término previsto para o “mês 3”. Após triagem por contato telefônico os sujeitos que se adequaram aos critérios de inclusão compareceram ao LAPEX da ESEF/UFRGS. Nesta primeira visita os sujeitos foram cuidadosamente informados sobre os procedimentos metodológicos dessa investigação, sendo-lhes posteriormente entregue um documento individual em que é manifestado o interesse em fazer parte da amostra, devendo este ser assinado pelo participante.

4.7 AVALIAÇÃO PRÉ-TREINAMENTO

4.7.1 Teste de 1-RM de extensão dos joelhos

O teste de 1-RM foi realizado como parâmetro para a prescrição da intensidade dos exercícios. Antes do teste máximo cada sujeito foi familiarizado com o teste por cerca de duas a três sessões e a primeira carga teste será estimada nessas sessões de familiarização. Quando houve uma variação na carga $\leq 5\%$ entre sessões de familiarização o sujeito foi considerado familiarizado com o teste (Phillips et al., 2004; Wallerstein et al., 2012).

O teste de 1-RM de extensão de joelhos foi executado em uma cadeira extensora de carga variável (Khone Gym, China), de modo bilateral. Todos os testes foram conduzidos pelo mesmo avaliador e utilizando os mesmos procedimentos antes do treinamento e após 12 semanas de treinamento. Antes do teste, os sujeitos realizaram um aquecimento geral de cinco minutos de duração a 5 km/h na bicicleta ergométrica. Após o aquecimento geral, os participantes foram posicionados no equipamento de extensão de joelhos (Khone Gym, China) com os joelhos e quadris flexionados a 90°. Em seguida, cada sujeito realizou um aquecimento específico consistindo de duas séries de oito repetições com cargas em torno de 50% e 70% da carga estimada para 1-RM.

Durante o aquecimento os sujeitos estenderam os joelhos completamente e a repetição apenas foi considerada válida se os sujeitos fossem capazes de alcançar o

delimitador de amplitude posicionado a frente do equipamento (Figura 2). 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 ajustada baseada nos coeficientes de correção de Lombardi (Lombardi, 1989), e quando não foram capazes de executar nenhuma repetição, a carga será reduzida em 5kg. Entre cada tentativa os sujeitos tiveram 5 minutos de intervalo. Caso mais do que 4 tentativas fossem necessárias para determinar o valor de 1-RM, o teste foi interrompido e realizado em outro dia.

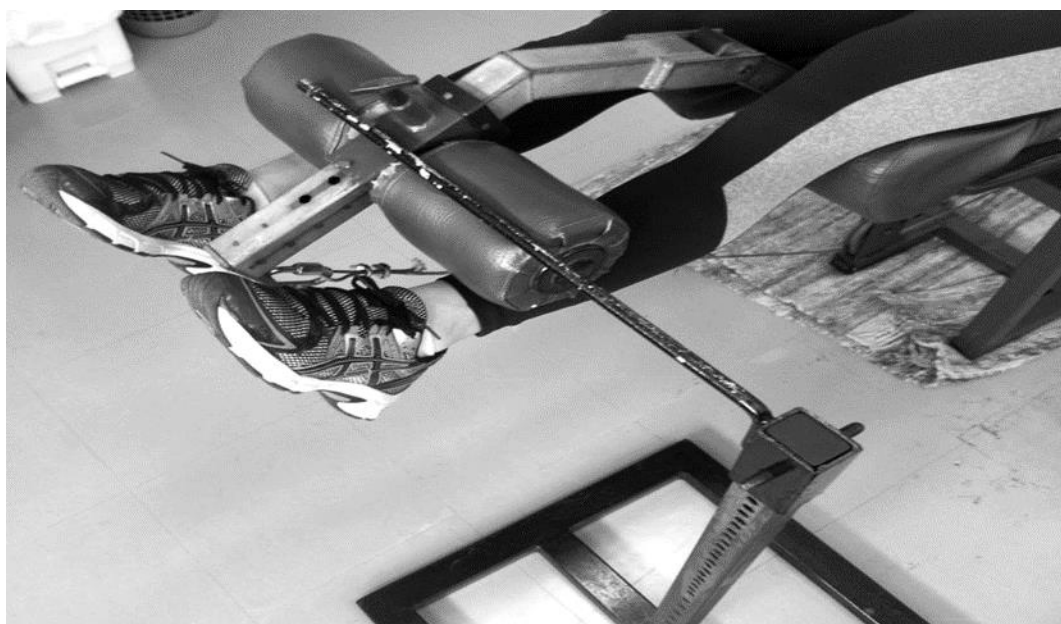


Figura 2. Delimitador de amplitude utilizado no teste de uma repetição máxima de extensão de joelhos.

4.7.2 Taxa de produção de torque

A TPT foi calculada a partir das curvas de torque-tempo obtidas durante uma contração isométrica voluntária máxima (CIVM) de extensão de joelho 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° e foi realizado três CIVMs de 3 segundos de duração cada em 60° de extensão de joelho (0°= joelho

totalmente estendido), com 2 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” (Sahaly et al., 2001). A aquisição da curva de torque ocorreu pela utilização de 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. A TPT foi analisada na CIVM de maior valor de torque ($N.m^{-1}$). A TPT foi determinada na fase inicial de cada CIVM em períodos incrementais de $0-50N.m.s^{-1}$ e $0-200N.m.s^{-1}$ após o início da contração, onde o maior valor obtido em cada intervalo de tempo foi selecionado. O início da contração foi definido como o instante no qual o torque de extensão de joelho excedeu a linha de base em 2 desvio padrões.

4.7.3 Tempo no teste de sentar e levantar

O teste de sentar levantar foi conduzido de acordo com metodologia prévia (Fragala et al., 2014). Esse teste avaliou o tempo em segundos para completar 10 movimentos consecutivos de levantar e sentar em uma cadeira. O teste iniciou com os sujeitos sentados em uma cadeira de 43 cm de altura com os pés apoiados no solo e com os braços cruzados sobre o tórax. Ao comando do avaliador o sujeito executou 10 movimentos consecutivos de levantar e sentar o mais rápido possível com os braços cruzados sobre o tórax. 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 após completar a última repetição. O avaliador forneceu estímulo verbal durante o teste e o tempo para completar 10 repetições foi anotado para posterior comparação.

4.7.4 Teste Timed up and Go

Para a avaliação da marcha com rápido deslocamento e mudança de direção foi utilizado o teste *Timed up and Go*. Este teste foi executado de maneira adaptada à utilizada por (Rikli e Jones, 1999), de forma que os sujeitos foram instruídos a executarem o percurso o mais rápido possível.

Para o teste os indivíduos foram posicionados sentados, com os pés apoiados

no solo, joelhos e quadril flexionados a 90° 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, onde o menor valor das três tentativas foi utilizado para posterior comparação.

4.7.5 Teste de subir escadas

O teste de subir escadas foi conduzido de acordo com metodologia prévia (Skelton et al., 1995). 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, iniciaram a subir os degraus. O tempo foi contabilizado em segundos pelo avaliador com um cronômetro, sendo que o tempo começou a ser contado 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.

4.8 Programa de treinamento

Para avaliar a influência do volume do TP, as mulheres idosas foram distribuídas em quartis em dois grupos de TP: TP com uma série (TP-1 série) e TP três séries (TP-3 séries). Ambos os grupos realizaram o treinamento utilizando similares procedimentos, apenas diferindo no número de séries. O grupo TP-1 série realizou em cada exercício uma série, enquanto que o grupo TP-3 séries realizou três séries em cada exercício. A divisão dos grupos foi realizada de maneira aleatória e balanceada para garantir condições iniciais similares entre os grupos. Contudo, a mesma só aconteceu após as avaliações PRÉ. A partir dos valores de 1-RM de extensão de joelho os sujeitos foram classificados em quartis. Então, os indivíduos de cada quartil foram aleatoriamente alocados em um dos dois grupos de treinamento. Um teste ANOVA one-way foi utilizado para avaliar a presença de

diferenças entre os grupos com relação aos valores de 1-RM de extensão de joelho.

O programa de treinamento de força foi composto por um total de 12 semanas, com frequência bissemanal, contabilizando um total de 24 sessões de treinamento, sendo que as sessões foram sempre separadas pelo período mínimo de 48h de intervalo.

As sessões de treinamento de força foram compostas por oito exercícios, sendo o principal exercício para o quadríceps femoral (extensão de joelho) e os demais como complementos da sessão (flexão de joelhos, puxada frontal, flexão de cotovelo, supino sentado, extensão de cotovelo, abdução e adução de quadril). Os exercícios complementares da sessão de treinamento tinham como objetivo aumentar a aderência dos sujeitos. Os sujeitos de ambos os grupos foram instruídos a realizar em cada exercício a fase concêntrica de cada repetição com a maior velocidade possível e fase excêntrica com 2-3 segundos.

A periodização do treinamento está apresentada na tabela 3. Durante as 12 semanas de treinamento a intensidade foi incrementada linearmente de 30% de 1-RM de extensão de joelho até 60% (tabela 2). A cada quatro semanas de treinamento foi realizado um teste de 1-RM de extensão de joelhos para o ajuste da intensidade do treinamento. Nessas avaliações foram utilizados os mesmos procedimentos metodológicos adotados no PRÉ. O grupo TFP-3 séries teve um intervalo de recuperação de 3 min entre cada série e os dois grupos tiveram um intervalo de recuperação de 3 min entre cada exercício. Cada sessão de treinamento começou com 10 minutos de caminhada em esteira com baixa intensidade (5 km/h). Durante as duas primeiras semanas de treinamento os sujeitos passaram por familiarizações com os exercícios e com as formas de execução a fim de evitar lesões, visto que durante esse período é onde há a maior chance de ocorrer lesões (Shaw et al., 1995).

Tabela 2. Periodização do programa de treinamento para os dois grupos.

| GRUPO TP-1 SÉRIE | | | | GRUPO TP-3 SÉRIES | | | |
|------------------|------------------|------------|-------------|-------------------|------------|-------------|-----------|
| Semana | Número de séries | Repetições | Intensidade | Número de séries | Repetições | Intensidade | Intervalo |
| 1-4 | 1 | 10 | 30% | 3 | 10 | 30% | 3 min |
| 5-8 | 1 | 8 | 45% | 3 | 8 | 45% | 3 min |
| 9-12 | 1 | 6 | 60% | 3 | 6 | 60% | 3 min |

TP-1: grupo treino de potência uma série por exercício; TP-3: grupo treino de potência três séries por exercício.

4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade e a homogeneidade dos dados foram testadas através do teste de Shapiro Wilk e Levene, respectivamente. Foi utilizado o teste ANOVA de dois fatores (tempo x grupo) para analisar os efeitos de 1 e 3 séries de TP, após 12 semanas de intervenção. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

5 RESULTADOS

5.1 TAXA DE PRODUÇÃO DE TORQUE

Na avaliação pré treinamento não foi observada diferença significativa entre os grupos para a taxa de produção de torque ($p > 0,05$). Após as 12 semanas de treinamento, ambos os grupos apresentaram significativo incremento na taxa de produção de torque em 0-50 e 0-200 N.m.s⁻¹ sem diferença significativa entre os grupos ($p < 0,05$) (tabela 4).

Tabela 4. Valores de taxa de produção de torque pré e após 12 semanas de TP. *significativamente maior que o valor pré ($p < 0,05$).

| 1 série | | |
|---------------------------|---------------|----------------|
| | Pré | Pós |
| 0-50 N.m.s ⁻¹ | 391,2 ± 163,2 | 507,3 ± 185,2* |
| 0-200 N.m.s ⁻¹ | 294,3 ± 198,7 | 403,6 ± 222,3* |
| 3 séries | | |
| 0-50 N.m.s ⁻¹ | 436,2 ± 230,2 | 548,3 ± 241,7* |
| 0-200 N.m.s ⁻¹ | 310,4 ± 232,5 | 426,1 ± 254,8* |

5.1 TESTE SENTAR E LEVANTAR

No momento pré treinamento não foi observada diferença significativa entre os grupos com relação ao teste funcional de sentar e levantar. Após o período de treinamento, em ambos os grupos foi observado que não houve melhora significativa no teste ($21,6 \pm 3,0$ segundos para o grupo TP-1 série e $21,9 \pm 3,3$ segundos para o grupo TP-3 séries) (figura 3).

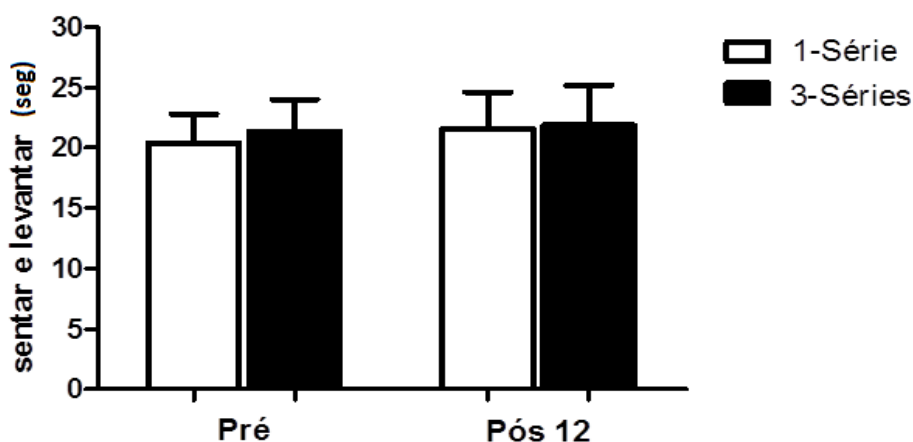


Figura 3. Valores absolutos (média \pm DP) de o teste sentar e levantar, antes e após 12 semanas de treinamento.

5.2 TESTE TIMED UP AND GO

Na avaliação pré treinamento não foi observada diferença significativa entre os grupos para o teste *Timed Up and Go* ($p > 0,05$). Após as 12 semanas de treinamento, ambos os grupos apresentaram melhora no tempo do teste *Timed Up and Go* ($6,62 \pm 0,7s$ para o grupo TP-1 série e $6,57 \pm 0,8s$ para o grupo TP-3 séries) sem diferença significativa entre eles ($p < 0,05$) (figura 4).

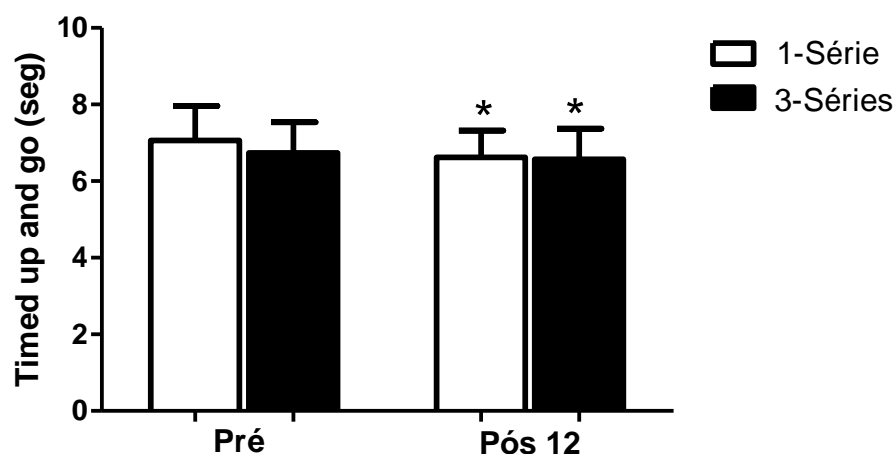


Figura 4. Valores absolutos (média \pm DP) do teste *Timed Up and Go*, antes e após 12 semanas de treinamento; * significativamente menor que o valor pré ($p < 0,05$).

5.3 TESTE SUBIR ESCADAS

No momento pré-treinamento não foi observada diferença significativa entre os grupos com relação ao teste funcional de subir escadas. Após o período de treinamento ambos os grupos demonstraram melhora significativa no tempo do teste de subir escadas ($4,38 \pm 0,61s$ para o grupo TP-1 série e $4,12 \pm 0,6s$ para o grupo TP-3 séries) sem diferença significativa entre os grupos ($p < 0,05$) (figura 5).

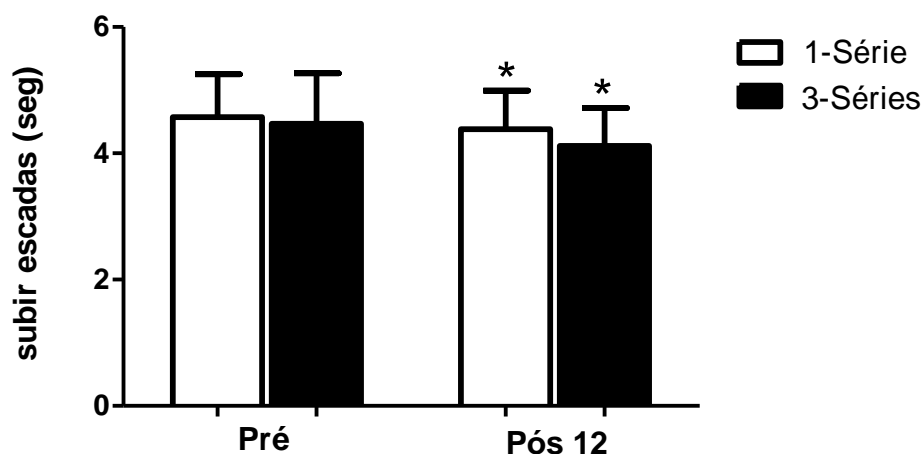


Figura 5. Valores absolutos (média \pm DP) do teste subir escadas, antes e após 12 semanas de treinamento; * significativamente menor que o valor pré ($p < 0,05$).

6 DISCUSSÃO

Os principais achados desse estudo foram que após 12 semanas de treinamento de potência, 1 série e 3 séries promoveram similar incremento na TPT nos momentos 0-50N.m.s⁻¹ e 0-200N.m.s⁻¹, no tempo dos testes subir escadas, *Timed Up and Go* e sentar e levantar em idosas destreinadas. Os resultados do presente estudo corroboram com a hipótese de que ambos os protocolos de treinamento promovem similares aumentos na TPT e na funcionalidade de mulheres idosas. Esses achados têm aplicações práticas importantes, pois indicam que uma série atenua alguns prejuízos do processo de envelhecimento sobre o sistema neuromuscular repercutindo de maneira positiva sobre a independência de mulheres idosas.

Na literatura pesquisada, existem vários estudos mostrando a efetividade do TP sobre a TPT de sujeitos idosos. LaRoche et al., (2008) encontraram que após oito semanas de treino de potência, mulheres idosas (65 a 84 anos) melhoraram (9%) a TPT comparado ao grupo controle. Em outro estudo, LaRoche et al., (2009) investigaram o efeito do TP em mulheres idosas (73,0 ± 7,2 anos) e verificaram que após oito semanas houve melhora de 64% na TPT. Ao encontro desses resultados Hakkinen et al. (1998) observaram que após seis meses de treinamento de alta resistência combinado a exercícios explosivos, com frequência semanal de duas vezes, a TPT de idosas teve incrementos significativos (28 ± 10%). Caserotti et al., (2007) também investigaram o TP realizado durante 12 semanas sobre a TPT em mulheres idosas (divididas em dois grupos: G60 e G80 anos). Os resultados demonstraram melhoras significativas na TPT em ambos os grupos (G60: 18%, G80: 50,5%). Contudo, não foram encontrados estudos comparando volumes de treino de potência na TPT de mulheres idosas.

No presente trabalho ambos os grupos obtiveram ganhos similares na TPT. Assim, a fase inicial do treinamento de potência pode ser prescrito com 1 ou 3 séries para obter ganhos significativos na força rápida. A melhora na TPT resultante de um programa de TP está relacionada à melhora de alguns mecanismos neuromusculares, como a taxa de disparo, a sincronização das unidades motoras e o nível de ativação muscular (Miszko et al., 2003). A partir dos presentes resultados sugere-se que após 12 semanas, ambos os volumes de TP podem ter produzido

similares estímulos sobre os mecanismos relacionados ao incremento da TPT de mulheres idosas.

Os resultados demonstraram que após o período de treinamento ambos os grupos apresentaram melhora no tempo do teste de sentar e levantar (TP-1 pré: $20,4 \pm 2,4$ s e pós: $21,6 \pm 3,0$ s; TP-3 pré: $21,4 \pm 2,6$ s e pós $21,9 \pm 3,3$ s), contudo estatisticamente os incrementos não foram significativos. Diferentemente do presente estudo, Bottaro et al. (2007), verificaram uma melhora significativa após 10 semanas de TP no teste de sentar e levantar (42,8 %). Em outro estudo Ramirez-Campillo et al. (2014) também examinaram o efeito de 12 semanas de TP em idosas. Após o período de treinamento encontraram significativa melhora no teste de sentar e levantar (Pré: $11,8 \pm 2,3$ reps; Pós: $14,4 \pm 3,3$ reps).

Ambos os trabalhos avaliaram o número máximo de repetições para sentar e levantar durante 30 segundos, diferente do presente estudo, o qual foi conduzido de acordo com metodologia de Fragala *et al.*, (2014), utilizando o tempo em segundos para completar 10 movimentos consecutivos de sentar e levantar. Bean et al. (2002), utilizaram a mesma metodologia do presente estudo para o teste de sentar e levantar, verificando uma melhora no tempo do teste após 12 semanas de TP em indivíduos idosos com mobilidade limitada (homens e mulheres) com idade de 65-83 anos. O tempo do teste pré treinamento dos sujeitos ($29,7 \pm 10,32$ s) foi ligeiramente superior ao do presente estudo (TP-1: $20,4 \pm 2,4$ s; TP-3: $21,4 \pm 2,6$ s) sugerindo que, possivelmente a ausência de incrementos significativos pode ter ocorrido devido às idosas já apresentarem um bom nível de condicionamento, ou seja, não apresentarem um declínio funcional muito importante. É possível que um protocolo com maiores volumes ou com mais tempo de treinamento promoveria ganhos estatisticamente significativos no tempo do teste. Entretanto, essa hipótese permanece especulativa e deve ser mais investigada.

Após 12 semanas de treinamento ambos os grupos apresentaram melhora significativas no tempo do teste *Timed Up and Go*. Os resultados corroboram com Bottaro et al. (2007) o qual, também observaram incrementos (15,31%) no teste após 10 semanas de TP com indivíduos idosos. Em outro estudo recente, Ramirez-Campillo et al. (2014) encontraram que idosos que treinaram potência melhoraram o tempo no teste em -17,6 após 12 semanas de treinamento.

Ambos os grupos apresentaram também uma melhora significativa no tempo

do teste de subir escadas após as 12 semanas de treinamento. Esses resultados vão ao encontro da literatura pesquisada; Henwood et al. (2005) analisaram o efeito do TP durante oito semanas em idosos (homens e mulheres) com frequência de duas vezes na semana. Após o período de treinamento os indivíduos apresentaram incrementos significativos no tempo para subir escadas (10,8%). Henwood et al. (2008) propuseram um programa de 24 semanas de TP com frequência de 2 vezes semanais semana e encontraram melhoras significativas no tempo do teste de subir escadas após 8 semanas ($4,52 \pm 0,19s$) e após 24 semanas ($4,57 \pm 0,21s$). Em outro estudo recente Beltran Valls et al. (2014) também investigaram o treinamento de potência em idosos durante 12 semanas, com frequência semanal de 2 vezes e encontraram melhoras no tempo do teste de $8,0 \pm 3,1s$. Os incrementos verificados no tempo do teste de subir escadas sugerem que o TP amenizou os prejuízos funcionais causados pelo envelhecimento. Visto que a execução de tarefas diárias como levantar de uma cadeira, subir escadas e a estabilização do corpo a fim de evitar quedas exige alta velocidade de execução (componente da força rápida muscular), sendo um importante preditor no desempenho funcional de idosos. Os resultados do presente estudo demonstram que a melhora na TPT interfere de maneira positiva, pois as idosas se tornaram mais funcionais, o que pode ser totalmente transferido para as tarefas da vida diária.

Em grande parte, os prejuízos na funcionalidade estão relacionados ao fato do processo de envelhecimento estar acompanhado por alterações estruturais e funcionais no sistema neuromuscular. Entre essas alterações estão, a diminuição da quantidade de massa muscular esquelética (sarcopenia), a capacidade de produzir força, potência e força rápida. Essas mudanças decorrentes do envelhecimento contribuem para o aumento de limitações funcionais, redução na independência e qualidade de vida (Aagaard et al., 2010). Previamente tem se demonstrado que o declínio na capacidade dos membros inferiores de produzir força rápida relacionada ao envelhecimento parece ser o mais importante indicador de limitações funcionais em idosos, uma vez que, a força rápida está diretamente associada ao risco de quedas e desvios posturais na população idosa (Aagaard et al., 2010; Izquierdo et al., 1999). Portanto, a inclusão de um programa de treinamento de força voltado para o desenvolvimento da força rápida muscular tem grande importância na melhora do desempenho físico em indivíduos idosos. O treinamento de potência parece ser uma

ferramenta viável para essa população e o presente estudo confirma a hipótese de que um pequeno volume de treinamento de potência por sessão é tão eficiente quanto um grande volume, para a taxa de produção de torque e para a melhora da funcionalidade de mulheres idosas durante os três primeiros meses de treinamento.

O presente estudo apresenta algumas limitações, a ausência de um período maior de treinamento poderia resultar em adaptações significativas sobre as variáveis dependentes. A amostra que compôs o presente trabalho não apresentava declínio funcional tão importante, sendo assim a aplicação dos resultados em mulheres idosas com declínio funcional mais severo precisa ser ainda investigada.

7 CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo demonstram que uma série e três séries de TP promoveram similares e significativos incrementos na TPT e na funcionalidade de mulheres idosas. Sugerindo que no período inicial de treinamento não há necessidade de utilizar grandes volumes para mulheres idosas, pois uma série com baixo número de repetições e cargas com intensidade baixa a moderada (30%, 45% e 60% de 1RM) foi suficiente para melhorar a força rápida e o desempenho em testes funcionais. Adicionalmente, uma série pode ser uma estratégia para aumentar a adesão ao programa de treinamento por essa população específica.

8 REFERÊNCIAS

AAGAARD, P.; SUETTA, C.; CASEROTTI, P.; MAGNUSSON, S. P.; KJAER M. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. *Scand J Med Sci Sports*. Fev 2010, v. 20, n. 1, p. 49-64.

BARRY, B. K.; CARSON, R. G. The consequences of resistance training for movement control in older adults. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*. 2004; v. 59, no. 7, p.730-754, 2004.

BARRY, B. K.; WARMAN, G. E.; CARSON, R. G. Age-related differences in rapid muscle activation after rate of force development training of the elbow flexors. *Exp Brain Res.* 2005; 162:122-132.

BASSEY, E. J. Leg extensor power and functional performance in very old men and women. *Clin Sci (Lond).* Março 1992; v. 82, n. 3, p. 321-7.

BEAN, J. F.; KIELY, D. K.; HERMAN, S.; LEVEILLE, S. G.; MIZER, K.; FRONTERA, W. R.; FIELDING, R. A. The relationship between leg power and physical performance in mobility-limited older people. *J Am Geriatr Soc.* 2002; 50:461-467.

BECK, T. W. The importance of a priori sample size estimation in strength and conditioning research. *J Strength Cond Res.* 2013; v. 27, n. 8, p. 2323-37.

BELTRAN, V. M. R.; DIMAURO, I.; BRUNELLI, A.; TRANCHITA, E.; CIMINELLI, E.; CASEROTTI, P.; DURANTI, G.; SABATINI, S.; PARISI, P.; PARISI, A.; CAPOROSSI, D. Explosive type of moderate-resistance training induces functional, cardiovascular, and molecular adaptations in the elderly. *Age (Dordr).* 2014; 36:759-772.

BOTTARO, M.; MACHADO, S. N.; NOGUEIRA, W.; SCALES, R.; VELOSO, J. Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. *Eur J Appl Physiol.* 2007; 99:257-264.

BUFORD, T. W.; ANTON, S. D.; CLARK, D. J.; HIGGINS, T. J.; COOKE, M. B. Optimizing the Benefits of Exercise on Physical Function in Older Adults. *American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2014; Vol. 6, 528-543.

BURKSMANN, S. Quedas em idosos: prevenção. *Revista da Associação Brasileira de Geriatria e Gerontologia.* 2008; v., n., p.1-10.

CADORE, E. L.; CASAS-HERRERO, A.; ZAMBOM-FERRARESI, F.; IDOATE, F.; MILLOR, N.; GÓMEZ, M.; RODRIGUEZ-MAÑAS, L.; IZQUIERDO, M.

Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. *Age (Dordr)*. Abril 2014; v. 36, n. 2, p. 773-85.

CASEROTTI, P.; AAGAARD, P.; BUTTRUP LARSEN, A.; PUGGAARD, L. Explosive heavy-resistance training in old and very old adults: changes in rapid muscle force, strength and power. *Scand J Med Sci Sports* 2008; 18: 773–782.

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*. Dezembro 2010; 2.28, n.14, p. 1505-14.

CLARK, B. C.; MANINI, T. M. Sarcopenia \neq dynapenia. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2008; 63:829-834.

DAVINI, R.; NUNES, C. V. Alterações no sistema neuromuscular decorrentes do envelhecimento e o papel do exercício físico na manutenção da força muscular em indivíduos idosos. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2003; v.7, n. 3, p. 201-207.

DESCHENES, M. R. Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Medicine*. 2004; v. 34, n. 12, p. 809-824.

DOHERTY, T. J. Invited review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol* (1985). Outubro 2003; v. 95, n. 4, p. 1717-27.

EVANS, W. J. What is sarcopenia? *J Gerontol Med Sci*. 1995;50A: 5–8.

FLECK, S. J.; e KRAEMER, W. J. *Designing Resistance Training Programs* (2nd Ed). Champaign, IL: Human Kinetics. 1997, pp.3–11, 83–115.

FRAGALA, M. S.; FUKUDA, D. H.; STOUT, J. R.; TOWNSEND, J. R.; EMERSON, N. S.; BOONE, C. H.; BEYER, K. S.; OLIVEIRA, L. P.; HOFFMAN, J. R.; *Muscle*

quality index improves with resistance exercise training in older adults. *Exp Gerontol.* 2014; v. 53, p. 1-6.

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.* Dezembro 2005; v.53, n.12, p.2090-7.

GALVAO, D. A.; TAAFFE, D. R; Single- vs. multiple-set resistance training: Recent developments in the controversy. *J Strength Cond Res.* 2004; 18:660–667.

HASS, C. J. GARZARELLA, L.; DE HOYOS, D.; POLLOCK, M. L. Single versus multiple sets in long-term recreational weightlifters. *Med Sci Sports Exerc.* Janeiro 2000; v. 32, n. 1, p. 235-42.

HENWOOD, T. R.; TAAFFE, D. R. Improved physical performance in older adults undertaking a short-term programme of high-velocity resistance training. *Gerontology.* 2005; 51:108-115.

HUNTER, G. R.; WETZSTEIN, C. J.; MCLAVERTY, C. L.; ZUCKERMAN, P. A.; LANDERS, K. A.; BAMMAN, M. M. High-resistance versus variable-resistance training in older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33:1759–1764.

IZQUIERDO, M.; HÄKKINEN, K.; IBANEZ, J.; GARRUES, M.; ANTON, A.; ZUNIGA, A.; LARRION, J. L.; GOROSTIAGA, E. M. Effects of strength training on muscle power and sérum hormones in middle-aged and older men. *J. Appl. Physiol.* 2001; 90:1497–1507.

IZQUIERDO, M.; IBANEZ, J.; GOROSTIAGA, E.; GARRUES, M.; ZUNIGA, A.; ANTON, A.; LARRION, J. L.; HAKKINEN, K. 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.* 1999; 167:57-68.

JONES, C. J.; RIKLI, R. E.; BEAM, W. C. A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res Q Exerc Sport*. 1999; 70:113-119.

KNIGHT, C. A.; KAMEN, G. Adaptations in muscle activation of the knee extensor muscle with strength training in young and older adults. *J Electromyogr Kinesiol*. 2001; 11:405–412.

LAROCHE, D. P.; CREMIN, K. A.; GREENLEAF, B.; CROCE, R. V.; Rapid torque development in older female fallers and nonfallers: a comparison across lower-extremity muscles. *J Electromyogr Kinesiol*. 2010; 20:482-488.

LOMBARDI, V. P. *Beginning weight training: the safe and effective way*. 1989.

MACALUSO, A.; DE VITO, G. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *European Journal of Applied Physiology*. 2003; v. 91, no. 4, p. 450-472.

MANINI, T. M.; CLARK, B. C. Dynapenia and aging: an update. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2012; 67:28-40.

MILJKOVIC, N.; LIM, J, MILJKOVIC, I.; FRONTERA, V. Aging of Skeletal Muscle Fibers. *Ann Rehabil Med*. 2015; 39(2):155-162.

MISZKO, T. A.; CRESS, M. E.; SLADE, J. M.; COVEY, C. J.; AGRAWAL, S. K.; DOERR, C. E. Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2003 58:171–175.

NOGUEIRA, W.; GENTIL, P.; MELLO, S. N.; OLIVEIRA, R. J.; BEZERRA, A. J.; BOTTARO, M. Effects of power training on muscle thickness of older men. *Int J Sports Med*. Março 2009; v. 30, n. 3, p. 200-204.

PEREIRA, A.; IZQUIERDO, M.; SILVA, A. J.; COSTA, A. M.; BASTOS, E.; GONZALEZ-BADILLO, J. J.; MARQUES, M. C. Effects of high-speed power training on functional capacity and muscle performance in older women. *Exp Gerontol.* 2012; 47:250-255.

PETERSON, M. D.; PISTILLI, E.; HAFF, G. G.; HOFFMAN, E. P.; GORDON, P. M. Progression of volume load and muscular adaptation during resistance exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2011; v. 111, n. 6, p. 1063-71.

PHILLIPS, W. T.; BATTERHAM, A. M.; VALENZUELA, J. E.; BURKETT, L. N. Reliability of maximal strength testing in older adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004; v. 85, n. 2, p. 329-34.

PINTO, R. S.; CORREA, C. S.; RADAELLI, R.; CADORE, E. L.; BROWN, L. E.; BOTTARO, M. Short-term strength training improves muscle quality and functional capacity of elderly women. *American Aging Association.* 2013; 36(1):365-72.

RADAELLI, R. BOTTON, C. E.; WILHELM, E. N.; BOTTARO, M.; BROWN, L. E.; LACERDA, F.; GAYA, A.; MORAES, K.; PERUZZOLO, A.; PINTO, R. S. Time course of low- and high-volume strength training on neuromuscular adaptations and muscle quality in older women. *Age (Dordr).* 2014; v. 36, n. 2, p. 881-92.

RADAELLI, R.; BOTTON, C.; WILHELM, E.; BOTTARO, M.; LACERDA, F.; GAYA, A.; MORAES, K.; PERUZZOLO, A.; BROWN, L. E.; PINTO, R. S. Low- and high-volume strength training induces similar neuromuscular improvements in muscle quality in elderly women. *Experimental Gerontology.* 2013; 48: 710-716.

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

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*. 1999; v. 7, n. 2, p. 129-161.

SAHALY, R.; VANDEWALLE, H.; DRISS, T.; MONOD, H. Maximal voluntary force and rate of force development in humans - Importance of instruction. *Eur J Appl Physiol*. 2001; v. 85, n. 3-4, p. 345-350.

SKELTON, D. A. YOUNG, A.; GREIG, C. A.; MALBUT, K. E. Effects of resistance training on strength, power, and selected functional abilities of women aged 75 and older. *J Am Geriatr Soc*. 1995; v. 43, n. 10, p. 1081-7.

SKELTON, D. A. Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65-89 years. *Age Ageing*. Setembro 1994; v. 23, n. 5, p. 371-377.

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*. 2001; 49,1161–1167.

VANDERVOORT, A. A. Aging of the human neuromuscular system. *Muscle Nerve*. Jan 2002; v. 25, n. 1, p. 17-25.

VERDIJK, L. B.; KOOPMAN, R.; SCHAART, G.; MEIJER, K.; SAVELBERG, H. H.; VANLOON, L. J. Satellite cell content is specifically reduced in type II skeletal muscle fibers in the elderly. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2007; 292: E151-7.

WALLERSTEIN, L. F.; TRICOLI, V.; BARROSO, R.; RODACKI A. L. F.; RUSSO, L.; AIHARA, A. Y.; DA ROCHA CORREA FERNANDES, A.; DE MELLO, M. T.; UGRINOWITSCH, C. Effects of strength and power training on neuromuscular variables in older adults. *J Aging Phys Act*. 2012; v. 20, n. 2, p. 171-85.

LAROCHE, D.P.; ROY, S.; KNIGHT, C.A.; DICKIE, J. Elderly women have blunted response to resistance training despite reduced antagonist coactivation. *Medicine &*

Science in Sports & Exercise 2008; 40.

HAKKINEN, K.; ALEN, M.; KOMI, P.V. Changes in isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. *Acta Physiol Scand.* 1985;125:573-85.

HAKKINEN, K.; ALEN, M.; KALLINEN, M.; IZQUIERDO, M.; JOKELAINEN, K.; LASSILA, H.; MAËLKIA, E.; KRAEMER, W.J.; NEWTON, R.U (1998) Muscle cross-sectional area, force production, and neural activation of leg extensor muscles during isometric and dynamic actions in middle-aged and elderly men and women. *J Aging Physical; Activity* 6:232±247.

LAROCHE, D.P. Initial neuromuscular performance in older women influences response to explosive resistance training. *Isokinet Exerc Sci.* 2009 January 1; 17(4): 197.

BENTO, P.C.; PEREIRA, G.; UGRINOWITSCH, C.; RODACKI, A.L (2010). Peak torque and rate of torque development in elderly with and without fall history. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 25(5):450–454.

PIJNAPPELS, M.; VAN DER BURG, J.C.E.; REEVES, N.D.; VAN DIEËN, J.H (2008) Identification of elderly fallers by muscle strength measures. *Eur J Appl Physiol* 102(5):585–592.

MASUD, T., MORRIS, R.O., 2001. Epidemiology of falls. *Age Ageing* 30 (Suppl. 4), 3–7.