
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE

(Atividade física e saúde)

**EFEITO DO TREINAMENTO DE RESISTÊNCIA ELÁSTICA SOBRE
PARÂMETROS BIOQUÍMICOS, FORÇA, MASSA MUSCULAR E
FUNCIONALIDADE DE IDOSOS**

BRUNA SPOLADOR DE ALENCAR SILVA

Julho - 2020



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE

(Atividade física e saúde)

**EFEITO DO TREINAMENTO DE RESISTÊNCIA ELÁSTICA SOBRE
PARÂMETROS BIOQUÍMICOS, FORÇA, MASSA MUSCULAR E
FUNCIONALIDADE DE IDOSOS**

BRUNA SPOLADOR DE ALENCAR SILVA

**Tese de Doutorado apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Ciências da
Motricidade - Interunidades, campus de
Presidente Prudente, para obtenção do título
de doutora em Ciências da Motricidade.**

Orientador: Prof Dr. Luís Alberto Gobbo

Julho - 2020

S586e	Silva, Bruna Spolador de Alencar Efeito do treinamento de resistência elástica sobre parâmetros bioquímicos, força, massa muscular e funcionalidade de idosos / Bruna Spolador de Alencar Silva. -- Presidente Prudente, 2020 93 p. : il., tabs., fotos Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente Orientador: Luis Alberto Gobbo 1. Exercício. 2. Envelhecimento. 3. Inflamação. 4. Sarcopenia. I. Título.
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Presidente Prudente

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: Efeito do treinamento de resistência elástica sobre parâmetros bioquímicos, força, massa muscular e funcionalidade de idosos.

AUTORA: BRUNA SPOLADOR DE ALENCAR SILVA

ORIENTADOR: LUIS ALBERTO GOBBO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE, área: Atividade Física, Saúde e Educação pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. LUIS ALBERTO GOBBO
Departamento de Educação Física / UNESP - Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - SP

Profa. Dra. RENATA CALCIOLARI ROSSI (**VIDEOCONFERÊNCIA**)

UNOESTE / Universidade do Oeste Paulista

Profa. Dra. CLAUDIA REGINA CAVAGLIERI (**VIDEOCONFERÊNCIA**)
Faculdade de Educação Física / Universidade Estadual de Campinas

Prof. Dr. FABIO SANTOS DE LIRA (**VIDEOCONFERÊNCIA**)
Departamento de Educação Física / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente

Prof. Dr. ANDERSON SARANZ ZAGO (**VIDEOCONFERÊNCIA**)
Departamento de Educação Física / UNESP - Faculdade de Ciências de Bauru - SP

Presidente Prudente, 31 de julho de 2020

Aos meus pais Carlos e Ione que nunca mediram esforços para me
fornecer todo o apoio necessário.

Aos meus irmãos Livia e Pedro, por todo companheirismo.

Ao meu esposo Douglas, pelo incentivo e amor.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por seu amor imensurável e por estar ao meu lado durante todo esse processo. Obrigada, Senhor, por guiar meus passos de acordo com tua vontade.

Ao Professor Dr. Luís Alberto Gobbo, pela paciência, ensinamentos, incentivo e por ter acreditado no meu potencial. Serei sempre grata.

Ao Professor Dr. Fábio Santos de Lira, pela enorme contribuição em minha formação acadêmica, sou muito grata. Sua dedicação à ciência é admirável.

Aos Professores Dr. Fabrício Eduardo Rossi, Carlos Augusto Camillo e Dra. Vanessa Ribeiro dos Santos, pelos ensinamentos e por sempre estarem dispostos a me auxiliar.

A Professora Dra. Ercy Mara Cipulo Ramos e todo seu grupo, pelo carinhoso acolhimento e parceria. Serei sempre grata.

A Professora Dra. Marjorie de Assis Golim e todo seu grupo, pelos ensinamentos, acolhida e dedicação. Sou muito grata pela oportunidade.

Aos meus amigos do Laboratório de Estudos do Aparelho Muco-secretor (LEAMS). Juliana Uzeloto, Ana Paula Freire, Marceli Leite, Iara Trevisan, Giovanna Arévalo, Rebeca Nunes, Fabiano Lima, Isis Grigoletto e Guilherme Tacao. Obrigada pela parceria, companheirismo e troca de conhecimento.

Aos meus amigos do Laboratório de Avaliação do Sistema Musculoesquelético (LABSIM). Giovana Bertolini, Daiane Macedo, Marcelo Conrado e Sérgio Parmezzani. Obrigada pelo companheirismo e aprendizado.

Ao pessoal do Laboratório de Fisiologia Celular do Exercício (LaFICE). José Neto, Paula Monteiro, Bárbara Antunes, Daniela Yoshimura, Renan Caldeira, Caique Figueiredo e Thaislaine dos Santos. Obrigada pela acolhida e ensinamentos.

As amigas, Deisi Ferrari, Lara Nery, Fernanda Messali, Karen Rosa. Amo vocês.

Aos meus pais, Ione e Carlos Silva, por me guiarem sempre nos caminhos de Deus, por todos os conselhos, amor e incentivo. Amo muito vocês.

Ao meu esposo Douglas Tavares, pelo companheirismo, carinho e paciência. Com certeza foi meu maior incentivador. Te amo muito.

Aos voluntários dessa pesquisa que depositaram sua confiança em nosso trabalho, sem os quais nada disso seria possível. Meu respeito e agradecimento a cada um.

A todos os professores e funcionários da UNESP que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho e participaram de minha formação nesses anos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Proc. 483966/2013-4) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior -Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001(Bolsa de Doutorado no País) pelo apoio.

APRESENTAÇÃO

Esta tese é composta por uma introdução e dois artigos científicos, originados de pesquisas realizadas no Laboratório de Avaliação do Sistema Musculoesquelético (LABSIM), Departamento de Educação Física, Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). Em consonância com as regras do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Motricidade, os artigos foram redigidos de acordo com as normas das revistas *Experimental Gerontology* (anexo 5) e *Journal of Exercise Rehabilitation* (anexo 6).

Bruna Spolador de Alencar Silva, Fábio Santos de Lira, Marcelo Conrado de Freitas, Juliana de Souza Uzeloto, Vanessa Ribeiro dos Santos, Ana Paula Coelho Figueira Freire, Giovana Navarro Bertolini e Luís Alberto Gobbo. Traditional and elastic resistance training enhances functionality and lipid profile in the elderly. Aceito para publicação na revista *Experimental Gerontology*.

Bruna Spolador de Alencar Silva, Fábio Santos Lira, Fabrício Eduardo Rossi, Marcelo Conrado de Freitas, Ana Paula Coelho Figueira Freire, Vanessa Ribeiro dos Santos e Luis Alberto Gobbo. Elastic resistance training improved glycemic homeostasis, strength, and functionality in sarcopenic older adults: a pilot study. Publicado no *Journal of Exercise Rehabilitation*. 2018 Dec; 14(6): 1085–1091.

RESUMO

Introdução: A resistência elástica é uma ferramenta de fácil acesso, baixo custo, acessível a diversos ambientes, e seus benefícios podem se assemelhar aos proporcionados por aparelhos de musculação tradicionais. O conhecimento de diferentes possibilidades de intervenção, por meio treinamento resistido pode colaborar para a otimização de sua aplicação na prática clínica em idosos. **Objetivo:** Investigar os efeitos do treinamento resistido tradicional (TRT) comparado ao treinamento de resistência elástica (TRE) sobre parâmetros bioquímicos, força muscular e funcionalidade em idosos, bem como verificar os efeitos do TRE sobre a homeostase glicêmica, força muscular e funcionalidade em idosos sarcopênicos. **Materiais e métodos:** A amostra foi constituída por 60 idosos de ambos os sexos (idade= 69,62±7,10 anos, 66,67% mulheres), que foram divididos aleatoriamente em dois grupos: TRT (n=30) e TRE (n=30). Inicialmente, os sujeitos foram submetidos a avaliações antropométricas, coleta de sangue (perfil inflamatório e metabólico), testes funcionais (coordenação - *soda pop coordination test*, mobilidade e equilíbrio dinâmico - teste *Time-Up-and-Go*) e de força muscular (dinamometria). Os participantes foram submetidos a um programa de treinamento de resistência de 12 semanas com tubos elásticos ou aparelhos de musculação. Todas as avaliações foram realizadas no início e após as 12 semanas de protocolo de treinamento. Adicionalmente, sete idosos sarcopênicos submetidos ao mesmo protocolo de TRE por 12 semanas, foram avaliados pelo teste oral de tolerância à glicose (OGTT), teste de força de preensão manual (FPM), teste de sentar-levantar (TSL), teste de caminhada de 4 m e teste de coordenação inicialmente e após as 12 semanas de treinamento. **Resultados:** Quando comparados os efeitos do TRE com TRT em idosos foi observado melhora na força muscular ($p<0,01$), coordenação ($p<0,01$), mobilidade ($p<0,01$) e concentrações de lipoproteína de alta densidade (HDL-c) ($p<0,01$) de forma semelhante entre os grupos ($p>0,05$). Em relação ao perfil inflamatório não houve alterações após as 12 semanas de treinamento em ambos os grupos. Nos idosos sarcopênicos submetidos ao TRE, a área sob a curva de glicose e o índice HOMA-RI (*homeostatic model assessment- insulin resistance*) foram significativamente menores após 12 semanas ($p= 0,049$ e $p= 0,040$, respectivamente). Houve melhora significativa da FPM ($p= 0,01$), teste de caminhada de 4 m ($p= 0,04$) e TSL ($p= 0,04$) em comparação com as avaliações iniciais. **Conclusão:** Doze semanas de TR tradicional e de resistência elástica promoveram benefícios positivos semelhantes na força muscular, coordenação, mobilidade e no perfil lipídico em idosos. Adicionalmente o treinamento de resistência elástica melhorou a homeostase glicêmica, força muscular e funcionalidade em idosos sarcopênicos.

Palavras-chave: Exercício. Inflamação. Envelhecimento. Funcionalidade. HDL. Sarcopenia. Teste de tolerância à glicose. Resistência à insulina.

ABSTRACT

Introduction: Elastic resistance is a tool with easy access, low cost, accessible to different environments, and its benefits can be similar to those provided by traditional weight training machines. The knowledge of different intervention possibilities, through resistance training can collaborate for the optimization of its application in clinical practice in elderly. **Objective:** To investigate the effects of traditional resistance training (TRT) compared to elastic resistance training (ERT) on biochemical parameters, muscle strength and functionality in the elderly, as well as to analyze the effects of elastic resistance training on glycemic homeostasis, strength and functionality in sarcopenic elderly. **Materials and methods:** The sample consisted of 60 elderly of both sexes (age= 69.62 ± 7.10 years, 66.67% woman) were randomly divided into two groups: TRT (n=30) and ERT (n=30). Initially, the subjects underwent anthropometric, blood collection (inflammatory and metabolic profile), muscle strength (dynamometry) and functional (soda pop coordination test, mobility and dynamic balance - time-up-and-go test) assessments. Participants underwent a 12-week resistance training program with elastic tubes or weight machines. All evaluations were performed at baseline and after 12 weeks of training protocol. Additionally, seven sarcopenic elderly undergoing the same elastic resistance training protocol for 12 weeks were assessed by oral glucose tolerance test (OGTT), handgrip strength test (HGS), sit to stand test (STS), 4 m walking test and coordination test initially and after 12 weeks of training. **Results:** When comparing the effects of ERT with TRT in the elderly, an improvement in muscle strength ($p < 0.01$), coordination ($p < 0.01$), mobility ($p < 0.01$) and high density lipoprotein cholesterol (HDL-c) concentrations ($p < 0.01$) was observed similarly between groups ($p > 0.05$). Regarding the inflammatory profile, there were no changes after 12 weeks of training in both groups. In sarcopenic elderly undergoing ERT, the area under the glucose curve and the HOMA-RI index (homeostatic model assessment-insulin resistance) were significantly lower after 12 weeks ($p = 0.049$ and $p = 0.040$, respectively). There was a significant improvement in HGS ($p = 0.01$), a 4 m walking test ($p = 0.04$) and STS ($p = 0.04$) compared to the initial assessments. **Conclusion:** Twelve weeks of traditional RT and elastic resistance promoted similar positive benefits in muscle strength, coordination, mobility and lipid profile in elderly. Additionally, elastic resistance training improved glycemic homeostasis, muscle strength and functionality in sarcopenic elderly.

Key words: Exercise. Inflammation. Aging. Functionality. HDL. Sarcopenia. Glucose tolerance test. Insulin resistance.

SUMÁRIO

1	Introdução.....	10
2	Justificativa.....	16
3	Objetivo geral.....	17
3.1	Objetivos específicos.....	17
4	Resultados.....	18
	Artigo 1. O treinamento resistido tradicional e elástico promove melhora da funcionalidade e perfil lipídico em idosos.....	19
	Artigo 2. Treinamento de resistência elástica melhora a homeostase glicêmica, força e funcionalidade em idosos sarcopênicos: um estudo piloto.....	43
5	Considerações finais (Artigos 1 e 2).....	57
6	Referências.....	58
	Anexo 1. Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética Local.....	70
	Anexo 2. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	72
	Anexo 3. Artigo 1.....	74
	Anexo 4. Artigo 2.....	75
	Anexo 5. Normas Experimental Gerontology.....	76
	Anexo 6. Normas Journal of Exercise Rehabilitation.....	86

1 Introdução

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estimou que a população mundial com mais de 60 anos vai passar dos atuais 841 milhões para 2 bilhões até 2050. Na Europa deverá aumentar de 20-24% para mais de 30% da população (OMS, 2015) e no Brasil de 12,31% para 28,5% (IBGE, 2018). A ascensão do envelhecimento populacional está diretamente relacionada ao aumento dos custos com a saúde e as alterações da função muscular relacionada à idade são em grande parte responsáveis por tais custos (MELCHIORRI; RAINOLDI, 2011; SANTILLI et al., 2014).

A redução da massa muscular (MM) é uma importante alteração morfológica que ocorre em função do envelhecimento. Diminui naturalmente aproximadamente em 3 a 8% por década após os 30 anos de idade (VOLPI et al., 2004) e após os 75 anos ~1% ao ano, podendo levar a uma perda de ~50% entre a 8ª e 9ª década de vida (MITCHELL et al., 2012; WILKINSON et al., 2018). Esse processo de queda de MM foi denominado pela primeira vez por Rosenberg em 1989 como sarcopenia (ROSENBERG, 1989).

No intuito de aprofundar os conhecimentos sobre a sarcopenia, em 2010 pesquisadores europeus desenvolveram o grupo de estudo de sarcopenia em idosos (EWGSOP) e publicaram uma nova proposta de definição. Para o diagnóstico de sarcopenia, além da perda de massa muscular também foram consideradas a diminuição da força muscular e/ou redução do desempenho físico (CRUZ-JENTOFT et al., 2010). Em 2016 a sarcopenia foi formalmente reconhecida como doença muscular (ICD-10-CM M62.84) (ANKER et al., 2016), e em 2019 o EWGSOP atualizou seu diagnóstico para diminuição da força muscular associada à presença de baixa quantidade ou qualidade muscular. A redução do desempenho físico foi considerada somente para identificar a severidade sarcopênica (CRUZ-JENTOFT et al., 2019). A diminuição de força muscular foi utilizada como parâmetro primário para diagnóstico, pois atualmente é reconhecido que a força é melhor preditora de desfechos adversos que a MM (CRUZ-JENTOFT et al., 2019).

Alguns fatores comuns ao processo de envelhecimento favorecem o desenvolvimento da sarcopenia, como alterações na função hormonal (diminuição de testosterona, hormônio do crescimento e resistência à insulina - RI), nutrição inadequada, inatividade física e inflamação (CRUZ-JENTOFT et al., 2010; MIJNARENDIS et al., 2016; VOLPI et al., 2004).

O aumento crônico de citocinas de caráter pró-inflamatório pode estar associado ao processo de envelhecimento natural, sendo denominado de *inflammaging* (Figura 1) (BAYLIS et al., 2013; FERRUCCI; FABBRI, 2018). É caracterizado por um aumento nas concentrações circulantes de fator de necrose tumoral α (TNF- α), interleucina 6 (IL-6), IL-1 β , entre outros, e está presente em inúmeras doenças crônicas (LEONARDI et al., 2018; RUPARELIA et al., 2017; SALIMI et al., 2018), inclusive na sarcopenia (BANO et al., 2017). Dentre os fatores causais da *inflammaging* estão o acúmulo de tecido adiposo, principalmente o visceral (TAV), comum em idosos em decorrência de modificações hormonais, nutrição inadequada e atividade física reduzida (CIPOLLETTA et al., 2015). O TAV produz e libera citocinas pró-inflamatórias e quimiocinas, influenciando além do peso corporal, a instalação e aumento da inflamação (MACDOUGALL et al., 2018). Outro fator causal da inflamação associada à idade pode ser o declínio da funcionalidade e eficiência das células imunológicas durante o processo de envelhecimento, denominado imunossenescência (MCHUGH; GIL, 2018). A constante sinalização ineficaz das células senescentes favorecem um contínuo estímulo para resposta inflamatória em idosos (TCHKONIA et al., 2013).

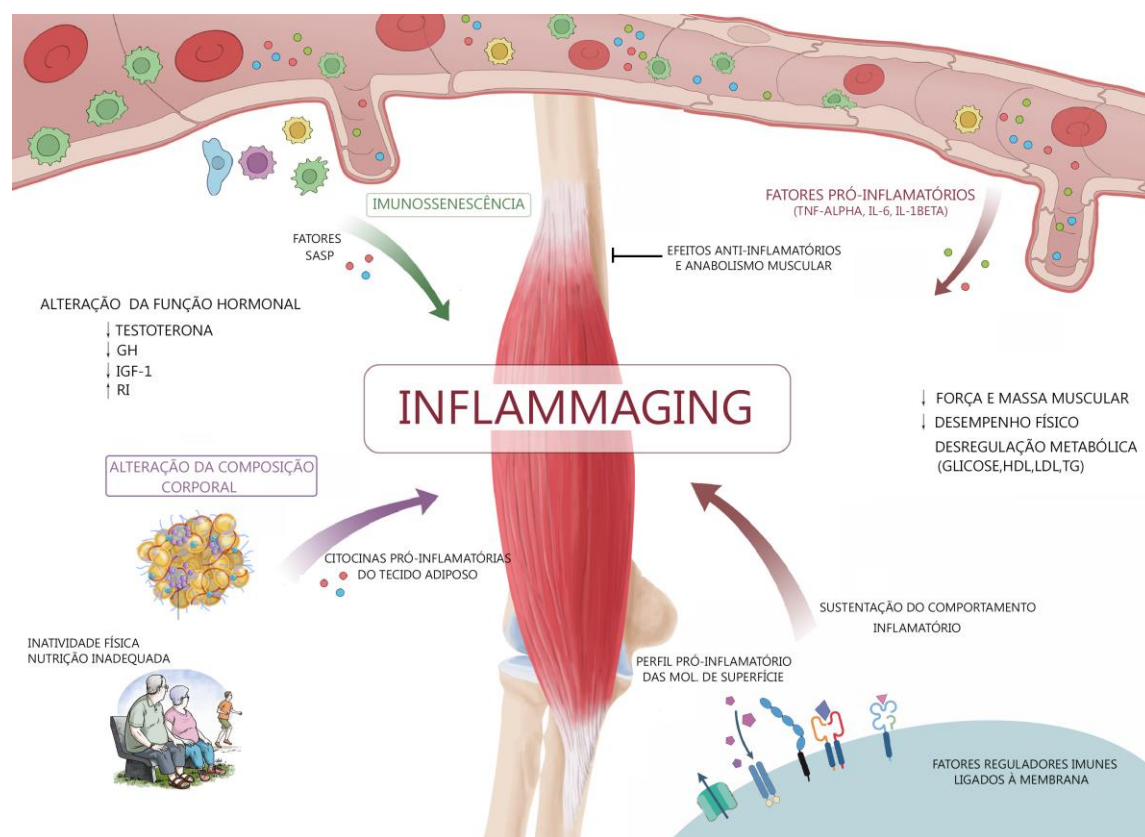


Figura 1. Visualização esquemática dos processos relacionados à *inflammaging*. SASP: fenótipo secretor associado ao estado senescente; GH: hormônio do crescimento; IGF-1: fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1; RI: resistência a insulina; HDL: lipoproteína de alta densidade; LDL: lipoproteína de baixa densidade; TG: triacilglicerol. Adaptado de Nelke et al., 2019.

Altas concentrações plasmáticas de citocinas pró-inflamatórias, como IL-6 e TNF- α , dentre outros acometimentos, estão associadas a menor MM e força muscular em idosos (VISSER et al., 2002), pois provocam o estímulo de catabolismo proteico e supressão de síntese muscular (BANO et al., 2017; CIELEN et al., 2014; MENG; YU, 2010). A regulação positiva de TNF- α ativa a expressão de enzimas proteolíticas (e.g. muscle ring finger1 (MuRF1) e atrogina-1) que via ubiquitina-proteassoma (UbP) ou proteína quinase p38 ativada por mitógeno (p38MAPK) aumentam a degradação de proteínas (BODINE, 2020; HERSHKO, 2005; LI et al., 2005). A IL-6 já atua de forma pleiotrófica, quando expressa por células imunes tem função pró-inflamatória podendo prejudicar o anabolismo muscular e homeostase energética, e mediar diretamente o catabolismo muscular através da sinalização de STAT3-IL-6 (MADARO et al., 2018; NELKE et al., 2019). No entanto, quando expressa através da contração muscular tem função anti-inflamatória ao promover

o aumento de uma importante citocina anti-inflamatória, a IL-10 (PEDERSEN; FEBBRAIO, 2008). A IL-10 também pode ser expressa em resposta a presença de excesso de regulação de citocinas pró-inflamatórias, bloqueando (via inibição do fator de transcrição NF- κ B) a expressão de citocinas pró-inflamatórias, entre outras, TNF- α e IL-6 (SAXENA et al., 2015).

Adicionalmente a inflamação contribui para o desenvolvimento de RI e/ou hiperglicemia, que também podem ser fatores potenciais envolvidos na diminuição da força e MM em idosos (HIRATA et al., 2019; KALYANI et al., 2015; LÓPEZ TEROS et al., 2015) por promoverem disfunções mitocondriais (KELLEY et al., 2002) e acelerar a degradação de proteínas (LÓPEZ TEROS et al., 2015). A ligação entre RI e a redução músculo esquelética é baseada na ação ineficiente da insulina na supressão da degradação das proteínas musculares (ABDULLA et al., 2016). Aditivamente, a insulina possui um efeito vasodilatador, que influencia no aumento da quantidade de tecido perfundido e a entrega de aminoácidos ao músculo (FUJITA et al., 2009). No entanto, em idosos, elevações fisiológicas de insulina no sangue podem se tornar incapazes de aumentar o fluxo sanguíneo, limitando o fluxo de nutrientes, captação de aminoácidos e, consequentemente, a síntese de proteínas musculares (FUJITA et al., 2009).

O desenvolvimento da RI também pode ser uma consequência da diminuição de MM em idosos (LIM et al., 2010). Neste quadro ocorre diminuição da disposição de glicose mediada pela insulina, em função do declínio do músculo esquelético, tecido primariamente responsável pela disposição de glicose na corrente sanguínea (SRIKANTHAN et al., 2010). Esse processo pode estar associado ao aumento na produção de espécie reativa de oxigênio, estresse de retículo (CHANG et al., 2015; REAVEN, 1988; SHAO et al., 2015) e aumento da gordura visceral (produção de citocinas pró-inflamatórias) (SRIKANTHAN et al., 2010).

Concomitante ao processo de envelhecimento, tanto a RI quanto a inflamação influenciam outros processos, como alterações no metabolismo lipídico. Idosos podem apresentar altas concentrações de lipoproteína de baixa densidade (LDL), de triacilglicerol (TG), e baixas concentrações de lipoproteína de alta densidade (HDL), considerados poderosos preditores de risco para doença coronariana, aterosclerose e acidente vascular cerebral em idosos (HUXLEY et al., 2011; MAZZA et al., 2005; WALTER, 2009). Cabe ressaltar que a relação TG/HDL se relaciona positivamente com maior risco de desenvolvimento de sarcopenia (CHUNG et al., 2016). Dentre outros fatores, o

envelhecimento interfere negativamente no papel antiaterogênico da HDL, atribuído à sua capacidade antitrombótica, antioxidante, além de sua participação no transporte reverso de colesterol (TRC), processo pelo qual a HDL remove colesterol (especialmente LDL) dos tecidos periféricos e o transporta para o fígado para ser excretado pela bile (HOLZER et al., 2013; WALTER, 2009).

Por fim, com o avançar da idade também há uma redução do desempenho físico (e.g. velocidade de caminhada, sentar e levantar de uma cadeira, equilíbrio estático e dinâmico), considerado um importante indicador do estado de saúde (CRUZ-JENTOFT et al., 2019). Ocorre um declínio nas funções do corpo de forma geral, relacionado à locomoção, podendo refletir na redução na capacidade de realizar atividades de autocuidado da vida diária (AVD) (ABDULAZIZ et al., 2016). Dentre outros fatores, a sarcopenia também tem sido relacionada como fator causal de declínio funcional (ROLLAND et al., 2008), que associada ao processo de dependência funcional, é uma variável importante na etiologia da fragilidade, altamente preditiva de eventos como quedas, fraturas, hospitalização, institucionalização e morbidades (RANTANEN, 2003; ROSENBERG, 2011), com consequente comprometimento da autonomia e a independência, e aumento do risco de mortalidade (NEWMAN et al., 2006).

Neste sentido, considerando as consequências do envelhecimento e os custos inerentes à saúde pública, estratégias de estilo de vida saudável, como a prática de exercício físico, especialmente o treinamento resistido (TR) pode ser de grande valia para prevenir e tratar doenças, como a sarcopenia. Estudos demonstram que o TR tradicional (TRT) (com aparelhos de musculação) tem efeitos benéficos sobre o ganho de força muscular (AGUIAR et al., 2014), capacidade funcional (PINTO et al., 2014), melhora do metabolismo glicêmico (LAKHDAR et al., 2013; SUNDELL, 2011; WINETT; CARPINELLI, 2001) e perfil inflamatório (MONTEIRO-JUNIOR et al., 2018) de idosos. No entanto, aparelhos de musculação convencionais são geralmente de alto custo, difíceis de transportar ou manter em ambiente domiciliar e exigem espaço físico considerável para utilização.

A resistência elástica pode ser uma opção alternativa aos aparelhos de musculação convencionais, pois é segura, de fácil manuseio, portátil e de baixo custo. Além disso, bandas ou tubos elásticos têm a propriedade de aumentar a tensão de forma linear desde o início da contração até ao fim do movimento, característica que tende a requerer um ajuste fino mais constante para modulação da força, quando comparado a pesos, o que pode ser

menos prejudicial para as articulações (MELCHIORRI; RAINOLDI, 2011). Dessa forma, a resistência elástica pode proporcionar uma maior sensibilidade para o sistema nervoso central pelo estiramento reflexo e aumento da atividade neural, promovendo um melhor recrutamento de unidades motoras (MELCHIORRI; RAINOLDI, 2011).

Um dos primeiros ensaios clínicos randomizados com utilização de resistência elástica que demonstrou efeitos positivos sobre a força muscular em idosos foi o de Topp et al., em 1996 (TOPP et al., 1996). Desde então estudos têm demonstrado benefícios funcionais e metabólicos do treinamento de resistência elástica (TRE) em idosos saudáveis (MARTINS et al., 2013; MARTINS et al., 2015), com síndrome metabólica (BATALHA et al., 2016), doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (RAMOS et al., 2014; SILVA et al., 2016; SILVA et al., 2018), diabetes (PARK et al., 2016) e obesidade sarcopênica (LIAO et al., 2017). No entanto, em idosos sarcopênicos os estudos com essa ferramenta de TR são incipientes.

Apesar do aumento da utilização da resistência elástica e comprovação de seus benefícios, como aspecto negativo era uma ferramenta de difícil quantificação de intensidade de treinamento. No entanto, com os avanços na pesquisa, atualmente tornou-se possível quantificar a carga gerada por bandas e tubos elásticos durante a execução do exercício (LIMA et al., 2019; UCHIDA et al., 2016). Essas informações podem promover uma aplicação mais segura e replicável da resistência elástica na prática clínica, além de melhor qualidade nas comparações de seus efeitos com demais intervenções, o que possibilita melhora das evidências científicas.

Comparações entre TRT e TRE em idosos são escassos. Há semelhança entre os dois tipos de TR na melhora da força muscular e funcionalidade em adultos saudáveis de meia idade à idosos (LIMA et al., 2018), e idosos com DPOC (SILVA et al., 2019; SILVA et al., 2018). Nesses últimos ainda há semelhança entre os TR na redução de citocinas pró-inflamatórias (TNF- α e IL-6) e na glicemia. Além de somente o TRE se mostrar eficaz para reduzir as concentrações de TG (SILVA et al., 2018). No entanto, não foram encontrados estudos que comparassem os efeitos do TRT e TRE sobre o perfil inflamatório, metabólico, força e funcionalidade em idosos saudáveis.

2 Justificativa

Neste contexto, a utilização da resistência elástica pode ser alternativa de treinamento físico acessível a qualquer ambiente público ou privado de saúde, bem como em ambiente domiciliar, já que requer material de fácil manuseio, disponibilidade e baixo custo. Dessa forma, o conhecimento de diferentes possibilidades de intervenção, por meio do TRE pode colaborar para a otimização de sua aplicação no campo prático, em idosos sarcopênicos ou não sarcopênicos, com o objetivo não apenas de influenciar parâmetros relacionados à estrutura muscular e comprometimento inflamatório e metabólico, mas promover resultados clinicamente significantes, que interfiram de forma positiva na funcionalidade, independência para a realização das AVDs, e consequentemente, na qualidade de vida e sobrevida dos idosos.

3 Objetivo geral

Investigar os efeitos do TRT comparado ao TRE sobre parâmetros bioquímicos, força muscular e funcionalidade em idosos.

3.1 Objetivos específicos

1) Comparar os efeitos do TRT versus TRE sobre o perfil inflamatório (citocinas pró-inflamatórias (TNF- α e IL-6) e citocina anti-inflamatória (IL-10)), metabólico (glicose, TG, colesterol total, HDL e LDL), força muscular e funcionalidade (coordenação, mobilidade e equilíbrio) em idosos.

2) Verificar os efeitos do TRE sobre a homeostase glicêmica (tolerância à glicose e resistência à insulina), força muscular e funcionalidade (coordenação e mobilidade) em idosos sarcopênicos.

4 Resultados

Os resultados dessa tese estão apresentados na forma de dois artigos científicos:

- Artigo 1 - “O treinamento resistido tradicional e elástico promove melhora da funcionalidade e perfil lipídico em idosos”, aceito para publicação na revista *Experimental Gerontology*
- Artigo 2 - “Treinamento de resistência elástica melhora a homeostase glicêmica, força e funcionalidade em idosos sarcopênicos: um estudo piloto”, publicado no *Journal of Exercise Rehabilitation*.

Desta forma, os resultados foram apresentados sob a forma dos respectivos artigos científicos na íntegra (versões originais - vide Anexo 3 e 4).

Artigo 1 – Aceito para publicação na revista *Experimental Gerontology* (ISSN: 0531-5565)

O treinamento resistido tradicional e elástico promove melhora da funcionalidade e perfil lipídico em idosos

Resumo

O objetivo deste estudo foi investigar os efeitos do treinamento tradicional (TRT) versus treinamento de resistência elástica (TRE) sobre o perfil inflamatório e metabólico, força muscular e capacidade funcional em idosos. Sessenta indivíduos com 60 anos ou mais foram divididos aleatoriamente em dois grupos: TRT (n =30) e TRE (n =30). Inicialmente, os sujeitos foram submetidos à avaliação antropométrica, coleta de sangue, mensuração da força muscular (dinamometria) e testes funcionais (coordenação - *soda pop coordination test*, mobilidade e equilíbrio dinâmico - teste *Time-Up-and-Go*). Os participantes foram submetidos a um programa de treinamento de resistência de 12 semanas com tubos elásticos ou aparelhos de musculação. Todas as avaliações foram realizadas no início e após as 12 semanas de protocolo de treinamento. Houve melhora na força muscular ($p<0,01$), coordenação ($p<0,01$) e mobilidade ($p<0,01$) de forma semelhante entre os grupos ($p>0,05$). Em relação ao perfil inflamatório não houve alterações após as 12 semanas de treinamento em ambos os grupos (tempo x grupos). No perfil metabólico houve melhora somente na lipoproteína de alta densidade (HDL-c) ($p<0,01$) de forma semelhante nos dois grupos ($p> 0,05$). Concluiu-se que 12 semanas de TR tradicional e com resistência elástica promoveram benefícios positivos semelhantes na força muscular, capacidade funcional e no perfil lipídico de idosos.

Palavras-chave: exercício, inflamação, envelhecimento, funcionalidade, lipoproteína de alta densidade.

Introdução

O processo de envelhecimento causa alterações em várias funções fisiológicas do corpo (López-Otín et al., 2013), resultando em perda progressiva da massa e força muscular esquelética. Essas alterações podem levar a uma redução da capacidade funcional, autonomia e capacidade de realizar tarefas da vida diária (Alley et al., 2014; Lindemann et al., 2016). Além disso, estudos prévios têm demonstrado uma associação entre declínio da força e massa muscular em idosos com mediadores pró-inflamatórios mais elevados, como interleucina-6 (IL-6), fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) e proteína c-reativa (PCR) (Bano et al., 2017; Bian et al., 2017).

Sabe-se que a inflamação sistêmica de baixo grau é uma das principais condições que leva a diminuição da massa muscular esquelética, promovendo redução na síntese de proteínas musculares e um aumento na quebra de proteínas (Breen e Phillips, 2011; Schaap et al. 2006). Estudos prévios demonstraram que altas concentrações de citocinas pró-inflamatórias estavam negativamente relacionadas à força e massa muscular (Schaap et al., 2009; Visser et al., 2002). Além disso, a fragilidade em idosos está associada a níveis pró-inflamatórios mais altos, especificamente IL-6 e PCR (Soysal et al., 2016), sugerindo a necessidade de intervenções para reduzir a inflamação de baixo grau em indivíduos idosos.

O treinamento resistido (TR) é amplamente indicado para idosos devido aos ganhos satisfatórios de massa muscular esquelética, força, potência, capacidade funcional e qualidade de vida (Liu e Latham, 2009; Nilwik et al., 2013). Também foi demonstrado que TR reduz biomarcadores inflamatórios em idosos (Serra et al., 2017; Tomeleri et al., 2017). Recentemente, Tomeleri et al. (Tomeleri et al., 2016) investigaram os efeitos do TR (oito exercícios para 3 séries de 10-15 repetições máximas [RM], 3 vezes por semana durante oito semanas) sobre as concentrações de citocinas pró-inflamatórias, e perfis lipídico e glicêmico em idosos obesas. Os resultados mostraram que o TR diminuiu as concentrações séricas de IL-6, TNF- α e PCR e melhorou o perfil lipídico. Esses achados corroboram com Forti et al. (Forti et al., 2014), que mostraram que 12 semanas de TR (3 séries de 10 repetições a 70-80% da força máxima, três vezes por semana) reduziram os níveis séricos de IL-6 em idosos.

As recomendações dos programas de TR para idosos envolvem máquinas e exercícios resistidos com peso livre (ACSM, 2009). No entanto, atualmente existe uma investigação mais ampla sobre os efeitos do treinamento de resistência elástica (TRE) em idosos. Exercícios com tubos ou bandas elásticas têm sido considerados uma boa

ferramenta para aumentar a adesão ao TR em idosos, por serem de baixo custo, seguros, práticos e de fácil acesso, sendo utilizados em locais distintos (Colado et al., 2010), como em academias, clínicas médicas, hospitais, instituições de longa estadia e até mesmo em domicílio. Um estudo qualitativo avaliou a percepção de fisioterapeutas sob a utilização de resistência tradicional (com aparelhos de musculação) e elástica e demonstrou que os terapeutas consideraram como desvantagem o custo-benefício dos aparelhos de musculação e a resistência elástica de dispender de mais cuidados para ser aplicada. No entanto, em aspectos gerais não foram relatadas diferenças entre as ferramentas, sendo consideradas aplicáveis e viáveis na prática clínica (Freire et al., 2019).

Em pesquisas quantitativas, estudos demonstraram que o TRE promoveu melhora da força e capacidade funcional (Hofmann et al., 2016; Oesen et al., 2015), mas parece ter pouco efeito no ganho de massa muscular em idosos saudáveis (Martins et al., 2015; Yasuda et al., 2015). No entanto, em condições de fragilidade, TRE promoveu ganho de massa muscular em idosos com obesidade sarcopênica e osteoartrite. (Liao et al., 2017; Liao et al., 2018; Liao et al., 2019).

Comparações entre TRT e TRE em idosos são pouco conhecidas na literatura. Lima et al. (Lima et al., 2018) demonstraram que 12 semanas de TRE induziu ganhos na força muscular periférica e capacidade de exercício funcional semelhantes em comparação com TR em aparelhos de musculação em adultos saudáveis de meia idade à idosos. Flandez et al. (Flandez et al., 2017) compararam os efeitos do TRE com exercício de resistência com peso livre no perfil metabólico e funcional de mulheres na pré-menopausa em um programa de 12 semanas. Os resultados mostraram que ambos os métodos de treinamento reduziram os níveis de PCR e hemoglobina glicada, embora reduções significativas no colesterol das lipoproteínas de baixa densidade (LDL-c) tenham sido observadas apenas no TRE. Para capacidade funcional, ambos os grupos apresentaram ganhos semelhantes. No entanto, não foram encontrados estudos na literatura comparando os efeitos do TRT e TRE no perfil inflamatório, metabólico, força e capacidade funcional em idosos.

Assim, a hipótese nula para o presente estudo é que TRT e TRE promovem os mesmos resultados no perfil inflamatório e metabólico, força muscular e capacidade funcional em idosos. Portanto, o objetivo deste estudo foi investigar os efeitos do TRT versus TRE no perfil inflamatório e metabólico, força muscular e capacidade funcional em idosos.

Materiais e métodos

Amostra

Um total de 307 idosos de ambos os sexos de uma coorte prévia de 24 meses (Dos Santos e Gobbo, 2019) foram considerados para participar do presente estudo. Os participantes foram escolhidos por amostra de conveniência. Foram incluídos na amostra idosos com mais de 60 anos que residissem em Presidente Prudente (SP) há pelo menos dois anos, sendo excluídos aqueles com incapacidade de andar, acamados, com distúrbios osteomusculares, doença cardíaca instável e institucionalizados. Além disso, indivíduos que tivessem participado de programa de atividade física sistemático até 6 meses antes das avaliações não foram considerados.

Os idosos da coorte supracitada foram convidados a participar do programa de TR, e sessenta indivíduos responderam positivamente. Após serem informados sobre os objetivos do estudo e os métodos de coleta de dados, os participantes assinaram o termo de consentimento. Os protocolos foram revisados e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista e registrados no ICTRP/OMS (número do ensaio clínico - RBR-5cc79w).

Desenho experimental

A amostra foi randomizada aleatoriamente por números gerados de forma computadorizada em dois grupos: grupo TR com tubos elásticos (TRE) e grupo de treinamento tradicional (TRT). Para evitar variações circadianas, os sujeitos foram submetidos a avaliações individualizadas sempre no mesmo período do dia. No primeiro dia, foram realizadas anamnese, identificação pessoal e avaliação antropométrica. Na mesma semana, foram coletadas amostras de sangue em jejum e os indivíduos foram submetidos a uma avaliação da força muscular periférica máxima por dinamometria e avaliações funcionais de coordenação (*soda pop coordination test*), mobilidade e equilíbrio dinâmico (*teste Time-Up-and-Go* (TUG)). Posteriormente, os sujeitos foram submetidos a um programa de treinamento de resistência de 12 semanas com tubos elásticos ou aparelhos de musculação. Todas as avaliações foram realizadas no início e após o protocolo de treinamento de 12 semanas. A coleta de sangue foi realizada antes do exercício no primeiro dia do protocolo de treinamento e novamente pelo menos três dias após o protocolo de treinamento de 12 semanas. Terapeutas e participantes não foram

cegados para as intervenções, e a análise dos dados foi realizada por um profissional não envolvido na coleta de dados.

Procedimentos

Dados antropométricos

Os dados antropométricos foram coletados de acordo com os procedimentos descritos por Lohman et al. (1988). As medidas de peso (kg), estatura (cm), índice de massa corporal ($IMC = \text{peso} / \text{estatura}^2$) foram realizadas com o paciente na posição ortostática, utilizando uma escala e estadiômetro modelo Balmak BK-200FA classe III.

Força muscular

A força muscular periférica (força de preensão palmar) foi avaliada utilizando um dinamômetro eletrônico (Power Din Standard, CEFISE, São Paulo, Brasil). Após a familiarização com o equipamento e com o protocolo, cada participante realizou o teste duas vezes com intervalo de um minuto entre as tentativas, com o maior valor registrado para fins de análise. O teste foi realizado com sujeitos na posição sentada com o membro superior dominante sobre uma mesa, em ângulo de flexão do cotovelo entre 120° e 150°. Para análise, foram considerados os valores de força de pico.

Capacidade funcional

Coordenação, mobilidade e equilíbrio dinâmico

O teste de coordenação foi realizado de acordo com *American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance*. O equipamento para o *soda pop coordination test* consistia em três latas fechadas (360 g) de refrigerante, um cronômetro, fita adesiva, uma mesa e uma cadeira. Cada indivíduo realizou dois testes e o tempo de cada um foi medido em unidades de 0,1 s. O melhor teste foi registrado como a pontuação final (Yaguchi e Furutani, 1998).

A mobilidade e o equilíbrio dinâmico foram avaliados pelo teste Timed Up-and-Go (TUG). O tempo em segundos necessários para que os participantes “se levantassem de uma cadeira comum, com braços, andassem com seu ritmo típico ou normal por uma linha no chão de 3 metros de distância, virassem, retornassem e sentassem novamente ” foi registrado (Podsiadlo e Richardson, 1991).

Amostras de sangue

As amostras de sangue (15 ml) foram coletadas e alocadas em tubos vacutainer de 5 mL (Becton Dickinson, BD, Juiz de Fora, MG, Brasil). Os tubos foram centrifugados a 3.500 rpm por 15 minutos a 4 ° C, e as amostras de plasma e soro foram armazenadas a -20 °C até a análise. Para as análises de citocinas IL-6 (pg /ml), IL-10 (pg/ml), TNF- α (pg/ml) e cálculo das razões TNF- α /IL-10 e IL-6/IL-10 foram utilizados kits human ELISA Ready-Set-Go (eBioscience® Vienna, Áustria). Além disso, foram analisados glicose (mg/dl), triacilglicerol (mg/dl), colesterol total (mg/dl) e HDL-c (mg/dl) e calculado a variável colesterol total menos HDL-c (Colesterol total – HDL-c) com kits comerciais (Labtest®, São Paulo, Brasil). Os participantes foram instruídos a permanecer em jejum por 12 horas antes das avaliações (Silva et al., 2018a).

Programa de treinamento resistido

Os indivíduos foram envolvidos em um programa de treinamento resistido de 12 semanas, composto por sessões de treinamento de 75 minutos realizadas três vezes por semana. Ambos os programas de treinamento (elásticos ou aparelhos de musculação) consistiam em três fases: 1 (duas primeiras semanas: 2 séries de 15 repetições; 60 segundos de recuperação entre as séries); 2 (quatro próximas semanas: 3 séries de 15 repetições; 90 segundos de recuperação entre as séries); 3 (seis últimas semanas: 3 séries de 8 a 12 repetições; 90 segundos de recuperação entre as séries). As únicas exceções foram os exercícios para os grupos musculares da panturrilha (15 a 20-RM) e abdômen (20 a 30 repetições, sem sobrecarga adicional). Se os participantes executassem mais repetições, o tamanho do tubo elástico ou a carga nos aparelhos de musculação aumentariam para manter as repetições dentro da zona de treinamento. Os conjuntos foram realizados até a exaustão momentânea.

Os voluntários foram acompanhados por profissionais ou estudantes de Educação Física, treinados e orientados para o ajuste das cargas de treinamento, de acordo com os procedimentos propostos pelo Colégio Americano de Medicina Esportiva (ACSM, 2009). Os participantes foram instruídos a não realizar nenhum outro tipo de atividade física regular e sistematizada durante a duração do estudo.

Treinamento de resistência elástica

Os indivíduos incluídos no TRE realizaram o programa de treinamento supracitado com a possibilidade de utilização de sete tubos elásticos diferentes (marca Lemgruber®, Brasil) com os seguintes exercícios: extensão e flexão do joelho, abdução do ombro, flexão e extensão do cotovelo, supino, remada sentada e flexão abdominal. Os indivíduos realizaram o treinamento após avaliação individual do tamanho do tubo elástico inicial, conforme determinado pela administração repetida do teste de resistência à fadiga com intervalos de um minuto de descanso. O teste de resistência à fadiga teve como objetivo estimular a falha da tarefa na fadiga após 12-15 repetições para cada execução do movimento, com um tamanho específico de tubo elástico. Durante o teste, os idosos foram instruídos a realizar cada movimento com uma amplitude de movimento completa para o número máximo de repetições. O teste foi interrompido no caso de fadiga, redução significativa da amplitude de movimento ou compensação muscular (Silva et al., 2018b).

Treinamento resistido tradicional

O programa de TRT foi realizado de acordo com a periodização descrita acima realizados em aparelhos de musculação (marca Ipiranga®, Brasil). Foram realizados oito exercícios, supino vertical, cadeira extensora e flexora, puxada alta, rosca bíceps, panturrilha sentada, tríceps na polia e flexão abdominal. Cada exercício foi realizado em duas séries de 8 a 15 repetições máximas (periodização descrita acima).

Análise estatística

Os resultados descritivos foram apresentados como valores médios $\pm$ desvios padrão (ou erros padrão (EP) e os tamanhos de efeito expressos como média e intervalo de confiança de 95%. As comparações entre os sexos foram analisadas pelo teste do qui-quadrado. ANOVA para medidas repetidas foi realizado para comparar as respostas inflamatórias, metabólicas, de desempenho e a progressões de carga de treinamento durante as 12 semanas de treinamento nos dois grupos. As intervenções de treinamento (TRE e TRT) foram incluídas como fator grupo, momentos baseline e após 12 semanas como fator tempo e tempo $\times$ intervenção foi incluída como interação entre os dois. O teste de Mauchly foi aplicado para verificar a violação da esfericidade dos dados utilizados para as medidas repetidas. A correção de Greenhouse-Geisser foi usada quando a esfericidade foi violada. O pós-teste de Bonferroni foi utilizado para análise entre momentos dos grupos

(a cada semana) na progressão de carga. Os tamanhos dos efeitos da ANOVA foram calculados utilizando D Cohens e classificados de acordo com Cohen (1988), usando a seguinte escala para interpretação: $<0,2$ [pequeno]; $0,2$ a $<0,8$ [moderado]; $> 0,8$ [grande] (Cohen, 1988) O nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$ e todas as análises estatísticas foram realizadas no SPSS versão 22.0 (SPSS® Inc., EUA).

Resultados

Uma visão geral completa do estudo pode ser vista na Figura 1. Sessenta idosos foram randomizados e alocados em um dos dois grupos. Ao fim da intervenção, 37 idosos foram considerados para a análise do perfil inflamatório e metabólico (TRE: $n=20$; TRT: $n=17$) e 52 para as análises funcionais (TRE: $n=27$; TRT: $n=25$), com análise de intenção de tratar.

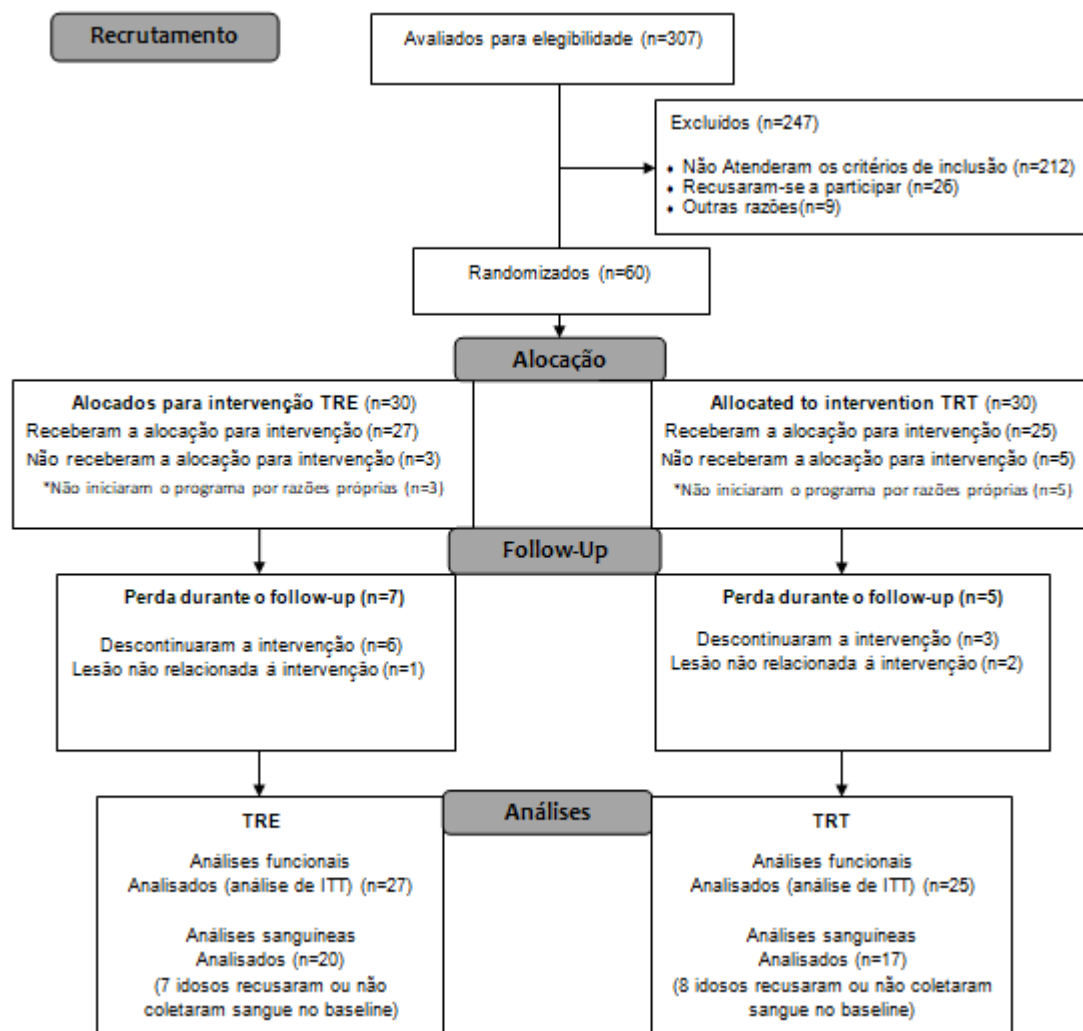


Figura 1. Fluxograma

A Tabela 1 apresenta os valores médios dos dados antropométricos da amostra no início do estudo. Não houve diferenças significativas entre os grupos no início do estudo ($p > 0,05$).

Tabela 1. Características da linha de base da amostra nos grupos TRE e TRT. Dados expressos em média $\pm$ desvio padrão.

	TRE (n=27)	TRT (n=25)	p
Sexo (M /F)	7/20	10/15	0,28
Idade (anos)	68,61 $\pm$ 8,40	70,04 $\pm$ 6,71	0,51
IMC (Kg/m²)	27,87 $\pm$ 6,51	28,86 $\pm$ 6,80	0,60
Altura (cm)	162,69 $\pm$ 8,47	157,38 $\pm$ 7,49	0,06
Peso (kg)	73,82 $\pm$ 18,04	71,83 $\pm$ 18,77	0,70

M: masculino; F: feminino; IMC: índice de massa corporal; Kg: quilogramas; TRE: grupo de treinamento de resistência elástica ; TRT: grupo de treinamento resistido tradicional.

As progressões de carga de treinamento durante o protocolo de 12 semanas nos dois grupos de treinamento são apresentadas na Figura 2. Houve aumento progressivo da carga de extensão de joelho (EJ) e de cotovelo (EC) (um exercício selecionado para membros inferiores e superiores) durante a 1^a a 12^a semana de treinamento, $p < 0,01$ para ambos. O comportamento foi semelhante entre os grupos TRE e TRT (EJ: $p = 0,31$, EC: $p = 0,12$) e não houve interação grupo x momentos (semanas) (EJ: $p = 0,18$, EC: $p = 0,47$).

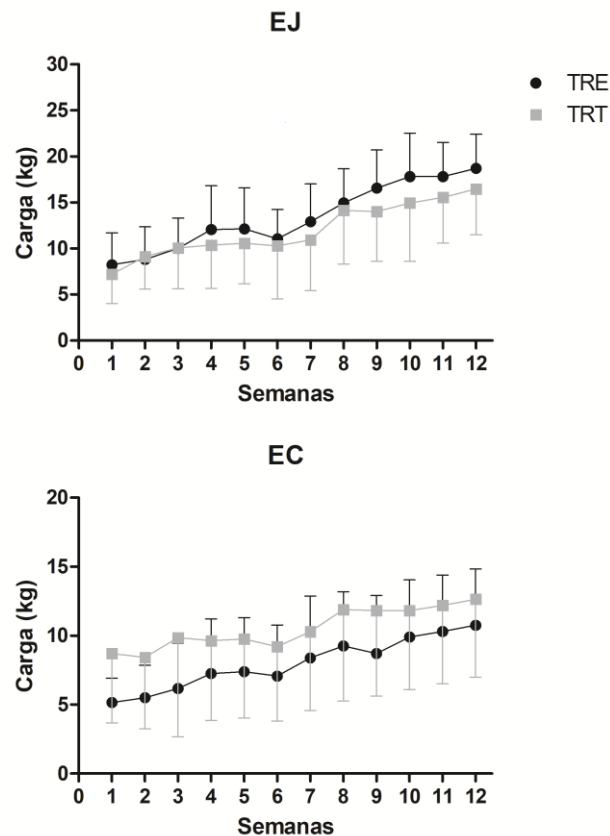


Figura 2. Progressões da carga de treinamento nas 12 semanas de protocolo nos grupos TRE e TRT. Extensão do joelho (EJ), extensão do cotovelo (EC). Diferença significativa entre as cargas de treinamento da 1ª à 12ª semana de treinamento, $p < 0,01$ em ambos os movimentos. Os resultados são apresentados como média $\pm$ EP.

A Tabela 2 apresenta os efeitos crônicos da funcionalidade após 12 semanas de treinamento entre os grupos. Após 12 semanas de treinamento houve melhora da força, coordenação e mobilidade de forma semelhante entre os grupos ($p > 0,05$).

Tabela 2. Efeitos na funcionalidade após 12 semanas de treinamento entre TRE (n=27) e TRT (n=25).

		Baseline	12 semanas	Tamanho de efeito (IC 95%)		p
FPM (Kgf)	TRE	29,21±11,27	30,82±10,53	-0,15 (-0,74 a 0,45)	Tempo	<0,01
					Interação	0,44
	TRT	26,78±9,51	27,80±9,04	-0,11 (-0,66 a 0,45)	Grupo	0,37
Coordenação (s)	TRE	16,39±7,32	11,87±1,75	0,85 (0,20 a 1,46)	Tempo	<0,01
					Interação	0,22
	TRT	15,75±5,30	13,89±3,17	0,43 (-0,14 a 0,98)	Grupo	0,48
TUG (s)	TRE	8,79±2,74	8,25±1,94	0,23 (-0,38 a 0,83)	Tempo	<0,01
					Interação	0,08
	TRT	10,46±3,87	8,79±2,15	0,53 (-0,04 a 1,09)	Grupo	0,16

Dados expressos em média ± desvio padrão e tamanho de efeito(intervalo de confiança de 95%). FPM: força de prensão manual; TUG: timed get-up- and-go test; IC95%=intervalo de confiança de 95%. Tempo: comparação dos momentos baseline e 12 semanas; Interação: interação tempo x grupos; Grupo: comparação do comportamento entre os grupos; p<0.05= diferença estatisticamente significativa; TRE: grupo de treinamento de resistência elástica; TRT: grupo de treinamento resistido tradicional.

A tabela 3 demonstra os efeitos crônicos após 12 semanas de treinamento no perfil inflamatório e metabólico entre os grupos. Somente houve aumento das concentrações de HDL-c após 12 semanas similarmente entre os grupos (p>0.05).

Tabela 3. Efeitos no perfil inflamatório e metabólico após 12 semanas de treinamento entre os grupos TRE (n=20) e TRT(n=17).

		Baseline	12 semanas	Tamanho de efeito (IC 95%)		p
TNF- α (pg/ml)	TRE	67,55 $\pm$ 39,45	62,99 $\pm$ 38,89	0,12 (-0,60 a 0,83)	Tempo	0,16
					Interação	0,88
	TRT	60,01 $\pm$ 43,85	56,34 $\pm$ 41,89	0,09 (-0,66 a 0,82)	Grupo	0,64
IL-10 (pg/ml)	TRE	3,99 $\pm$ 1,24	3,96 $\pm$ 0,85	0,03 (-0,65 a 0,70)	Tempo	0,58
					Interação	0,52
	TRT	3,32 $\pm$ 1,48	3,64 $\pm$ 1,98	-0,18 (-0,87 a 0,52)	Grupo	0,22
IL-6 (pg/ml)	TRE	4,67 $\pm$ 9,56	4,07 $\pm$ 8,46	0,07 (-0,59 a 0,72)	Tempo	0,15
					Interação	0,7
	TRT	6,83 $\pm$ 15,08	5,79 $\pm$ 13,76	0,07 (-0,60 a 0,74)	Grupo	0,63
TNF- α /IL-10(pg/ml)	TRE	16,93 $\pm$ 9,70	15,29 $\pm$ 8,17	0,18(-0,54 a 0,90)	Tempo	0,72
					Interação	0,55
	TRT	18,49 $\pm$ 17,75	18,90 $\pm$ 21,19	-0,02(-0,76 a 0,72)	Grupo	0,63
IL-6/IL-10(pg/ml)	TRE	1,38 $\pm$ 2,74	1,00 $\pm$ 1,94	0,16(-0,50 a 0,81)	Tempo	0,2
					Interação	0,64
	TRT	1,52 $\pm$ 2,52	1,33 $\pm$ 2,59	0,07(-0,60 a 0,75)	Grupo	0,78
Colesterol total (mg/dL)	TRE	192,99 $\pm$ 62,64	212,76 $\pm$ 59,47	-0,32(-0,94 a 0,31)	Tempo	0,16
					Interação	0,94
	TRT	175,03 $\pm$ 47,56	192,64 $\pm$ 49,36	-0,36(-1,03 a 0,32)	Grupo	0,15
Glicose (mg/dL)	TRE	98,46 $\pm$ 23,39	98,37 $\pm$ 14,20	<0,01(-0,62 a 0,62)	Tempo	0,75
					Interação	0,77
	TRT	93,71 $\pm$ 20,20	91,73 $\pm$ 11,70	0,12(-0,56 a 0,79)	Grupo	0,27
Triacilglicerol (mg/dL)	TRE	140,34 $\pm$ 79,93	130,29 $\pm$ 30,29	0,17(-0,46 a 0,78)	Tempo	0,19
					Interação	0,64
	TRT	151,82 $\pm$ 67,32	131,01 $\pm$ 26,32	0,41(-0,28 a 1,08)	Grupo	0,68
HDL-c (mg/dL)	TRE	39,79 $\pm$ 9,80	59,15 $\pm$ 8,47	-2,11(-2,84 a -1,30)	Tempo	<0,01
					Interação	0,44
	TRT	43,83 $\pm$ 16,13	59,11 $\pm$ 10,11	-1,14(-1,83 a -0,39)	Grupo	0,46
Colesterol total – HDL-c (mg/ dL)	TRE	154,25 $\pm$ 65,95	154,70 $\pm$ 58,16	-0,01(-0,63 a 0,61)	Tempo	0,37
					Interação	0,39
	TRT	113,47 $\pm$ 52,17	139,58 $\pm$ 51,32	-0,50(-1,18 a 0,19)	Grupo	0,08

Dados expressos em média $\pm$ desvio padrão e tamanho de efeito (intervalo de confiança de 95%); IL-6: interleucina 6; TNF- α : fator de necrose tumoral-alpha; IL-10: interleucina 10. HDL-c: lipoproteína de alta densidade – colesterol; Colesterol total – HDL-c: colesterol total menos HDL colesterol; Tempo: comparação dos momentos baseline e 12 semanas; Interação: interação tempo $\times$ grupos; Grupo: comparação do comportamento entre os grupos; $p < 0.05$ = diferença estatisticamente significativa; TRE: grupo de treinamento de resistência elástica; TRT: grupo de treinamento resistido tradicional.

Discussão

Este estudo investigou os efeitos do TRT versus TRE sobre o perfil inflamatório e metabólico, força muscular e capacidade funcional de idosos. Nossas principais conclusões foram que ambos os programas de treinamento resistido (tradicional e elástico) promoveram melhorias na força muscular, capacidade funcional e perfil lipídico, confirmando nossa hipótese nula. No entanto, esse estudo não foi capaz de determinar efeitos do TR no perfil inflamatório.

As comparações entre TRT e TRE em idosos são pouco exploradas na literatura, e estudos mostram resultados semelhantes entre os tipos de treinamento. Flandez et al. (Flandez et al., 2017) compararam os efeitos de um programa de 12 semanas de TRE versus TR com pesos livres no perfil metabólico e funcional de mulheres na pré-menopausa. Os resultados mostraram que ambos os métodos de treinamento reduziram os níveis de PCR e hemoglobina glicosilada, embora reduções no colesterol das lipoproteínas de baixa densidade (LDL-c) foram observadas apenas no TRE. Para capacidade funcional, os grupos apresentaram ganhos semelhantes (Flandez et al., 2017). Em contraste, nossos resultados não demonstraram diferenças significativas no perfil inflamatório em ambos os programas de treinamento resistido.

Esperávamos uma redução de TNF- α e IL-6, uma vez que o exercício é capaz de estimular a produção de miocinas que inibem a expressão citocinas pró-inflamatórias, favorecendo redução da inflamação crônica de baixo grau (Pedersen, 2013). No entanto, corroborando com nossos achados, em 2018 uma metanálise de ensaios clínicos randomizados investigou os efeitos do TR nos biomarcadores inflamatórios de idosos e observaram que o TR produziu uma redução moderada do PCR, mas o estudo não conseguiu provar os efeitos na redução de TNF- α e IL-6 (Sardeli et al., 2018). Os autores discutem os resultados com cautela, pois podem ter ocorrido devido ao pequeno número de estudos incluídos, métodos distintos de análise e heterogeneidade de sujeitos (Sardeli et al., 2018). Neste sentido, outra revisão sistemática sugeriu que o PCR pode ser mais

responsivo ao treinamento com exercícios crônicos do que IL-6 ou TNF- α (Woods et al., 2012).

Cabe ressaltar a função pleiotrópica da IL-6, quando produzida por miócitos, pode ter uma função anti-inflamatória (efeito agudo do exercício) (Pedersen, 2013), enquanto a IL-6 produzida por células imunológicas, especialmente adipócitos, promove um efeito pró-inflamatório. Neste segundo caso, o aumento da IL-6, e também de TNF- α , leva ao aumento do catabolismo proteico e falhas na sinalização de insulina, bem como dislipidemia (Bruunsgaard, 2002). Posteriormente, um status pró-inflamatório resulta em perda de massa muscular, com consequentes reduções na força muscular, fortemente associadas com aumento de quedas, fraturas e maior dependência (Boers et al., 2017), aumentando o risco de mortalidade em idosos (Li et al., 2017).

Assim, devido à importância da inflamação de baixo grau no envelhecimento, outros estudos devem ser realizados incluindo a avaliação das respostas agudas ao exercício no perfil inflamatório. Essas alterações podem ser mais sensíveis e significativas, visto que a IL6 pode aumentar até 100 vezes após exercício agudo (Pedersen e Febbraio, 2008), o que caracteriza uma resposta anti-inflamatória, uma vez que estimula a produção de IL-10 e IL-1ra que inibem a síntese de citocinas pró-inflamatórias (Galic et al., 2010). Nesse sentido, mesmo sem alterações crônicas (baseline x 12 semanas) no perfil inflamatório após o protocolo de treinamento, poderiam ter havido alterações positivas no comportamento agudo das citocinas após 12 semanas de treinamento, como demonstrado por Silva et al em idosos com DPOC (Silva et al., 2018a).

O declínio funcional observado no envelhecimento, explicado pela perda de força e massa muscular, pode ser consequência de vários fatores biológicos incluindo fatores hormonais (diminuição de alguns hormônios tróficos, como os esteroides gonadais, estrogênio e testosterona) e inflamação crônica de baixo grau (Anton et al., 2015). Nesse sentido, uma revisão sistemática com metanálise demonstrou que o treinamento de resistência elástica fornece ganhos de força semelhantes ao treinamento resistido convencional em outras populações (Lopes et al., 2019). Embora não avaliamos a massa muscular, também encontramos melhora semelhante na força muscular entre os grupos, o que pode implicar em ganhos funcionais importantes nesses indivíduos. Para reforçar a importância da força muscular em idosos, em 2019 Cruz-Jentoft et al. publicaram uma revisão do Consenso europeu sobre a definição e diagnóstico da sarcopenia, reconhecendo que a força é melhor que a massa muscular na predição de resultados adversos e

evidenciaram o uso de baixa força muscular como principal parâmetro de diagnóstico de sarcopenia (Cruz-Jentoft et al., 2019).

Outros estudos mostram resultados divergentes sobre os efeitos do TRE na força e massa muscular em idosos. Martins et al. (Martins et al., 2015) conduziram um programa de TRE de 8 semanas composto por sete exercícios, com duas a quatro séries de 15 repetições, duas vezes por semana. Os resultados demonstraram que o TRE não aumentou significativamente a força e a massa muscular. Yasuda e cols. (Yasuda et al., 2015) analisaram os efeitos de TRE de baixa carga e TRE com restrição de fluxo sanguíneo (120–270 mmHg) sobre hipertrofia muscular e força em idosos. Os resultados demonstraram que apenas TRE com restrição de fluxo sanguíneo induziu hipertrofia e aumento da força de membros superiores. No entanto, deve-se notar que a carga (baixa carga) e a duração do treinamento podem ter influenciado os resultados.

Estudos anteriores observaram em diferentes amostras manutenção e/ou ganhos semelhantes em outros desfechos com o uso de ferramentas elásticas quando comparado a equipamentos convencionais. Flandez et al. (Flandez et al., 2017) treinaram mulheres na pré-menopausa por 12 semanas e observaram que o treinamento com ferramentas elásticas promoveu melhorias em parâmetros metabólicos (diminuição de LDL e hemoglobina glicada no grupo que treinou com tubos elásticos) e capacidade funcional (TUG) semelhantes aos alcançados com pesos livres. Além disso, no período pós-menopausa (cerca de 58 anos), Neves et al. (Neves et al., 2017) observaram que treinamento funcional utilizando bandas elásticas e pesos livres foi eficaz em diminuir a gordura corporal e melhorar a capacidade funcional.

Nosso principal resultado foi o aumento das concentrações de HDL-c nos dois grupos de treinamento. Vários estudos mostram que o exercício pode modular positivamente o transporte reverso de colesterol (Ghanbari-Niaki et al., 2011). O HDL-c pode atuar em por duas vias: ésteres de colesterol contidos em HDL podem sofrer captação seletiva por hepatócitos e hormônios esteroides e serem excretados na bile ou o HDL-c transfere colesterol para lipoproteínas contendo apoB, especialmente LDL-c, em troca de moléculas de triacilglicerol e, finalmente, os hepatócitos absorvem o HDL-c de forma indireta (Lewis e Rader, 2005; Singh et al., 2007). Além disso, o exercício pode favorecer adaptações no metabolismo do ácido biliar, o qual estimula a excreção fecal de bile e colesterol (Lavoie, 2016), portanto, ambas as ferramentas foram eficientes para alterar o perfil lipoproteico, representando uma resposta antiaterogênica.

Chalil et al. (Chalil et al., 2015) sugerem que com o envelhecimento ocorrem mudanças na maneira que os estímulos mecânicos são percebidos pelas miofibrilas ou como os músculos processam os estímulos para hipertrofia, o que dificulta o ganho de massa muscular em idosos. No entanto, como mencionado anteriormente, o exercício resistido desempenha um papel fundamental na prevenção da perda progressiva de massa muscular relacionada à idade. É importante enfatizar que, no presente estudo, ambos os treinamentos de resistência permitiram a manutenção da composição corporal dos idosos avaliados, ou seja, foram capazes de evitar danos que provavelmente ocorreriam devido ao envelhecimento.

Existem muitos fatores que promovem a diminuição das habilidades funcionais em idosos, levando a fragilidade. Evidências mostram que a fragilidade está associada ao desenvolvimento de várias comorbidades e baixos níveis de qualidade de vida (Marventano et al., 2014; Rizzoli et al., 2013). No entanto, embora o processo de envelhecimento seja natural e inevitável, medidas que visem manter a capacidade física da população ao longo dos anos devem tomadas para preservar a independência física e, consequentemente, promover uma melhor qualidade de vida.

Conforme observado no presente estudo, ambas as ferramentas de treinamento promoveram adaptações funcionais positivas na mobilidade e coordenação, corroborando com Liao et al. (Liao et al., 2017), que observaram melhora da capacidade funcional através de tarefas de mobilidade funcional em idosas que realizaram exercícios com ferramentas elásticas por 12 semanas. Além disso, Ramos et al. (Ramos et al., 2014) observaram melhora no desempenho no teste de caminhada de seis minutos em idosos com doença pulmonar obstrutiva crônica submetidos a treinamento com tubos elásticos por 8 semanas. Em relação à coordenação, não foram encontrados estudos com TRE que avaliaram esse desfecho, no entanto, a melhora encontrada pode ser explicada pela capacidade do treinamento resistido em promover adaptações neuronais no controle do movimento voluntário, o que implica diretamente na melhoria da coordenação sensório-motora. Esses dados reforçam que os componentes elásticos são tão eficientes quanto equipamentos convencionais para manter ou melhorar a funcionalidade em idosos.

Como principais limitações deste estudo, o tempo de intervenção (12 semanas) pode não ter sido suficiente para verificar diferenças entre os dois programas de treinamento. Além disso, um teste de força muscular inespecífico (isométrico) foi aplicado,

o que poderia subestimar força dos indivíduos, visto que os programas de treinamento resistido foram compostos por exercícios isotônicos, para ambos os grupos.

Aplicações práticas

Esses dados sugerem que 12 semanas de TR tradicional e elástico induzem benefícios semelhantes na força muscular, capacidade funcional e perfil lipídico de idosos. Nossos resultados destacam os benefícios de ambos os modelos de TR, especialmente elástico, que é de baixo custo, fácil manipulação e disponibilidade para prevenir acometimentos funcionais e de força muscular durante o processo de envelhecimento.

Contribuições dos autores

BS, FL, LG forneceram o conceito, design e ideia para o estudo. GB, VS, AF e JU realizaram a coleta de dados. BS, MF e LG realizaram a análise de dados. BS, FL, LG, MF, GB e JU realizaram a interpretação dos resultados. Todos os autores contribuíram para a redação e revisão do manuscrito e aprovaram a versão final.

Declaração de interesse concorrente

Os autores declaram que o estudo foi realizado na ausência de qualquer relação comercial ou financeira que poderiam ser interpretados como potencial conflito de interesses.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) (Edital Universal Proc. 483966/2013-4). BSAS foi financiada pela CAPES/Brasil.

Referências

- ACSM, 2009. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 41, 687–708. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181915670>.
- Alley, D.E., Shardell, M.D., Peters, K.W., McLean, R.R., Dam, T.T., Kenny, A.M., et al., 2014. Grip strength cutpoints for the identification of clinically relevant weakness. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* 69, 559–566. <https://doi.org/10.1093/gerona/glu011>.
- Anton, S.D., Woods, A.J., Ashizawa, T., Barb, D., Buford, T.W., Carter, C.S., et al., 2015. Successful aging: advancing the science of physical independence in older adults. *Ageing Res. Rev.* 24, 304–327. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2015.09.005>.
- Bano, G., Trevisan, C., Carraro, S., Solmi, M., Luchini, C., Stubbs, B., et al., 2017. Inflammation and sarcopenia: a systematic review and meta-analysis. *Maturitas* 96, 10–15. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2016.11.006>.
- Bian, A.-L., Hu, H.-Y., Rong, Y.-D., Wang, J., Wang, J.-X., Zhou, X.-Z., 2017. A study on relationship between elderly sarcopenia and inflammatory factors IL-6 and TNF- α . *Eur. J. Med. Res.* 22, 25. <https://doi.org/10.1186/s40001-017-0266-9>.
- Boers, H.E., Haroon, M., Grand, F.L., Bakker, A.D., Klein-Nulend, J., Jaspers, R.T., 2017. Mechanosensitivity of aged muscle stem cells. *J. Orthop. Res.* <https://doi.org/10.1002/jor.23797>.
- Breen, L., Phillips, S.M., 2011. Skeletal muscle protein metabolism in the elderly: interventions to counteract the ‘anabolic resistance’ of ageing. *Nutr. Metab. (Lond.)* 8, 68. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-8-68>.
- Bruunsgaard, H., 2002. Effects of tumor necrosis factor-alpha and interleukin-6 in elderly populations. *Eur. Cytokine Netw.* 13, 389–391.
- Chalil, S., Pierre, N., Bakker, A.D., Manders, R.J., Pletsers, A., Francaux, M., et al., 2015. Aging related ER stress is not responsible for anabolic resistance in mouse skeletal muscle. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 468, 702–707. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2015.11.019>.
- Cohen, J., 1988. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Routledge Academic, New York, NY.
- Colado, J.C., Garcia-Masso, X., Pellicer, M., Alakhdar, Y., Benavent, J., Cabeza-Ruiz, R., 2010. A comparison of elastic tubing and isotonic resistance exercises. *Int. J. Sports Med.* 31, 810–817. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1262808>.
- Cruz-Jentoft, A.J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyere, O., Cederholm, T., et al., 2019. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing* 48, 16–31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>.
- Dos Santos, V.R., Gobbo, L.A., 2019. Physical activity is associated with functional capacity of older women with osteosarcopenic obesity: 24-month prospective study. *Eur. J. Clin. Nutr.* <https://doi.org/10.1038/s41430-019-0505-y>.
- Flandez, J., Belando, N., Gargallo, P., Fernandez-Garrido, J., Vargas-Foitzick, R.A., Devis-Devis, J., et al., 2017. Metabolic and functional profile of premenopausal women with metabolic syndrome after training with elastics as compared to free weights. *Biol. Res. Nurs.* 19, 190–197. <https://doi.org/10.1177/1099800416674307>.

Forti, L.N., Njemini, R., Beyer, I., Eelbode, E., Meeusen, R., Mets, T., et al., 2014. Strength training reduces circulating interleukin-6 but not brain-derived neurotrophic factor in community-dwelling elderly individuals. *Age* 36, 9704. <https://doi.org/10.1007/s11357-014-9704-6>.

Freire, A.P.C.F., Uzeloto, J.S., Silva, BsdA, Franco, M.R.C., Ramos, D., Ramos, E.M.C., 2019. The perceptions of physical therapists about facilitators and challenges in the use of different tools for resistance training in COPD patients: a mixed-method study. *Fisioterapia e Pesquisa* 26, 275–284.

Galic, S., Oakhill, J.S., Steinberg, G.R., 2010. Adipose tissue as an endocrine organ. *Mol. Cell. Endocrinol.* 316, 129–139. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2009.08.018>.

Ghanbari-Niaki, A., Saghebjo, M., Hedayati, M., 2011. A single session of circuit-resistance exercise effects on human peripheral blood lymphocyte ABCA1 expression and plasma HDL-C level. *Regul. Pept.* 166, 42–47. <https://doi.org/10.1016/j.regpep.2010.08.001>.

Hofmann, M., Schober-Halper, B., Oesen, S., Franzke, B., Tschan, H., Bachl, N., et al., 2016. Effects of elastic band resistance training and nutritional supplementation on muscle quality and circulating muscle growth and degradation factors of institutionalized elderly women: the Vienna Active Ageing Study (VAAS). 116, 885–897. <https://doi.org/10.1007/s00421-016-3344-8>.

Hoogendijk, E.O., Afilalo, J., Ensrud, K.E., Kowal, P., Onder, G., Fried, L.P., 2019. Frailty: implications for clinical practice and public health. *Lancet* 394, 1365–1375. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(19\)31786-6](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(19)31786-6).

Lavoie, J.-M., 2016. Dynamics of hepatic and intestinal cholesterol and bile acid pathways: the impact of the animal model of estrogen deficiency and exercise training. *World J. Hepatol.* 8, 961–975. <https://doi.org/10.4254/wjh.v8.i23.961>.

Lewis, G.F., Rader, D.J., 2005. New insights into the regulation of HDL metabolism and reverse cholesterol transport. *Circ. Res.* 96, 1221–1232. <https://doi.org/10.1161/01.RES.0000170946.56981.5c>.

Li, H., Liu, W., Xie, J., 2017. Circulating interleukin-6 levels and cardiovascular and allcause mortality in the elderly population: a meta-analysis. *Arch. Gerontol. Geriatr.* 73, 257–262. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2017.08.007>.

Liao, C.D., Tsauo, J.Y., Lin, L.F., Huang, S.W., Ku, J.W., Chou, L.C., et al., 2017. Effects of elastic resistance exercise on body composition and physical capacity in older women with sarcopenic obesity: a CONSORT-compliant prospective randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)* 96, e7115. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000007115>.

Liao, C.D., Tsauo, J.Y., Huang, S.W., Ku, J.W., Hsiao, D.J., Liou, T.H., 2018. Effects of elastic band exercise on lean mass and physical capacity in older women with sarcopenic obesity: a randomized controlled trial. *Sci. Rep.* 8, 2317. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-20677-7>.

Liao, C.D., Tsauo, J.Y., Chiu, Y.S., Ku, J.W., Huang, S.W., Liou, T.H., 2019. Effects of elastic resistance exercise after total knee replacement on muscle mass and physical function in elderly women with osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* <https://doi.org/10.1097/phm.0000000000001344>.

Lima, F.F., Camillo, C.A., Gobbo, L.A., Trevisan, I.B., Nascimento, W., Silva, B.S.A., et al., 2018. Resistance training using low cost elastic tubing is equally effective to

conventional weight machines in middle-aged to older healthy adults: a quasi-randomized controlled clinical trial. *J. Sports Sci. Med.* 17, 153–160.

Lindemann, U., Mohr, C., Machann, J., Blatzonis, K., Rapp, K., Becker, C., 2016. Association between thigh muscle volume and leg muscle power in older women. *PLoS One* 11, e0157885. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157885>.

Liu, C.J., Latham, N.K., 2009. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database Syst. Rev.* Cd002759. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002759.pub2>.

Lohman, T.G., Roche, A.F., Martorell, R., 1988. Anthropometric standardization reference manual. Human Kinetics Books, Champaign, IL.

Lopes, J.S.S., Machado, A.F., Micheletti, J.K., de Almeida, A.C., Cavina, A.P., Pastre, C.M., 2019. Effects of training with elastic resistance versus conventional resistance on muscular strength: a systematic review and meta-analysis. *SAGE Open Med.* 7, 2050312119831116. <https://doi.org/10.1177/2050312119831116>.

López-Otín, C., Blasco, M.A., Partridge, L., Serrano, M., Kroemer, G., 2013. The hallmarks of aging. *Cell* 153, 1194–1217. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2013.05.039>.

Martins, W.R., Safons, M.P., Bottaro, M., Blasczyk, J.C., Diniz, L.R., Fonseca, R.M.C., et al., 2015. Effects of short term elastic resistance training on muscle mass and strength in untrained older adults: a randomized clinical trial. *BMC Geriatr.* 15, 99. <https://doi.org/10.1186/s12877-015-0101-5>.

Marventano, S., Ayala, A., Gonzalez, N., Rodriguez-Blazquez, C., Garcia-Gutierrez, S., Forjaz, M.J., 2014. Multimorbidity and functional status in community-dwelling older adults. *Eur. J. Intern. Med.* 25, 610–616. <https://doi.org/10.1016/j.ejim.2014.06.018>.

Neves, L.M., Fortaleza, A.C., Rossi, F.E., Diniz, T.A., Codogno, J.S., Gobbo, L.A., et al., 2017. Functional training reduces body fat and improves functional fitness and cholesterol levels in postmenopausal women: a randomized clinical trial. *J. Sports Med. Phys. Fitness* 57, 448–456. <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.17.06062-5>.

Nilwik, R., Snijders, T., Leenders, M., Groen, B.B., van Kranenburg, J., Verdijk, L.B., et al., 2013. The decline in skeletal muscle mass with aging is mainly attributed to a reduction in type II muscle fiber size. *Exp. Gerontol.* 48, 492–498. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2013.02.012>.

Oesen, S., Halper, B., Hofmann, M., Jandrasits, W., Franzke, B., Strasser, E.M., et al., 2015. Effects of elastic band resistance training and nutritional supplementation on physical performance of institutionalised elderly—a randomized controlled trial. *Exp. Gerontol.* 72, 99–108. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2015.08.013>.

Pedersen, B.K., 2013. Muscle as a secretory organ. *Compr. Physiol.* 3, 1337–1362. <https://doi.org/10.1002/cphy.c120033>.

Pedersen, B.K., Febbraio, M.A., 2008. Muscle as an endocrine organ: focus on muscle-derived interleukin-6. *Physiol. Rev.* 88, 1379–1406. <https://doi.org/10.1152/physrev.90100.2007>.

Podsiadlo, D., Richardson, S., 1991. The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J. Am. Geriatr. Soc.* 39, 142–148. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x>.

- Ramos, E.M., de Toledo-Arruda, A.C., Fosco, L.C., Bonfim, R., Bertolini, G.N., Guarnier, F.A., et al., 2014. The effects of elastic tubing-based resistance training compared with conventional resistance training in patients with moderate chronic obstructive pulmonary disease: a randomized clinical trial. *Clin. Rehabil.* 28, 1096–1106. <https://doi.org/10.1177/0269215514527842>.
- Rizzoli, R., Reginster, J.Y., Arnal, J.F., Bautmans, I., Beudart, C., Bischoff-Ferrari, H., et al., 2013. Quality of life in sarcopenia and frailty. *Calcif. Tissue Int.* 93, 101–120. <https://doi.org/10.1007/s00223-013-9758-y>.
- Sardeli, A.V., Tomeleri, C.M., Cyrino, E.S., Fernhall, B., Cavaglieri, C.R., Chacon-Mikahil, M.P.T., 2018. Effect of resistance training on inflammatory markers of older adults: a meta-analysis. *Exp. Gerontol.* 111, 188–196. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.07.021>.
- Schaap, L.A., Pluijm, S.M., Deeg, D.J., Visser, M., 2006. Inflammatory markers and loss of muscle mass (sarcopenia) and strength. *Am. J. Med.* 119, 526.e9-17. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2005.10.049>.
- Schaap, L.A., Pluijm, S.M., Deeg, D.J., Harris, T.B., Kritchevsky, S.B., Newman, A.B., et al., 2009. Higher inflammatory marker levels in older persons: associations with 5-year change in muscle mass and muscle strength. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* 64, 1183–1189. <https://doi.org/10.1093/gerona/glp097>.
- Serra, M.C., Ryan, A.S., Ortmeyer, H.K., Addison, O., Goldberg, A.P., 2017. Resistance training reduces inflammation and fatigue and improves physical function in older breast cancer survivors. *Menopause*. <https://doi.org/10.1097/gme.0000000000000969>.
- Silva, B.S.A., Lira, F.S., Rossi, F.E., Ramos, D., Uzeloto, J.S., Freire, A., et al., 2018a. Inflammatory and metabolic responses to different resistance training on chronic obstructive pulmonary disease: a randomized control trial. *Front. Physiol.* 9, 262. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00262>.
- Silva, BsdA, Lira, F.S., Rossi, F.E., de Freitas, M.C., Freire, A.P.C.F., Dos Santos, V.R., et al., 2018b. Elastic resistance training improved glycemic homeostasis, strength, and functionality in sarcopenic older adults: a pilot study. *J. Exerc. Rehabil.* 14, 1085–1091. <https://doi.org/10.12965/jer.1836412.206>.
- Singh, I.M., Shishehbor, M.H., Ansell, B.J., 2007. High-density lipoprotein as a therapeutic target: a systematic review. *Jama* 298, 786–798. <https://doi.org/10.1001/jama.298.7.786>.
- Soysal, P., Stubbs, B., Lucato, P., Luchini, C., Solmi, M., Peluso, R., et al., 2016. Inflammation and frailty in the elderly: a systematic review and meta-analysis. *Ageing Res. Rev.* 31, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2016.08.006>.
- Tomeleri, C.M., Ribeiro, A.S., Souza, M.F., Schiavoni, D., Schoenfeld, B.J., Venturini, D., et al., 2016. Resistance training improves inflammatory level, lipid and glycemic profiles in obese older women: a randomized controlled trial. *Exp. Gerontol.* 84, 80–87. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2016.09.005>.
- Tomeleri, C.M., Souza, M.F., Burini, R.C., Cavaglieri, C.R., Ribeiro, A.S., Antunes, M., et al., 2017. Resistance training reduces metabolic syndrome and inflammatory markers in older women: a randomized controlled trial. *J. Diabetes*. <https://doi.org/10.1111/1753-0407.12614>.

Visser, M., Pahor, M., Taaffe, D.R., Goodpaster, B.H., Simonsick, E.M., Newman, A.B., et al., 2002. Relationship of interleukin-6 and tumor necrosis factor-alpha with muscle mass and muscle strength in elderly men and women: the Health ABC Study. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* 57, M326–M332.

Woods, J.A., Wilund, K.R., Martin, S.A., Kistler, B.M., 2012. Exercise, inflammation and aging. *Aging Dis.* 3, 130–140.

Yaguchi, K., Furutani, M., 1998. An applicability study of the aahperd's functional fitness test for elderly american adults to elderly Japanese adults. *Environ. Health Prev. Med.* 3, 130–140. <https://doi.org/10.1007/bf02931703>.

Yasuda, T., Fukumura, K., Uchida, Y., Koshi, H., Iida, H., Masamune, K., et al., 2015. Effects of low-load, elastic band resistance training combined with blood flow restriction on muscle size and arterial stiffness in older adults. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* 70, 950–958. <https://doi.org/10.1093/gerona/glu084>.

Artigo 2- Publicado no Journal of Exercise Rehabilitation (ISSN: 2288176X)

Treinamento de resistência elástica melhora a homeostase glicêmica, força e funcionalidade em idosos sarcopênicos: um estudo piloto

Resumo

O objetivo deste estudo foi verificar os efeitos de 12 semanas de treinamento de resistência elástica na homeostase glicêmica, força e funcionalidade em idosos sarcopênicos. Sete indivíduos sarcopênicos (idade, $70,71 \pm 8,0$ anos; índice de massa corporal, $22,75 \pm 3,1$ kg/m²) participaram do protocolo de treinamento por 12 semanas. Foram realizados o teste oral de tolerância à glicose, força de preensão manual (FPM), teste de sentar-levantar (TSL), teste de caminhada de 4 m e teste de coordenação inicialmente e após as 12 semanas de treinamento. De acordo com os resultados, os valores basais da área sob a curva de glicose e o índice HOMA-RI (*homeostatic model assessment-insulin resistance*) foram significativamente menores após 12 semanas, respectivamente ($808,2 \pm 185,0$ mmol/L vs. $706,6 \pm 114,8$ mmol/L, $p = 0,049$; $1,44 \pm 0,48$ vs. $0,73 \pm 0,32$, $p = 0,040$). Houve uma melhora significativa da FPM ($24,3 \pm 5,7$ kg vs. $27,3 \pm 7,3$ kg, $p = 0,01$), teste de caminhada de 4 m ($3,64 \pm 0,4$ seg vs. $3,23 \pm 0,3$ seg, $p = 0,04$) e TSL ($10,2 \pm 2,3$ segundos vs. $9,0 \pm 1,9$ segundos, $p = 0,04$) em comparação com as avaliações iniciais. Em conclusão, esses resultados sugerem que o treinamento de resistência elástica melhorou a homeostase glicêmica, força e funcionalidade em idosos sarcopênicos.

Palavras-chave: Sarcopenia, Exercício, Teste de tolerância à glicose, Resistência à insulina.

Introdução

Uma redução acentuada da massa muscular e força associada ao envelhecimento pode resultar em sarcopenia (Bonney e Gilbey, 2015), que está relacionada ao desenvolvimento de outras doenças, como resistência à insulina (RI). Foi relatado que a RI pode ser um fator potencial envolvido na perda de massa muscular por acelerar a degradação de proteínas. A ligação entre a RI e a redução músculo esquelética é baseada na ação da insulina na supressão da degradação das proteínas musculares (Abdulla et al., 2016), uma vez que a disfunção de sinalização da insulina leva à supressão do fosfatidilinositol 3-quinase e Akt, aumentando a ativação da via ubiquitina-proteassoma (Wang et al., 2006). Por esse motivo, manter a homeostase da glicose e a sensibilidade à insulina são essenciais para evitar a perda de massa muscular esquelética na condição sarcopênica (López Teros et al., 2015), principalmente devido à perda de massa muscular estar associada ao risco de mortalidade em idosos (Ali et al., 2008; Levine e Crimmins, 2012).

A redução da força e da capacidade funcional também é outra característica comum em idosos sarcopênicos, gerando fragilidade, perda de autonomia e maior risco de quedas e fraturas (Alley et al., 2014; Manini et al., 2007). Um estudo de coorte que examinou a relação entre a força de preensão manual (FPM) e os níveis de insulina em jejum mostrou uma correlação significativa entre a RI e a queda de força muscular em idosos, independentemente dos fatores de confusão, sugerindo que idosos com RI têm maior probabilidade de obter uma redução na força (Lazarus et al., 1997). Corroborando a isso, Kalyani et al. (2015) demonstraram que a redução de força muscular está significativamente associada à hiperglicemia no envelhecimento, demonstrando que o controle glicêmico é importante para a função muscular (Kalyani et al., 2015). Além disso, os níveis de glicose também podem ser mais altos em pacientes frágeis quando comparados a idosos saudáveis, aumentando o risco de diabetes tipo 2 para esses pacientes (Goulet et al., 2010; Srikanthan et al., 2010).

Por outro lado, o treinamento resistido é altamente recomendado para idosos. Estudos demonstraram que o treinamento resistido gera efeitos benéficos na função muscular, atuando na prevenção e tratamento da sarcopenia (Papa et al., 2017; Smith et al., 2003). É ferramenta eficaz nas síndromes de fragilidade, pois atua aumentando a força, potência, capacidade funcional, melhorando a capacidade de realizar tarefas da vida diária.

Além disso, o treinamento resistido é fortemente recomendado para melhorar a

sensibilidade à insulina, bem como é um tipo de treinamento eficiente para induzir o controle glicêmico (Winett e Carpinelli, 2001).

A efetividade de ferramentas alternativas para o treinamento resistido, como o treinamento de resistência elástica (TRE), é altamente importante, pois o TRE pode promover vantagens por ser simples de operar, portátil, exigindo menos espaço físico e baixo custo em comparação ao treinamento resistido convencional. Além disso, idosos em condições de fragilidade, inseridos em programa de reabilitação (pacientes hospitalizados), disfunção no controle motor ou lesão musculoesquelética podem não ser capazes de realizar treinamento resistido convencional (exercícios com pesos ou máquina) em academias, dessa forma o TRE pode ser utilizado como ferramenta alternativa para essas condições. Atualmente, existe um considerável corpo de pesquisa que sugere que o TRE melhora a força e a capacidade funcional em idosos (Liao et al., 2017; Martins et al., 2015; Oesen et al., 2015). Além disso, a TRE foi capaz de melhorar o desempenho muscular na doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (Silva et al., 2016), reduzir a massa gorda em mulheres idosas com obesidade sarcopênica (Huang et al., 2017) e aumentar a massa magra em obesidade sarcopênica (Liao et al., 2017). No entanto, o comportamento da homeostase glicêmica ainda não foi estudado com tubos elásticos. Nesse contexto, o uso da resistência elástica pode ser uma forma acessível para qualquer serviço de saúde público ou privado, bem como no ambiente doméstico. Características que podem implicar positivamente em mais acesso ao tratamento também podem diminuir hospitalizações, gastos públicos e aumento da sobrevida dos pacientes. Assim, o objetivo deste estudo foi verificar os efeitos do treinamento de resistência elástica de 12 semanas na homeostase da glicose, força e funcionalidade em idosos sarcopênicos.

Materiais e métodos

Amostra e desenho experimental

Este estudo foi realizado na cidade de Presidente Prudente, São Paulo, Brasil (aproximadamente 210.000 habitantes). Os participantes foram escolhidos por amostra de conveniência. O estudo foi divulgado em mídia local e os indivíduos se apresentaram voluntariamente na instituição. Os critérios de inclusão foram: ter 60 anos ou mais e residir em Presidente Prudente (São Paulo) por pelo menos 2 anos. Os critérios de exclusão foram: incapacidade de andar, estar acamado, usar marcapassos e ter dados pessoais incompletos no banco de dados.

Inicialmente, para a classificação dos idosos sarcopênicos, a massa muscular apendicular foi determinada por uma absorciometria radiológica de dupla energia (DEXA) (modelo General Electric Healthcare, Lunar DPX-NT, versão 4.7, Madison, WI, EUA), usando os três modelos de compartimento (massa corporal magra, massa gorda e massa mineral óssea). A soma da massa isenta de gordura e osso dos membros superiores e inferiores foi utilizada para indicar tecido mole apendicular magro (MIGO_{ap}). O índice de MIGO foi calculado como a razão da MIGO e a altura ao quadrado (iMIGO). A força muscular, em kg, foi medida com dinamômetro eletrônico (Power Din Standard, CEFISE, São Paulo, Brasil). A velocidade da marcha, em m/s, foi avaliada em um teste de 4 m. Após as avaliações de triagem, foi aplicado para o diagnóstico de sarcopenia a proposta do Grupo de Trabalho Europeu sobre Sarcopenia em Pessoas Idosas.

Dos 307 idosos que participaram do convite, 15 foram classificados como sarcopênicos e concordaram em participar das 12 semanas de treinamento de resistência elástica, e sete sujeitos (idade: $70,7 \pm 8,0$ anos; peso corporal: $61,2 \pm 12,9$ kg; IMC: $22,7 \pm 3,1$ kg /m², três homens e quatro mulheres) completaram todos os procedimentos deste estudo. Os participantes foram informados sobre os objetivos do estudo e a metodologia de coleta de dados, além de ser permitido que abandonassem o estudo a qualquer momento. Somente aqueles que assinaram o termo de consentimento informado puderam participar do estudo. Todos os protocolos foram revisados e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado de São Paulo (Processo nº 16792013.1.0000.5402). Número do ensaio clínico - RBR-5cc79w.

Programa de treinamento resistido

Os idosos sarcopênicos realizaram 12 semanas de treinamento de resistência elástica, consistindo em sessões de treinamento de 75 minutos realizadas três vezes por semana. Cada sessão consistia de um aquecimento inicial e alongamentos gerais no final. Os exercícios utilizados no programa foram: extensão e flexão do joelho, abdução do ombro, flexão e extensão do cotovelo, supino e remada sentada. Foram realizados com sete diferentes tubos elásticos (marca Lemgruber®, Rio de Janeiro, Brasil), variando de diâmetros internos de 2,5 mm a 12 mm e diâmetros externos de 5 mm a 18,5 mm.

Os indivíduos foram treinados após a avaliação prévia do diâmetro do tubo elástico respectivo para cada um, conforme determinado pela administração repetida do teste de resistência à fadiga com intervalos de descanso de 1 minuto. O teste de resistência à fadiga teve como objetivo provocar falha na tarefa devido à fadiga após 12–15 repetições para

cada execução do movimento, em um tamanho específico de tubo elástico. Durante o teste, os pacientes foram instruídos a realizar cada movimento com uma amplitude de movimento completa para o número máximo de repetições. O teste foi interrompido em caso de fadiga, redução significativa na amplitude de movimento ou compensação muscular.

O programa de treinamento consistiu em três fases progressivas: fase 1 (1ª e 2ª semanas: 2 séries de 15 repetições; 60 segundos de recuperação do intervalo entre séries); fase 2 (3ª a 6ª semana: 3 séries de 15 repetições; 90 segundos de recuperação do intervalo entre séries); fase 3 (7ª a 12ª semana: 3 séries de 8 a 12 repetições; 90 segundos de recuperação do intervalo entre séries). As séries foram executadas até a exaustão momentânea (ou seja, quando os participantes realizaram o treinamento com repetições variando de 8 a 12 repetições máximas (RM), sempre foram incentivados a executar pelo menos 8 e não mais que 12 RM). No caso dos participantes executarem mais repetições, o tamanho do tubo elástico era aumentado para manter-se dentro da zona de treinamento (Silva et al., 2016).

Teste de tolerância à glicose

A avaliação homeostase glicêmica foi realizada pelo teste oral de tolerância à glicose (OGTT) antes e após o treinamento. As amostras de sangue venoso foram coletadas nos momentos 0, 15, 30, 45, 60, 90 e 120 min após administração oral 75 g de glicose em 0,3 L de água, após 12 horas de jejum. As diferenças nos níveis de glicose e insulina antes e após a administração de glicose foram usadas para calcular a área sob a curva (AUC). Além disso, foi calculado o homeostatic model assessment - insulin resistance (HOMA-IR). Os níveis de glicose no plasma foram analisados por método colorimétrico, obtido pelo teste Labtest, Brasil. A insulina foi avaliada através de kits comerciais de ensaios de imunoabsorção enzimática (Monobind Inc., Lake Forest, CA, EUA). Para eliminar a variação interensaio, todas as amostras foram analisadas em duplicata, resultando em uma variação intraensaio <7%.

Força de preensão manual

O teste de FPM foi realizado por dinamômetro eletrônico (Power Din Standard, CEFISE, São Paulo, Brasil). Cada teste foi realizado duas vezes com intervalo de 1 min. Os maiores valores obtidos foram registrados para fins de análise. Os sujeitos

permaneceram sentados com o membro dominante sobre a mesa e ângulo de flexão do cotovelo entre 120° e 150°. Os valores de força de pico foram medidos.

Funcionalidade

Foi aplicado o teste sentar-levantar (TSL), no qual os sujeitos mantinham os braços cruzados sobre o peito e, a um sinal do avaliador, levantaram-se e sentaram-se na cadeira o mais rápido possível, 5 vezes sem pausa. Aqueles que falharam em executar esta tarefa em menos de 60 segundos foram desqualificados do teste (Guralnik et al., 1994).

O teste de caminhada de 4 m foi utilizado para avaliar a velocidade da marcha. Os sujeitos foram instruídos a caminhar naturalmente, e o menor tempo (em segundos) obtido das duas caminhadas foi o tempo registrado (Guralnik et al., 1994).

O teste de coordenação foi realizado de acordo com o American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance. O equipamento para o teste de coordenação consistia em três latas de refrigerante (360 g) fechadas, um cronômetro, fita adesiva, uma mesa e uma cadeira. Foram realizados dois testes por indivíduo após dois testes práticos para permitir que o mesmo entendesse as instruções e procedimentos do teste. O tempo para cada tentativa foi medido com a unidade de 0,1 s. O melhor teste foi registrado como a pontuação final (Yaguchi e Furutani, 1998).

Análise de dados

Foi utilizada a análise de variância de medidas repetidas 2×7 (RMANOVA) para comparações de OGTT e insulina. Quando diferença ou interação significativa foi observada, foi realizado o teste post hoc de Bonferroni. Para todas as variáveis medidas, a esfericidade estimada foi verificada pelo teste de Mauchly e a correção de Greenhouse – Geisser foi utilizada quando necessário. O tamanho do efeito (ES) foi calculado. A significância estatística foi estabelecida em $P < 0,05$. A comparação do FPM e da funcionalidade no momento basal e 12 semanas após o protocolo de treinamento resistido foi realizada usando o teste t de Student para distribuições paramétricas ou o teste de Mann-Whitney para distribuições não paramétricas. Os dados foram analisados através do software SPSS versão 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA).

Resultados

Houve aumento da FPM com diferença significativa entre o momento basal e após 12 semanas de treinamento ($p = 0,01$). Quanto à funcionalidade, houve melhora no TSL ($p =$

0,04) e no teste de caminhada de 4 m ($p=0,04$) após o treinamento em comparação com o valor basal (Tabela 1).

Tabela 1. Comparação entre momentos na força muscular e funcionalidade . Os resultados foram apresentados como média $\pm$ DP.

Variáveis	Baseline	12 semanas	Δ	ES	<i>p</i>
FPM (kg)	24,3 $\pm$ 5,7	27,3 $\pm$ 7,3	3,0	0,46	0,01
Caminhada de 4 m (s)	3,64 $\pm$ 0,4	3,23 $\pm$ 0,3	-0,4	1,13	0,04
TSL (s)	10,2 $\pm$ 2,3	9,0 $\pm$ 1,9	-1,2	0,57	0,04
Teste de coordenação (s)	15,9 $\pm$ 3,6	11,7 $\pm$ 1,4	4,2	1,68	0,08

FPM= Força de preensão manual, TSL= teste sentar-levantar, Δ = 12 semanas menos baseline, ES= Tamanho do efeito.

O OGTT aumentou ao longo do tempo ($F = 3,32$, $p=0,01$, $ES = 0,36$), após 15, 30, 45, 90 min em comparação com o repouso no momento baseline e após 12 semanas de treinamento ($p<0,05$). Não houve diferença estatística entre o momento baseline e após 12 semanas de treinamento ($F = 5,16$, $p= 0,06$, $ES = 0,46$).

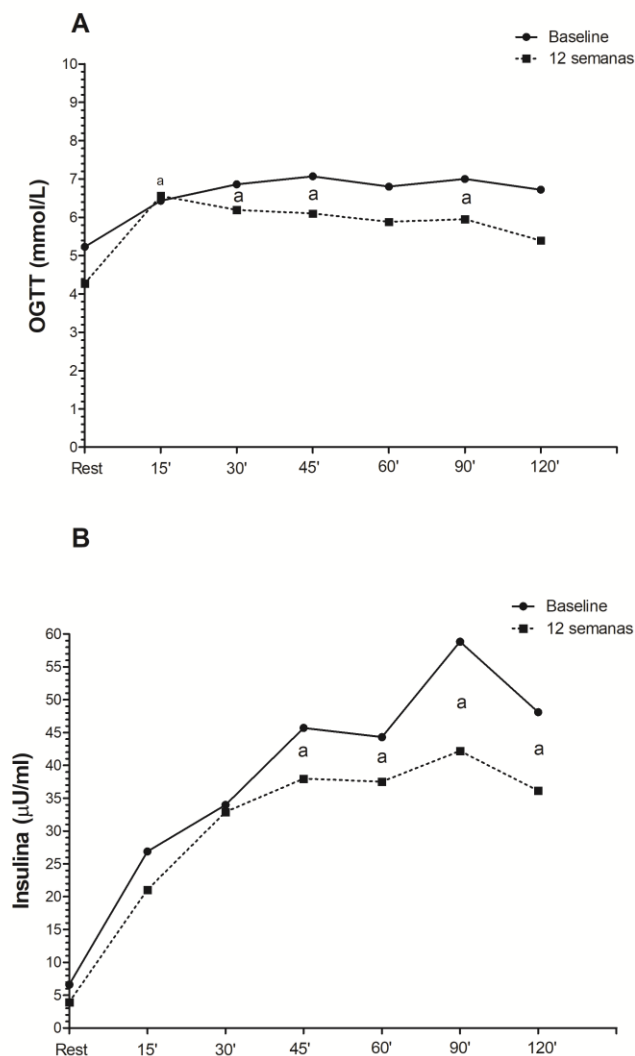


Figura 1. Diferença no teste oral de tolerância à glicose (OGTT, mmol/L) (A) e concentração de insulina ($\mu\text{U}/\text{mL}$) (B) entre o momento baseline e após 12 semanas de treinamento. a, efeito principal do tempo com $p < 0,05$ comparado ao repouso (teste post hoc de Bonferroni).

Para insulina, houve efeitos ao longo do tempo ($F = 4,80$, $p < 0,01$, $ES = 0,44$). Aumentou após 45, 60, 90, 120 min em comparação com o repouso no momento baseline e após 12 semanas de treinamento ($p < 0,05$). No entanto, não houve diferença estatística entre o momento baseline e após 12 semanas de treinamento ($F = 3,16$, $p = 0,13$, $ES = 0,35$).

Os valores de AUC de glicose ($p = 0,049$) e HOMA-IR ($p = 0,04$) (Fig. 2A, C) foram significativamente menores após 12 semanas de TRE. Os valores de AUC de insulina não mostraram diferença significativa (Fig. 2B).

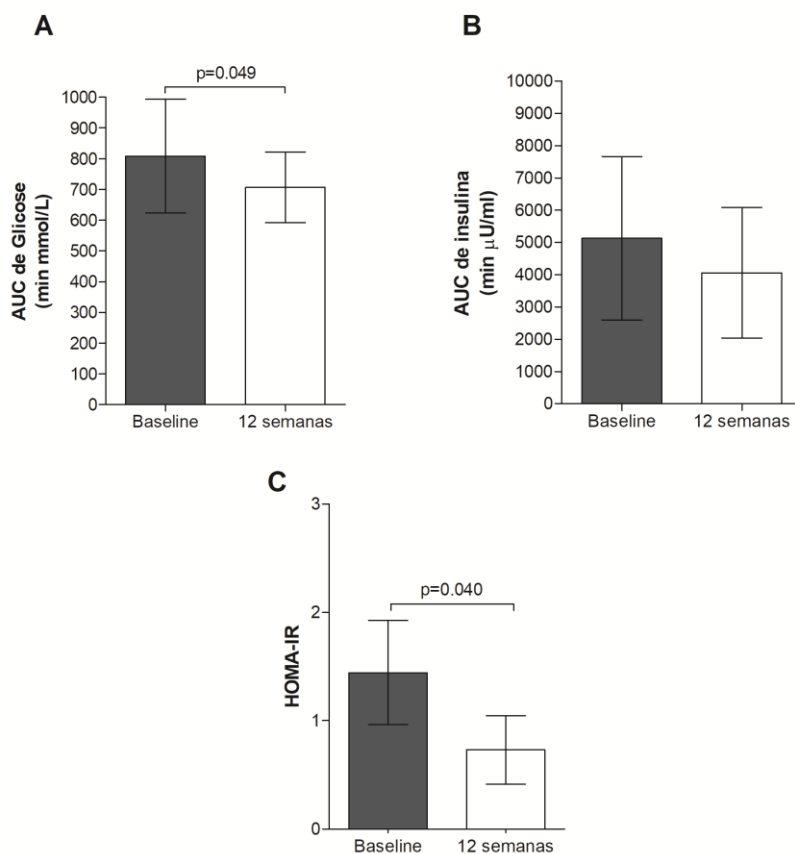


Figura 2. Áreas sob a curva (AUC) para glicose (A), insulina (B) e avaliação do *homeostatic model assessment- insulin resistance* (HOMA-IR) (C) durante os 120 minutos após a ingestão de glicose. Os resultados são apresentados como média± desvio padrão.

Discussão

A principal descoberta deste estudo foi que 12 semanas de TRE foram capazes de melhorar a homeostase glicêmica em idosos sarcopênicos, diminuindo a AUC de glicose bem como a RI. Além disso, nossos resultados mostraram que o TRE aumentou a FPM e a funcionalidade.

A ligação entre a RI e a redução musculoesquelética é baseada na ação da insulina na supressão da degradação das proteínas musculares (Abdulla et al., 2016). Especificamente, a insulina pode estimular a via de sinalização PI3K / Akt nas células musculares, levando à inibição do sistema ubiquitina-proteassoma (Wang et al., 2006). De fato, os aumentos da RI podem acelerar a perda de massa muscular em idosos, principalmente devido à ação ineficiente da insulina para inibir a degradação das proteínas musculares. Evidências demonstraram que a hiperinsulinemia, um marcador de RI, está

associada à perda de massa muscular esquelética apendicular em idosos (López Teros et al., 2015). Com base nesses achados, parece razoável especular que a melhora da sensibilidade à insulina é essencial para prevenir ou aumentar a massa muscular em idosos.

Atualmente, existem estudos consideráveis demonstrando melhora da sensibilidade à insulina através da realização do treinamento resistido convencional (Irvine e Taylor, 2009; Tresieras e Balady, 2009). No entanto, em idosos sarcopênicos a influência da TRE na RI é desconhecida na literatura. Nosso estudo demonstrou que a AUC de glicose e o HOMA-IR foram menores após 12 semanas de TRE. Apoiando nossos resultados, Jin et al. (2015) descobriram que 12 semanas de TRE usando faixa elástica (duas vezes por semana) reduziram o valor médio das concentrações de glicose no sangue de 122,2 para 103,1 (mg/dL) em mulheres idosas com hiperglicemia (Jin et al., 2015). Assim, de acordo com nosso estudo e Jin et al. (2015) é considerável a prescrição da TRE para promover a melhora da homeostase de glicose em idosos. Esses achados têm uma ótima aplicação clínica, uma vez que os idosos em condição de fragilidade, programa de reabilitação (pacientes hospitalizados), disfunção no controle motor e lesão musculoesquelética podem se encontrar impossibilitados de ir a academias, no entanto, os tubos elásticos são portáteis, de baixo custo, exigem menos espaço físico em comparação ao treinamento resistido convencional e podem ser acessíveis para qualquer serviço de saúde público ou privado, bem como no ambiente doméstico.

Além disso, idosos com RI têm maior probabilidade de obter uma redução na força, havendo uma relação entre FPM mais baixa e concentrações de insulina mais altas em jejum, sugerindo que a RI pode ser um fator potencial que envolve menor força muscular em idosos (López Teros et al. 2015). Corroborando com esse achado, Kalyani et al. (2015) demonstraram que a menor força muscular está significativamente associada à hiperglicemia com o envelhecimento. Nossos resultados também mostraram que a TRE aumentou a FPM e funcionalidade, e a melhora da sensibilidade à insulina encontrada pode ter sido um fator influenciador dessa melhora da função musculoesquelética.

Corroborando com nossos achados, Liao et al. (2017) investigaram os efeitos da TRE na composição corporal e na capacidade funcional de mulheres idosas com obesidade sarcopênica. O programa durou 12 semanas, com três sessões de treinamento semanais, cada exercício foi realizado com três séries de 10 repetições e a intensidade foi monitorada pela taxa de esforço percebido. Os resultados mostraram que a TRE aumentou a massa livre de gordura total, a FPM e melhorou a capacidade funcional (Liao et al., 2017). Além

disso, o treinamento de resistência elástica demonstrou benefícios funcionais em idosos saudáveis (Turban et al., 2014), com doenças cardiovasculares (Martins et al., 2013) e DPOC (Silva et al., 2016). Assim, a TRE pode ser uma ferramenta eficaz nas síndromes de fragilidade, aumentando a autonomia e reduzindo o risco de quedas e fraturas. Além disso, é muito importante manter a prática de treinamento resistido em idosos sarcopênicos, uma vez que tem o potencial de reduzir significativamente o risco de mortalidade em idosos (Kraschnewski et al., 2016), portanto, o tubo elástico pode ser uma alternativa para aumentar a aderência ao treinamento resistido nessa população.

Apesar da importância de nossos dados, algumas limitações precisam ser consideradas, como a falta de um grupo controle, avaliação da composição corporal e pequeno tamanho da amostra. Entretanto, a partir dos resultados, há uma orientação para o uso dos tubos elásticos nessa população, principalmente para o controle glicêmico. Outros estudos devem ser desenvolvidos para analisar outros efeitos do treinamento físico em pessoas sarcopênicas, visto que sua prática está envolvida na diminuição da mortalidade e nos fatores de risco para doenças graves, o que pode refletir reduções nas hospitalizações, gastos públicos e melhor qualidade de vida para esses pacientes.

Em conclusão, o TRE promoveu melhora da homeostase glicêmica, aumentando a sensibilidade à insulina em idosos sarcopênicos. Além disso, o TRE melhorou a força muscular e funcionalidade nessa população. Com base nos resultados do estudo, os tubos elásticos podem ser uma ferramenta acessível para melhora da homeostase glicêmica, força e funcionalidade em qualquer serviço de saúde público ou privado, bem como no ambiente doméstico.

Agradecimentos

Esta pesquisa foi financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (número da concessão: 483966 / 2013-4).

Referências

- Abdulla H, Smith K, AthTREon PJ, Idris I. Role of insulin in the regulation of human skeletal muscle protein synthesis and breakdown: a systematic review and meta-analysis. *Diabetologia*. 2016;59:44–55.
- Ali NA, O'Brien JM, Jr, Hoffmann SP, Phillips G, Garland A, Finley JC, Almoosa K, Hejal R, Wolf KM, Lemeshow S, Connors AF, Jr, Marsh CB, Midwest Critical Care Consortium. Acquired weakness, handgrip strength, and mortality in critically ill patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2008;178:261–268.
- Alley DE, Shardell MD, Peters KW, McLean RR, Dam TT, Kenny AM, Fragala MS, Harris TB, Kiel DP, Guralnik JM, Ferrucci L, Kritchevsky SB, Studenski SA, Vassileva MT, Cawthon PM. Grip strength cutpoints for the identification of clinically relevant weakness. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2014;69:559–566.
- Bonnefoy M, GilbTRE T. Body composition and comorbidity in the elderly. *Geriatr Psychol Neuropsychiatr Vieil*. 2015;13(Suppl 1):29–36.
- Goulet ED, Khursigara Z, Gougeon R, Morais JA. Postprandial insulin sensitivity and thermogenesis in frail elderly women. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2010;35:526–533.
- Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG, Scherr PA, Wallace RB. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol*. 1994;49:M85–94.
- Huang SW, Ku JW, Lin LF, Liao CD, Chou LC, Liou TH. Body composition influenced by progressive elastic band resistance exercise of sarcopenic obesity elderly women: a pilot randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2017;53:556–563.
- Irvine C, Taylor NF. Progressive resistance exercise improves glycaemic control in people with type 2 diabetes mellitus: a systematic review. *Aust J Physiother*. 2009;55:237–246.
- Jin EH, Park S, So JM. The effect of muscle power training with elastic band on blood glucose, cytokine, and physical function in elderly women with hyperglycemia. *J Exerc Nutrition Biochem*. 2015;19:19–24.
- Kalyani RR, Metter EJ, Egan J, Golden SH, Ferrucci L. Hyperglycemia predicts persistently lower muscle strength with aging. *Diabetes Care*. 2015;38:82–90.
- Kraschnewski JL, Sciamanna CN, Poger JM, Rovniak LS, Lehman EB, Cooper AB, Ballentine NH, Ciccolo JT. Is strength training associated with mortality benefits? A 15 year cohort study of US older adults. *Prev Med*. 2016;87:121–127.
- Lazarus R, Sparrow D, Weiss ST. Handgrip strength and insulin levels: cross-sectional and prospective associations in the Normative Aging Study. *Metabolism*. 1997;46:1266–1269.
- Levine ME, Crimmins EM. The impact of insulin resistance and inflammation on the association between sarcopenic obesity and physical functioning. *Obesity (Silver Spring)* 2012;20:2101–2106.
- Liao CD, Tsao JY, Lin LF, Huang SW, Ku JW, Chou LC, Liou TH. Effects of elastic resistance exercise on body composition and physical capacity in older women with sarcopenic obesity: a CONSORT-compliant prospective randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)* 2017;96:e7115.

- López Teros MT, Ramírez CFA, Alemán-Mateo H. Hyperinsulinemia is associated with the loss of appendicular skeletal muscle mass at 4.6 year follow-up in older men and women. *Clin Nutr*. 2015;34:931–936.
- Manini TM, Visser M, Won-Park S, Patel KV, Strotmeyer ES, Chen H, Goodpaster B, De Rekeneire N, Newman AB, Simonsick EM, Kritchevsky SB, Ryder K, Schwartz AV, Harris TB. Knee extension strength cutpoints for maintaining mobility. *J Am Geriatr Soc*. 2007;55:451–457.
- Martins WR, de Oliveira RJ, Carvalho RS, de Oliveira Damasceno V, da Silva VZ, Silva MS. Elastic resistance training to increase muscle strength in elderly: a systematic review with meta-analysis. *Arch Gerontol Geriatr*. 2013;57:8–15.
- Martins WR, Safons MP, Bottaro M, Blasczyk JC, Diniz LR, Fonseca RM, Bonini-Rocha AC, de Oliveira RJ. Effects of short term elastic resistance training on muscle mass and strength in untrained older adults: a randomized clinical trial. *BMC Geriatr*. 2015;15:99.
- Oesen S, Halper B, Hofmann M, Jandrasits W, Franzke B, Strasser EM, Graf A, Tschan H, Bachl N, Quittan M, Wagner KH, Wessner B. Effects of elastic band resistance training and nutritional supplementation on physical performance of institutionalised elderly--A randomized controlled trial. *Exp Gerontol*. 2015;72:99–108.
- Papa EV, Dong X, Hassan M. Skeletal muscle function deficits in the elderly: current perspectives on resistance training. *J Nat Sci*. 2017;3(1) pii: e272.
- Silva BS, Gobbo LA, Freire AP, Trevisan IB, Silva IG, Ramos EM. Effects of a resistance training with elastic tubing in strength, quality of life and dyspnea in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Phys Educ*. 2016;27:e2722.
- Smith K, Winegard K, Hicks AL, McCartney N. Two years of resistance training in older men and women: the effects of three years of detraining on the retention of dynamic strength. *Can J Appl Physiol*. 2003;28:462–474.
- Srikanthan P, Hevener AL, Karlamangla AS. Sarcopenia exacerbates obesity-associated insulin resistance and dysglycemia: findings from the National Health and Nutrition Examination Survey III. *PLoS One*. 2010;5:e10805.
- Tresierras MA, Balady GJ. Resistance training in the treatment of diabetes and obesity: mechanisms and outcomes. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2009;29:67–75.
- Turban C, Culas C, Deley G. Effects of a short-term resistance program using elastic bands or weight machines in cardiac rehabilitation. *Sci Sports*. 2014;29:143–149.
- Wang X, Hu Z, Hu J, Du J, Mitch WE. Insulin resistance accelerates muscle protein degradation: Activation of the ubiquitin-proteasome pathway by defects in muscle cell signaling. *Endocrinology*. 2006;147:4160–4168.
- Winett RA, Carpinelli RN. Potential health-related benefits of resistance training. *Prev Med*. 2001;33:503–513.
- Yaguchi K, Furutani M. An applicability study of the aahperd's functional fitness test for elderly american adults to elderly Japanese adults. *Environ Health Prev Med*. 1998;3:130–140.

5 Considerações finais (Artigos 1 e 2)

Esses dados sugerem que 12 semanas de TRT e TRE induziram benefícios semelhantes na força muscular, funcionalidade e no perfil lipídico em idosos. Em idosos sarcopênicos o TRE melhorou a homeostase glicêmica bem como a força muscular e a funcionalidade.

Nesse sentido, nossos resultados destacam os benefícios de duas ferramentas de TR, principalmente elástico, que pode ser usado como estratégia de baixo custo, amplamente disponível, na promoção da redução de acometimentos relacionados ao envelhecimento, como diminuição da funcionalidade e comprometimento metabólico.

No entanto, novos estudos devem ser realizados investigando protocolos de TR com diferentes volumes e intensidades com o intuito de promover alterações relacionadas ao perfil inflamatório em idosos sarcopênicos e não- sarcopênicos, sobretudo com programas de TRE.

6 Referências

- ABDULAZIZ, K.; PERRY, J. J.; TALJAARD, M.; ÉMOND, M. *et al.* National Survey of Geriatricians to Define Functional Decline in Elderly People with Minor Trauma. **Canadian geriatrics journal : CGJ**, 19, n. 1, p. 2-8, 2016.
- ABDULLA, H.; SMITH, K.; ATHERTON, P. J.; IDRIS, I. Role of insulin in the regulation of human skeletal muscle protein synthesis and breakdown: a systematic review and meta-analysis. **Diabetologia**, 59, n. 1, p. 44-55, 2016.
- ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Med Sci Sports Exerc**, 41, n. 3, p. 687-708, 2009.
- AGUIAR, P. d. P. L.; LOPES, C. R.; VIANA, H. B.; GERMANO, M. D. Evaluation of effects of resistance training strength in elderly. **Revista Kairós Gerontologia**, 17, n. 3, p. 201-217, 2014.
- ALI, N. A.; O'BRIEN, J. M. J.; HOFFMANN, S. P.; PHILLIPS, G. *et al.* Acquired weakness, handgrip strength, and mortality in critically ill patients. **Am J Respir Crit Care Med**, 178, n. 3, p. 261-268, 2008.
- ALLEY, D. E.; SHARDELL, M. D.; PETERS, K. W.; MCLEAN, R. R. *et al.* Grip strength cutpoints for the identification of clinically relevant weakness. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, 69, n. 5, p. 559-566, May 2014a.
- ALLEY, D. E.; SHARDELL, M. D.; PETERS, K. W.; MCLEAN, R. R. *et al.* Grip Strength Cutpoints for the Identification of Clinically Relevant Weakness. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, 69, n. 5, p. 559-566, 2014b.
- ANKER, S. D.; MORLEY, J. E.; VON HAEHLING, S. Welcome to the ICD-10 code for sarcopenia. **J Cachexia Sarcopenia Muscle**, 7, n. 5, p. 512-514, 2016.
- ANTON, S. D.; WOODS, A. J.; ASHIZAWA, T.; BARB, D. *et al.* Successful aging: Advancing the science of physical independence in older adults. **Ageing Res Rev**, 24, n. Pt B, p. 304-327, 2015.
- BANO, G.; TREVISAN, C.; CARRARO, S.; SOLMI, M. *et al.* Inflammation and sarcopenia: A systematic review and meta-analysis. **Maturitas**, 96, p. 10-15, 2017.
- BATALHA, P. R.; BORGHI-SILVA, A.; FREIRE, R. C., Jr.; DA SILVA, A. F. Z. *et al.* Autonomic control of heart rate during non-linear incremental upper-limb resistance exercise with elastic bands in young healthy females subjects. **J Sports Med Phys Fitness**, 2016.
- BAYLIS, D.; BARTLETT, D. B.; PATEL, H. P.; ROBERTS, H. C. Understanding how we age: insights into inflammaging. **Longevity & healthspan**, 2, n. 1, p. 8-8, 2013.
- BIAN, A.-L.; HU, H.-Y.; RONG, Y.-D.; WANG, J. *et al.* A study on relationship between elderly sarcopenia and inflammatory factors IL-6 and TNF- α . **European Journal of Medical Research**, 22, p. 25, 2017.

BODINE, S. C. Adolph Lecture: Skeletal Muscle Atrophy: Multiple Pathways Leading to a Common Outcome. **J Appl Physiol** (1985), 2020.

BOERS, H. E.; HAROON, M.; GRAND, F. L.; BAKKER, A. D. *et al.* Mechanosensitivity of aged muscle stem cells. **J Orthop Res**, 2017.

BONNEFOY, M.; GILBERT, T. [Body composition and comorbidity in the elderly]. **Geriatr Psychol Neuropsychiatr Vieil**, 13 Suppl 1, p. 29-36, 2015.

BREEN, L.; PHILLIPS, S. M. Skeletal muscle protein metabolism in the elderly: Interventions to counteract the 'anabolic resistance' of ageing. **Nutr Metab (Lond)**, 8, p. 68, 2011.

BRUUNSGAARD, H. Effects of tumor necrosis factor-alpha and interleukin-6 in elderly populations. **Eur Cytokine Netw**, 13, n. 4, p. 389-391, 2002.

CHALIL, S.; PIERRE, N.; BAKKER, A. D.; MANDERS, R. J. *et al.* Aging related ER stress is not responsible for anabolic resistance in mouse skeletal muscle. **Biochem Biophys Res Commun**, 468, n. 4, p. 702-707, 2015.

CHANG, Y. C.; HEE, S. W.; HSIEH, M. L.; JENG, Y. M. *et al.* The Role of Organelle Stresses in Diabetes Mellitus and Obesity: Implication for Treatment. **Anal Cell Pathol (Amst)**, 2015, p. 972891, 2015.

CHUNG, T. H.; KWON, Y. J.; SHIM, J. Y.; LEE, Y. J. Association between serum triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol ratio and sarcopenia in elderly Korean males: The Korean National Health and Nutrition Examination Survey. **Clin Chim Acta**, 463, p. 165-168, 2016.

CIELEN, N.; MAES, K.; GAYAN-RAMIREZ, G. Musculoskeletal disorders in chronic obstructive pulmonary disease. **Biomed Res Int**, 2014, p. 965764, 2014.

CIPOLLETTA, D.; COHEN, P.; SPIEGELMAN, B. M.; BENOIST, C. *et al.* Appearance and disappearance of the mRNA signature characteristic of Treg cells in visceral adipose tissue: age, diet, and PPAR γ effects. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 112, n. 2, p. 482-487, 2015.

COLADO, J. C.; GARCIA-MASSO, X.; PELLICER, M.; ALAKHDAR, Y. *et al.* A comparison of elastic tubing and isotonic resistance exercises. **Int J Sports Med**, 31, n. 11, p. 810-817, 2010.

CRUZ-JENTOFT, A. J.; BAEYENS, J. P.; BAUER, J. M.; BOIRIE, Y. *et al.* Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. **Age Ageing**, 39, n. 4, p. 412-423, 2010.

CRUZ-JENTOFT, A. J.; BAHAT, G.; BAUER, J.; BOIRIE, Y. *et al.* Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. **Age Ageing**, 48, n. 1, p. 16-31, 2019.

CRUZ-JENTOFT, A. J.; BAHAT, G.; BAUER, J.; BOIRIE, Y. *et al.* Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. **Age Ageing**, 48, n. 1, p. 16-31, 2019.

DOS SANTOS, V. R.; GOBBO, L. A. Physical activity is associated with functional capacity of older women with osteosarcopenic obesity: 24-month prospective study. **Eur J Clin Nutr**, 2019.

FERRUCCI, L.; FABBRI, E. Inflammageing: chronic inflammation in ageing, cardiovascular disease, and frailty. **Nat Rev Cardiol**, 15, n. 9, p. 505-522, 2018.

FLANDEZ, J.; BELANDO, N.; GARGALLO, P.; FERNANDEZ-GARRIDO, J. *et al.* Metabolic and functional profile of premenopausal women with metabolic syndrome after training with elastics as compared to free weights. **Biol Res Nurs**, 19, n. 2, p. 190-197, 2017.

FORTI, L. N.; NJEMINI, R.; BEYER, I.; EELBODE, E. *et al.* Strength training reduces circulating interleukin-6 but not brain-derived neurotrophic factor in community-dwelling elderly individuals. **Age**, 36, n. 5, p. 9704, 2014.

FREIRE, A. P. C. F.; UZELOTO, J. S.; SILVA, B. S. d. A.; FRANCO, M. R. C. *et al.* The perceptions of physical therapists about facilitators and challenges in the use of different tools for resistance training in COPD patients: a mixed-method study. **Fisioterapia e Pesquisa**, 26, p. 275-284, 2019.

FUJITA, S.; GLYNN, E. L.; TIMMERMAN, K. L.; RASMUSSEN, B. B. *et al.* Supraphysiological hyperinsulinaemia is necessary to stimulate skeletal muscle protein anabolism in older adults: evidence of a true age-related insulin resistance of muscle protein metabolism. **Diabetologia**, 52, n. 9, p. 1889-1898, 2009.

GALIC, S.; OAKHILL, J. S.; STEINBERG, G. R. Adipose tissue as an endocrine organ. **Mol Cell Endocrinol**, 316, n. 2, p. 129-139, 2010.

GHANBARI-NIAKI, A.; SAGHEBJOO, M.; HEDAYATI, M. A single session of circuit-resistance exercise effects on human peripheral blood lymphocyte ABCA1 expression and plasma HDL-C level. **Regul Pept**, 166, n. 1-3, p. 42-47, 2011.

GOULET, E. D.; KHURSIGARA, Z.; GOUGEON, R.; MORAIS, J. A. Postprandial insulin sensitivity and thermogenesis in frail elderly women. **Appl Physiol Nutr Metab**, 35, n. 4, p. 526-533, 2010.

GURALNIK, J. M.; SIMONSICK, E. M.; FERRUCCI, L.; GLYNN, R. J. *et al.* A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. **J Gerontol**, 49, n. 2, p. M85-94, 1994.

HERSHKO, A. The ubiquitin system for protein degradation and some of its roles in the control of the cell division cycle. **Cell Death Differ**, 12, n. 9, p. 1191-1197, 2005.

HIRATA, Y.; NOMURA, K.; SENGU, Y.; OKADA, Y. *et al.* Hyperglycemia induces skeletal muscle atrophy via a WWP1/KLF15 axis. **JCI insight**, 4, n. 4, p. e124952, 2019.

HOFMANN, M.; SCHOBER-HALPER, B.; OESEN, S.; FRANZKE, B. *et al.* Effects of elastic band resistance training and nutritional supplementation on muscle quality and circulating muscle growth and degradation factors of institutionalized elderly women: the Vienna Active Ageing Study (VAAS). 116, n. 5, p. 885-897, 2016.

HOLZER, M.; TRIEB, M.; KONYA, V.; WADSACK, C. *et al.* Aging affects high-density lipoprotein composition and function. **Biochim Biophys Acta**, 1831, n. 9, p. 1442-1448, 2013.

HOOGENDIJK, E. O.; AFILALO, J.; ENSRUD, K. E.; KOWAL, P. *et al.* Frailty: implications for clinical practice and public health. **Lancet**, 394, n. 10206, p. 1365-1375, 2019.

HUANG, S. W.; KU, J. W.; LIN, L. F.; LIAO, C. D. *et al.* Body composition influenced by progressive elastic band resistance exercise of sarcopenic obesity elderly women: a pilot randomized controlled trial. **Eur J Phys Rehabil Med**, 53, n. 4, p. 556-563, 2017.

HUXLEY, R. R.; BARZI, F.; LAM, T. H.; CZERNICHOW, S. *et al.* Isolated low levels of high-density lipoprotein cholesterol are associated with an increased risk of coronary heart disease: an individual participant data meta-analysis of 23 studies in the Asia-Pacific region. **Circulation**, 124, n. 19, p. 2056-2064, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Projeção da população 2018** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9109-projecao-da-populacao.html?=&t=resultados> Acesso em : Jun/2020.

IRVINE, C.; TAYLOR, N. F. Progressive resistance exercise improves glycaemic control in people with type 2 diabetes mellitus: a systematic review. **Aust J Physiother**, 55, n. 4, p. 237-246, 2009.

JIN, E. H.; PARK, S.; SO, J. M. The effect of muscle power training with elastic band on blood glucose, cytokine, and physical function in elderly women with hyperglycemia. **J Exerc Nutrition Biochem**, 19, n. 1, p. 19-24, 2015.

KALYANI, R. R.; METTER, E. J.; EGAN, J.; GOLDEN, S. H. *et al.* Hyperglycemia predicts persistently lower muscle strength with aging. **Diabetes Care**, 38, n. 1, p. 82-90, 2015.

KELLEY, D. E.; HE, J.; MENSHIKOVA, E. V.; RITOV, V. B. Dysfunction of mitochondria in human skeletal muscle in type 2 diabetes. **Diabetes**, 51, n. 10, p. 2944-2950, 2002.

KRASCHNEWSKI, J. L.; SCIAMANNA, C. N.; POGER, J. M.; ROVNIK, L. S. *et al.* Is strength training associated with mortality benefits? A 15year cohort study of US older adults. **Prev Med**, 87, p. 121-127, 2016.

LAKHDAR, N.; BEN SAAD, H.; DENGUEZLI, M.; ZAOUALI, M. *et al.* Effects of intense cycling training on plasma leptin and adiponectin and its relation to insulin resistance. **Neuro Endocrinol Lett**, 34, n. 3, p. 229-235, 2013.

LAVOIE, J.-M. Dynamics of hepatic and intestinal cholesterol and bile acid pathways: The impact of the animal model of estrogen deficiency and exercise training. **World Journal of Hepatology**, 8, n. 23, p. 961-975, 2016.

LAZARUS, R.; SPARROW, D.; WEISS, S. T. Handgrip strength and insulin levels: cross-sectional and prospective associations in the Normative Aging Study. **Metabolism**, 46, n. 11, p. 1266-1269, 1997.

LEONARDI, G. C.; ACCARDI, G.; MONASTERO, R.; NICOLETTI, F. *et al.* Ageing: from inflammation to cancer. **Immun Ageing**, 15, p. 1, 2018.

LEVINE, M. E.; CRIMMINS, E. M. The impact of insulin resistance and inflammation on the association between sarcopenic obesity and physical functioning. **Obesity (Silver Spring)**, 20, n. 10, p. 2101-2106, 2012.

LEWIS, G. F.; RADER, D. J. New insights into the regulation of HDL metabolism and reverse cholesterol transport. **Circ Res**, 96, n. 12, p. 1221-1232, 2005.

LI, H.; LIU, W.; XIE, J. Circulating interleukin-6 levels and cardiovascular and all-cause mortality in the elderly population: A meta-analysis. **Arch Gerontol Geriatr**, 73, p. 257-262, 2017.

LI, Y. P.; CHEN, Y.; JOHN, J.; MOYLAN, J. *et al.* TNF-alpha acts via p38 MAPK to stimulate expression of the ubiquitin ligase atrogin1/MAFbx in skeletal muscle. **Faseb j**, 19, n. 3, p. 362-370, 2005.

LIAO, C.-D.; TSAUO, J.-Y.; LIN, L.-F.; HUANG, S.-W. *et al.* Effects of elastic resistance exercise on body composition and physical capacity in older women with sarcopenic obesity: A CONSORT-compliant prospective randomized controlled trial. **Medicine**, 96, n. 23, p. e7115-e7115, 2017.

LIAO, C. D.; TSAUO, J. Y.; CHIU, Y. S.; KU, J. W. *et al.* Effects of elastic resistance exercise after total knee replacement on muscle mass and physical function in elderly women with osteoarthritis: A randomized controlled trial. **Am J Phys Med Rehabil**, 2019.

LIAO, C. D.; TSAUO, J. Y.; HUANG, S. W.; KU, J. W. *et al.* Effects of elastic band exercise on lean mass and physical capacity in older women with sarcopenic obesity: A randomized controlled trial. **Sci Rep**, 8, n. 1, p. 2317, 2018.

LIAO, C. D.; TSAUO, J. Y.; LIN, L. F.; HUANG, S. W. *et al.* Effects of elastic resistance exercise on body composition and physical capacity in older women with sarcopenic obesity: A CONSORT-compliant prospective randomized controlled trial. **Medicine (Baltimore)**, 96, n. 23, p. e7115, 2017.

LIM, S.; KIM JH FAU - YOON, J. W.; YOON JW FAU - KANG, S. M.; KANG SM FAU - CHOI, S. H. *et al.* Sarcopenic obesity: prevalence and association with metabolic syndrome in the Korean Longitudinal Study on Health and Aging (KLoSHA). **Diabetes Care**, 33, n. 1652-1654, 2010.

LIMA, F. F.; CAMILLO, C. A.; GOBBO, L. A.; TREVISAN, I. B. *et al.* Resistance Training using Low Cost Elastic Tubing is Equally Effective to Conventional Weight Machines in Middle-Aged to Older Healthy Adults: A Quasi-Randomized Controlled Clinical Trial. **J Sports Sci Med**, 17, n. 1, p. 153-160, 2018.

LIMA, F. F. d.; CAMILLO, C. A.; REIS, E. A. P. D.; JOB, A. E. *et al.* Mechanical properties, safety and resistance values of Lemgruber(®) elastic tubing. **Brazilian journal of physical therapy**, 23, n. 1, p. 41-47, 2019.

LINDEMANN, U.; MOHR, C.; MACHANN, J.; BLATZONIS, K. *et al.* Association between thigh muscle volume and leg muscle power in older women. **PLOS ONE**, 11, n. 6, p. e0157885, 2016.

LIU, C. J.; LATHAM, N. K. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. **Cochrane Database Syst Rev**, n. 3, p. Cd002759, Jul 8 2009.

LOPES, J. S. S.; MACHADO, A. F.; MICHELETTI, J. K.; DE ALMEIDA, A. C. *et al.* Effects of training with elastic resistance versus conventional resistance on muscular strength: A systematic review and meta-analysis. **SAGE Open Med**, 7, p. 2050312119831116, 2019.

LÓPEZ-OTÍN, C.; BLASCO, M. A.; PARTRIDGE, L.; SERRANO, M. *et al.* The hallmarks of aging. **Cell**, 153, n. 6, p. 1194-1217, 2013.

LOPEZ TEROS, M. T.; RAMIREZ, C. F.; ALEMAN-MATEO, H. Hyperinsulinemia is associated with the loss of appendicular skeletal muscle mass at 4.6 year follow-up in older men and women. **Clin Nutr**, 34, n. 5, p. 931-936, 2015.

LÓPEZ TEROS, M. T.; RAMÍREZ, C. F.; ALEMÁN-MATEO, H. Hyperinsulinemia is associated with the loss of appendicular skeletal muscle mass at 4.6 year follow-up in older men and women. **Clin Nutr**, 34, n. 5, p. 931-936, 2015.

MACDOUGALL, C. E.; WOOD, E. G.; LOSCHKO, J.; SCAGLIOTTI, V. *et al.* Visceral Adipose Tissue Immune Homeostasis Is Regulated by the Crosstalk between Adipocytes and Dendritic Cell Subsets. **Cell Metab**, 27, n. 3, p. 588-601.e584, 2018.

MADARO, L.; PASSAFARO, M.; SALA, D.; ETXANIZ, U. *et al.* Denervation-activated STAT3-IL-6 signalling in fibro-adipogenic progenitors promotes myofibres atrophy and fibrosis. 20, n. 8, p. 917-927, 2018.

MANINI, T. M.; VISSER, M.; WON-PARK, S.; PATEL, K. V. *et al.* Knee extension strength cutpoints for maintaining mobility. **J Am Geriatr Soc**, 55, n. 3, p. 451-457, 2007.

MARTINS, W. R.; DE OLIVEIRA, R. J.; CARVALHO, R. S.; DE OLIVEIRA DAMASCENO, V. *et al.* Elastic resistance training to increase muscle strength in elderly: a systematic review with meta-analysis. **Arch Gerontol Geriatr**, 57, n. 1, p. 8-15, 2013.

MARTINS, W. R.; SAFONS, M. P.; BOTTARO, M.; BLASCZYK, J. C. *et al.* Effects of short term elastic resistance training on muscle mass and strength in untrained older adults: a randomized clinical trial. **BMC geriatrics**, 15, p. 99-99, 2015.

MARVENTANO, S.; AYALA, A.; GONZALEZ, N.; RODRIGUEZ-BLAZQUEZ, C. *et al.* Multimorbidity and functional status in community-dwelling older adults. **Eur J Intern Med**, 25, n. 7, p. 610-616, 2014.

MAZZA, A.; TIKHONOFF, V.; SCHIAVON, L.; CASIGLIA, E. Triglycerides + high-density-lipoprotein-cholesterol dyslipidaemia, a coronary risk factor in elderly women: the Cardiovascular STudy in the ELderly. **Intern Med J**, 35, n. 10, p. 604-610, 2005.

MCHUGH, D.; GIL, J. Senescence and aging: Causes, consequences, and therapeutic avenues. **The Journal of cell biology**, 217, n. 1, p. 65-77, 2018.

MELCHIORRI, G.; RAINOLDI, A. Muscle fatigue induced by two different resistances: Elastic tubing versus weight machines. **J Electromyogr Kinesiol**, 21, n. 6, p. 954-959, 2011.

MENG, S. J.; YU, L. J. Oxidative stress, molecular inflammation and sarcopenia. **Int J Mol Sci**, 11, n. 4, p. 1509-1526, 2010.

MIJNARENDS, D. M.; KOSTER, A.; SCHOLS, J. M.; MEIJERS, J. M. *et al.* Physical activity and incidence of sarcopenia: the population-based AGES-Reykjavik Study. **Age Ageing**, 45, n. 5, p. 614-620, 2016.

MITCHELL, W. K.; WILLIAMS, J.; ATHERTON, P.; LARVIN, M. *et al.* Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. **Frontiers in physiology**, 3, p. 260-260, 2012.

MONTEIRO-JUNIOR, R. S.; DE TARSO MACIEL-PINHEIRO, P.; DA MATTA MELLO PORTUGAL, E.; DA SILVA FIGUEIREDO, L. F. *et al.* Effect of Exercise on Inflammatory Profile of Older Persons: Systematic Review and Meta-Analyses. **J Phys Act Health**, 15, n. 1, p. 64-71, 2018.

NELKE, C.; DZIEWAS, R.; MINNERUP, J.; MEUTH, S. G. *et al.* Skeletal muscle as potential central link between sarcopenia and immune senescence. **EBioMedicine**, 49, p. 381-388, 2019.

NEVES, L. M.; FORTALEZA, A. C.; ROSSI, F. E.; DINIZ, T. A. *et al.* Functional training reduces body fat and improves functional fitness and cholesterol levels in postmenopausal women: a randomized clinical trial. **J Sports Med Phys Fitness**, 57, n. 4, p. 448-456, 2017.

NEWMAN, A. B.; KUPELIAN, V.; VISSER, M.; SIMONSICK, E. M. *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**, 61, n. 1, p. 72-77, 2006.

NILWIK, R.; SNIJDERS, T.; LEENDERS, M.; GROEN, B. B. *et al.* The decline in skeletal muscle mass with aging is mainly attributed to a reduction in type II muscle fiber size. **Exp Gerontol**, 48, n. 5, p. 492-498, 2013.

OESEN, S.; HALPER, B.; HOFMANN, M.; JANDRASITS, W. *et al.* Effects of elastic band resistance training and nutritional supplementation on physical performance of institutionalised elderly--A randomized controlled trial. **Exp Gerontol**, 72, p. 99-108, 2015.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE- OMS. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2015/older-persons-day/en/> 2015. Acesso em: Novembro de 2015

PAPA, E. V.; DONG, X.; HASSAN, M. Skeletal muscle function deficits in the elderly: Current perspectives on resistance training. **J Nat Sci**, 3, n. 1, 2017.

PARK, B. S.; KHAMOUI, A. V.; BROWN, L. E.; KIM, D. Y. *et al.* Effects of Elastic Band Resistance Training on Glucose Control, Body Composition, and Physical Function in Women With Short- vs. Long-Duration Type-2 Diabetes. **J Strength Cond Res**, 30, n. 6, p. 1688-1699, 2016.

PEDERSEN, B. K. Muscle as a secretory organ. **Compr Physiol**, 3, n. 3, p. 1337-1362, 2013.

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

PINTO, R. S.; CORREA, C. S.; RADAELLI, R.; CADORE, E. L. *et al.* Short-term strength training improves muscle quality and functional capacity of elderly women. **Age (Dordrecht, Netherlands)**, 36, n. 1, p. 365-372, 2014.

PODSIADLO, D.; RICHARDSON, S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. **J Am Geriatr Soc**, 39, n. 2, p. 142-148, 1991.

RAMOS, E. M.; DE TOLEDO-ARRUDA, A. C.; FOSCO, L. C.; BONFIM, R. *et al.* The effects of elastic tubing-based resistance training compared with conventional resistance training in patients with moderate chronic obstructive pulmonary disease: a randomized clinical trial. **Clin Rehabil**, 28, n. 11, p. 1096-1106, 2014.

RANTANEN, T. Muscle strength, disability and mortality. **Scand J Med Sci Sports**, 13, n. 1, p. 3-8, 2003.

REAVEN, G. M. Banting lecture 1988. Role of insulin resistance in human disease. **Diabetes**, 37, n. 12, p. 1595-1607, 1988.

RIZZOLI, R.; REGINSTER, J. Y.; ARNAL, J. F.; BAUTMANS, I. *et al.* Quality of life in sarcopenia and frailty. **Calcif Tissue Int**, 93, n. 2, p. 101-120, 2013.

ROLLAND, Y.; CZERWINSKI, S.; ABELLAN VAN KAN, G.; MORLEY, J. E. *et al.* Sarcopenia: its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. **J Nutr Health Aging**, 12, n. 7, p. 433-450, 2008.

ROSENBERG, I. H. Summary comments. **The American Journal of Clinical Nutrition**, 50, n. 5, p. 1231-1233, 1989.

ROSENBERG, I. H. Sarcopenia: origins and clinical relevance. **Clin Geriatr Med**, 27, n. 3, p. 337-339, 2011.

RUPARELIA, N.; CHAI, J. T.; FISHER, E. A.; CHOUDHURY, R. P. Inflammatory processes in cardiovascular disease: a route to targeted therapies. **Nat Rev Cardiol**, 14, n. 3, p. 133-144, 2017.

SALIMI, S.; SHARDELL, M. D.; SELIGER, S. L.; BANDINELLI, S. *et al.* Inflammation and Trajectory of Renal Function in Community-Dwelling Older Adults. **J Am Geriatr Soc**, 66, n. 4, p. 804-811, 2018.

SANTILLI, V.; BERNETTI, A.; MANGONE, M.; PAOLONI, M. Clinical definition of sarcopenia. **Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism**, 11, n. 3, p. 177-180, 2014.

SARDELI, A. V.; TOMELERI, C. M.; CYRINO, E. S.; FERNHALL, B. *et al.* Effect of resistance training on inflammatory markers of older adults: A meta-analysis. **Exp Gerontol**, 111, p. 188-196, 2018.

SAXENA, A.; KHOSRAVIANI, S.; NOEL, S.; MOHAN, D. *et al.* Interleukin-10 paradox: A potent immunoregulatory cytokine that has been difficult to harness for immunotherapy. **Cytokine**, 74, n. 1, p. 27-34, 2015.

SCHAAP, L. A.; PLUIJM, S. M.; DEEG, D. J.; HARRIS, T. B. *et al.* Higher inflammatory marker levels in older persons: associations with 5-year change in muscle mass and muscle strength. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, 64, n. 11, p. 1183-1189, 2009.

SCHAAP, L. A.; PLUIJM, S. M.; DEEG, D. J.; VISSER, M. Inflammatory markers and loss of muscle mass (sarcopenia) and strength. **Am J Med**, 119, n. 6, p. 526.e529-517, 2006.

SERRA, M. C.; RYAN, A. S.; ORTMAYER, H. K.; ADDISON, O. *et al.* Resistance training reduces inflammation and fatigue and improves physical function in older breast cancer survivors. **Menopause**, 2017.

SHAO, C.; GU, J.; MENG, X.; ZHENG, H. *et al.* Systematic investigation into the role of intermittent high glucose in pancreatic beta-cells. **Int J Clin Exp Med**, 8, n. 4, p. 5462-5469, 2015.

SILVA, B. S.; RAMOS, D.; CAMILLO, C. A.; TREVISAN, I. B. *et al.* Resistance Training With Elastic Tubing Improves Muscle Strength, Exercise Capacity, and Post-Exercise Creatine Kinase Clearance in Subjects With COPD. **Respir Care**, 64, n. 7, p. 835-843, 2019.

SILVA, B. S. A.; GOBBO, L. A.; FREIRE, A. P. C. F.; TREVISAN, I. B. *et al.* Efeitos de um treinamento resistido com tubos elásticos sobre a força muscular, qualidade de vida e dispnéia de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. **Journal of Physical Education**, 27, n. 1, p. 2722, 2016.

SILVA, B. S. A.; GOBBO, L. A.; FREIRE, A. P. C. F.; TREVISAN, I. B. *et al.* Effects of a resistance training with elastic tubing in strength, quality of life and dyspnea in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Journal of Physical Education**, 27, 2016.

SILVA, B. S. A.; LIRA, F. S.; ROSSI, F. E.; RAMOS, D. *et al.* Inflammatory and Metabolic Responses to Different Resistance Training on Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Randomized Control Trial. **Front Physiol**, 9, p. 262, 2018.

SILVA, B. S. d. A.; LIRA, F. S.; ROSSI, F. E.; DE FREITAS, M. C. *et al.* Elastic resistance training improved glycemic homeostasis, strength, and functionality in sarcopenic older adults: a pilot study. **Journal of exercise rehabilitation**, 14, n. 6, p. 1085-1091, 2018.

SINGH, I. M.; SHISHEHBOR, M. H.; ANSELL, B. J. High-density lipoprotein as a therapeutic target: a systematic review. **Jama**, 298, n. 7, p. 786-798, 2007.

SMITH, K.; WINEGARD, K.; HICKS, A. L.; MCCARTNEY, N. Two years of resistance training in older men and women: the effects of three years of detraining on the retention of dynamic strength. **Can J Appl Physiol**, 28, n. 3, p. 462-474, 2003.

SOYSAL, P.; STUBBS, B.; LUCATO, P.; LUCHINI, C. *et al.* Inflammation and frailty in the elderly: A systematic review and meta-analysis. **Ageing Res Rev**, 31, p. 1-8, 2016.

SRIKANTHAN, P.; HEVENER, A. L.; KARLAMANGLA, A. S. Sarcopenia exacerbates obesity-associated insulin resistance and dysglycemia: findings from the National Health and Nutrition Examination Survey III. **PLoS One**, 5, n. 5, p. e10805, 2010.

SUNDELL, J. Resistance Training Is an Effective Tool against Metabolic and Frailty Syndromes. **Adv Prev Med**, 2011, p. 984683, 2011.

TCHKONIA, T.; ZHU, Y.; VAN DEURSEN, J.; CAMPISI, J. *et al.* Cellular senescence and the senescent secretory phenotype: therapeutic opportunities. **J Clin Invest**, 123, n. 3, p. 966-972, 2013.

TOMELERI, C. M.; RIBEIRO, A. S.; SOUZA, M. F.; SCHIAVONI, D. *et al.* Resistance training improves inflammatory level, lipid and glycemic profiles in obese older women: A randomized controlled trial. **Exp Gerontol**, 84, p. 80-87, 2016.

TOMELERI, C. M.; SOUZA, M. F.; BURINI, R. C.; CAVAGLIERI, C. R. *et al.* Resistance training reduces metabolic syndrome and inflammatory markers in older women: a randomized controlled trial. **J Diabetes**, 2017.

TOPP, R.; MIKESKY, A.; DAYHOFF, N. E.; HOLT, W. Effect of resistance training on strength, postural control, and gait velocity among older adults. **Clin Nurs Res**, 5, n. 4, p. 407-427, 1996.

TRESIERRAS, M. A.; BALADY, G. J. Resistance training in the treatment of diabetes and obesity: mechanisms and outcomes. **J Cardiopulm Rehabil Prev**, 29, n. 2, p. 67-75, 2009.

TURBAN, C.; CULAS, C.; DELEY, G. Effects of a short-term resistance program using elastic bands or weight machines in cardiac rehabilitation. **Science & Sports**, 29, n. 3, p. 143-149, 2014.

UCHIDA, M. C.; NISHIDA, M. M.; SAMPAIO, R. A.; MORITANI, T. *et al.* Thera-band(®) elastic band tension: reference values for physical activity. **J Phys Ther Sci**, 28, n. 4, p. 1266-1271, 2016.

VISSER, M.; PAHOR, M.; TAAFFE, D. R.; GOODPASTER, B. H. *et al.* Relationship of interleukin-6 and tumor necrosis factor- α with muscle mass and muscle strength in elderly men and women: the Health ABC Study. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, 57, n. 5, p. M326-332, 2002.

VISSER, M.; PAHOR, M.; TAAFFE, D. R.; GOODPASTER, B. H. *et al.* Relationship of Interleukin-6 and Tumor Necrosis Factor- α With Muscle Mass and Muscle Strength in Elderly Men and Women: The Health ABC Study. **The Journals of Gerontology: Series A**, 57, n. 5, p. M326-M332, 2002.

VOLPI, E.; NAZEMI, R.; FUJITA, S. Muscle tissue changes with aging. **Current opinion in clinical nutrition and metabolic care**, 7, n. 4, p. 405-410, 2004.

WALTER, M. Interrelationships among HDL metabolism, aging, and atherosclerosis. **Arterioscler Thromb Vasc Biol**, 29, n. 9, p. 1244-1250, 2009.

WANG, X.; HU, Z.; HU, J.; DU, J. *et al.* Insulin resistance accelerates muscle protein degradation: Activation of the ubiquitin-proteasome pathway by defects in muscle cell signaling. **Endocrinology**, 147, n. 9, p. 4160-4168, 2006.

WILKINSON, D. J.; PIASECKI, M.; ATHERTON, P. J. The age-related loss of skeletal muscle mass and function: Measurement and physiology of muscle fibre atrophy and muscle fibre loss in humans. **Ageing Res Rev**, 47, p. 123-132, 2018.

WINETT, R. A.; CARPINELLI, R. N. Potential health-related benefits of resistance training. **Prev Med**, 33, n. 5, p. 503-513, 2001.

WOODS, J. A.; WILUND, K. R.; MARTIN, S. A.; KISTLER, B. M. Exercise, inflammation and aging. **Aging Dis**, 3, n. 1, p. 130-140, 2012.

YAGUCHI, K.; FURUTANI, M. An applicability study of the aahperd's functional fitness test for elderly american adults to elderly Japanese adults. **Environ Health Prev Med**, 3, n. 3, p. 130-140, 1998.

YASUDA, T.; FUKUMURA, K.; UCHIDA, Y.; KOSHI, H. *et al.* Effects of low-load, elastic band resistance training combined with blood flow restriction on muscle size and

arterial stiffness in older adults. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, 70, n. 8, p. 950-958, 2015.

Anexo 1. Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética Local

FACULDADE DE CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA - UNESP/
CAMPUS DE PRESIDENTE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito do treinamento resistido sobre força, massa muscular, mobilidade, capacidade funcional e parâmetros bioquímicos em idosos sarcopênicos e não sarcopênicos

Pesquisador: Luis Alberto Gobbo

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 16792013.1.0000.5402

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO

Patrocinador Principal: CONS NAC DE DESENVOLVIMENTO CIENTIFICO E TECNOLÓGICO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 388.138

Data da Relatoria: 06/09/2013

Apresentação do Projeto:

Já mencionado no parecer anterior.

Objetivo da Pesquisa:

Já mencionados no parecer anterior.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Já mencionados no parecer anterior.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Já mencionados no parecer anterior.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos obrigatórios foram apresentados e a correção solicitada na declaração de retenção para armazenamento de dados foi atendida.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

As adequações solicitadas foram atendidas e estão de acordo com a Resolução n.º:466 de 12 de dezembro de 2012 do Conselho Nacional de Saúde, que revogou a Resolução 196/96.

Endereço: Rua Roberto Simonsen, 305

Bairro: Centro Educacional

CEP: 19.060-900

UF: SP

Município: PRESIDENTE PRUDENTE

Telefone: (18)3229-5315

Fax: (18)3229-5353

E-mail: cep@fct.unesp.br

FACULDADE DE CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA - UNESP/
CAMPUS DE PRESIDENTE



Continuação do Parecer: 388.138

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Em reunião realizada no dia 06.09.2013, o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências e Tecnologia - Unesp - Presidente Prudente, em concordância com o parecerista, considerou o projeto APROVADO.

Obs: Lembramos que ao finalizar a pesquisa, o (a) pesquisador (a) deverá apresentar o relatório final.

PRESIDENTE PRUDENTE, 09 de Setembro de 2013

Assinador por:
Edna Maria do Carmo
(Coordenador)

Endereço: Rua Roberto Simonsen, 305

Bairro: Centro Educacional

CEP: 19.060-900

UF: SP

Município: PRESIDENTE PRUDENTE

Telefone: (18)3229-5315

Fax: (18)3229-5353

E-mail: cep@fct.unesp.br

Anexo 2 . Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da Pesquisa: “efeito do treinamento resistido sobre força, massa muscular, mobilidade, capacidade funcional e parâmetros bioquímicos em idosos sarcopênicos e não sarcopênicos”.

Nome do Pesquisador: Luís Alberto Gobbo

1. **Natureza da pesquisa:** o sra (sr.) está sendo convidada (o) a participar desta pesquisa que tem como finalidade comparar os efeitos do treinamento resistido (musculação) sobre a força, massa muscular, caminhada, equilíbrio, capacidade funcional e parâmetros bioquímicos em idosos sarcopênicos e não sarcopênicos. A sarcopenia é um agravo à saúde relacionado à redução de massa e força muscular em pessoas idosas, que pode acarretar em incapacidade funcional e redução da independência, autonomia e qualidade de vida.
2. **Participantes da pesquisa:** 162 pessoas idosas.
3. **Envolvimento na pesquisa:** ao participar deste estudo a sra (sr) permitirá que o pesquisador e sua equipe realize avaliações da composição corporal (mensuração da gordura corporal, massa muscular), força muscular, de mobilidade (caminhada, equilíbrio), capacidade funcional (questionário sobre as atividades da vida diária), além de permitir que seja retirada amostra de sangue para análise bioquímica. Também, ao participar deste estudo, a sra (sr) permitirá ao pesquisador e sua equipe poder encaminhá-la (lo) a um determinado grupo de treinamento resistido (musculação) para aumento da força e/ou potência muscular. A sra (sr.) tem liberdade de se recusar a participar e ainda se recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo para a sra (sr.). Sempre que quiser poderá pedir mais informações sobre a pesquisa através do telefone do pesquisador do projeto e, se necessário através do telefone do Comitê de Ética em Pesquisa.
4. **Sobre as entrevistas:** as entrevistas serão realizadas no momento inicial, pré treinamento, onde será preenchido questionário sobre dados pessoais, hábitos de vida, atividades da vida diária, condições de saúde e doença; neste momento, também serão avaliadas força e massa muscular, para encaminhamento da (o) sra (sr) a grupo de pessoas idosas sarcopênicas ou não sarcopênicas.
5. **Riscos e desconforto:** a participação nesta pesquisa não infringe as normas legais e éticas. Entretanto, alguns riscos e desconfortos poderão ser percebidos ao longo do estudo, sobretudo, dores musculares temporárias, principalmente na fase inicial do programa de treinamento e nas avaliações pré e pós treinamento, em decorrência da adaptação ao treinamento e da sobrecarga de avaliação (aumento dos pesos ao longo das semanas de

treinamento). Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução no. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à sua dignidade.

6. **Confidencialidade:** todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente o pesquisador (e equipe de pesquisa) terão conhecimento de sua identidade e nos comprometemos a mantê-la em sigilo ao publicar os resultados dessa pesquisa.
7. **Benefícios:** ao participar desta pesquisa a sra (sr.) poderá ter, como benefício direto - caso seja designada (o) a grupos de treinamento - aumento da força e massa muscular, funcionalidade e mobilidade. Adicionalmente, esperamos que este estudo traga informações importantes sobre os diferentes tipos de treinamento resistido e suas respostas sobre a força, a massa muscular, a mobilidade, a funcionalidade e parâmetros bioquímicos, de forma que o conhecimento que será construído a partir desta pesquisa possibilite a profissionais da área da saúde a melhor escolher e otimizar programas de treinamento resistido para pessoas idosas, sarcopênicas ou não. O pesquisador se compromete a divulgar os resultados obtidos, respeitando-se o sigilo das informações coletadas, conforme previsto no item anterior.
8. **Pagamento:** a sra (sr.) não terá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto preencha, por favor, os itens que se seguem: Confiro que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo.

Obs: Não assine esse termo se ainda tiver dúvida a respeito.

Consentimento Livre e Esclarecido

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa

Nome do Participante da Pesquisa

Assinatura do Participante da Pesquisa

Assinatura do Pesquisador

Pesquisador: Professor Assistente Doutor Luís Alberto Gobbo – 18-3229-5729/8108-6273

Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa: Profa. Dra. Edna Maria do Carmo

Vice-Coordenadora: Profa. Dra. Renata Maria Coimbra Libório

Telefone do Comitê: 3229-5315 ou 3229-5526 - E-mail cep@fct.unesp.br

Anexo 3. Artigo 1

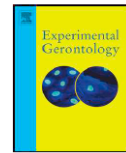
Experimental Gerontology 135 (2020) 110921



Contents lists available at ScienceDirect

Experimental Gerontology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/expgero



Traditional and elastic resistance training enhances functionality and lipid profile in the elderly



Bruna Spolador de Alencar Silva^{a,b}, Fábio Santos de Lira^b, Marcelo Conrado de Freitas^{a,b},
Juliana Souza Uzeloto^c, Vanessa Ribeiro dos Santos^{a,b}, Ana Paula Coelho Figueira Freire^c,
Giovana Navarro Bertolini^{a,b}, Luís Alberto Gobbo^{a,b,c,*}

^a Skeletal Muscle Assessment Laboratory, School of Technology and Sciences, São Paulo State University (UNESP), Presidente Prudente, SP, Brazil

^b Postgraduate Program in Movement Sciences, School of Technology and Sciences, São Paulo State University (UNESP), Presidente Prudente, SP, Brazil

^c Postgraduate Program in Physical Therapy, School of Technology and Sciences, São Paulo State University (UNESP), Presidente Prudente, SP, Brazil

ARTICLE INFO

Section Editor: Richard Aspinall

1. Introduction

The aging process promotes changes in several physiological functions in the body (López-Otin et al., 2013), resulting in progressive loss of skeletal muscle mass and strength. These changes can lead to a reduction in functional capacity, autonomy, and the ability to perform tasks of daily living (Alley et al., 2014; Lindemann et al., 2016). Furthermore, previous studies have demonstrated an association between decline in muscle strength and mass in the elderly with higher proinflammatory mediators such as interleukin-6 (IL-6), tumor necrosis factor-alpha (TNF α), and c-reactive protein (CRP) (Bano et al., 2017; Bian et al., 2017).

It has been reported that systemic low-grade inflammation is one of the main conditions that leads to a decrease in skeletal muscle mass, promoting a reduction in muscle protein synthesis and an increase in protein breakdown (Breen and Phillips, 2011; Schaap et al., 2006). Previous studies showed that high levels of pro inflammatory cytokines were negatively related to muscle strength and mass (Schaap et al., 2009; Visser et al., 2002). In addition, in older adults, frailty, a decline in functioning across multiple physiological systems, accompanied by an increased vulnerability to stressors (Hoogendijk et al., 2019), is associated with higher proinflammatory levels, specifically IL-6 and CRP (Soysal et al., 2016), suggesting that interventions are necessary to reduce low grade inflammation in older individuals.

Resistance training (RT) is widely indicated for the elderly due to greater effects on gains in skeletal muscle mass, strength, functional capacity, power, and quality of life (Liu and Latham, 2009; Nilwik et al., 2013). It has been established that RT reduces inflammatory

biomarkers in the elderly (Serra et al., 2017; Tomeleri et al., 2017). Recently, Tomeleri et al. (2016) investigated the effects of RT (eight exercises in 3 sets of 10–15 repetition maximum [RM], 3 times a week for eight weeks) on proinflammatory levels, and lipid and glycemic profiles in obese older women. The results showed that RT decreased serum IL-6, TNF α , and CRP and improved the lipid profile. These findings corroborate with Forti et al. (2014), who showed that 12 weeks of RT (three sets of 10 repetitions at 70–80% of maximal strength, three times per week) reduced serum IL-6 levels in the elderly.

The recommendations for RT programs for the elderly involve machines and free-weight resistance exercise (ACSM, 2009). However, there are currently wider investigations into the effects of elastic resistance training (ERT) in the elderly. Exercises with elastic tubes or bands have been considered a good tool to increase adherence to RT in the elderly, as they are low cost, safe, and easily available to be used in distinct places (Colado et al., 2010), such as gyms, medical clinics, hospitals, long-term institutions, and even in the subject's home. A qualitative study evaluated the perception of physical therapists about facilitators and barriers to the use of elastic and traditional resistance (with weight machines), and showed that therapists considered, as disadvantages, the cost-benefit of weight machines and the care needed when applying elastic resistance. Despite these particularities, in general aspects no differences were reported between the tools, both being considered applicable and viable in clinical practice (Freire et al., 2019).

Quantitatively, previous studies have demonstrated that ERT increased strength and functional capacity (Hofmann et al., 2016; Oesen et al., 2015), however, it appears to have no effect on muscle mass gains

* Corresponding author at: Postgraduate Program in Movement Sciences, School of Technology and Sciences, São Paulo State University (UNESP), Roberto Simonsen St. 305, 19060-900 Presidente Prudente, SP, Brazil.

E-mail addresses: brunaspolador@gmail.com (B.S.d.A. Silva), luis.gobbo@unesp.br (L.A. Gobbo).

<https://doi.org/10.1016/j.exger.2020.110921>

Received 11 October 2019; Received in revised form 3 March 2020; Accepted 5 March 2020

Available online 06 March 2020

0531-5565/ © 2020 Elsevier Inc. All rights reserved.

Elastic resistance training improved glycemic homeostasis, strength, and functionality in sarcopenic older adults: a pilot study

Bruna Spolador de Alencar Silva^{1,*}, Fábio Santos Lira², Fabrício Eduardo Rossi³, Marcelo Conrado de Freitas¹, Ana Paula Coelho Figueira Freire⁴, Vanessa Ribeiro dos Santos¹, Luis Alberto Gobbo¹

¹Skeletal Muscle Assessment Laboratory, Department of Physical Education, School of Technology and Sciences, São Paulo State University (UNESP), Presidente Prudente, Brazil

²Exercise and Immunometabolism Research Group, Department of Physical Education, School of Technology and Sciences, São Paulo State University (UNESP), Presidente Prudente, Brazil

³Immunometabolism of Skeletal Muscle and Exercise Research Group, Department of Physical Education, Federal University of Piauí (UFPI), Teresina, Brazil

⁴Department of Physical Therapy, School of Technology and Sciences, São Paulo State University (UNESP), Presidente Prudente, Brazil

The purpose of this study was to verify the effects of 12 weeks of elastic resistance training on the glucose homeostasis, strength and functionality in sarcopenic older adults. Seven sarcopenic subjects (age, 70.71 ± 8.0 years; body mass index, 22.75 ± 3.1 kg/m²) participated of training protocol with 12 weeks of elastic resistance training. The oral glucose tolerance test, handgrip strength, sit-to-stand test, 4-m walk test, and coordination test were measured at baseline and after training. According to the results, baseline values of area under the curve of glucose and homeostatic model assessment-insulin resistance were significantly lower than after 12 weeks, respectively (808.2 ± 185.0 mmol/L

vs. 706.6 ± 114.8 mmol/L, $P=0.049$; 1.44 ± 0.48 vs. 0.73 ± 0.32 , $P=0.040$). There were a significant improve of HGS (24.3 ± 5.7 kg vs. 27.3 ± 7.3 kg, $P=0.01$), 4-m walking test (3.64 ± 0.4 sec vs. 3.23 ± 0.3 sec, $P=0.04$), and STS (10.2 ± 2.3 sec vs. 9.0 ± 1.9 sec, $P=0.04$) compared with baseline. In conclusion, these findings suggest that elastic resistance training improved glucose homeostasis, strength, and functionality in sarcopenic older adults.

Keywords: Sarcopenia, Exercise, Glucose tolerance test, Insulin resistance

INTRODUCTION

A marked reduction in muscle mass and strength associated with aging may result in sarcopenia (Bonney and Gilbert, 2015), which is related with the development of certain diseases, such as insulin resistance (IR). It has been reported that IR may be one potential factor involving in muscle wasting by accelerates protein degradation. The link between the IR and reduction of skeletal muscle is based on the action of insulin in suppressing muscle protein degradation (Abdulla et al., 2016), once insulin signaling dysfunction leads suppression of phosphatidylinositol 3-kinase

and Akt, increasing the activation of the ubiquitin-proteasome pathway (Wang et al., 2006). For this reason, maintain glucose homeostasis and insulin sensitivity is essential to prevent loss of skeletal muscle mass in sarcopenic condition (López Teros et al., 2015), mainly due low muscle mass is associated with mortality risk among older people (Ali et al., 2008; Levine and Crimmins, 2012).

The reduction of strength and functional capacity is also another characteristic in sarcopenic older adults, generating frailty, loss of autonomy, and higher risk of falls and fractures (Alley et al., 2014; Manini et al., 2007). A cohort study with examines the re-

*Corresponding author: Bruna Spolador de Alencar Silva

 <https://orcid.org/0000-0002-9085-9251>

Postgraduate Program in Movement Sciences, Department of Physical Education, School of Technology and Sciences, São Paulo State University (UNESP), Brazil Rua Roberto Simonsen, nº 305, Presidente Prudente, SP 19060-900, Brazil Tel: +55-18-32295821, E-mail: brunaspolador@gmail.com

Received: August 16, 2018 / Accepted: November 8, 2018

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Anexo 5 . Normas Experimental Gerontology

NEW SUBMISSIONS

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts your files to a single PDF file, which is used in the peer-review process. As part of the Your Paper Your Way service, you may choose to submit your manuscript as a single file to be used in the refereeing process. This can be a PDF file or a Word document, in any format or lay-out that can be used by referees to evaluate your manuscript. It should contain high enough quality figures for refereeing. If you prefer to do so, you may still provide all or some of the source files at the initial submission. Please note that individual figure files larger than 10 MB must be uploaded separately.

References

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the article number or pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct.

Formatting requirements

There are no strict formatting requirements but all manuscripts must contain the essential elements needed to convey your manuscript, for example Abstract, Keywords, Introduction, Materials and Methods, Results, Conclusions, Artwork and Tables with Captions.

If your article includes any Videos and/or other Supplementary material, this should be included in your initial submission for peer review purposes. Divide the article into clearly defined sections.

Figures and tables embedded in text

Please ensure the figures and the tables included in the single file are placed next to the relevant text in the manuscript, rather than at the bottom or the top of the file. The corresponding caption should be placed directly below the figure or table.

Peer review

This journal operates a single blind review process. All contributions will be initially assessed by the editor for suitability for the journal. Papers deemed suitable are then typically sent to a minimum of two independent expert reviewers to assess the scientific quality of the paper. The Editor is responsible for the final decision regarding acceptance or rejection of articles. The Editor's decision is final. [More information on types of peer review.](#)

REVISED SUBMISSIONS

Use of word processing software

Regardless of the file format of the original submission, at revision you must provide us with an editable file of the entire article. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the [Guide to Publishing with Elsevier](#)). See also the section on Electronic artwork. To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing; do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

Theory/calculation

A Theory section should extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for further work. In contrast, a Calculation section represents a practical development from a theoretical basis.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Highlights

Highlights are mandatory for this journal as they help increase the discoverability of your article via search engines. They consist of a short collection of bullet points that capture the novel results of your research as well as new methods that were used during the study (if any). Please have a look at the examples here: [example Highlights](#).

Highlights should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point).

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason,

References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Graphical abstract

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view [Example Graphical Abstracts](#) on our information site. Authors can make use of Elsevier's [Illustration Services](#) to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a

university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.

Math formulae

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors build footnotes into the text, and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves separately at the end of the article.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Preferred fonts: Arial (or Helvetica), Times New Roman (or Times), Symbol, Courier.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Indicate per figure if it is a single, 1.5 or 2-column fitting image.
- For Word submissions only, you may still provide figures and their captions, and tables within a single file at the revision stage.
- Please note that individual figure files larger than 10 MB must be provided in separate source files.

A detailed guide on electronic artwork is available. **You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.**

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalized, please 'save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings. Embed the font or save the text as 'graphics'.
TIFF (or JPG): Color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPG): Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.
TIFF (or JPG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low.
- Supply files that are too low in resolution.
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF) or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) in addition to color reproduction in print. [Further information on the preparation of electronic artwork.](#)

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Reference links

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is highly encouraged.

A DOI is guaranteed never to change, so you can use it as a permanent link to any electronic article. An example of a citation using DOI for an article not yet in an issue is: VanDecar J.C., Russo R.M., James D.E., Ambeh W.B., Franke M. (2003). Aseismic continuation of the Lesser Antilles slab beneath northeastern Venezuela. *Journal of Geophysical Research*, <https://doi.org/10.1029/2001JB000884>. Please note the format of such citations should be in the same style as all other references in the paper.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

Data references

For reference style 2 Harvard: [dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T., 2015. Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions. Mendeley Data, v1. <http://dx.doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support Citation Style Language styles, such as Mendeley. Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. More information on how to remove field codes from different reference management software.

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/experimental-gerontology>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice.

Reference formatting

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the article number or pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct. If you do wish to format the references yourself they should be arranged according to the following examples:

Reference

Reference style

Text: Indicate references by first author last name and date of publication in parentheses in line with the text. The actual authors can be referred to, however the complete reference must always be given.

Example: 'Barnaby (2001) obtained a different result...'

Reference to a journal publication:

J. van der Geer, J.A.J. Hanraads, R.A. Lupton, 2010. The art of writing a scientific article, J. Sci. Commun. 163,51 –59.

Reference to a book:

W. Strunk Jr., E.B. White, 2000. The Elements of Style, fourth ed., Longman, New York.
Reference to a chapter in an edited book:

G.R. Mettam, L.B. Adams, 2009. How to prepare an electronic version of your article, in: B.S. Jones, R.Z. Smith (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*, E-Publishing Inc., New York, 281–304.

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the [List of Title Word Abbreviations](#).

Data visualization

Include interactive data visualizations in your publication and let your readers interact and engage more closely with your research. Follow the instructions [here](#) to find out about available data visualization options and how to include them with your article.

Supplementary material

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

Research data

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the [research data](#) page.

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the [database linking page](#).

For [supported data repositories](#) a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Mendeley Data

This journal supports Mendeley Data, enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. During the submission process, after uploading your manuscript, you will have the opportunity to upload your relevant datasets directly to *Mendeley Data*. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online.

For more information, visit the [Mendeley Data for journals page](#).

Data in Brief

You have the option of converting any or all parts of your supplementary or additional raw data into one or multiple data articles, a new kind of article that houses and describes your data. Data articles ensure that your data is actively reviewed, curated, formatted, indexed, given a DOI and publicly available to all upon publication. You are encouraged to submit your article for *Data in Brief* as an additional item directly alongside the revised version of your manuscript. If your research article is accepted, your data article will automatically be transferred over to *Data in Brief* where it will be editorially reviewed and published in the open access data journal, *Data in Brief*. Please note an open access fee of 600 USD is payable for publication in *Data in Brief*. Full details can be found on the [Data in Brief website](#). Please use [this template](#) to write your Data in Brief.

Data statement

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the [Data Statement page](#).

Anexo 6 . Normas Journal of Exercise Rehabilitation

Instructions for Authors

Manuscripts for submission to the Journal of Exercise Rehabilitation should be prepared according to the following instructions. For issues not addressed in these instructions, the author is referred to the "Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals " (<http://www.icmje.org/>).

CHARACTERISTICS AND CATEGORIES OF MANUSCRIPTS

Contents and Classifications of Manuscript

Journal of Exercise Rehabilitation is the official journal of the Korean Society of Exercise Rehabilitation, being published six times a year. Its formal abbreviation is "J Exerc Rehabil". The types of manuscripts include research articles, review articles, and articles invited by the Editorial Board. Journal of Exercise Rehabilitation contains 6 sections: Basic research on exercise rehabilitation, Clinical research on exercise rehabilitation, Exercise rehabilitation pedagogy, Exercise rehabilitation education, Exercise rehabilitation psychology, and Exercise rehabilitation welfare. Only articles that are scientifically identified and theoretically, originally developed as the results of new, significant, and recent studying on the medical information and knowledge associated with the above-mentioned fields and that were conducted ethically and complied with policies of management of the Korean Society of Exercise Rehabilitation can be published in this Journal. Articles that have been already published or submitted for publication elsewhere cannot be submitted to this journal, and articles that have been published in this journal cannot be published elsewhere without permission. The Korean Society of Exercise Rehabilitation has all the copyrights of all the manuscripts that have been submitted and permitted for publication in this Journal.

Author Contributions

Authors are required to make clear of their contribution to their manuscript in cover letter. To be listed as an author one should have contributed substantially to all three categories established by the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE): 1) conception and design, or acquisition, or analysis and interpretation of data; 2) drafting the article or revising it critically for important intellectual content; and 3) final approval of the version to be published (www.icmje.org/index.html). The ICMJE further states that acquisition of funding, the collection of data, or general supervision of the research group, by themselves, do not justify authorship. Individuals who have contributed substantially to some but not all of the three categories, or in other areas, should be listed in Acknowledgments. In principle, we do not allow the addition of authors or the changes of the first or the corresponding author after our initial decision to accept the manuscript for publication. Written causes of changing should be submitted when the authors of a manuscript is changed, approval of the Editorial board is needed when the first author or corresponding author is changed, and approval of the Chief Editor is needed when other authors is changed before acceptance of the submitted manuscript. If an author wishes to be removed from the byline, he or she should submit a signed letter indicating his or her

wish to be deleted from the list of authors. The change in the order in the byline requires a letter from all authors indicating agreement with the same.

Language

This Journal will accept manuscripts written in English only. The abstract should be written in English and English medical terms are based on International Continence Society (ICS) terminology, the recent edition as the report of Standardization Subcommittee of the ICS. Other terms are based on English-Korean Korean-English Medical Terminology, published by the Korean Medical Association.

REGULATIONS ON ETHICS

The Journal adheres to the ethical guidelines for research and publication described in Publication Practice Guidelines for Medical Journals (http://kamje.or.kr/publishing_ethics.html) and Guidelines on Good Publication (<http://publicationethics.org/static/1999/1999pdf13.pdf>).

Registration of Clinical Trial Research

Any research that deals with a clinical trial should be registered with a primary national clinical trial registration site such as <http://ncrc.cdc.go.kr/cris>, or other sites accredited by WHO or the International Committee of Medical Journal Editors.

Disclosure of Conflict of Interest

Conflict-of-Interest Statement

A conflict of interest may exist when an author (or the author's institution or employer) has financial or personal relationships or affiliations that could bias the author's decisions of the manuscript. Authors are expected to provide detailed information about all relevant financial interests and relationships or financial conflicts, particularly those present at the time the research was conducted and through publication, as well as other financial interests (such as patent applications in preparation), that represent potential future financial gain. All disclosures of any potential conflicts of interest, including specific financial interests and relationships and affiliations (other than those affiliations listed in the title page of the manuscript) relevant to the subject of their manuscript will be disclosed by the corresponding author on behalf of each coauthor, if any, as part of the submission process. Likewise, authors without conflicts of interest will be requested to state so as part of the submission process. If authors are uncertain about what constitutes a relevant financial interest or relationship, they should contact the editorial office. Failure to include this information in the manuscript will prohibit commencement of the review process of the manuscript. For all accepted manuscripts, each author's disclosures of conflicts of interest and relevant financial interests and affiliations and declarations of no such interests will be published. The policy requesting disclosure of conflicts of interest applies for all manuscript submissions. If an author's disclosure of potential conflicts of interest is determined to be inaccurate or incomplete after publication, a correction will be

published to rectify the original published disclosure statement. Authors are also required to report detailed information regarding all financial and material support for the research and work, including but not limited to grant support, funding sources, and provision of equipment and supplies as part of the submission process. For all accepted manuscripts, each author's source of funding will be published.

Funding/Support and Role of Sponsor

All financial and material support for the research and work will be requested to be clearly and completely identified as part of the submission process (Cover Letter). The specific role of the funding organization or sponsor in each of the following should be specified: "design and conduct of the study; collection, management, analysis, and interpretation of the data; and preparation, review, or approval of the manuscript." The corresponding author is responsible for acknowledging this on the authorship form at the time of submission.

Examination on Ethics

Personal information with which a patient's identity can be established cannot be published with any forms including texts, photos, and pedigree. When personal information of patients is critical as scientific data, it should be stated clearly that the purpose of the study and mental & physical damages that can be done during the participation to the study were sufficiently explained for and written contents were submitted by the participants or their caregivers. In a study of an experiment for human subjects, it should be reported that the experiment complied with the ethics criteria of institutions reviewing ethics of experiment on human body or local "Ethics Committee on Clinical Experiments" and Declaration of Helsinki. The data for explanation such as photos should not include names, English initials, and hospital numbers of patients. In cases of animal experiments, it should be stated clearly that the processes complied with regulations of institutions or national research committee related to breeding and using laboratory animals or the NIH Guide for the Care and Use of Laboratory Animals. If necessary, it can be required to submit written consents and approvals of ethics committee.

Originality and Duplicate Publication

Manuscripts that have been already published elsewhere or in this journal should not be published. When a similar article has been already elsewhere or in this journal, its copy should be submitted with the relevant manuscript. The editorial Board of the Korean Society of Exercise Rehabilitation will decide whether the relevant manuscript is duplicately published and examine whether it can be published in this Journal.

MANUSCRIPTS PREPARATION

Review Articles

Review article was selected as a significant theme from areas relevant to neurologic field and whose authors were selected and referred on the basis of articles published in this or other journals. The submitted manuscript should be decided to be published via reviewing of the Editorial Board. The length of the manuscript should not exceed 5,000

words except for the cover, tables, figures, and references. The works in the references should not exceed 100.

Research Articles

The manuscript for original articles should be organized in the following order: 1) title page, 2) abstract and keywords, 3) introduction, 4) materials and methods, 5) results, 6) discussion, 7) conflict of interest, 8) acknowledgments (if necessary), 9) references, 10) tables, 11) figures and photos, and 12) legends. The manuscript should be provided in MS Word file (doc), double spaced on 212 × 297 mm (A4 size) with 2.5 cm margins at the top, bottom, and left margin. The length of the manuscript should not exceed 5,000 words except for the cover, tables, figures, and references. No more than 50 references can be cited. All manuscript pages are to be numbered consecutively, beginning with the title page as page 1. The use of acronyms and abbreviations is discouraged and should be kept to a minimum. When used, they are to be defined where first used, followed by the acronym or abbreviation in parentheses. Abbreviations are not allowed in the title. The names and locations (city, state, nation) of manufacturers of equipment and non-generic drugs should be given. When quoting from other sources, give a reference number in bracket after the author's name or at the end of the quotation.

Editorials

Editorials are invited perspectives on an area of exercise or rehabilitation, dealing with fields of research, current medical interests, fresh insights and debates.

GENERAL GUIDELINES FOR MANUSCRIPTS

Title Page

The title page should include the article title, name(s) of author(s), and institutional affiliations in English, and corresponding author and other footnotes. The author(s) should type the original and running title (less than 60 characters) in the title page directly. When there are several authors with different affiliations, the main institute should be recorded first and others be expressed as superscripts like 1, 2, 3, etc. next to the name of the relevant author and then the name of the affiliation in order. The corresponding author should present the name, affiliation, address, zip code, and contact details (such as Tel, Fax, and E-mail).

Abstract and Keywords

The abstract should be brief descriptions of the manuscript, containing 250 words. The abstract should be a structured one which includes purpose, methods, results, and conclusions. A list of keywords, with a maximum of six items in English, should be included at the end of the abstract. The selection of keywords should be based on Medical Subject Heading (MeSH) of Index Medicus, and each keywords should begin with a capital letter. Do not use abbreviations or reference citations.

Introduction

The introduction should address the purpose of the study briefly and concisely, and include background reports only related to the purpose of the study.

Materials and Methods

The design, subjects, and methods should be described in order. When patients are the subjects, the properties, inclusion criteria, and exclusion criteria of the populations should be clarified. Particular chemicals or equipment should be clarified of the names of the suppliers, the cities, the states, and the nations according to unified forms. Explanation of the experimental methods should be sufficient for repetition by other researchers, though methods that had been reported in detail may be described briefly by citation of references. However, new methods or modifications of previously published methods should be described enough for other researchers to represent. The methods of statistical verification on the results should be clarified.

Results

The authors should describe clearly and logically their significant findings of observations or results corresponding to the purpose of the study, following the order in the methods. The authors should avoid overlapping descriptions by figures or tables and by main text, describing important results only. It should be clear which statistical test is associated with each Pvalue reported. Rarely used statistical techniques should be described. Medians and percentiles (such as quartiles) are preferred over means and standard deviations (or standard errors) when analyzing asymmetric data, especially when nonparametric statistics are calculated. Fractions (e.g., 5/10) should accompany percentages. In randomized clinical trials, consider reporting separate analyses with confounding variables included. If sample sizes differ between groups when patients are randomized, reasons should be provided.

Discussion

Important or new findings from the results of the study should be emphasized and the consequent conclusions are described, while repetition of the contents in the introduction and the results should be avoided. The authors are needed to describe the significance and limitations of the study and directions for the further studies, comparing with the results of the other related studies. Conclusion should be included in the discussion part. The conclusions should include a comprehensive description of the judgment or thoughts of the authors being induced from the results and discussion sections and corresponding to the purpose of the study mentioned in the introduction. The simple summary or overlapped array of the results should be avoided. An addition of directions for further studies or expected effects should be avoided if possible.

Conflict of Interest

The corresponding author of an article is asked to inform the Editor of the authors' potential conflicts of interest possibly influencing their interpretation of data. A potential conflict of interest should be disclosed in the manuscript even when the authors are

confident that their judgments have not been influenced in preparing the manuscript. Such conflicts may be financial support or private connections to pharmaceutical companies, political pressure from interest groups, or academic problems (e.g., employment/affiliation, grants or funding, consultancies, stock ownership or options, royalties, or patents filed, received, or pending).

Acknowledgments

When necessary, acknowledgments shall be provided for those who contributed to the studying but were insufficient to be considered authors. The acknowledgments should express appreciation for the concrete roles of the contributors in the studying (e.g., data collection, financial assistance, statistical processing, and experimental analysis), and the authors should notify them that their names will be included in the acknowledgements for their advanced consents.

References

Abbreviations for the literature shall be based on the Index Medicus (see <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=journals>). All authors are listed in the reference list. The description of the journal reference follows the below description. For more on references, refer to the "Citing Medicine: the NLM Style Guide for Authors, Editors, and Publishers (<http://www.nlm.nih.gov/citingmedicine>)."

Journal Article:

- Ferro JM. Update on intracerebral haemorrhage. *J Neurol* 2006; 253:985-999.
- Kramer AF, Erickson KI. Capitalizing on cortical plasticity: influence of physical activity on cognition and brain function. *Trends Cogn Sci* 2007;11:342-348.
- Kim BK, Shin MS, Lee HH, Sung YH, Kim H. Swimming alleviates streptozotocin-induced short-term memory impairment in rats. *J Exer Rehabil* 2012;8:273-284.
- Guise AI, Chen F, Zhang G, See W. The effects of physiological estrogen concentration on the immune response of urothelial carcinoma cells to bacillus Calmette-Guerin. *J Urol* 2010 Nov 13 [Epub]. DOI: S0022-5347(10)04540-4.

Book:

- Wein AJ, Kavoussi LR, Novick AC, Partin AW, Peters CA, editors. *Campbell-Walsh urology*. 9nd ed. Philadelphia: Saunders; 2007.

Book Chapter:

- Klein Ea, Platz EA, Thompson IM. Epidemiology, etiology, and prevention of prostate cancer. In: Wein AJ, Kavoussi LR, Novick AC, Partin AW, Peters CA, editors. *Campbell-Walsh urology*. 9nd ed. Philadelphia: Saunders; 2007. p. 2854-73.

Website:

- Whitmore K. Sexual pain in men and women with IC/PBS and chronic pelvic pain [Internet]. Bristol: International Continence Society; c2010 [cited 2010 Dec 20]. Available from: <https://www.icsoffice.org/News.aspx?NewsID=22>.

Tables

Tables should be written as "Table" in the text and be described briefly in English, left-aligned. All the abbreviations used should be described under the tables or figures. The

first letter of the title of a table should be a capital letter, and do not use a period if the description is not a complete sentence. The table should be included one in a page as double space, written clearly and briefly. No vertical or horizontal lines are allowed to be included within a table. Title all tables and number them with Arabic numerals at the top of them, and table footnotes or description should be given markers in the order of ^{a)}, ^{b)}, ^{c)} ...

Figures

Figures should be written as "Fig." in the text. The minimum requirements for digital resolution are:

- 1,200 DPI/PPI for black and white images, such as line drawings or graphs.
- 300 DPI/PPI for picture-only photographs.
- 600 DPI/PPI for photographs containing pictures and line elements, i.e., text labels, thin lines, arrows.

Text Style, Numbers and Units

If foreign-language words are needed, capital and small letters should be clarified: in principal, proper nouns, place names, and names of persons should be written with capital letter as the first letter and then small letters for the rest. When translated words are insufficient in conveying meanings, the translated term will be presented with the original term within parenthesis for the first time and then the translated term only can be used. Numbers should be written with Arabic numerals. The measurements of length, height, weight, and volume shall be recorded with the metric system (meters, grams, and liters), temperature shall be recorded with centigrade, and blood pressure shall be recorded with mmHg. The hematological or clinical test measurements shall be recorded on the basis of common units or the system of the International Units (SI).

SUBMISSION OF MANUSCRIPT

All the manuscripts are submitted via the electronic article submission system of the website of the Journal of Exercise Rehabilitation (<http://www.e-jer.org>) with written consents containing all the authors' signatures on copyright transfer. When the publication is approved by the Editorial Board after reviewing, one final version of the manuscript of the article and the file containing all the contents should be finally submitted to the Editorial Board via the Internet article submission system. The submission day of a manuscript shall be the day when the manuscript is submitted, the author(s) is finally approved, and is delivered to the Editorial Board, and the day of decision of the publication shall be the day when the manuscript is completed of its reviewing and is decided to be published. Detailed information on manuscript submission and journal edition is provided in the "Online System Guide" in the website. More information on using the system can be inquired using the below- mentioned address.

REVIEW OF MANUSCRIPTS

Editorial Board

The Editorial Board deals with all the works for accepting and editing manuscripts. A manuscript that is not complied with the regulations for submission can be suggested to be adjusted or be reserved to be published, or can be adjusted by the Board, if necessary, without affecting the original contents. A manuscript with sufficient errors in form or misspellings or the one that is not complied with the regulations for submission can be rejected of acceptance and the author(s) will be notified. In case of reviewer(s)'s request, submission of data can be required for the author(s) via the decision of the Editorial Board.

Reviewing and Publication of Manuscripts

All the submitted manuscripts shall be conducted of peer review of three professionals on the basis of the regulations for article reviewing of the Korean Society of Exercise Rehabilitation, and be decided of its publication after reviewing of the Editorial Board. When the reviewing decisions are different each other, the selection of the relevant manuscript shall be decided after re-reviewing of the Board. A manuscript shall be considered of relinquishment of its publication when it won't be submitted within two months of notifying the decision of the reviewing without specific reason. A selected manuscript shall be decided of its order of publication by consideration of its type and the day of deciding its publication by the Editorial Board.