

# Treinamento de força com pré-ativação muscular antagonista em idosos: um ensaio clínico controlado e randomizado

<https://doi.org/10.11606/issn.1981-4690.2023e37175141>

Francisco Ronaldo Caliman Filho\*  
Sacha Clael Rodrigues Rego\*\*  
Sandro Nobre Chaves\*\*  
Lídia Mara Aguiar Bezerra de Melo\*\*

\*Faculdade de Ciências da Reabilitação, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.  
\*\*Faculdade de Educação Física, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.

## Resumo

O estudo teve como objetivo verificar e comparar os efeitos do treinamento de força (TF) controlado com pré-ativação muscular antagonista, durante 16 sessões, sobre a força muscular de membros inferiores e no desempenho funcional em idosos sedentários. Foram selecionados 56 idosos, de ambos os sexos, com média de  $66,5 \pm 4,5$  anos. Os participantes foram divididos em 3 grupos: TF1 n=17, TF2 n=18 e GC n=21. Foram mensurados o índice de massa corpórea (IMC), percentual de gordura (%G) e os testes de força de 1 repetição máxima do quadríceps femoral (FQF), de sentar e levantar na cadeira, o Timed Up and Go (TUG) e a caminhada de seis minutos. O estudo demonstrou que o teste de 1RM não foram encontradas diferenças estaticamente significativa intergrupo no momento pré-intervenção, porém no momento pós-intervenção foram encontradas diferenças estatísticas significativas intergrupo. No teste 1RM quando comparados com o GC (TF1<sub>pré</sub> vs TF1<sub>pós</sub> - T = -3,746, p<0,001; TF2<sub>pré</sub> vs TF2<sub>pós</sub> - T = -3,537, p<0,001; GC<sub>pré</sub> vs GC<sub>pós</sub> - T = -3,753, p<0,001). Foi verificada diferença estatística significativa entre o grupo TF2 e GC TF2 e GC (H(2)= 6,276, p = 0,04 | U=96,5; z=-2,410, p=0,016). Para o teste sentar e alcançar, (TF1<sub>pré</sub> vs TF1<sub>pós</sub> - T = -3,337, p<0,001); TF2<sub>pré</sub> vs TF2<sub>pós</sub> - T = -2,442, p=0,015); GC<sub>pré</sub> vs GC<sub>pós</sub> - T = -2,935, p=0,003). Para o teste de 6 minutos, na análise intergrupo, os grupos apresentaram diferenças estatisticamente significativas no momento pré-intervenção. O treinamento de força com pré-ativação muscular antagonista em idosos melhora a força muscular e o desempenho funcional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Treino resistido; Pré-ativação muscular; Força; Desempenho funcional em idosos.

## Introdução

As modificações morfológicas e estruturais do envelhecimento podem influenciar a mobilidade, funcionalidade, força e a composição corporal do idoso e, conseqüentemente, gerar maior risco de quedas e fraturas pela perda de força e perda de densidade mineral óssea em idosos<sup>1</sup>. A deterioração da locomoção e da capacidade funcional (CF) acontece com o avanço da idade, com a diminuição da elasticidade de tendões, ligamentos e articulações. A perda da massa e da força muscular, no caminhar e na estabilidade do equilíbrio, pode aumentar o perigo em quedas e, muitas vezes, leva a ausência da autonomia física, ampliando o risco de doenças crônicas<sup>2</sup>.

Os benefícios da atividade física podem variar desde o aumento do desempenho motor, diminuição da gordura corporal, melhora na função cardiovascular até aumento do desempenho de atividades esportivas e de vida diária<sup>3,4</sup>. O exercício resistido, musculação ou treinamento de força (TF), vem se tornando uma das formas mais populares de atividade física, sendo considerado um elemento essencial em programas voltados para melhorar o condicionamento físico e na reabilitação<sup>3,5,6,7</sup>. Além disso, o TF é recomendado por diversas organizações de saúde<sup>3,5</sup> quando o interesse é melhorar ou manter o condicionamento físico. Os programas de TF podem ser delineados para provocar

diferentes adaptações<sup>5,6</sup>, que promoverão efeitos neuromusculares e funcionais<sup>8,9</sup> como aumentar a força e promover a hipertrofia muscular, diminuir a gordura corporal, ajudar nos controles de glicemia e de colesterol, melhorar o equilíbrio e a coordenação motora<sup>10</sup>.

Os benefícios citados anteriormente também se aplicam a idosos<sup>11</sup>, assim é importante a inserção do TF no contexto da saúde, do desempenho humano e da função muscular esquelética do idoso. No entanto, PINCIVERO e CAMPY<sup>12</sup> afirmam que o ato de realizar TF por si só não é suficiente para obter os benefícios desejados, para tal, variáveis como o volume, a intensidade, as frequências do treinamento e a ordem de execução dos exercícios devem ser manipuladas<sup>13</sup>.

Dentre as possíveis técnicas de manipulações de variáveis, a ordem de execução dos exercícios com o uso da pré-ativação muscular antagonista<sup>9,14</sup>, têm demonstrado vantagens no desempenho neuromuscular, uma vez que foram evidenciados aumento da força muscular na musculatura agonista<sup>14,15</sup>. A pré-ativação é caracterizada pelo ato de realizar uma série de exercício envolvendo a musculatura antagonista seguida por uma série de exercícios da musculatura agonista, exemplo, realizar uma série de exercício do bíceps braquial e imediatamente após realizar uma série de exercício do tríceps braquial. Uma hipótese para os benefícios

do uso de tal técnica devem-se aos estímulos facilitatórios dos órgãos tendinosos de GOLGI<sup>16</sup>, podendo facilitar as funções musculares, como a excitabilidade e a adaptabilidade.

Foram encontrados poucos estudos<sup>16,40,44</sup>, na literatura sobre os benefícios da pré-ativação muscular antagonista para idosos, porém não se sabe os benefícios de um programa de TF para idosos e como tal programa poderia afetar o desempenho da força na musculatura antagonista nessa população. Outros autores<sup>17-20</sup> relataram que a coordenação dos músculos agonistas e antagonistas é importante para promover melhores adaptações no treinamento, sendo responsável por grande aumento da força em adultos jovens<sup>27</sup>. Deste modo, o treinamento com pré-ativação deve ser realizado com a intenção de desenvolver a força muscular agonista e antagonista simetricamente, a fim de obter melhor desempenho funcional, tendo em vista que idosos com desbalanço entre agonistas e antagonistas estão mais propensos a cair<sup>21</sup>.

Desta maneira, o objetivo do presente estudo é verificar os efeitos do treinamento de força com pré-ativação muscular antagonista na força muscular de membros inferiores e no desempenho funcional em idosos. Nossa hipótese é que o treinamento de força com pré-ativação agonista pode melhorar a força muscular e o desempenho funcional em idosos.

## Método

### *Desenho do estudo*

Trata-se de um ensaio clínico randomizado controlado<sup>22</sup> de caráter experimental, para verificar e comparar os efeitos de uma intervenção entre grupos<sup>23</sup>. Os voluntários foram selecionados pelos critérios de inclusão e exclusão, e foram submetidos a uma caracterização e avaliação física dos indicadores antropométricos. Após a avaliação física, foi realizado o pré teste de força muscular (1RM) de membros inferiores no leg press 45° e para verificar o desempenho funcional foram realizados os testes de levantar e sentar na cadeira, *Timed Up and Go* - TUG e caminhada de seis minutos pré-treinamento. Em seguida, os voluntários foram divididos aleatoriamente em três grupos de treinamento. Cada grupo realizou 02 (duas) sessões de intervenção por semana, durante 08 (oito) semanas. No total, foram realizadas 16

(dezesseis) sessões do treinamento, no período da manhã entre 8h e 11h. Após as 08 semanas de intervenção foram realizadas todas as avaliações supracitadas para efeito de avaliação e comparação pré e pós-treinamento entre dos grupos.

### *Amostras*

Participaram do estudo 56 idosos, com média de  $66,5 \pm 4,5$  anos, recrutados por meio de convite formalizado por ofício através da secretaria municipal de saúde e nos centros de reabilitações e projetos sociais da prefeitura de Ceres-Goiás. Como critérios de inclusão utilizamos os seguintes parâmetros: Ser idoso de ambos os sexos com idade compreendida na faixa entre 60 anos a 80 anos; não ter participado de qualquer tipo de programa de treinamento de força orientado os últimos 03

(três) meses; ter disponibilidade de executar o treinamento durante 08 semanas e não apresentar lesões ou limitações osteomioarticulares que comprometessem a realização das intervenções. Além disso, foram excluídos os participantes que tiveram uma inadimplência maior do que 25% nas sessões de treino.

Os voluntários selecionados foram alocados aleatoriamente, pareando os grupos com idades, massa corporal e estaturas equiparadas em três grupos: Grupo de treinamento de força 1 (TF1) n=17, Grupo de treinamento de força 2 (TF2) n=18 e grupo controle (GC) n=21.

O número de sujeitos em cada grupo foi determinado pelo programa G\*Power 3.1.9.4, adotando um alfa de 5% e um poder  $\geq 80\%$ <sup>24</sup>. O cálculo resultou em um total de 56 sujeitos para compor a amostra, dos quais, 06 participantes foram excluídos pelos critérios de inclusão e exclusão. O tamanho do efeito e poder<sup>25</sup> foram calculados tomando por base a interação entre as variáveis independentes (TF1, TF2 e GC) e variáveis dependentes IMC, %GC, força quadríceps femoral (FQF), testes de levantar e sentar na cadeira, *Timed Up and Go* - TUG e caminhada de seis minutos pré-treinamento.

### **Cuidados Éticos**

Ressalta-se que a pesquisa teve início após a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Unievangélica-GO, conforme o protocolo CAAE 19508619.3.0000.5076. Os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que informou sobre os objetivos e procedimentos dos métodos empregados no estudo, de acordo com a resolução 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

### **Instrumentação e procedimentos**

#### *Indicadores Antropométricos*

Foi utilizada uma Ficha de Avaliação Física/Anamnese, para avaliação antropométrica e caracterização das amostras. Os registros da massa corporal (MC) e estatura (EST) dos participantes foram realizados por meio de uma balança analógica (WELMY)<sup>26,27</sup>. As medidas de percentual de gordura (%G) foram realizadas individualmente através da balança de análise de massa corporal EKS 8994 SV *Triumph*, (*Triple*

*Aided Multi-frequency Measurement*).

Para obter os resultados da força muscular nos membros inferiores foi utilizado o teste de uma repetição máxima (1RM) no leg press 45°. Os testes de 1RM foram conduzidos conforme o protocolo proposto por BROWN e WEIR<sup>28</sup>. Realizando 3-5 min de atividades leves envolvendo o grupamento muscular testado e, após um minuto de alongamento leve, aquecimento de oito repetições a 50% de 1RM percebida, seguido de três repetições a 70% de 1RM percebida. Após 5 minutos de intervalo, aplicou-se o teste de 1RM, e quando necessário foram acrescentados de 0,4 a 5kg.

#### *Avaliação de desempenho funcional*

No teste de levantar e sentar na cadeira RIKLI e JONES<sup>29</sup>, os participantes foram posicionados sentados no meio da cadeira com a coluna vertebral na posição ereta e os pés afastados à largura dos ombros e totalmente apoiados no solo. Um dos pés deveria estar ligeiramente avançado em relação ao outro para ajudar a manter o equilíbrio e os membros superiores cruzados na altura do peito. Ao sinal de “partida” o participante elevou-se até à extensão máxima (posição vertical) e regressa à posição inicial sentado. O participante foi encorajado a completar o máximo de repetições num intervalo de tempo de 30”. A pontuação foi obtida pelo número total de execuções corretas num intervalo de 30”<sup>29</sup>.

No teste TUG a avaliação foi realizado por meio da observação direta do desempenho, cronometrado em segundos (PODSIADLO e RICHARDSON, 1991)<sup>30</sup>. Consistiu em levantar-se de uma cadeira, sem ajuda dos braços, andar a uma distância de três metros, dar a volta e retornar. No início do teste, o paciente estava com o dorso apoiado no encosto da cadeira e, ao final, deve encostar novamente. O paciente deve receber a instrução “vá” para realizar o teste e o tempo será cronometrado com a partir da voz de comando até o momento em que ele apoie novamente o dorso no encosto da cadeira. O teste foi realizado uma vez para familiarização e uma segunda vez para tomada do tempo<sup>31</sup>.

O teste de caminhada de seis minutos foi utilizado para avaliar a resistência aeróbia, o avaliado percorreu a maior distância em 6 minutos. Foi utilizado cronômetro, fita métrica e cones para demarcar o percurso. O teste envolveu a medição da distância máxima que pode ser caminhada durante seis minutos ao longo do percurso de

aproximadamente 45,72m. O resultado representa o número total de metros caminhados durante os seis minutos<sup>32</sup>.

### *Programa de treinamento de força*

Os voluntários foram alocados em um dos três grupos, sendo que antes da intervenção houve um período de familiarização, onde foram executados os exercícios propostos na intervenção, entretanto, os exercícios foram realizados sem carga e apenas com uma série para instruir os participantes na execução correta do movimento.

Para ambos treinamentos TF1 e TF2, foi realizado o teste de 10 RM (dez repetições máximas) para determinar a carga de treino, o teste foi conduzido da seguinte maneira: 1) Aquecimento específico no exercício em que se aplicará o teste, com a utilização de cargas que não ultrapassaram 50% da carga esperada; 2) foram permitidas no máximo três tentativas para atingir a carga para 10RM com o intervalo de cinco minutos entre as tentativas e de 20 minutos entre os exercícios; 3) a carga utilizada na primeira tentativa foi determinada pelo sujeito na estimativa de força, o aumento da carga entre as tentativas foi de no mínimo 1-2 kg para os exercícios de membros superiores e 2-5kg para os exercícios de membros inferiores. Os sujeitos foram instruídos a realizar no máximo 10 repetições por tentativa mesmo que a carga possibilitasse mais; considerou-se válida a tentativa em que o voluntário realizou 10 repetições com o máximo de carga possível; ao ocorrer falha concêntrica, antes da décima repetição ser atingida, a tentativa foi descartada<sup>33</sup>.

(1) *Grupo de Treinamento de força 1 (TF1)*: Os voluntários do estudo foram submetidos a um programa de TF com pré ativação antagonista. Cada sessão de treino teve duração entre 30 e 50 minutos. O treinamento foi caracterizado por um aquecimento na esteira ergométrica de 10 (min) e pelos exercícios resistidos alternados em sequência entre agonista e antagonista: Supino reto, crucifixo máquina, remada baixa, abdominal solo, extensão lombar máquina, leg press 45°, extensão de joelhos e flexão de joelhos. Os exercícios foram executados na respectiva ordem citada. O treinamento foi conduzido com 3 séries de 10 repetições. Entre as séries, foi adotado um intervalo de descanso de um minuto<sup>34</sup>.

(2) *Grupo de Treinamento de força 2 (TF2)*: Os

voluntários do estudo foram submetidos a um programa de TF sem pré ativação antagonista, durante 08 (oito) semanas com duas sessões por semana, com duração de 30 a 50 min em cada sessão de intervenção. O treinamento foi caracterizado por um aquecimento na esteira ergométrica de 10 (min) e pelos exercícios resistidos em sequência: supino reto, crucifixo máquina, abdominal solo, leg press 45° e extensão de joelhos, só então foi realizada a execução dos antagonistas remada baixa, extensão lombar máquina e flexão de joelhos. Os exercícios foram executados na respectiva ordem citada. O treinamento teve 3 séries de 10 repetições. Entre as séries, foi adotado um intervalo de descanso de um minuto<sup>34</sup>.

(3) *Grupo controle (GC)*: os voluntários desse grupo realizaram atividades sem intervenções de exercícios físicos. Foram oferecidas oficinas e palestras relacionadas à saúde e qualidade de vida do idoso, atividades de pintura e artesanato.

### *Análise de dados*

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (*Shapiro Wilk*). As variáveis que apresentaram distribuição normal foram expressos em média e desvio padrão, e as que não apresentaram normalidade, em mediana e intervalo interquartilico. Para verificar o efeito da intervenção no percentual de gordura foi realizada a ANOVA fatorial. Para verificar a diferença entre grupos tanto no pré quanto no pós-teste, foi aplicado o teste de *Kruskall Wallis* e para identificar as diferenças entre os pares de comparação entre grupos o teste de *U-Mann Whitney* com correção de BONFERRONI<sup>35</sup>. Para verificar as diferenças entre pré e pós teste em cada grupo o teste de *Wilcoxon* pareado foi utilizado. A significância adotada foi de 5% ( $p < 0,05$ )<sup>35</sup>.

O tamanho do efeito e poder foram calculados por meio do programa G\*power 3.1.9.4 tomando por base a interação entre as variáveis independentes (TF1, TF2 e GC) e variáveis dependentes IMC, %GC, força quadríceps femoral (FQF), testes de levantar e sentar na cadeira, *Timed Up and Go* - TUG e caminhada de seis minutos pré-treinamento.

Para a análise dos dados foi utilizado o programa SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) versão 21.0. E os gráficos foram realizados a partir do *GraphPad Prisma* 8.0 for Windows®.

## Resultados

Na TABELA 1 são apresentadas as características demográficas e antropométricas da amostra, divididos no grupo TF1, TF2 e GC. Não foram encontradas diferenças significativas da mediana para a idade ( $H(2) = 1,88, p = 0,390$ ), a massa corporal ( $H(2) = 1,09, p = 0,580$ ), a estatura ( $H(2) = 4,22, p = 0,12$ ) e o IMC ( $H(2) = 1,21, p = 0,545$ ) entre os grupos.

TABELA 1 - Características demográficas e antropométricas da amostra por grupos.

	TF1			TF2			GC		
	M ± DP	Md	Q1-Q3	M ± DP	Md	Q1-Q3	M ± DP	Md	Q1-Q3
<b>Idade(anos)</b>	64.7 ± 4.2	64.0	61.3 - 65.0	68.5 ± 7.3	68.0	62.0 - 72.0	66.6 ± 6.6	66.0	61.0 - 71.0
<b>Massa corporal (kg)</b>	73.1 ± 15.4	73.1	60.0 - 84.0	76.4 ± 13.8	76.4	70.0 - 83.0	76.6 ± 9.3	76.6	71.3 - 84.7
<b>Estatura(m)</b>	1.58 ± 0.08	1.58	1.53 - 1.64	1.59 ± 0.06	1.59	1.56 - 1.62	1.62 ± 0.08	1.63	1.58 - 1.68
<b>IMC(km/m<sup>2</sup>)</b>	29.4 ± 6.7	29.4	26.1 - 35.0	29.9 ± 5.3	30.0	26.1 - 34.1	28.2 ± 3.4	28.2	26.2 - 29.8

M: Média;  
DP: Desvio Padrão;  
Q1 - Q3: Intervalo interquartilico.

Na TABELA 2 são apresentadas as médias e medianas das variáveis %G e 1RM, respectivamente, nos momentos (Pré e Pós) e por grupo (TF1, TF2 e GC). Para o %G foi verificado efeito na interação grupo versus tempo ( $F(2, 53) = 7,51, p = 0,001$ ). O teste de post hoc identificou uma diferença intragrupo no TF1 e TF2, ou seja, os valores de %G apresentaram uma redução significativa entre os momentos pré e pós intervenção no grupo TF1 e TF2 (FIGURA 1 e FIGURA 5). Na análise intergrupo não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas do %G, no momento pré nem no momento pós.

TABELA 2 - Valores de %G e 1RM, por grupo e momento.

		Percentual de gordura (%G)			1 RM		
		M ± DP	Md	Q1-Q3	M ± DP	Md	Q1-Q3
<b>Pré</b>	TF1	38.4 ± 10.0*	40.8	28.5 - 45.5	35.8 ± 17.8	30.0	25 - 52.5
	TF2	34.6 ± 8.7*	33.1	27.6 - 38.0	38.8 ± 18.7	35.0	35 - 45
	GC	33.5 ± 8.9	31.9	27.1 - 41.2	30.0 ± 19.8	30.2	20 - 35
<b>Pós</b>	TF1	37.1 ± 9.4	39.3	27.5 - 44.3	50.8 ± 19.4	45.1	36.3 - 60
	TF2	32.9 ± 7.7	32.1	25.6 - 36.0	56.6 ± 19.9	60.7	47 - 65
	GC	33.4 ± 8.9	31.7	27.3 - 39.2	38.0 ± 19.9	32.5 <sup>#</sup>	20 - 45

M: Média;  
DP: Desvio Padrão;  
Md: Mediana;  
Q1 - Q3: intervalo interquartilico;  
\*Diferença significativa intragrupo (pré vs pós) ( $p < 0,05$ );  
<sup>#</sup>Diferença significativa intergrupo no pós (GC vs TF1 e TF2) ( $p < 0,05$ ).

Na TABELA 3 são apresentadas as medianas das variáveis TUG, sentar e levantar e teste de 6 minutos, nos momentos (Pré e Pós) e por grupo (TF1, TF2 e GC).

TABELA 3 - Valores de medianas e intervalos interquartis dos Testes de Capacidade funcional por grupo e por momento.

		TUG			Sentar e Levantar			6 minutos		
		M ± DP	Md	Q1-Q3	M ± DP	Md	Q1-Q3	M ± DP	Md	Q1-Q3
Pré	TF1	10.3 ± 2.5	9.8	8.2 - 12.2	7.4 ± 1.6	7.5*	6 - 8	380.3 ± 68.3	367.5*	347.8-423.8
	TF2	10.1 ± 3.4	9.6*	8.6 - 10.6	8.0 ± 2.0	8*	7 - 9	397.5 ± 119.4	359*	320-470
	GC	9.4 ± 2.1	9.1	8.2 - 10.3	8.8 ± 2.0	9* <sup>#</sup>	8 - 10	511.4 ± 123.9	487* <sup>*,#</sup>	458-515
Pós	TF1	10.9 ± 1.8	10.5	9.4 - 12.2	9.2 ± 1.5	9	8 - 10	485.4 ± 65.1	485	428.3-537
	TF2	11.7 ± 3.5	11.2	10.1 - 12.4	9.1 ± 1.3	9	8 - 10	472.5 ± 128.1	450	390-540
	GC	9.6 ± 1.5	9.6 <sup>§</sup>	9 - 10.4	9.6 ± 1.7	9.5	9 - 10	591.7 ± 137.4	551 <sup>§</sup>	524-720

\*Diferença significativa intragrupo (pré vs pós) ( $p < 0,05$ );

<sup>#</sup>Diferença significativa intergrupo no pré (GC vs TF1) ( $p < 0,05$ );

<sup>†</sup>Diferença significativa intergrupo no pré (GC vs TF2) ( $p < 0,05$ );

<sup>§</sup>Diferença significativa intergrupo no pós (GC vs TF1 e TF2) ( $p < 0,05$ ).

Os grupos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas para os valores de mediana no teste de TUG no momento pré intervenção ( $H(2) = 6,916$ ,  $p = 0,48$ ) pré teste. No momento pós intervenção, foi verificada diferença estatística significativa entre o grupo TF2 e GC ( $H(2) = 6,276$ ,  $p = 0,04$  |  $U = 96,5$ ;  $z = -2,410$ ,  $p = 0,016$ ) (FIGURA 2). Ou seja, o TF2 apresentou valores de TUG superiores aos valores apresentados no GC. Entretanto, o TF1 não se diferenciou do TF2 e do GC. O grupo TF2 foi o único grupo que apresentou diferença entre pré e pós intervenção.

Para o teste sentar e alcançar, no momento pré intervenção, o grupo TF1 apresentou diferença estatística significativa em relação ao GC ( $H(2) = 6,916$ ,  $p = 0,03$  |  $U = 101,5$ ;  $z = -2,501$ ,  $p = 0,012$ ) (FIGURA 3). Ou seja, o TF1 era diferente do grupo controle no momento de pré intervenção. No momento pós intervenção, não foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre as medianas dos grupos ( $H(2) = 1,673$ ,  $p = 0,43$ ). Na análise intragrupo, os valores do teste de sentar e

alcançar pós intervenção apresentaram mediana superiores e com diferença estatística significante quando comparado ao momento pré intervenção ( $TF1_{pré}$  vs  $TF1_{pós}$  -  $T = -3,337$ ,  $p < 0,001$ );  $TF2_{pré}$  vs  $TF2_{pós}$  -  $T = -2,442$ ,  $p = 0,015$ );  $GC_{pré}$  vs  $GC_{pós}$  -  $T = -2,935$ ,  $p = 0,003$ ).

Para o teste de 6 minutos (TABELA 3 | FIGURA 4), na análise intergrupo, os grupos apresentaram diferenças estatisticamente significativas no momento pré ( $H(2) = 16,897$ ,  $p < 0,001$ ) e pós ( $H(2) = 11,227$ ,  $p = 0,004$ ) intervenção, ou seja, os grupos eram diferentes. Destacamos a diferença no momento pré do grupo TF1 vs GC ( $U = 54$ ;  $z = -3,808$ ,  $p < 0,001$ ) e TF2 vs GC ( $U = 71$ ;  $z = -3,160$ ,  $p = 0,001$ ). No momento pós, as diferenças entre os grupos TF1 vs GC ( $U = 101$ ;  $z = -2,485$ ,  $p = 0,012$ ) e TF2 vs GC ( $U = 75,5$ ;  $z = -3,031$ ,  $p = 0,002$ ). Na análise intragrupo, os três grupos apresentaram valores superiores no momento pós intervenção ( $TF1_{pré}$  vs  $TF1_{pós}$  -  $T = -3,724$ ,  $p < 0,001$ ;  $TF2_{pré}$  vs  $TF2_{pós}$  -  $T = -3,361$ ,  $p = 0,001$ ;  $GC_{pré}$  vs  $GC_{pós}$  -  $T = -3,986$ ,  $p < 0,001$ ).

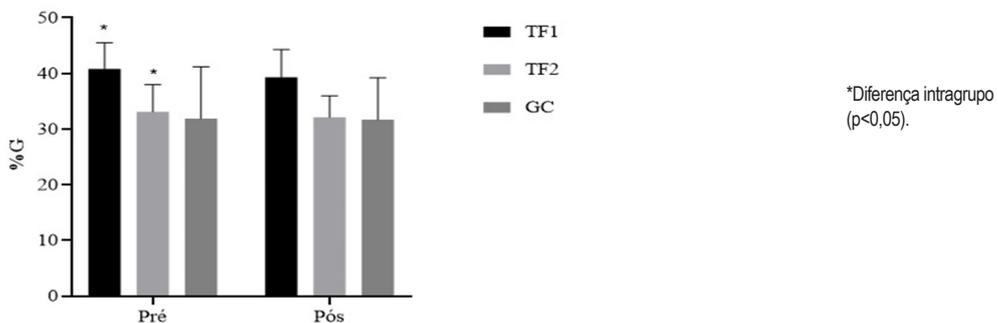


FIGURA 1 - Mediana do percentual de gordura por grupo/momento.

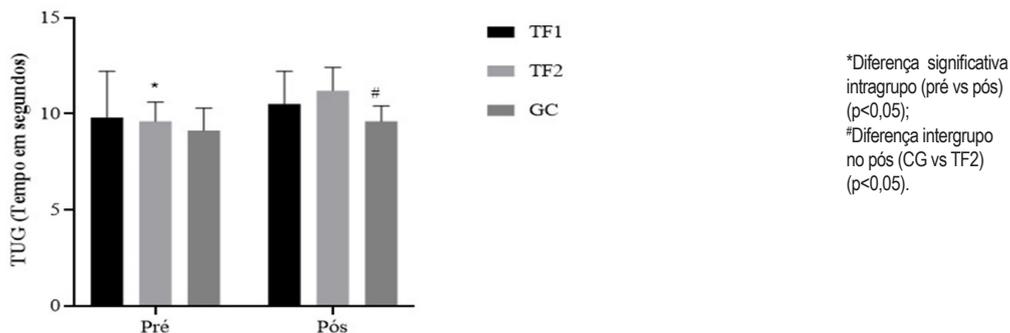


FIGURA 2 - Mediana do tempo em segundos no TUG por grupo/momento.

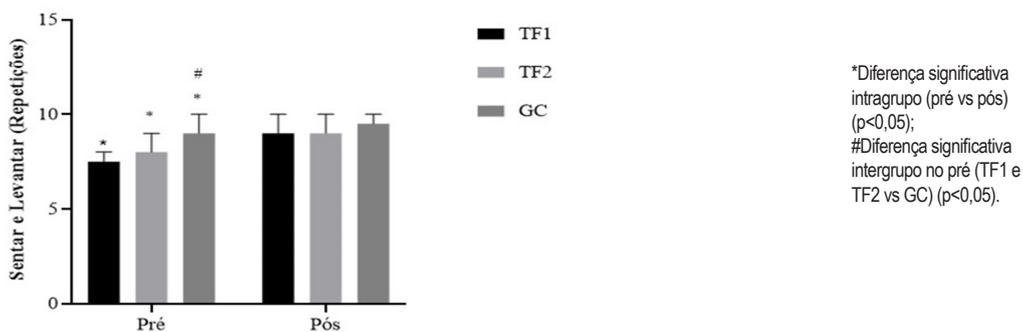


FIGURA 3 - Mediana de repetições do teste de sentar e levantar por grupo/momento.

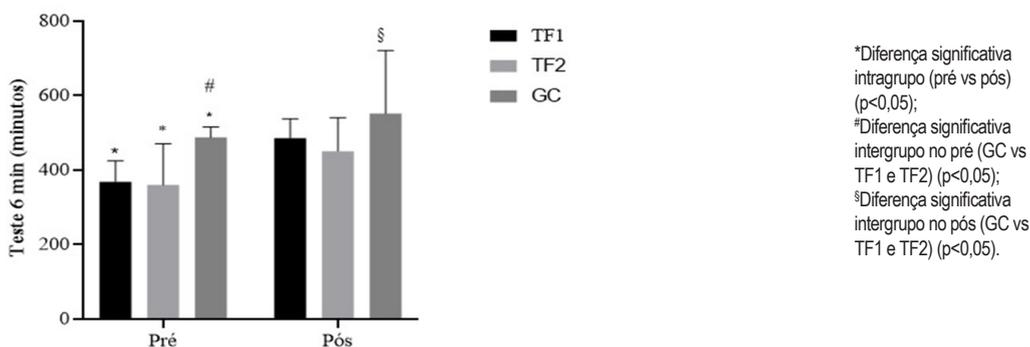


FIGURA 4 - Medianas do teste de 6 minutos dos grupos antes e após a intervenção.

\*Diferença significativa intragrupo (pré vs pós) ( $p < 0,05$ );  
 #Diferença significativa intergrupo no pré (GC vs TF1 e TF2) ( $p < 0,05$ );  
 §Diferença significativa intergrupo no pós (GC vs TF1 e TF2) ( $p < 0,05$ ).

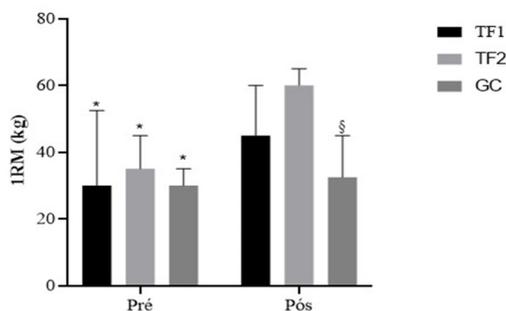


FIGURA 5 - Medianas do teste de 1RM dos grupos antes e após a intervenção.

## Discussão

O objetivo do presente estudo foi verificar os efeitos do treinamento de força com pré-ativação muscular antagonista na força muscular e no desempenho funcional em idosos. Nossa hipótese pode ser confirmada por meio dos testes de força e funcionais. Como já era esperado, o treinamento sem ativação também melhorou a força e o desempenho em testes funcionais, entretanto para as variáveis 1RM e TUG o TF2 mostrou-se melhor que o TF1. Esses resultados podem influenciar na melhora da saúde, na capacidade de realizar as atividades diárias e na qualidade de vida dos participantes<sup>25,36,37</sup>.

Devido ao processo de envelhecimento os idosos perdem cerca de 40% dos axônios espinhais e 10% na velocidade de condução nervosa<sup>38</sup>, assim o envelhecimento afeta mais negativamente o tempo necessário para identificar um estímulo e processar a informação de forma a produzir a resposta. O treinamento com pré-ativação dos antagonistas melhora a eficiência muscular<sup>39</sup>, podendo facilitar a ativação neuromuscular dos idosos, o que explica o grupo TF2 ter tido melhores resultados no geral.

O treinamento com pré-ativação do antagonista melhora o equilíbrio dos idosos<sup>40</sup>, e sabe-se que essa população tem dificuldade em movimentos de giro<sup>41</sup>, o que aumenta o medo de cair. Devido ao treinamento com pré-ativação melhorar o equilíbrio, eles se sentem mais seguros e conseguem realizar as atividades de vida diária com mais segurança<sup>42</sup>, isso pode explicar os melhores resultados no TUG, o grupo TF2 pode ter tido um melhor giro no cone, o que melhorou seu tempo devido a estar mais equilibrado e confiante.

Durante a produção de força, um dos fatores limitantes é o limitado estiramento do músculo antagonista, isso ocorre devido a um fator de proteção contra lesões<sup>43</sup>. Além disso, para aumentar a produção de força se faz necessário uma maior quantidade de energia para suprir as demandas musculares<sup>38</sup>. O treinamento com pré-ativação do antagonista pode armazenar energia elástica no músculo que será usada no momento da ativação do agonista, além de promover a facilitação do estiramento muscular do antagonista<sup>44</sup>, o que pode promover uma hipertrofia musculoesquelética, isso pode explicar os melhores resultados do TF1 no teste de 1RM.

Uma possível explicação para não termos encontrados resultados significativos nos testes de caminhada de 6 minutos e de sentar e levantar, é a possível duração da intervenção, ela pode ter sido muito curta não dando tempo suficiente para as adaptações se manifestarem por completo<sup>45</sup>.

Alguns aspectos no estudo são importantes a serem destacados, como; 1- a utilização de aparelhos movidos por roldanas, polias e pesos livres onde possuem grande aplicação prática, contrariamente a estudos prévios que realizaram os protocolos de pré-ativação em aparelhos isocinéticos<sup>26</sup>; 2- a análise de desempenho da força a partir do incremento de carga indicando que a pré-ativação é eficiente como um estímulo para fases iniciais de treinamento, além de diferentemente da maioria dos estudos prévios que analisaram o desempenho a partir da capacidade de resistência muscular com o aumento do número

de repetições realizadas<sup>26,46,48</sup>; 3- e a imediata transferência da pré-ativação antagonista, que influenciou na melhora do desempenho do exercício do músculo agonista, tanto no aumento do volume da sessão quanto a capacidade de geração de força e desempenho funcional.

Apesar dos resultados, destacam-se algumas limitações do estudo estão associadas à heterogeneidade dos grupos, sendo idosos de ambos os sexos, que poderiam influenciar nas comparações dos resultados entre grupos, o

fato de não ter sido utilizadas técnicas como, a eletromiografia, para avaliar atividade muscular dos agonistas e antagonistas durante os protocolos de pré-ativação. Sugerem-se futuros estudos em que a amostra seja maior, homogênea, além de diferentes exercícios e avaliações de força no protocolo com pré-ativação dos antagonistas. Como aplicação prática do estudo, o treinamento com pré-ativação dos antagonistas deve ser incorporado na periodização de idosos, podendo melhorar a força e o desempenho neuromuscular.

## Conclusão

O treinamento de força com pré-ativação muscular antagonista em idosos melhora a força muscular e o desempenho funcional. Através dos resultados nesse estudo e considerando as condições experimentais, podemos perceber que a aplicação do TF com pré-ativação dos antagonistas, parece não promover grandes diferenças significativas comparadas ao TF sem pré-ativação na força muscular de membros inferiores, porém colaborou

para melhora da força e desempenho funcional em idosos. Sendo assim, vale destacar que a aplicação das variáveis do modelo de pré-ativação dos antagonistas seja observada e manipulada de forma adequada durante a prescrição de TF.

São recomendados novos estudos em que o n amostral seja maior, homogêneo e com diferentes exercícios e avaliações de força no protocolo com pré-ativação dos antagonistas.

## Abstract

Strength training with antagonist muscle pre-activation in the elderly: a randomized controlled trial.

The study aimed to verify and compare the effects of controlled strength training (TF) with antagonistic muscle pre-activation, during 16 sessions, on the muscle strength of lower limbs and on functional performance in sedentary elderly people. 56 elderly people of both sexes were selected, with a mean of  $66.5 \pm 4.5$  years. Participants were divided into 3 groups: TF1 n = 17, TF2 n = 18 and CG n = 21. The body mass index (BMI), fat percentage (% F) and the strength tests of 1 maximum repetition of the femoral quadriceps (FQF), sitting and standing on the chair, the Timed Up and Go (TUG) and the six-minute walk. The study demonstrated that the 1RM test did not find any statistically significant intergroup differences in the pre-intervention moment, however, in the post-intervention moment, significant intergroup statistical differences were found. In the 1RM test when compared to the CG (TF1 pre vs TF1 post - T = -3.746, p < 0.001; TF2 pre vs TF2 post - T = -3.537, p < 0.001; GC pre and GC post - T = -3.753, p < 0.001). There was a statistically significant difference between the TF2 and GC TF2 and GC groups (H (2) = 6.276, p = 0.04 | U = 96.5; z = -2.410, p = 0.016). For the test to sit and reach, (TF1 pre vs TF1 post - T = -3.337, p < 0.001); TF2pre vs TF2post - T = -2.442, p = 0.015); GC pre vs GC post - T = -2.935, p = 0.003). For the 6-minute test, in the intergroup analysis, the groups showed statistically significant differences in the pre-intervention moment. Strength training with antagonistic muscle pre-activation in the elderly improves muscle strength and functional performance.

KEYWORDS: Resistance training; Muscle pre activation; Strength; Functional performance in the elderly.

## Referências

1. Ferreira DCO, Yoshitome AY. Prevalência e características das quedas de idosos institucionalizados. *Rev Bras Enferm.* 2010;63(6):991-997.
2. Cruz HRM, et al. Treinamento de força e atividade de vida diárias-AVDS em idosos. *Rev ENAF Sci.* 2016;11(1):146.
3. Ratamess NA, Alvar BA, Evetoch TK, Housh TJ, Kibler WBWJK. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *J Sports Sci Med.* 2009;41(3):687-708.
4. Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, Dooly C, Feigenbaum MS, et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(2):364-80.
5. American College of Sports Medicine. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. 7a. ed. Rio de Janeiro: Guanabara; 2007.
6. Deschenes MR, Giles JA, McCoy RW, Volek JS, Gomez AL, Kraemer WJ. Neural factors account for strength decrements observed after short-term muscle unloading. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2002;282(2):578-83.
7. Albino R, et al. Influência do treinamento de força muscular e de flexibilidade articular sobre o equilíbrio corporal em idosos. *Rev Bras Geriatr Gerontol.* 2012;15(1):1725.
8. Rahimi R. Effect of different rest intervals on the exercise volume completed during squat bouts. *J Sports Sci Med.* 2005;4(4):361-6.
9. Willardson JM, Burkett LN. A comparison of 3 different rest intervals on the exercise volume completed during a workout. *J Strength Cond Res.* 2005;19(1):23-6.
10. Powers SK, Howley ET. Exercise physiology: theory and application to fitness and performance. New York, NY: McGraw-Hill. 2007. p. 303-308.
11. Mello RGB, Dalla Corte RR, Gioscia J, Moriguchi EH. Effects of physical exercise programs on sarcopenia management, dynapenia, and physical performance in the elderly: a systematic review of randomized clinical trials. *J Aging Res.* 2019;1959486. doi:10.1155/2019/1959486.
12. Kraemer WJ, Hakkinen K, Newton RU, Nindl BC, Volek JS, McCormick M, et al. Effects of heavy-resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. *J Appl Physiol.* 1999;87(3):982-92.
13. Balsamo S, Tibana RA, Nascimento DC, Farias GL, Petrucci Z, Santana Fdos S, Martins OV, Aguiar F, Pereira G, Souza JV, Prestes J. Exercise order affects the total training volume and the ratings of perceived exertion in response to a super-set resistance training session. *Int J Gen. Med.* 2012;5:123-7.
14. Gentil P. Bases científicas do treinamento de hipertrofia. Rio de Janeiro: SPRINT; 2005.
15. Pincivero DM, Campy RM. The effects of rest interval length and training on quadriceps femoris muscle. Part I: knee extensor torque and muscle fatigue. *J Sports Med Phys Fitness.* 2004;44(2):111-8.
16. Bellezza PA, Hall EE, Miller PC, Bixby WR. The influence of exercise order on blood lactate, perceptual, and affective responses. *J Strength Cond Res.* 2009;23(1):203-8.
17. Baker D, Newton RU. Acute effect on power output of alternating an agonist and antagonist muscle exercise during complex training. *J Strength Cond Res.* 2005;19(1):202-5.
18. Haider S, Grabovac I, Dorner TE. Effects of physical activity interventions in frail and prefrail community-dwelling people on frailty status, muscle strength, physical performance and muscle mass narrative review. *Wien Klin Wochenschr.* 2019;131(11-12):244-254.
19. Robbins DW, Young WB, Behm DG, Payne WR. The effect of a complex agonist and antagonist resistance training protocol on volume load, power output, electromyographic responses, and efficiency. *J Strength Cond Res.* 2010;24(7):1782-9.
20. Cruz HRM, et al. Treinamento de força e atividade de vida diárias-AVDS em idosos. *Rev ENAF Sci.* 2016;11(1):146.
21. Santos MLAS, Gomes WF, Queiroz BZ, Rosa NB, Pereira DS, Dias JMD, et al. Muscle performance, pain, stiffness and functionality in elderly women with knee osteoarthritis. *Acta Ortop Bras.* 2011;19(4):193-197.
22. Bottaro M, Ernesto C, Celes R, Farinatti PT, Brown LE, Oliveira RJ. Effects of age and rest interval on strength recovery. *Int J Sports Med.* 2010;31(1):22-5.
23. Oliveira MAP, Parente RCM. Entendendo ensaios clínicos randomizados. *Bras J Video-Sur.* 2010;3(4):176-180.
24. Lopes LCC, et al. Efeito de diferentes intensidades do treinamento de força intradialítico sobre a massa muscular e capacidade funcional e qualidade de vida de pacientes em hemodiálise: ensaio clínico randomizado [dissertação]. Goiânia (GO): Universidade Federal de Goiás; 2016.
25. Mariano ER, Navarro F, Sauer BA, Oliveira JNS, Marques RF. Força muscular e qualidade de vida em idosos. *Rev Bras Geriatr Gerontol.* 2013;16(4):805-811. doi 10.1590/S1809-98232013000400014.

26. Carregaro R, Cunha R, Oliveira CG, Brown LE, Bottaro M. Muscle fatigue and metabolics responses following three different antagonist pre-load resistance exercises. *J Electromyogr Kinesiol.* 2013. doi.org/10.1016/j.jelekin.2013.04.010.
27. Cunha R, Carregaro RL, Martorelli A, Vieira A, Oliveira AB, Bottaro M. Effects of short-term isokinetic training with reciprocal knee extensors agonist and antagonist muscle actions: a controlled and randomized trial. *Rev Bras Fisiot.* 2013;17(2).
28. Brown LE, Weir JP. ASEP Procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. *J Exerc Physiol.* 2001;4:1-21.
29. Rikli R, Jones C. Functional fitness normative scores for community-residing older adults, ages 60-94. *J Aging Phys Act.* 1999;7(2):162-181.
30. Podsiadlo D, Richardson S. The Timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1999;39:142-8.
31. Oliveira VCS, Furtado F. Instrumentos de avaliação do equilíbrio e mobilidade funcional entre idosos brasileiros ativos sem e com baixo risco para quedas. In: V Simpósio de Pesquisa e Inovação/IV Seminário de Iniciação Científica do IF Sudeste MG-Câmpus Barbacena. 2014;1(1).
32. Britto RR, Sousa LAP. Teste de caminhada de seis minutos uma normatização brasileira. *Fisioterapia Mov.* 2017;19(4).
33. Souza B, Ewertton, et al. Variabilidade da carga no teste de 10RM em indivíduos treinados. *Rev Bras Prescrição Fisiologia Exerc.* 2011;3(18).
34. Parcell AC, Sawyer RD, Tricoli VA, Chiveverre TD. Minimum rest period for strength recovery during a common isokinetic testing protocol. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(6):1018-22.
35. Field A. Descobrimos a estatística usando o SPSS. 2a ed. São Paulo: Bookman Editora; 2009.
36. Moreira MG. Efeitos de um programa de treino de força na capacidade funcional de um grupo de idosos [dissertação]. Porto(PT): Universidade do Porto, Faculdade do Desporto; 2014.
37. Benedetti TRB, Meurer ST, Borges LJ, Conceição R, Lopes MA, Morini S. Associação entre os diferentes testes de força em idosos praticantes de exercícios. *Fit Perf J.* 2010;9(1):52-57.
38. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance.* 7a ed. Filadélfia: Lippincott Williams & Wilkins, 2010.
39. Robbins DW, Young WB, Behm DG, Payne WR. The effect of a complex agonist and antagonist resistance training protocol on volume load, power output, electromyographic responses, and efficiency. *J Strength Cond Res.* 2010;24(7):1782-1789. doi:10.1519/JSC.0b013e3181dc3a53.
40. Cardoso EA, Bottaro M, Rodrigues P, Rezende CB, Fischer T, Mota J, et al. Chronic effects of resistance exercise using reciprocal muscle actions on functional and proprioceptive performance of young individuals: randomized controlled trial. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2014;16(6):618-628. doi:10.5007/1980-0037.2014v16n6p618.
41. Mancini M, Schlueter H, El-Gohary M, et al. Continuous monitoring of turning mobility and its association to falls and cognitive function: a pilot study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2016;71(8):1102-1108. doi:10.1093/gerona/glw019.
42. Vasconcelos RS, Souza SS, Carneiro VLR, Alves SC. Strength and ability to implement the activities of daily living in elderly resident in rural areas. *Colomb Med (Cali).* 2016;47(3):167-171.
43. Lippert LS, Minor MAD. *Laboratory manual for Clinical Kinesiology and Anatomy.* 4a ed. Austin: FA Davis; 2017.
44. Burke DG, Pelham TW, Holt LE. The influence of varied resistance and speed of concentric antagonistic contractions on subsequent concentric agonistic efforts. *J Strength Cond Res.* 1999;13(3):193-197.
45. Stone MH. *Weight training: a scientific approach.* 1984.

## ENDEREÇO

Sandro Nobre Chaves  
Campus Universitário Darcy Ribeiro  
70904-970 - Brasília - DF - Brasil  
E-mail: sandronobrec@gmail.com

Submetido: 26/09/2020

Revisado: 06/11/2022

Aceito: 05/07/2023