

# EFEITO DE 16 SEMANAS DE TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE A RESISTÊNCIA DE FORÇA EM HOMENS E MULHERES



ARTIGO ORIGINAL  
ORIGINAL ARTICLE  
ARTÍCULO ORIGINAL

EFFECT OF 16 WEEKS OF RESISTANCE TRAINING ON STRENGTH ENDURANCE IN MEN AND WOMEN

EFFECTO DE 16 SEMANAS DE ENTRENAMIENTO RESISTIDO SOBRE LA RESISTENCIA DE FUERZA EN HOMBRES Y MUJERES

Leticia Trindade Cyrino<sup>1,2</sup>  
(Profissional de Educação Física)  
Edilson Serpeloni Cyrino<sup>1,3</sup>  
(Profissional de Educação Física)  
Evelyn Caroline de Araujo e Silva<sup>1</sup>  
(Profissional de Educação Física)  
Ademar Avelar<sup>1,4</sup>  
(Profissional de Educação Física)  
Michele Caroline de Costa Trindade<sup>1,4</sup>  
(Profissional de Educação Física)  
Danilo Rodrigues Pereira da Silva<sup>1,5</sup>  
(Profissional de Educação Física)

1. Universidade Estadual de Londrina; Laboratório de Metabolismo, Nutrição e Exercício, Centro de Educação Física e Esporte, Londrina, PR, Brasil.
2. Faculdade Dom Bosco, Cornélio Procopio, PR, Brasil.
3. Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Educação Física, Centro de Educação Física e Esporte, Londrina, PR, Brasil.
4. Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Educação Física, Centro de Ciências da Saúde, Maringá, PR, Brasil.
5. Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Educação Física, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Aracaju, SE, Brasil.

## Correspondência:

Leticia Trindade Cyrino.  
Laboratório de Metabolismo, Nutrição e Exercício, Universidade Estadual de Londrina. Rodovia Celso Garcia Cid, km 380, Londrina, PR, Brasil. 86057-970.  
leticia.cyrino@gmail.com

## RESUMO

**Introdução:** Embora o treinamento resistido (TR) possa proporcionar inúmeros benefícios tanto para homens quanto para mulheres, diferenças morfológicas, neuromusculares, metabólicas, fisiológicas e comportamentais entre os sexos podem influenciar na magnitude das respostas ao treinamento. **Objetivo:** Analisar o impacto de 16 semanas de TR progressivo sobre a resistência de força em homens e mulheres não treinados. **Métodos:** Foram submetidos a um programa de TR supervisionado em duas etapas de 8 semanas cada, três vezes por semana, em dias não consecutivos 28 homens e 31 mulheres (18 a 30 anos). O programa de TR foi composto por exercícios para os diferentes segmentos corporais (membros superiores, tronco e membros inferiores), que foram executados em três séries de oito a 12 repetições máximas (RM), em dez exercícios na primeira etapa e em 12 exercícios na segunda etapa de intervenção. A resistência de força foi avaliada em três exercícios (supino em banco horizontal, agachamento e rosca direta de bíceps) e na combinação entre eles, por meio de um protocolo composto por quatro séries executadas até a falha com 80% de 1-RM, na linha de base, após 8 e 16 semanas de TR. **Resultados:** Interações grupo vs. tempo ( $p < 0,05$ ) foram encontradas para os exercícios supino (homens: +28,3% vs. mulheres: +32,1%), agachamento (homens: +13,5% vs. mulheres: +32,7%), rosca direta (homens: +20,2% vs. mulheres: +24,4%), bem como no conjunto dos três exercícios (homens: +18,4% vs. mulheres: +31,2%). **Conclusão:** Nossos resultados sugerem que 16 semanas de TR podem melhorar a resistência de força, tanto em homens quanto em mulheres, embora ganhos de maior magnitude sejam alcançados pelas mulheres. **Nível de evidência II; Estudo terapêutico – investigação dos resultados do tratamento.**

**Descritores:** Aptidão física; Fadiga; Força muscular; Treinamento de resistência.

## ABSTRACT

**Introduction:** Although resistance training (RT) can provide numerous benefits for both men and women, morphological, neuromuscular, metabolic, physiological, and behavioral differences between sexes may influence the magnitude of training responses. **Objective:** To analyze the impact of 16 weeks of progressive RT on strength endurance in untrained men and women. **Methods:** Twenty-eight men and 31 women (18-30 years) underwent a supervised RT program that was divided into two 8-week stages, 3 times per week on nonconsecutive days. The RT program was composed of exercises for different body segments (trunk, upper and lower limbs) that were performed with three sets of 8-12 repetitions maximum (RM), in 10 and 12 exercises, in the first and second stage, respectively. Strength endurance was assessed in 3 exercises (bench press, squat, and arm curl) and in a combination of these exercises through a protocol composed of 4 sets performed to failure with 80% of 1-RM on the baseline, after 8 and 16 weeks of RT. **Results:** Group vs. time interactions ( $p < 0.05$ ) were found for bench press (men = +28.3% vs. women = +32.1%), squat (men = +13.5% vs. women = +32.7%), and arm curl (men = +20.2% vs. women = +24.4%) exercises, as well as in the set of all 3 exercises (men = +18.4% vs. women = +31.2%). **Conclusion:** Our results suggest that 16 weeks of RT can improve strength endurance in both men and women, although higher gains are achieved by women. **Level of evidence II; Therapeutic study- Investigating treatment results.**

**Keywords:** Physical fitness; Fatigue; Muscle strength; Resistance training.

## RESUMEN

**Introducción:** Aunque el entrenamiento resistido (ER) puede proporcionar innumerables beneficios tanto para hombres como para mujeres, diferencias morfológicas, neuromusculares, metabólicas, fisiológicas y comportamentales entre ambos sexos pueden influir en la magnitud de las respuestas al entrenamiento. **Objetivo:** Analizar el impacto de 16 semanas de ER progresivo sobre la resistencia de fuerza en hombres y mujeres no entrenados. **Métodos:** Veintiocho hombres y 31 mujeres (18 a 30 años) fueron sometidos a un programa de ER supervisado en dos etapas de ocho semanas cada una, tres veces por semana, en días no consecutivos. El programa de ER fue compuesto por ejercicios para los diferentes segmentos corporales (miembros superiores, tronco y miembros inferiores) que fueron ejecutados en tres series de 8-12 repeticiones máximas (RM), en 10 ejercicios en la primera etapa y 12 ejercicios en la segunda etapa de intervención. La resistencia de fuerza fue evaluada en tres ejercicios (press de banca, sentadilla y curl de bíceps) y en la combinación entre ellos, por medio de un protocolo compuesto por cuatro series ejecutadas



hasta la falla con el 80% de 1-RM, línea de base, después de ocho y 16 semanas de ER. Resultados: Interacciones grupo vs. tiempo ( $p < 0,05$ ) fueron encontradas para los ejercicios press de banca (hombres = +28,3% vs. mujeres = +32,1%), sentadilla (hombres = +13,5% vs. mujeres = +32,7%), curl de bíceps (hombres = +20,2% vs. mujeres = +24,4%), así como en el conjunto de los tres ejercicios (hombres = +18,4% vs. mujeres = +31,2%). Conclusión: Nuestros resultados sugieren que 16 semanas de ER pueden mejorar la resistencia de fuerza, tanto en hombres como en mujeres, aunque los aumentos de mayor magnitud sean alcanzados por las mujeres. **Nivel de evidencia II; Estudio terapéutico -Investigación de los resultados del tratamiento.**

**Descriptor:** Aptitud física, Fatiga; Fuerza muscular; Entrenamiento de resistencia.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1517-869220192505126869>

Artigo recebido em 21/11/2013 aprovado em 17/04/2019

## INTRODUÇÃO

O aumento da resistência de força apresenta relação com a melhoria da resistência à fadiga<sup>1,2</sup> e pode ser alcançada com a prática regular do treinamento resistido (TR), uma modalidade de exercício físico amplamente utilizada por homens e mulheres jovens, sobretudo, para a melhoria da estética corporal e da capacidade de geração de força, resistência e potência muscular<sup>3</sup>. Entretanto, muitas das respostas induzidas pelo TR parecem ser sexo-dependentes,<sup>1-5</sup> em virtude de diferenças na força e massa muscular, na regulação hormonal, na arquitetura muscular, na reserva energética, na utilização de substratos energéticos, no processo de recuperação muscular e nos padrões de recrutamento neural, ao passo que outras respostas adaptativas se manifestam independentemente do sexo.<sup>2,4,6-10</sup>

Nesse sentido, Salvador et al.<sup>1</sup> revelaram a presença de dimorfismo sexual na resistência de força, com as mulheres apresentando melhor resposta do que os homens em séries múltiplas até a falha com 80% de uma repetição máxima (1-RM), após oito semanas de TR. Por outro lado, o índice de fadiga melhorou de forma similar em ambos os grupos. Esses resultados foram parcialmente confirmados por Ribeiro et al.<sup>2</sup> que encontraram a presença de dimorfismo sexual na resistência à fadiga em exercício para o tronco (melhor resultado em mulheres), mas não em exercício para membros superiores, após 16 semanas de TR. Entretanto, diversos estudos que compararam o desempenho físico entre os sexos em diferentes tarefas motoras revelaram que mulheres apresentam maior resistência de força em comparação aos homens em diferentes tipos de contração, velocidade, posição, grupos etários e exercícios realizados.<sup>11-16</sup>

Tais informações ainda não são definitivas, devido à falta de um maior controle metodológico de diferentes fatores que podem interferir nas respostas ao TR, tais como: estruturação e duração do protocolo de treinamento, nível de aptidão física dos sujeitos, formas de progressão da sobrecarga ao longo do tempo, entre outros. Assim, o objetivo deste estudo foi analisar o efeito de 16 semanas de TR sobre a resistência de força em homens e mulheres. A nossa hipótese é que mulheres alcançarão um ganho relativo de maior magnitude na resistência de força do que homens ao serem submetidos a programas de TR similares, visto que parece que os ganhos de força máxima e a magnitude da progressão das cargas de treinamento ao longo do tempo tendem a ser maiores nas mulheres.<sup>1,2,10</sup>

## MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido ao longo de 22 semanas, das quais duas semanas foram utilizadas para familiarização aos exercícios do programa de TR, medidas e avaliações iniciais (semanas 1 e 2); oito semanas foram destinadas ao TR na etapa 1 (semanas 3 a 10); duas semanas foram utilizadas para medidas e reavaliações intermediárias (semana 11 e 12); oito semanas foram destinadas ao TR na etapa 2 (semanas 13 a 20); duas semanas foram destinadas para as medidas e reavaliações finais (semanas 21 e 22). O desempenho em testes de uma repetição máxima (1-RM) e protocolos de resistência de força foi analisado neste estudo.

Os participantes foram selecionados a partir de divulgação por meio de cartazes e mídias sociais. Uma lista contendo os dados pessoais dos voluntários foi gerada e, posteriormente, foram agendadas entrevistas individuais. Durante as entrevistas, diversas questões serviram para análise do atendimento ou não aos critérios de inclusão estabelecidos para este estudo, a saber: possuir idade de 18 a 30 anos; não possuir lesões musculoesqueléticas que pudessem impedir a realização de testes e sessões de TR; não ser usuário de suplementos proteicos, creatina ou esteroides anabólicos; não ser vegetariano; não ser praticante regular de TR ao longo dos seis meses anteriores ao início do estudo. Os participantes que se ausentaram em mais do que 15% das sessões de TR e/ou aderiram a outro programa de exercício físico no decorrer do experimento foram excluídos das análises. Após serem informados sobre os procedimentos aos quais seriam submetidos, os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Este estudo faz parte de um projeto longitudinal que analisou o efeito da suplementação de creatina sobre indicadores morfológicos e de desempenho motor em homens e mulheres adultos jovens, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina (Parecer nº 028/2012), de acordo com a Declaração de Helsinque.

A massa corporal foi mensurada em uma balança de plataforma digital (Urano, model PS 180A, Porto Alegre, Brazil), com escala de 0,1 kg, ao passo que a estatura foi determinada em um estadiômetro de madeira com escala de 0,1 cm, de acordo com os procedimentos descritos na literatura.<sup>17</sup> O índice de massa corporal (IMC) foi calculado pela razão entre a massa corporal (kg) e o quadrado da estatura (m).

A força máxima foi determinada por meio de testes de 1-RM em três exercícios: supino em banco horizontal, agachamento e rosca direta de bíceps. A execução dos testes de 1-RM foi precedida por uma série de aquecimento (6 a 10 repetições) com aproximadamente 50% da carga a ser testada na primeira tentativa, em cada exercício. A primeira tentativa foi iniciada dois minutos após o aquecimento. Os participantes foram orientados para tentarem completar duas repetições. Uma segunda tentativa foi executada após um intervalo de três a cinco minutos, com carga superior ou inferior àquela empregada na tentativa anterior, caso fossem completadas duas repetições ou se não fosse completada sequer uma repetição, respectivamente. O mesmo procedimento foi repetido em uma terceira tentativa. A carga registrada como 1-RM foi aquela na qual foi possível ao indivíduo completar somente uma única ação muscular voluntária máxima. O intervalo de transição entre os exercícios foi de cinco minutos. A forma e a técnica de execução de cada exercício foram padronizadas e continuamente monitoradas na tentativa de garantir a qualidade das informações. Os participantes realizaram os testes nos três diferentes momentos do estudo sempre no mesmo período do dia e se ausentaram da prática de exercícios físicos nas semanas de aplicação de testes de 1-RM. Três sessões de familiarização, intervaladas por períodos de 48 a 72 h, foram realizadas nos três momentos de avaliação, na tentativa de reduzir os efeitos de aprendizagem e estabelecer a reprodutibilidade dos testes nos três exercícios.<sup>18</sup> O coeficiente

intra-classe (ICC) para cada um dos três exercícios foi superior a 0,98. A somatória da carga total levantada (CTL) nos três exercícios foi utilizada como indicador de força geral.

Um protocolo para avaliação da resistência de força foi aplicado 48 a 72 h após a execução dos testes de 1-RM, nos três exercícios descritos anteriormente. A ordem de execução dos exercícios nesse protocolo foi idêntica à adotada durante os testes de 1-RM. O protocolo consistiu na execução de quatro séries em cada exercício, a 80% de 1-RM, até a exaustão voluntária. Os participantes foram orientados para que tentassem executar o máximo de repetições possíveis em cada uma das séries até que se configurasse uma incapacidade funcional de vencer a resistência oferecida. O intervalo de recuperação entre as séries foi de dois minutos e de transição entre os exercícios foi de três a cinco minutos. Os três exercícios foram precedidos por uma série de aquecimento (6-10 repetições com aproximadamente 50% da carga estabelecida para cada exercício). A resistência de força foi determinada pelo volume total de esforço realizado (carga X repetições) e analisada de forma isolada em cada um dos três exercícios, bem como de forma combinada, pelo volume total absoluto (VTA).

O programa de TR foi estruturado de acordo com as recomendações da literatura,<sup>19</sup> sendo realizado em três sessões semanais, em dias alternados. Os participantes foram supervisionados individualmente por profissionais de Educação Física, em todas sessões de treinamento. O protocolo de TR foi dividido em duas etapas de oito semanas consecutivas, intercaladas por duas semanas de intervalo, para que fossem realizadas as reavaliações e reestruturações dos programas de treinamento. Ambas as etapas tiveram como finalidade o processo de hipertrofia muscular. Uma montagem alternada por segmento foi adotada na primeira etapa, enquanto uma montagem localizada por articulação foi utilizada na segunda. O programa de treinamento na primeira etapa foi composto por 10 exercícios, ao passo que na segunda etapa foram utilizados 12 exercícios. Cada exercício foi executado em três séries de 8-12 RM com cargas fixas, exceto os exercícios para os grupamentos musculares da panturrilha (15-20 RM) e abdômen (30-50 RM). O intervalo de recuperação estabelecido entre as séries foi de 60 a 90 s, enquanto um intervalo de 120 a 180 s foi aplicado entre os exercícios. As cargas utilizadas corresponderam à aproximadamente 60-85% de 1-RM e foram reajustadas sempre que o número máximo de repetições preestabelecidas para cada exercício fosse atingido em todas as séries. Tanto as cargas iniciais quanto os reajustes periódicos nas cargas utilizadas foram estabelecidos por meio do teste de peso por repetições máximas.<sup>9</sup> Os sujeitos foram orientados para que não realizassem nenhum outro tipo de atividade física regular sistematizada e mantivessem os hábitos alimentares durante o período de duração do estudo, de modo que o impacto do TR pudesse ser avaliado de forma isolada.

O teste de *Shapiro-Wilk* foi aplicado para a análise da distribuição dos dados. O teste de Levene foi utilizado para análise da homogeneidade das variâncias e o teste de Mauchly foi aplicado para verificar a esfericidade. Nos casos cuja esfericidade foi violada, as análises foram ajustadas pela correção de Greenhouse-Geiser. O teste *t* de Student foi utilizado para as comparações entre as características gerais dos grupos na linha de base. Análise de covariância (ANCOVA) foi utilizada para as comparações entre os grupos (homens e mulheres) ao longo do tempo (linha de base, após oito e 16 semanas de TR), com as medidas da linha de base sendo adotadas como covariáveis. O teste *post hoc* de Bonferroni foi empregado para a identificação das diferenças quando  $P < 0,05$ . A magnitude do tamanho das diferenças foi calculada pelo tamanho do efeito (TE).<sup>20</sup> O TE de 0,00-0,19 foi considerado trivial, 0,20-0,49 foi considerado pequeno, 0,50-0,79 como moderado e  $\geq 0,80$  como de grande magnitude.<sup>20</sup> Os dados foram estocados e analisados nos pacotes estatísticos SPSS para Windows, versão 23.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) e STATISTICA para Windows, version 10.0 (StatSoft Inc, Tulsa, OK, USA).

## RESULTADOS

O grupo das mulheres apresentou valores de massa corporal, estatura e IMC inferiores aos dos homens (Tabela 1).

Interações grupo vs. tempo ( $P < 0,05$ ) revelaram aumento da força muscular ao longo de 16 semanas de TR (Tabela 2) nos exercícios supino (homens = +12,9% vs. mulheres = +24,1%), agachamento (homens = +26,2% vs. mulheres = +23,6%), rosca direta (homens = +14,8% vs. mulheres = +21,5%), bem como na CTL (homens = +19,9% vs. mulheres = +23,3%). Os incrementos de força muscular ocorreram de forma progressiva, sendo identificados já nas primeiras oito semanas de intervenção ( $P < 0,05$ ). Os ganhos de força muscular resultaram em um TE de grande magnitude tanto nos homens quanto nas mulheres em todas as variáveis analisadas (0,87 – 1,54), exceto nos homens no exercício supino (efeito moderado).

Uma melhoria da resistência de força foi encontrada de forma progressiva nos dois grupos (Tabela 3), com diferenças significantes a partir de oito semanas de TR ( $P < 0,05$ ). Interações grupo vs. tempo ( $P < 0,05$ ) foram identificadas nos exercícios supino (homens = +28,3% vs. mulheres = +32,1%), agachamento (homens = +13,5% vs. mulheres = +32,7%) e rosca direta (homens = +20,2% vs. mulheres = +24,4%), bem como no VTA (homens = +18,4% vs. mulheres = +31,2%). A melhoria da resistência de força acarretou em TE de grande magnitude (0,84 – 1,27), exceto nos homens no exercício agachamento (efeito pequeno) e no VTA (efeito moderado).

**Tabela 1.** Características físicas dos participantes na linha de base.

Variável	Homens (n = 28)	Mulheres (n = 31)	Todos (n = 59)	IC95%
Idade (anos)	22,8 ± 3,0	20,2 ± 2,9	21,5 ± 3,2	20,7 – 22,3
Massa corporal (kg)	73,0 ± 9,3	57,9 ± 7,9	65,0 ± 11,4	62,1 – 68,0
Estatura (cm)	179,4 ± 5,2	165,2 ± 5,5	171,9 ± 8,9	169,6 – 174,2
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	22,7 ± 2,7	21,2 ± 2,7	21,9 ± 2,8	21,2 – 22,6

Nota. Os resultados estão expressos em média ± desvio-padrão, IC95% = intervalo de confiança de 95%, IMC = índice de massa corporal.

**Tabela 2.** Cargas levantadas por homens e mulheres em testes de uma repetição máxima (1-RM) na linha de base, após oito e 16 semanas de treinamento resistido.

Variável	Homens (n = 28)	Mulheres (n = 31)	Efeitos	F	P
<b>Supino (kg)</b>			<b>ANCOVA</b>		
Linha de base	73,8 ± 16,8	28,6 ± 6,6	Grupo	2,72	0,11
Após 8 semanas	78,7 ± 17,0*	33,2 ± 5,7*	Tempo	16,65	<0,001
Após 16 semanas	83,3 ± 16,8*§	35,5 ± 6,2*§	Grupo x Tempo	3,35	<0,05
TE	+0,57	+1,08			
<b>Agachamento (kg)</b>			<b>ANCOVA</b>		
Linha de base	113,5 ± 17,3	74,7 ± 16,5	Grupo	3,14	0,08
Após 8 semanas	130,0 ± 20,1*	86,3 ± 18,3*	Tempo	3,85	<0,05
Após 16 semanas	143,2 ± 21,2*§	92,3 ± 19,5*§	Grupo x Tempo	5,37	<0,05
TE	+1,54	+0,97			
<b>Rosca direta (kg)</b>			<b>ANCOVA</b>		
Linha de base	41,3 ± 7,1	22,3 ± 3,9	Grupo	2,68	0,11
Após 8 semanas	44,6 ± 7,4*	25,4 ± 4,1*	Tempo	18,30	<0,001
Após 16 semanas	47,4 ± 7,0*§	27,1 ± 3,8*	Grupo x Tempo	6,15	<0,01
TE	+0,87	+1,25			
<b>CTL (kg)</b>			<b>ANCOVA</b>		
Linha de base	228,5 ± 37,1	125,6 ± 24,9	Grupo	1,78	0,19
Após 8 semanas	253,2 ± 40,8*	144,9 ± 25,6*	Tempo	11,28	<0,001
Após 16 semanas	273,9 ± 41,0*§	154,9 ± 26,9*§	Grupo x Tempo	5,06	<0,05
TE	+1,16	+1,13			

Nota. CTL = carga total levantada na somatória dos três exercícios, TE = tamanho do efeito. Os resultados estão expressos em média ± desvio-padrão. \* $P < 0,05$  vs. Linha de base e § $P < 0,05$  vs. Após 8 semanas.



**Tabela 3.** Volume total (cargas x repetições) alcançado por homens e mulheres, em protocolo de quatro séries a 80% de 1-RM até a falha, na linha de base, após oito e 16 semanas de treinamento resistido.

Variável	Homens (n = 28)	Mulheres (n = 31)	Efeitos	F	P
<b>Supino (kg)</b>			<b>ANCOVA</b>		
Linha de base	1263,2 ± 483,6	426,2 ± 105,2	Grupo	80,16	<0,001
Após 8 semanas	1493,4 ± 313,5*	507,0 ± 130,6*	Tempo	66,11	<0,001
Após 16 semanas	1620,8 ± 347,8*	562,9 ± 126,5*	Grupo x Tempo	44,62	<0,001
TE	+0,85	+1,27			
<b>Agachamento (kg)</b>			<b>ANCOVA</b>		
Linha de base	2809,2 ± 804,2	1299,7 ± 282,0	Grupo	6,24	<0,05
Após 8 semanas	2993,3 ± 828,0*	1638,5 ± 463,0*	Tempo	11,58	<0,001
Após 16 semanas	3189,4 ± 936,3*	1724,5 ± 509,0*	Grupo x Tempo	3,98	<0,05
TE	+0,44	+1,03			
<b>Rosca direta (kg)</b>			<b>ANCOVA</b>		
Linha de base	572,3 ± 153,8	347,1 ± 85,9	Grupo	49,16	<0,001
Após 8 semanas	664,2 ± 120,1*	420,9 ± 79,2*	Tempo	69,39	<0,001
Após 16 semanas	687,9 ± 121,3*	431,8 ± 70,9*	Grupo x Tempo	26,09	<0,001
TE	+0,84	+0,88			
<b>VTA (kg)</b>			<b>ANCOVA</b>		
Linha de base	4644,8 ± 1130,6	2072,9 ± 408,7	Grupo	17,51	<0,001
Após 8 semanas	5150,9 ± 961,8*	2566,4 ± 538,4*	Tempo	20,45	<0,001
Após 16 semanas	5498,1 ± 1066,9*	2719,6 ± 593,4*	Grupo x Tempo	9,52	<0,001
TE	+0,78	+1,27			

Nota. TE = tamanho do efeito, VTA = volume total absoluto na somatória dos três exercícios. Os resultados estão expressos em média ± desvio-padrão. \*P < 0,05 vs. Linha de base.

## DISCUSSÃO

O principal achado do presente estudo foi que o aumento da resistência de força acarretado por 16 semanas de TR ocorreu paralelamente a melhoria da força máxima, tanto em homens quanto em mulheres. Entretanto, os ganhos revelados nas mulheres foram superiores aos encontrados nos homens, confirmando a nossa hipótese de presença de dimorfismo sexual tanto para a resistência de força quanto para a força máxima.

O aumento da força muscular provocado pelo TR em homens e mulheres submetidos a um protocolo idêntico de TR já foi documentado em estudos anteriores com duração de oito<sup>1,6</sup> e 16 semanas.<sup>2,5,10</sup> Entretanto, de acordo com o nosso conhecimento este é o primeiro estudo que analisou o comportamento da força máxima e da resistência de força nos diferentes segmentos corporais, de acordo com o sexo, possibilitando a análise do comportamento dessas variáveis após oito e 16 semanas. Portanto, as respostas foram analisadas considerando a progressão do treinamento utilizada nos dois períodos. Nossos resultados indicaram a presença de dimorfismo sexual, tanto para a força máxima quanto para a resistência de força, nos diferentes segmentos corporais.

Os ganhos de força muscular nas primeiras semanas de TR em indivíduos não-treinados têm sido associados principalmente as adaptações neurais, com contribuição discreta do processo hipertrófico.<sup>21</sup> Somente a partir de 6-8 semanas de treinamento o aumento na área de secção transversal das fibras musculares parece contribuir de forma mais acentuada para o aumento da produção de força.<sup>22</sup> Um aumento no recrutamento de unidades motoras de alto limiar, aumento na frequência de disparos e sincronização das unidades motoras, uma melhor coordenação entre músculos agonistas e antagonistas e/ou redução na coativação dos músculos antagonistas são alguns dos possíveis mecanismos associados com os ganhos de força muscular identificados nas primeiras semanas de TR.<sup>23</sup> No presente estudo, os maiores ganhos de força ocorreram nas primeiras oito semanas de intervenção, em ambos os sexos.

Entretanto, Lemmer et al.<sup>24</sup> revelaram aumento de força somente nas mulheres, após nove semanas de treinamento de força unilateral. Esse resultado sugere que as respostas neurais podem ser processadas com padrões de recrutamento neural diferenciados em homens e mulheres. Esse fato, pode explicar pelo menos em parte os ganhos de força máxima de maior magnitude encontrados nas mulheres no presente estudo, nos três exercícios analisados.

Adicionalmente, Martel et al.<sup>25</sup> identificaram aumento na proporção das fibras do tipo I concomitantemente a redução das fibras do tipo IIx apenas em mulheres, após nove semanas de TR. Tal achado fortalece a hipótese de que em períodos curtos de intervenção as adaptações neurais exercem um papel mais importante do que a hipertrofia muscular para os ganhos de força e, provavelmente, de resistência de força, sobretudo, em mulheres. Os resultados da resistência de força em nosso estudo confirmaram essa hipótese, visto que as melhores respostas foram encontradas no sexo feminino. Entretanto, a ausência de medidas objetivas dos componentes neural e hipertrófico não possibilita uma análise mais consistente dos possíveis mecanismos envolvidos nas diferenças observadas entre os sexos.

Considerando que o percentual de fibras de contração rápida é proporcionalmente maior nos homens e que o processo hipertrófico contribui de forma mais acentuada para os ganhos de força muscular em períodos de treinamento mais prolongados,<sup>26</sup> seria esperado maiores ganhos de força muscular nos homens, a partir da segunda etapa do nosso experimento. Essa hipótese foi confirmada somente no exercício agachamento. Por outro lado, as mulheres apresentaram, em ambas as etapas deste estudo, maiores ganhos de força máxima e resistência de força nos exercícios para o tronco e membros superiores. Uma possível explicação para esses resultados seria a menor força muscular das mulheres quando comparadas aos homens sendo registrada no início do estudo nos testes de 1-RM nos exercícios supino (39%) e rosca direta (54%), uma vez que já está bem estabelecido na literatura que os níveis de força iniciais podem influenciar as adaptações induzidas pelo TR.<sup>22</sup> Vale destacar que as maiores concentrações de creatina intramuscular que, em geral, são encontradas nas mulheres<sup>27</sup> podem favorecer a melhoria do desempenho físico, aumentando a taxa de geração de força e reduzindo o índice de fadiga, além de reduzir o tempo de recuperação em esforços intermitentes, em virtude do aumento da taxa de ressíntese de ATP.<sup>28</sup> Essa hipótese é sustentada neste estudo pelos maiores ganhos de força e resistência muscular revelado nas mulheres.

Diversos pontos desta investigação merecem ser destacados. O protocolo adotado permitiu que homens e mulheres fossem analisados sob condições similares de treinamento. Adicionalmente, os ajustes de carga foram realizados continuamente, de acordo com a evolução individual dos participantes no decorrer das sessões de TR, possibilitando a manutenção da intensidade ao longo de toda a intervenção. Além disso, os participantes foram supervisionados individualmente, fato que possibilitou uma execução padronizada, bem como o encorajamento verbal (motivação externa), fatores que diferenciam as respostas do treinamento supervisionado e não-supervisionado.<sup>29</sup> Vale ressaltar, também, que a reestruturação do treinamento após oito semanas, com alterações na ordem de execução e incremento no número de exercícios, possibilitou novas respostas adaptativas, reduzindo a possibilidade do efeito platô bastante típico dos protocolos de treinamento que não adotam modelos de progressão.<sup>19</sup> Por fim, a medida de desempenho em testes de 1-RM envolveu um processo de familiarização prévia ao teste, na tentativa de assegurar a qualidade técnica da execução e a confiabilidade dos registros obtidos em cada exercício.<sup>18</sup>

Por outro lado, importantes limitações deste estudo não devem ser desprezadas. Embora os participantes tenham sido orientados para

manterem os hábitos alimentares e o nível de atividade física habitual, tais variáveis não foram controladas ao longo do estudo. A falta de controle sistemático dessas variáveis pode comprometer pelo menos em parte as respostas adaptativas acarretadas pelo TR, uma vez que esses fatores podem influenciar os diferentes componentes da composição corporal, sobretudo, a massa gorda e a massa livre de gordura, bem como o metabolismo energético, afetando a magnitude dos ganhos de força e resistência muscular. Além disso, o ciclo menstrual das mulheres, um possível fator de confusão, não foi controlado. Adicionalmente, nenhuma informação metabólica, fisiológica ou psicobiológica foi obtida em conjunto com as medidas de desempenho motor, impossibilitando a análise dos possíveis mecanismos envolvidos com as respostas encontradas. Finalmente, os resultados encontrados não devem ser extrapolados para outros períodos de duração da intervenção ou para outras populações, incluindo participantes de faixas etárias e níveis de aptidão física inicial diferenciados, visto que diversas respostas ao TR podem ser influenciadas por tais fatores.<sup>12,30</sup>

A principal aplicação prática do presente estudo é que o TR deve ser recomendado para a melhoria da força muscular e da resistência de força, sobretudo, para o sexo feminino, uma vez que as mulheres, apesar de apresentarem taxas mais reduzidas de força e resistência de força do que os homens, parecem ser tão responsivas ou, até mesmo, mais responsivas a esse tipo de treinamento do que o sexo masculino, considerando faixa etária e nível de aptidão física similares.

Vale destacar que a força muscular e a resistência de força guardam estreita relação com atividades da vida diária e tendem a influenciar direta ou indiretamente o nível de atividade física habitual e a qualidade de vida (autonomia e autoestima).

## CONCLUSÃO

Os nossos resultados sugerem que 16 semanas de TR podem melhorar a resistência de força tanto em homens quanto em mulheres não praticantes de TR há pelo menos seis meses, embora ganhos de maior magnitude sejam alcançados pelas mulheres. Além disso, o aumento da resistência de força parece ocorrer paralelamente a melhoria da força máxima.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer os participantes pela valiosa colaboração no decorrer desta investigação e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa concedida a ESC. Este estudo foi parcialmente financiado pelo CNPq e pela Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná (FAADCT).

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

**CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES:** Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento do manuscrito. LTC (0000-0002-8387-6176)\*: revisão da literatura, coleta de dados, supervisão do treinamento, análise estatística e interpretação dos dados, redação, revisão crítica do manuscrito; ESC (0000-0001-9016-8779)\*: concepção do estudo, análise estatística e interpretação dos dados, redação, revisão crítica do manuscrito; ECAS (0000-0002-7116-4382)\*: revisão da literatura, coleta de dados, redação, revisão crítica do manuscrito; AA (0000-0002-9562-7230)\*: coleta de dados, supervisão do treinamento, revisão crítica do manuscrito; MCCT (0000-0002-2775-051X)\*: coleta de dados, supervisão do treinamento, revisão crítica do manuscrito; DRPS (0000-0003-3995-4795)\*: concepção do estudo, análise estatística e interpretação dos dados, redação, revisão crítica do manuscrito. Todos os autores aprovaram a versão final do manuscrito. \*ORCID (*Open Researcher and Contributor ID*).

## REFERÊNCIAS

1. Salvador EP, Dias RM, Gurjão AL, Avelar A, Pinto LG, Cyrino ES. Effect of eight weeks of strength training on fatigue resistance in men and women. *Isokinet Exerc Sci*. 2009;17(2):101-6.
2. Ribeiro AS, Avelar A, Schoenfeld BJ, Trindade MC, Ritti-Dias RM, Altamari LR, et al. Effect of 16 weeks of resistance training on fatigue resistance in men and women. *J Hum Kinet*. 2014;42(1):165-74.
3. Ribeiro AS, Avelar A, Schoenfeld BJ, Fleck SJ, Souza MF, Padilha CS, et al. Analysis of the training load during a hypertrophy-type resistance training programme in men and women. *Eur J Sport Sci*. 2015;15(4):256-64.
4. Salvador EP, Cyrino ES, Gurjão AL, Ritti Dias RM, Nakamura FY, Oliveira AR. A comparison of motor performance between men and women in multiple sets of weight exercises. *Rev Bras Med Esporte*. 2005;11(5):242-5.
5. Ribeiro AS, Avelar A, Nascimento MA, Mayhew JL, Campos Filho MG, Eches EH, et al. What is the actual relative intensity of a resistance training program for men and women? *Isokinet Exerc Sci*. 2014;22(3):217-24.
6. Ritti Dias RM, Cyrino ES, Salvador EP, Nakamura FY, Pina FL, Oliveira AR. Impact of eight weeks of weight training on muscle strength in men and women. *Rev Bras Med Esporte*. 2005;11(4):224-8.
7. Barquilha G, Ribeiro AS, Silva DR, Oliveira JC, Azevedo PH, Cyrino ES. Efeito de diferentes intervalos de recuperação sobre a resistência de força em indivíduos de ambos os sexos. *Rev Educ Fis UEM*. 2013;24(2):261-8.
8. Ribeiro AS, Avelar A, Schoenfeld BJ, Ritti Dias RM, Altamari LR, Cyrino ES. Resistance training promotes increase in intracellular hydration in men and women. *Eur J Sport Sci*. 2014;14(6):578-85.
9. Ribeiro AS, Avelar A, dos Santos L, Silva A, Gobbo LA, Schoenfeld BJ, et al. Hypertrophy-type resistance training improves phase angle in young adult men and women. *Int J Sports Med*. 2017;38(1):35-40.
10. Ribeiro AS, Campos Filho MG, Avelar A, dos Santos L, Achour Júnior A, Aguiar AF, et al. Effect of resistance training on flexibility in young adult men and women. *Isokinet Exerc Sci*. 2017;25(2):149-55.
11. Hunter SK, Enoka RM. Sex differences in the fatigability of arm muscles depends on absolute force during isometric contractions. *J Appl Physiol*. 2001;91(6):2686-94.
12. Kent-Braun JA, Ng AV, Doyle JW, Towse TF. Human skeletal muscles responses vary with age and gender during fatigue due to incremental isometric exercise. *J Appl Physiol* (1985). 2002;93(5):1813-23.
13. Pincivero DM, Gandaio CM, Ito Y. Gender-specific knee extensor torque, flexor torque, and muscle fatigue responses during maximal effort contractions. *Eur J Appl Physiol*. 2003;89(2):134-41.
14. Hunter SK, Critchlow A, Shin IS, Enoka RM. Men are more fatigable than strength-matched women when performing intermittent submaximal contractions. *J Appl Physiol* (1985). 2004;96(6):2125-32.
15. Clark BC, Collier SR, Manini TM, Ploutz-Snyder LL. Sex differences in muscle fatigability and activation patterns of the human quadriceps femoris. *Eur J Appl Physiol*. 2005;94(1-2):196-206.
16. Hunter SK, Butler JE, Todd G, Gandevia SC, Taylor JL. Supraspinal fatigue does not explain the sex difference in muscle fatigue of maximal contractions. *J Appl Physiol* (1985). 2006;101(4):1036-44.
17. Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF. Stature, recumbent length, and weight. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R (eds). *Anthropometric standardizing reference manual*. Champaign: Human Kinetics; 1988. p.3-8.
18. Ribeiro AS, do Nascimento MA, Salvador EP, Gurjão AL, Avelar A, Ritti-Dias RM, et al. Reliability of one-repetition maximum test in untrained young adult men and women. *Isokinet Exerc Sci*. 2014;22(3):175-82.
19. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sport Exerc*. 2009;41(3):687-708.
20. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associate; 1988.
21. Schoenfeld BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *J Strength Cond Res*. 2010;24(10):2857-72.
22. Cormie P, McGuigan MR, Newton RU. Influence of strength on magnitude and mechanisms of adaptation to power training. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42(8):1566-81.
23. Gabriel DA, Kamen G, Frost G. Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. *Sports Med*. 2006;36(2):133-49.
24. Lemmer JT, Hurlbut DE, Martel GF, Tracy BL, Ivey FM, Metter EJ, et al. Age and gender responses to strength training and detraining. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32(8):1505-12.
25. Martel GF, Roth SM, Ivey FM, Lemmer JT, Tracy BL, Hurlbut DE, et al. Age and sex affect human muscle fibre adaptations to heavy resistance strength training. *Exp Physiol*. 2006;91(2):457-64.
26. Sale DG, MacDougall JD, Alway SE, Sutton JR. Voluntary strength and muscle characteristics in untrained men and women and male bodybuilders. *J Appl Physiol* 1985. 1987;62(5):1786-93.
27. Fosberg AM, Nilsson E, Werneman J, Bergström J, Hultman E. Muscle composition in relation to age and sex. *Clin Sci (Lond)*. 1991;81(2):249-56.
28. Lanher C, Pereira B, Naughton G, Trousselard M, Lesage FX, Dutheil F. Creatine supplementation and upper limb strength performance: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2017;47(1):163-73.
29. Mazzetti SA, Kraemer WJ, Volek JS, Duncan ND, Ratamess NA, Gómez AL, et al. The influence of direct supervision of resistance training on strength performance. *Med Sci Sport Exerc*. 2000;32(6):1175-84.
30. Damas F, Phillips S, Vechin FC, Ugrinowitsch C. A review of resistance training-induced changes in skeletal muscle protein synthesis and their contribution to hypertrophy. *Sports Med*. 2015;45(6):801-7.