

EFEITO DO TREINAMENTO RESISTIDO COM CHOQUE NO DIÂMETRO, FORÇA E PESO MUSCULAR DE CAMUNDONGOS C57BL/6

Giovana Evelin de Oliveira Costa¹, Aldecy Batista de Sá Júnior¹
 Ataulba Ramalho de Meirelles Filho¹, Magda Mendes Vieira², Mariana Rocha Alves³
 Alex Sander Freitas², Vinicius Dias Rodrigues⁴

RESUMO

Objetivo: Verificar os efeitos do treinamento resistido com choque no diâmetro, força e peso muscular de camundongos C57BL/6. **Materiais e Métodos:** Foi realizado um estudo experimental, onde os animais foram divididos em grupo controle (n=5) e grupo experimental (n=5). O grupo experimental realizou 21 sessões de exercício resistido. Foram realizadas seis séries de oito repetições com 90 segundos de intervalo entre as séries. A mensuração da força muscular (FM) relativa e absoluta dos quatro membros foi realizada por meio de um medidor de força de tração muscular (Bonther®). O teste Mann-Whitney foi realizado para comparar a diferença pós-pré (delta) da variável dependente e o nível de significância foi estabelecido em $p \leq 0,05$. **Resultados:** Os resultados encontrados mostraram que a diferença na FM absoluta média foi significativa ($p=0,016$), mas na FM absoluta máxima ($p=0,076$), na FM relativa média ($p=0,175$) e na FM relativa máxima ($p=0,076$) não ocorreu diferença significativa. Com relação ao tamanho do efeito, a FM absoluta média foi classificada como grande (1,13), a FM absoluta máxima foi classificada como grande (1,40), a FM relativa média foi classificada como moderada (0,92) e a FM relativa máxima foi classificada como grande (1,46). **Conclusão:** O treinamento resistido com estímulo de choque promoveu aumento de força muscular nos membros dos animais do grupo experimental, mostrando uma perspectiva para a continuidade das pesquisas com o objetivo de investigar o efeito desse treinamento em diversas situações relacionadas a saúde e/ou desempenho.

Palavras-chave: Treinamento de resistência. Força. Camundongos.

1 - Educação Física Bacharelado da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), Montes Claros-MG, Brasil.

2 - Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), Montes Claros-MG, Brasil.

ABSTRACT

Effect of shock-resistant training on C57BL/6 muscular diameter, strength, and muscular weight

Objective: The objective of this article was to verify the effects of resistance training with shock on the diameter, strength, and muscle weight of C57BL/6 mice. **Materials and Methods:** An experimental study was carried out, where the animals were divided into a control group (n=5) and an experimental group (n = 5). The experimental group performed 21 resistance exercise sessions. Six sets of eight repetitions were performed with a 90-second interval between sets. The measurement of the relative and absolute muscular strength (FM) of the four limbs was performed using a muscle traction force meter (Bonther®). The Mann-Whitney test was performed to compare the post-pre (delta) difference of the dependent variable and the level of significance was set at $p \leq 0.05$. **Results:** The results found showed that the difference in the mean absolute FM was significant ($p=0.016$), but in the absolute FM ($p=0.076$), in the average relative FM ($p=0.175$) and in the maximum relative FM ($p=0.076$), there was no difference. there was a significant difference. Regarding the effect size, the average absolute FM was classified as large (1.13), the maximum absolute FM was classified as large (1.40), the average relative FM was classified as moderate (0.92) and the Maximum relative FM was classified as large (1.46). **Conclusion:** Resistance training with shock stimulation promoted an increase in muscle strength in the members of the animals in the experimental group, showing a perspective for the continuity of research in order to investigate the effect of this training in various situations related to health and / or performance.

Key words: Resistance training. Force. Mice.

3 - Programa de Pós-Graduação em Neurociências da Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói-RJ, Brasil.

INTRODUÇÃO

Vivenciamos uma época em que as pessoas estão buscando cada vez mais um aprimoramento das suas capacidades funcionais (Kenney, Wilmore, Costill, 2015; Ratamess e colaboradores, 2009).

Auxiliando uma melhoria para diversos públicos, considerando que o treinamento resistido (TR) como componente central dos programas de saúde, contribuindo de forma expressiva com grande proeminência no progresso e melhoria de uma vida saudável, tratamento e reabilitação de doenças e estética (Kenney, Wilmore, Costill, 2015; Ratamess e colaboradores, 2009).

Os exercícios de resistência, também são conhecidos como exercícios de fortalecimento muscular, treinamento de força, e mais popularmente, musculação (Kenney, Wilmore, Costill, 2015; Ratamess e colaboradores, 2009).

O TR que envolve voluntariamente a musculatura esquelética que ocorre um estímulo estressor causada na prática regular, ao contrair a musculatura é realizado contra a resistência graduáveis e progressivas contribuindo no aumento gradativo de força, isso ocorre em função de uma adaptação neural, que são caracterizadas pela melhora da coordenação intermuscular e intramuscular, eficiência da contração e relaxamento (co-ativação) e melhora do déficit bilateral (Kenney, Wilmore, Costill, 2015; Ratamess e colaboradores, 2009).

Posteriormente, uma nova adaptação é organizada, a hipertrofia muscular, ela é conhecida como adaptações estruturais ou morfológicas, ocorrem em função da hipertrofia miofibrilar (aumentar da densidade e do volume das miofibrilas) ou sarcoplasmática (aumento de estruturas e componentes que permitirão aumentar a eficiência da contração das fibras musculares).

As adaptações neurais e hipertróficas acontecem principalmente em função da ativação do metabolismo anaeróbico, onde tem principalmente as fibras musculares esqueléticas de contração rápida (tipo II) recrutadas (Kenney, Wilmore, Costill, 2015; Ratamess e colaboradores, 2009; Wilson e colaboradores, 2012).

Diversos estudos de exercício resistido são realizados para verificação de diversas situações no contexto profilático e terapêutico (Cassilhas e colaboradores, 2012; Krüger e

colaboradores, 2013; Mori e colaboradores, 2003).

Quando realizados modelos experimentais com roedores, algumas metodologias incluem exercícios de salto estimulado por choque, treinamento isométrico, escalada e entocar (Cassilhas e colaboradores, 2012; Krüger e colaboradores, 2013; Mori e colaboradores, 2003).

Roemers e colaboradores, 2017; Tamaki, Uchiyama, Nakano, 1992), apesar dos resultados encontrados serem similares aos treinos resistidos propostos com seres humanos, ainda existem lacunas sobre prescrição e aparatos que corresponde aos melhores resultados.

Dessa forma, o objetivo desse estudo foi analisar o efeito do treinamento resistido com choque no diâmetro, força e peso muscular de camundongos C57BL/6J.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização do Estudo e Cuidados Éticos

O desenho deste estudo é caracterizado como experimental. Foram utilizados camundongos C57Bl/6 que são constantemente usados em uma extensa variedade de áreas de pesquisa biológica, eles reproduzem-se bem e tem vida longa.

O estudo teve aprovação na Comissão de Ética em Experimentação e Bem-estar Animal da Universidade Estadual de Montes Claros (CEEBEA/Unimontes).

Os camundongos C57Bl/6 foram pareados (peso corporal médio de 20 g ± 0,5 e aproximadamente 9 semanas de vida). Eles foram procedentes de uma linhagem de animais que foram adquiridos do biotério do Departamento de Bioquímica e Farmacologia Molecular do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Os animais foram retidos no biotério do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Unimontes, onde os animais eram alojados em grupos em caixas de polipropileno autoclavável com dimensões de 414 x 344 x 168 mm, todas as caixas eram almofadadas com serragem seca (maravalha), sendo trocada três vezes na semana.

Com tampa em aço galvanizado e contendo divisão de aço inox, tinha disponível acesso para à água e ração balanceada (Labina, Purina).

Para adaptação em condições adequadas dos animais, eles foram mantidos em temperatura ambiente ($22 \pm 2^\circ\text{C}$; umidade relativa do ar de $60 \pm 5\%$, com 12h de ciclos de claro/escuro e baixo nível).

Instrumentos e Procedimentos do Treinamento Resistido

O procedimento para exercício resistido com choque. Foi utilizada uma escada 110 cm de altura, 18 cm de largura, 2 cm entre os degraus e 80 graus de inclinação. O exercício resistido baseia-se na subida e descida dos camundongos, na plataforma de saída aplicava-se um choque elétrico como estímulo para subir as escadas, nesta etapa era aplicada o choque nas quatro patas do animal com uma tensão elétrica de 20 volts a uma frequência de 45 Hertz durante seis séries de oito repetições, cada uma com noventa segundos de intervalo entre as séries. Foi inexistente a sobrecarga externa no andamento do treinamento.

Protocolo Experimental

Foram devidos de forma aleatória dois grupos de 5 animais cada. Um grupo controle ($n=5$) e um grupo experimental ($n=5$). As sessões do grupo experimental foram realizadas diariamente completando uma quantidade de 21 sessões de treino. As sessões ocorreram no período vespertino. Antes de iniciar o experimento ocorreu uma familiarização com os animais. Após vinte e quatro horas da última sessão, todos os animais foram sacrificados para realizar o procedimento de dissecação dos componentes relacionados a estrutura musculoesquelética e medições do membro traseiro direito (Rodrigues e colaboradores, 2019).

A avaliação da força muscular foi realizada antes e após a intervenção. O grupo controle durante o experimento ficava na mesma caixa de alojamento.

Instrumentos e Procedimentos da Avaliação da Força Muscular

Inicialmente os animais foram pesados com utilização de uma balança analítica (Bonther®), em seguida foi executada a medição da força muscular com o grip strenght

meter (Bonther®). Os animais eram suspensos pela cauda ao empunharem a barra do aparelho até chegar na execução do procedimento, pegando de forma fixa os membros superiores e inferiores ao exercer uma resistência detectável, suavemente puxando o animal em seguida foi registrado o valor da força muscular.

Esse método foi executado três vezes com intervalos de noventa segundos. A avaliação da força muscular ocorreu primeiramente nas três tentativas com os quatro membros de forma simultânea (Rodrigues e colaboradores, 2019).

Instrumento e Procedimentos da Avaliação da Composição Corporal

A avaliação antropométrica e da composição corporal foi realizada após o sacrifício, os animais foram anestesiados com cetamina/xilazina (75 mg/kg e 5 mg/kg massa corporal, respectivamente) e eutanasiados por deslocamento cervical (Rodrigues e colaboradores, 2019).

Posteriormente foi realizado a dissecação, onde foram coletados os músculos, quadríceps femoral, eles foram pesados utilizando uma balança de precisão digital (A. Científica EEQ9003E).

Tratamentos dos Dados

Todos os dados coletados foram digitalizados e posteriormente analisados estatisticamente no software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 20.0. O nível de confiança adotado em todas as análises será fixado em 95% ($p < 0.05$). Foi realizado os testes de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade. Após tal análise, foi realizado os testes t Student independente, Mann-Whitney e o tamanho do efeito utilizando a classificação de Hopkins e colaboradores, (2009).

RESULTADOS

Na tabela 1 é apresentado a análise inferencial dos valores de delta da força muscular em camundongos C57BL/6J praticantes de treinamento resistido com choque e controles.

Tabela 1 - Comparação da média e do desvio padrão dos valores de delta da força muscular em camundongos C57BL/6J praticantes de treinamento resistido com choque e controles.

Variáveis	Controle (n=5)	Experimento (n=5)	Significância	Tamanho do efeito (Hopkins, 2009)
Força muscular absoluta média 4	1,47 + 13,60	34,33 + 22,76	p=0,01	1,13 (Grande)
Força muscular absoluta máxima 4	-5,80 + 21,34	20,76 + 19,25	p=0,07	1,40 (Grande)
Força muscular relativa média 4	0,23 + 0,65	1,77 + 1,78	p=0,17	0,92 (Moderado)
Força muscular relativa máxima 4	-0,10 + 0,74	-1,14 + 1,80	p=0,25	1,46 (Grande)

Legenda: Foi utilizado o teste Mann-Whitney para análise inferencial das variáveis.

Na análise da força muscular dos 4 membros simultaneamente mostrou que não ocorreu aumento significativo na força muscular absoluta máxima ($p=0,076$), na força muscular relativa média ($p=0,175$) e na força muscular relativa máxima ($p=0,251$).

Mas na força muscular absoluta média ocorreu diferença significativa ($p=0,016$) entre o grupo controle e experimental. Entretanto, o tamanho do efeito para todas as variáveis mencionadas anteriormente apresentam

resultado moderado ou grande, assim, observamos que ocorreu um aumento expressivo na força muscular no grupo de animais que realizaram treinamento resistido.

Na figura 1 é apresentado em formato de gráficos média e desvio padrão do peso relativo dos músculos quadríceps, média e desvio padrão do peso absoluto (g) do músculo e o diâmetro (mm) maior do membro (DM) e menor membro (DME) do membro traseiro do lado direito.

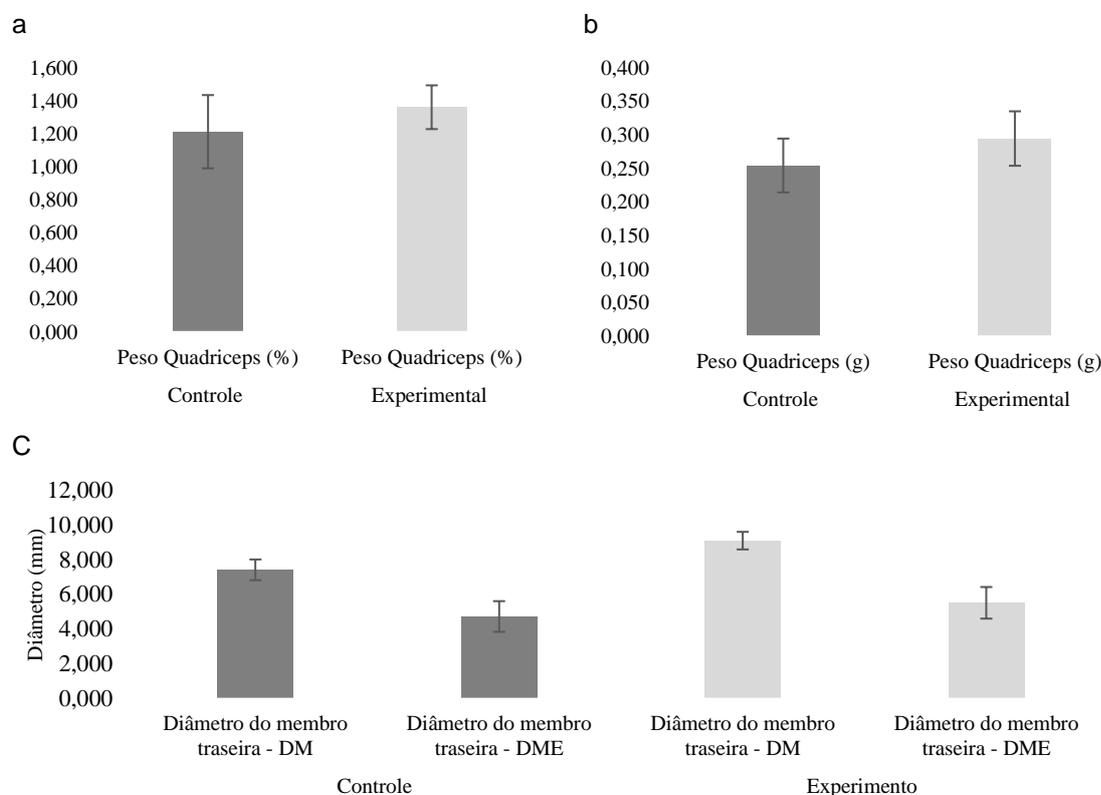


Figura 1 - Média e desvio padrão da porcentagem do peso do músculo quadríceps a Média e desvio padrão do peso do músculo quadríceps em gramas b, Diâmetro (mm) do membro maior (DM) e membro menor (DME) do membro traseiro do lado direito c.

Os resultados da figura 2 mostram que não ocorreu diferença significativa entre o grupo controle e o experimental nas variáveis antropométricas (diâmetro maior e menor) e composição corporal (peso relativo e absoluto do músculo quadríceps femoral).

Entretanto, os melhores valores médios foram descritos no grupo experimental. Esses dados foram coletados após o término do experimento (22 sessões de treino resistido com choque) relacionado a avaliação da força muscular, após o sacrifício dos animais, ocorreu os procedimentos relacionados as variáveis apresentadas.

DISCUSSÃO

Corroborando com os nossos achados, um fator que pode ser esclarecido pelo efeito das adaptações da melhor sobrecarga imposta sobre o organismo destes animais, possivelmente, atingindo uma evolução dos fatores neurais, tal como o avanço da intramuscular e coordenação intermuscular, eficiência contração e relaxamento (co-ativação) e a melhoria do déficit bilateral.

Segundo o estudo de Rodrigues e colaboradores (2019), foi utilizados 12 camundongos C57BL 6 fêmeas, distribuídos em 4 grupos: Controle, atividade física espontânea (SPA), exercício resistido sem choque elétrico (RE) e exercício com choque elétrico (REE) para verificar o efeito crônico curto prazo na força muscular e composição corporal. A proposta realizou somente 10 sessões das intervenções propostas. O efeito crônico curto prazo na força muscular obtidos no grupo REE foi significativamente melhor do que os obtidos nas SPA e RE.

Corroborando com a literatura o desdobramento da força motora envolve, precipuamente por meios de adaptação neural e morfológica esses meios sucedem com o treinamento resistido o ganho graduável da força ocorre a adaptações neural e após a adaptação neural, o processo de hipertrofia torna-se mais evidente.

Segundo Rodrigues e colaboradores (2002), a prática de exercícios resistido utilizado em treinamento tem ganho espaço no quesito do aumento de força muscular.

Apesar dos achados desse estudo mostrarem resultados relevantes da força muscular, resultados hipertróficos não foram encontrados quando visualizamos os dados de peso do tecido e diâmetro, porém, é

importante lembrar que análises histológicas e de expressão genica podem apontar possíveis adaptações morfológicas, algo que limitou mostrar em nossos achados, tais benefícios do exercício resistido com estímulo de choque.

CONCLUSÃO

Esta pesquisa apresentou resultados importantes, pois os achados mostram o treinamento resistido com estímulo de choque promoveu aumento de força muscular nos membros dos animais do grupo experimental.

Mostrando uma perspectiva positiva para a continuidade das pesquisas com o objetivo de investigar o efeito desse treinamento em diversas situações de pesquisa científica relacionadas a saúde e/ou desempenho.

REFERÊNCIAS

- 1-Cassilhas, R. C.; Lee, K. S.; Fernandes, J.; Oliveira, M. G.; Tufik, S.; Meeusen, R.; De Mello, M. T. Spatial memory is improved by aerobic and resistance exercise through divergent molecular mechanisms. *Neuroscience*. Vol. 202. p. 309-317. 2012.
- 2-Hopkins, W.; Marshall, S.; Batterham, A.; Hanin, J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine+ Science in Sports+ Exercise*. Vol. 41. Num. 1. p. 3-13. 2009.
- 3-Kenney, W. L.; Wilmore, J. H.; Costill, David. *Physiology of sport and exercise* 6th edition. Human kinetics. 2015.
- 4-Krüger, K.; Gessner, D. K.; Seimetz, M.; Banisch, J.; Reigseis, R.; Eder, K.; Weissmann, N.; Mooren, F. C. Functional and muscular adaptations in an experimental model for isometric strength training in mice. *PLoS one*. Vol. 8. Num. 11. p. e79069. 2013.
- 5-Mori, T.; Okimoto, N.; Sakai, U.M.; Okazaki, Y.; Nakura, N.; Notomi, T.; Nakamura, T. Climbing exercise increases bone mass and trabecular bone turnover through transient regulation of marrow osteogenic and osteoclastogenic potentials in mice. *Journal of bone and mineral research*. Vol. 18. Num. 11. p. 2002-2009. 2003.
- 6-Ratamess, N.; Alvar, B.; Evetoch, T. Progression models in resistance training for

healthy adults. American college of sports medicine. Med Sci Sports Exerc. Vol. 41. Num. 3. p. 687-708. 2009.

7-Roemers, P.; Mazzola, P. N.; De Deyn, P. P.; Bossers, W. J.; Van Heuvelen, M. J. G.; Van Der Zee, E. A. Burrowing as a novel voluntary strength training method for mice: A comparison of various voluntary strength or resistance exercise methods. Journal of neuroscience methods. Vol. 300. p. 112-126. 2017.

8-Rodrigues, J.; Rodrigues, L.; Maria, R.; Murilo, S. Adaptações neurais e fisiológicas em exercícios resistidos para terceira idade. Rev Dig Vida & Saúde. Vol. 1. Num. 3. 2002.

9-Rodrigues, V. D.; Moraes, D. P.; Brito, A. S.; Vieira, M. M.; Santos, A. R.; Machado, A. S.; Pereira, L. K. M.; Soares, F. S.; Gomes, E. S. B.; Alves, M. R. A.; Souza, L. R.; Cassilhas, R. C.; Monteiro Júnior, R. S.; Paula, A. M. B. Methodological validation of a vertical ladder with low intensity shock stimulus for resistance training in C57BL/6 mice: Effects on muscle mass and strength, body composition, and lactate plasma levels. Journal of Human Sport and Exercise. Vol. 14. Num. 3. 2019

10-Tamaki, T.; Uchiyama, S.; Nakano, S. A weight-lifting exercise model for inducing hypertrophy in the hindlimb muscles of rats. Medicine and science in sports and exercise. Vol. 24. Num. 8. p. 881-886. 1992.

11-Wilson, J. M.; Loenneke, J. P.; Jo, E.; Wilson, G. J.; Zourdos, M. C.; Kim, J. S. The effects of endurance, strength, and power training on muscle fiber type shifting. The Journal of Strength & Conditioning Research. Vol. 26. Num. 6. p. 1724-1729. 2012.

4 - Professor do Dep. de Educação Física e do Desporto da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), Montes Claros-MG, Brasil.

E- mail dos autores:

giovana.sal@hotmail.com

aldecyjuniior2011@gmail.com

ataualbafilho@gmail.com

magdamendesvieira@hotmail.com

marianarochaalves13@gmail.com

alexanderfreitas3@gmail.com

viniciuslabex@hotmail.com

Autor para correspondência:

Giovana Evelin de Oliveira Costa.

giovana.sal@hotmail.com

Rua Santa Maria, 840, ap, 402,

Todos os Santos, Montes Claros-MG, Brasil.

Recebido para publicação em 03/10/2020

Aceito em 19/01/2021