

Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício 2017;16(2):70-6

ARTIGO ORIGINAL

Força e resistência muscular de membro superior dominante e não dominante no exercício de flexão unilateral de antebraço: comparação entre os sexos

Muscular strength and endurance of dominant and not dominant upper limb in the exercise of forearm unilateral flexion: comparison between sexes

Rodrigo Alves Coelho*, Hugo Ribeiro Zanetti**, Lucas Gonçalves da Cruz**, Marco Aurélio Ferreira de Jesus***, Eduardo Gaspareto Haddad****

*Especialista em Fisiologia do Exercício - Instituto Passo 1 – Uberlândia/MG, **Discente do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Federal do Triângulo Mineiro Uberaba/MG, ***Graduado em Educação Física, Universidade Federal do Triângulo Mineiro Uberaba/MG, ****Especialista em Gerontologia, Instituto Master de Ensino Presidente Antônio Carlos, Araguari/MG

Artigo recebido em 12 de dezembro de 2015; aceito em 27 de dezembro de 2015.

Endereço para correspondência: Hugo Ribeiro Zanetti, Avenida Tutunas, 490, Uberaba MG, E-mail: hugo.zanetti@hotmail.com; Rodrigo Alves Coelho: rcpersonaltrainer@yahoo.com.br; Lucas Gonçalves da Cruz: lucas_gcruz@hotmail.com; Marco Aurélio Ferreira de Jesus: marcoferreiraleite@hotmail.com; Eduardo Gaspareto Haddad: haddadtreinamento@gmail.com

Resumo

Objetivo: Comparar a força e o desempenho motor unilateral de membro superior dominante (MSD) e membro superior não dominante (MSND) entre homens e mulheres no exercício de flexão de cotovelo a 50% de 1 repetição máxima (1RM). **Métodos:** A amostra foi composta por 26 indivíduos de ambos os sexos, com experiência prévia em exercício resistido. Todos os participantes foram submetidos a três testes: um teste de 1RM a fim de determinar a carga dos testes, e dois testes com carga de 50% de 1RM, no qual foi registrado o maior número de repetições possíveis em MSD e MSND. **Resultados:** Não foram encontradas diferenças significativas na carga absoluta em MSD e MSND no mesmo gênero. Entretanto houve diferença quando se comparou as cargas máximas tanto em MSD ($22,6 \pm 3,9$ vs. $8,72 \pm 1,5$) quanto MSND ($22,9 \pm 3,9$ vs. $8,6 \pm 1,6$) entre homens e mulheres. Em relação ao número máximo de repetições a 50% de 1RM, observou-se que o gênero feminino realizou mais repetições tanto em MSD ($27,38 \pm 9,06$ vs. $18,15 \pm 2,30$) quanto MSND ($27,15 \pm 6,81$ vs. $17,84 \pm 2,07$) quando comparado ao gênero masculino. **Conclusão:** O gênero masculino apresenta maior capacidade de geração de força, entretanto o gênero feminino é mais resistente à fadiga com carga a 50% 1RM.

Palavras-chave: resistência muscular localizada, força muscular, exercício unilateral.

Abstract

Aim: To compare the strength and unilateral motor performance in the dominant upper limb (DUL) and non-dominant upper limb (NDUL) between men and women in the exercise of elbow flexion at 50% of 1 repetition maximum (1RM). **Methods:** The sample consisted of 26 subjects of both sexes, with previous experience in resistance exercise. All participants underwent three tests: a test of 1RM in order to determine the load test, and two tests with a load of 50% 1RM, which registered the highest number of possible duplicates on DUL and NDUL. **Results:** No significant differences were found in absolute load on DUL and NDUL in the same genre. However there was difference when comparing these maximum loads in both DUL (22.6 ± 3.9 vs. 8.72 ± 1.5) as NDUL (22.9 ± 3.9 vs. 8.6 ± 1.6) between men and women. Regarding the maximum number of repetitions at 50% 1RM, it was observed that females performed more repetitions in both DUL (27.38 ± 9.06 vs. 18.15 ± 2.30) as NDUL (27.15 ± 6.81 vs. 17.84 ± 2.07) compared to males. **Conclusion:** The male has a greater capacity to generate force; however females are more resistant to fatigue loading at 50% 1RM.

Key-words: localized muscular resistance, muscular strength, unilateral exercise.

Introdução

O conceito de exercício físico tem abrangência na prerrogativa de que há o controle do volume e da intensidade da atividade física que está acontecendo. Existem vários tipos de exercícios que compõem um treinamento físico, dentre eles o treino resistido (TR) se caracteriza como método que envolve conjuntos de exercícios que produzem as ações voluntárias dos músculos esqueléticos contra alguma forma externa de resistência, que pode ser provida pela própria resistência do corpo, pesos livres ou máquinas [1].

Os benefícios acarretados pela prática deste tipo de exercício são variados, como a hipertrofia, gerando aumento da força, potência e resistência musculares e redução de gordura corporal [2]. Existem dois processos primordiais para o aumento da força de resistência muscular, que são relacionados aos aspectos neurais e hipertróficos [3,4]. As adaptações neurais predominam durante curtos períodos de treinamento. Concomitantemente às adaptações neuromusculares, a hipertrofia muscular inicia-se nas primeiras seis semanas de treinamento de força por meio da mudança na quantidade e qualidades de proteínas contrateis da estrutura muscular estriada esquelética [3,4]. Existe ainda, uma inter-relação entre as adaptações neurais e hipertrofia na expressão de força e resistência muscular [5].

Entretanto, existem diversas vertentes relacionadas com o volume e intensidades que podem ser usadas na estruturação de programas de TR. Entre as variáveis implicadas nesse tipo de treinamento destacam-se o número de exercícios, ordem de execução, número de séries e repetições, velocidade de execução, intervalos de recuperação entre as séries e os exercícios como também frequência semanal que, por sua vez, produzem respostas diferentes a partir do estímulo específico do treino [6].

A realização do TR pode ocorrer de forma unilateral ou bilateral, sendo esta uma das possibilidades de variação de execução. A principal diferença entre eles reside no fato de a execução unilateral apresentar sinal eletromiográfico maior quando comparado a forma bilateral [7,8]. Há evidências de que a força desenvolvida, durante ações bilaterais, normalmente são menores do que a soma da força desenvolvida por cada membro [9]. Denominamos tal fenômeno de déficit bilateral [8-10].

Ainda, é relevante destacar a magnitude das respostas ao TR implicadas pela diferença do gênero, sendo denotados em vários estudos que as mulheres apresentam menores valores de força musculares absolutas do que os homens, tanto em membros superiores quanto em membros inferiores [11,12]. Entretanto as mulheres apresentam maior capacidade de resistência à fadiga quando os exercícios são realizados com carga de intensidade leve a moderado [13].

Assim o objetivo do estudo foi comparar a força e o desempenho motor unilateral de membro superior dominante (MSD) e membro superior não dominante (MSND) entre homens e mulheres no exercício de flexão de cotovelo à 50% de 1 repetição máxima (1RM).

Material e métodos

Amostra

A amostra do estudo foi composta por 26 voluntários de ambos os gêneros (13 homens e 13 mulheres), e as características dos voluntários estão denotados na tabela I. O estudo seguiu as normas éticas de estudo envolvendo seres humanos, conforme lei nº 196/96. Além disso, todos os voluntários assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, sobre todos os procedimentos a serem realizados.

Tabela I - Medidas descritivas da amostra.

Características	Homens (n = 13) Média ± DP	Mulheres (n = 13) Média ± DP
Idade (anos)	32,71 ± 7,67	33,57 ± 9,63
Estatura (cm)	174,21 ± 3,18	158,50 ± 5,14
MC (kg)	78,23 ± 2,30	57,43 ± 6,87

MC: massa corporal.

Os critérios para seleção e inclusão dos voluntários foram ausências de doenças que ofertassem riscos para a saúde dos participantes, sendo de origem: cardiovascular (hipertensão arterial, palpitações ocasionais e cardiopatias), respiratória (asma brônquica e doença pulmonar obstrutiva crônica), articular (artrite ou artrose), muscular (lesões musculares), retinopatias (deslocamento de retina) e gestantes. Além disso, prática de exercício físico regular de no mínimo 40 minutos/dia, 3 vezes por semana, por pelo menos 6 meses e também deveriam estar familiarizados com o TR.

Todos os voluntários selecionados assinaram um termo de consentimento informando sobre a proposta e procedimentos do estudo e responderam negativamente aos itens do questionário PAR-Q(14) visando identificar prováveis restrições e limitações quanto à prática de exercícios.

Protocolo do teste

Todos os testes foram realizados em local reservado (sala de avaliação) sempre com um avaliado (voluntário) e dois avaliadores experientes. Os voluntários foram instruídos dias antes do teste sobre técnicas de execução e postura realizadas em um estudo Piloto, a fim de reduzir margens de erro dos testes. Ainda, os voluntários foram instruídos a manter a dieta diária e alimentar-se cerca de uma hora de antecedência do horário predeterminado para os testes.

Ficou pré-estabelecido que os testes iniciariam com MSD seguido do MSND com intervalo mínimo de 3 minutos de um membro para o outro.

Teste de Força Máxima (1RM)

Para avaliação da força máxima, os voluntários obedeceram a um descanso de 72 horas isentos de exercícios que envolvessem a musculatura a ser exigida no teste com o objetivo de restaurar as condições neurais, metabólicas, morfológicas e psíquicas.

Na avaliação da força máxima do MSD e MSND foi utilizado o teste de uma repetição máxima (1RM) no exercício de flexão de cotovelo unilateral sentado, com o voluntário sentado no banco com as costas e quadril apoiados.

Antes do teste os voluntários realizaram um aquecimento localizado visando preparar a musculatura envolvida no exercício. O movimento iniciou-se com o antebraço em total extensão, partindo assim para a flexão máxima do antebraço (fase concêntrica do movimento). Foram executadas até 5 tentativas realizando incrementos progressivos de cargas com 5 minutos de descanso para uma nova tentativa no mesmo braço. Os avaliados foram encorajados verbalmente com a finalidade de incentivá-los a atingir sua força máxima. O teste era interrompido quando não se conseguia mais realizar o movimento da forma previamente estabelecida.

Resistência Muscular Localiza (RML)

A carga utilizada no teste de RML compreendeu 50% de 1RM e utilizou-se os mesmos padrões de postura execução do teste de 1RM. Durante toda a amplitude de movimento, a velocidade foi controlada, usando-se 1,5 segundos na flexão do antebraço e 1,5 segundos para a extensão do antebraço. Durante a execução, os cotovelos permaneceram apontados para o solo, sem que fossem projetados à frente e o tronco manteve-se apoiado no banco. O ritmo do movimento foi ditado por um metrônomo virtual da marca Dirk's analógico instalado em um Laptop ajustado para 40 bpm. Os avaliados foram encorajados verbalmente para atingir o maior número de repetições.

O número de repetições alcançadas foi registrado na fadiga e/ou exaustão (momento em que o avaliado não conseguia manter o ritmo do metrônomo, ou o cotovelo era projetado a frente ou ocorriam oscilações posturais).

Estatística

Realizou-se inicialmente análise descritiva dos dados (média e desvio-padrão), posteriormente o teste de Shapiro-Wilk foi realizado para verificar normalidade entre os dados. Em seguida o teste t de Student foi utilizado para comparação das cargas do teste de 1RM e o

pós-teste de comparações múltiplas de Tukey foi realizado para identificar possíveis diferenças entre as médias. O risco alfa assumido foi de 5% ($p < 0,05$). O registro e armazenamento dos dados foram realizados com o software Microsoft Office Excel 2010 (Microsoft Corp, Redmond, WA®) e as análises no programa GraphPad Prism Software® 6.0.

Resultados

Na figura 1 estão representados os dados referentes as cargas de 1RM de MSD e MSND de ambos os generos.

Figura 1 - Carga absoluta de MSD e MSND em homens e mulheres.



1RM = uma repetição máxima; MSD = membro superior dominante; MSND = membro superior não dominante; *Denota diferença significativa entre sexos ($p < 0,05$).

Denota-se que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre a carga máxima no mesmo gênero, entretanto houve diferença entre as cargas máximas tanto em MSD ($22,6 \pm 3,9$ vs $8,72 \pm 1,5$) como MSND ($22,9 \pm 3,9$ vs $8,6 \pm 1,6$) entre os gêneros masculino e femininos, respectivamente.

A figura 2 representa a quantidade de repetições máximas realizadas a 50% de 1RM em MSD e MSND em ambos os generos.

Figura 2 - Número de repetições realizadas até a fadiga com 50% de 1RM.



1RM = uma repetição máxima; MSD = membro superior dominante; MSND = membro superior não dominante; *Denota diferença significativa ($p < 0,05$) intergrupo.

Houve diferença significativa quando comparou-se o número de repetições até a fadiga de MSD entre mulheres e homens ($27,38 \pm 9,06$ vs. $18,15 \pm 2,30$), respectivamente. Tal fato também foi observado quando comparou-se o desempenho do MSND ($27,15 \pm 6,81$ vs $17,84 \pm 2,07$). Não houve diferença entre o número de repetições dentro do mesmo gênero.

Discussão

O objetivo do estudo foi comparar a força e o desempenho motor unilateral de membro superior dominante (MSD) e membro superior não dominante (MSND) entre homens e mulheres no exercício de flexão de cotovelo a 50% de 1 repetição máxima.

O presente estudo foi realizado com indivíduos treinados em exercícios resistidos, justificando a ausência de uma diferença significativa na variável força entre os MSD e MSND do mesmo gênero. Especula-se que este tipo de treinamento acarreta em aumento da sincronização das unidades motoras (UMs) agregando maior coordenação intramuscular, que por sua vez desenvolve maiores ativações das fibras por um mesmo motoneurônio [7,15,16]. Essa adaptação proporciona incrementos de força coordenada, ou seja, um maior número de fibras musculares se contraem ao mesmo tempo, com menor frequência de estímulos, consequentemente, produzindo acréscimo na produção de força muscular [17].

Para aplicação do teste, deve-se ter em vista o déficit bilateral, que se refere à diferença na capacidade de geração de força dos músculos quando contraídos isoladamente ou de forma bilateral [7,15]. A carga desenvolvida durante ações bilaterais parece ser menor do que a soma das cargas desenvolvidas por cada membro. Esta diferença está relacionada com a estimulação reduzida de unidades motoras, que poderia ser causada pela inibição dos mecanismos protetores, resultando em uma menor produção de força [15,18].

Foi encontrada uma diferença significativa da força no teste de 1RM entre os gêneros, isto pode ser justificado pelo fato do homem apresentar uma maior proporção de fibras metabolicamente e funcionalmente mais rápidas (fibras IIx), devido a uma maior expressão gênica do músculo esquelético e na interação com hormônios específicos do gênero masculino comparado com o feminino [19,20]. Enfoque seja dado ao papel do hormônio testosterona, que é encontrado de maneira predominante em homens, que possui característica anabólica, atuando principalmente sobre as zonas de crescimento dos ossos e músculos, além de influenciar o desenvolvimento de praticamente todos os órgãos do corpo humano [21].

Outro achado do nosso estudo foi que as mulheres realizaram uma maior quantidade de repetições até a fadiga com carga de 50% de 1RM. Nosso estudo corrobora alguns achados da literatura, demonstrando que o gênero feminino apresenta maior resistência à fadiga com cargas inferiores a 70% de 1RM [20,22].

Uma possível explicação para estes achados tange à composição muscular das mulheres, que reside na maior prevalência de fibras do tipo I sobre as fibras do tipo II [12]. As fibras tipo I possuem menor diâmetro, menor velocidade de contração e são mais resistentes à fadiga [23]. No gênero masculino possui maior tendência de apresentar maior porcentagem de fibras rápidas, que possuem maior diâmetro, maior velocidade de contração e menor resistência à fadiga [24].

Outro ponto referente à diferença entre os gêneros pode ser explicada pelo tamanho da massa muscular envolvida no exercício, a utilização de diferentes substratos energéticos durante a contração muscular e a ativação neural [22]. Além disso, pode-se observar diferença na motivação, na habilidade para sustentar o drive central, diferença do suprimento de sangue para a musculatura ativa além das características que levam a fadiga devido à diferença nas quantidades de fibras musculares [12].

Conclusão

Conclui-se que os homens são capazes de desenvolver maior força máxima que as mulheres. No entanto, as mulheres realizaram maior quantidade de repetições máximas com carga referente a 50% de 1RM.

Referências

1. Winett RA, Carpinelli RN. Potential health-related benefits of resistance training. *Preventive Medicine* 2001;33(5):503-13.
2. Lee YS, Ha MS, Lee YJ. The effects of various intensities and durations of exercise with and without glucose in milk ingestion on postexercise oxygen consumption. *J Sports Med Phys Fitness* 1999;39(4):341-7.
3. Paavolainen L, Hakkinen K, Rusko H. Effects of explosive type strength training on physical performance characteristics in cross-country skiers. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1991;62(4):251-5.
4. Paavolainen L, Hakkinen K, Hamalainen I, Nummela A, Rusko H. Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *J Appl Physiol* 1999;86(5):1527-33.
5. Baker D, Nance S, Moore M. The load that maximizes the average mechanical power output during jump squats in power-trained athletes. *J Strength Cond Res* 2001;15(1):92-7.
6. American College of Sports M. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(3):687-708.
7. Jakobi JM, Chilibeck PD. Bilateral and unilateral contractions: possible differences in maximal voluntary force. *Can J Appl Physiol* 2001;26(1):12-33.
8. Kuruganti U, Murphy T. Bilateral deficit expressions and myoelectric signal activity during submaximal and maximal isometric knee extensions in young, athletic males. *Eur J Appl Physiol* 2008;102(6):721-6.
9. Hay D, de Souza VA, Fukashiro S. Human bilateral deficit during a dynamic multi-joint leg press movement. *Hum Mov Sci* 2006;25(2):181-91.
10. Chaves CPG, Guerra CPC, Moura SRGd, Nicoli AIV, Idemar F, Simão R. Déficit bilateral nos movimentos de flexão e extensão de perna e flexão do cotovelo. *Rev Bras Med Esporte* 2004;10:505-8.
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. Wust RC, Morse CI, de Haan A, Jones DA, Degens H. Sex differences in contractile properties and fatigue resistance of human skeletal muscle. *Experimental physiology* 2008;93(7):843-50.
13. Russ DW, Towse TF, Wigmore DM, Lanza IR, Kent-Braun JA. Contrasting influences of age and sex on muscle fatigue. *Med Sci Sports Exercise* 2008;40(2):234-41.
14. Shephard RJ. PAR-Q, Canadian Home Fitness Test and exercise screening alternatives. *Sports Med* 1988;5(3):185-95.
15. Kuruganti U, Murphy T. Bilateral deficit expressions and myoelectric signal activity during submaximal and maximal isometric knee extensions in young, athletic males. *Eur J Appl Physiol* 2008;102(6):721-6.
16. Enoka RM. Neural adaptations with chronic physical activity. *J Biomechs* 1997;30(5):447-55.
17. Gabriel DA, Basford JR, An KN. Neural adaptations to fatigue: implications for muscle strength and training. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(8):1354-60.
18. Van Cutsem M, Duchateau J, Hainaut K. Changes in single motor unit behaviour contribute to the increase in contraction speed after dynamic training in humans. *J Physiol* 1998;513(Pt 1):295-305.
19. Gandevia SC. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiol Reviews* 2001;81(4):1725-89.
20. Kent-Braun JA, Fitts RH, Christie A. Skeletal muscle fatigue. *Comprehensive Physiology* 2012;2(2):997-1044.
21. Araújo MR. A influência do treinamento de força e do treinamento aeróbio sobre as concentrações hormonais de testosterona e cortisol. *Motricidade* 2008;4:67-75.
22. Hicks AL, Kent-Braun J, Ditor DS. Sex differences in human skeletal muscle fatigue. *Exerc Sport Sci Rev* 2001;29(3):109-12.

23. Staron RS, Hagerman FC, Hikida RS, Murray TF, Hostler DP, Crill MT, et al. Fiber type composition of the vastus lateralis muscle of young men and women. *J Histochem Cytochem* 2000;48(5):623-9.
24. McArdle WD. *Fisiologia do exercicio - energia, nutrição e desempenho humano*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2011.