

Déficit bilateral de força pós-reconstrução do ligamento cruzado anterior

Bilateral deficit of strength after reconstruction of the anterior cruciate ligament

Ewertton de Souza Bezerra¹
Érica Queiroz da Silva Bezerra²
Roberto Simão³
Ingrid Dias³
Tiago Figueiredo³

Resumo – Os objetivos do presente estudo foram verificar diferenças de carga entre o membro operado (MO) e o membro não operado (MNO) e comparar a soma das ações unilaterais com as bilaterais em um teste de 10 repetições máximas (10RM), nos movimentos de extensão e flexão de joelhos, em indivíduos pós-reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA). Participaram do estudo vinte homens (37,8±5,7 anos; 179,2±4,9 cm; 87,1±7,5 kg) submetidos à reconstrução do LCA com autoenxerto em um segmento, testados em dois dias distintos na cadeira extensora e flexora. Utilizou-se o teste-t student dependente com $p \leq 0,05$ como nível de significância. Os valores encontrados para a o MO são menores em relação ao MNO ($p < 0,05$), assim como, o somatório de carga unilateral é maior que a carga obtida bilateralmente, ($p < 0,05$), em ambos os movimentos. Em conclusão, foi identificado o déficit bilateral para os dois movimentos analisados, assim como, diferença na força máxima entre o MO e MNO.

Palavras-chave: Atividade motora; Força muscular; Reabilitação.

Abstract – The aims of this study were verify the differences between the operated limb (OL) and non-operated limb (NOL) and compare the sum of unilateral actions with bilateral results following the test of 10 repetitions maximum (10RM) for the movements of extension and flexion of the knee in patients after reconstruction of anterior cruciate ligament (ACL). Twenty men (37.8±5.7 years; 179.2±4.9 cm; 87.1±7.5 kg) who underwent surgery for ACL reconstruction with autograph in a segment were observed in two different days, in the movements of knee extension and flexion. A student t-test for dependent samples was applied. It was adopted level of statistical significance $p < 0.05$. The values found for the OL were smaller in relation to the NOL ($p < 0.05$), as well as the sum of unilateral load was greater than the bilaterally load ($p < 0.05$) in both movements. In conclusion, there were significant differences for the two movements analyzed and, for comparison between OL and NOL.

Key words: Motor Activity; Muscle strength; Rehabilitation.

1 Universidade Federal do Amazonas. Faculdade de Educação Física e Fisioterapia. Manaus, AM. Brasil.

2 Centro Universitário do Norte. Manaus, AM. Brasil

3 Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola de Educação Física e Desportos. Rio de Janeiro, RJ. Brasil.

Recebido em 27/05/11
Revisado em 25/07/11
Aprovado em 21/09/11



Licença
Creative Commons

INTRODUÇÃO

A incidência de lesões em estruturas ligamentares tem aumentado com o crescente número de praticantes de atividade física, sendo o ligamento cruzado anterior (LCA) o mais comumente afetado, necessitando, na maioria das vezes, de cirurgias de reconstrução¹. Anualmente, são realizadas em torno de 175 mil cirurgias de reconstrução do LCA, nos Estados Unidos, e vinte e cinco por cento destes pacientes voltam a apresentar uma nova lesão, o que pode estar relacionado a diversos fatores como a má aplicação da técnica cirúrgica, falha na condução dos protocolos de reabilitação ou períodos inadequados de recuperação pós-cirurgia²⁻⁴.

Durante o período pós-cirúrgico, é evidenciado o déficit funcional no membro operado (MO), em relação à força estática e dinâmica, quando comparado ao membro não operado (MNO), devido à perda de receptores especializados em transformar a energia mecânica da deformação física (alongamento, compressão e pressão) em potenciais de ação nervosos que geram as informações proprioceptivas no joelho⁵. Esses receptores estão localizados próximos às inserções ósseas que influenciam a capacidade contrátil da musculatura extensora, e reduzem a capacidade de contração durante a realização de exercícios, visto que a musculatura do quadríceps encontra-se atrofiada no período pós-cirúrgico⁶⁻⁸.

Alguns autores destacam que indivíduos saudáveis demonstram a força desenvolvida durante ações bilaterais, normalmente menor do que a soma da força desenvolvida por cada membro⁹⁻¹³. No entanto, até o presente momento, não foi verificado na literatura nenhum estudo abordando o déficit bilateral em indivíduos durante o período pós-cirúrgico de LCA. Dessa forma, os objetivos deste estudo foram: a) verificar a diferença de carga entre o MO e o MNO; b) comparar a soma das cargas do MO e MNO com a carga obtida bilateralmente.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Grupo Experimental

Participaram do estudo 20 homens ($37,83 \pm 5,78$ anos; $179,25 \pm 4,9$ cm; $87,13 \pm 7,59$ kg), submetidos ao procedimento cirúrgico de reconstrução do LCA com autoenxerto, em uma única perna, utilizando os tendões dos músculos semitendinoso e grácil. Como critérios de inclusão consideraram-se: submissão ao processo cirúrgico a mais de 12 meses, ausência de lesões no membro inferior contralateral ao operado e/ou qualquer outra patologia que dificultasse a execução correta dos exercícios, abandono precoce do programa de reabilitação e não ter realizado atividades físicas específicas de fortalecimento das musculaturas extensora e flexora dos joelhos. Antes da coleta, todos responderam negativamente ao questionário PAR-Q¹⁴ e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Centro Universitário do Norte, protocolo N° 009-07.

Procedimento de coleta

A coleta de dados ocorreu em dois dias, no primeiro realizou-se a medida da massa corporal, estatura, diâmetro bitrocantérico e aplicação do questionário PAR-Q, bem como a realização do teste de 10 repetições máximas (10RM). Após 48 horas de intervalo, foi feito um re-teste para avaliar a reprodutibilidade das cargas em 10RM. Os resultados mostraram-se semelhantes aos achados de Lemos et al.¹⁵, com $r > 0,9$ para os dois exercícios (cadeira extensora e mesa flexora). Para a realização dos testes de 10RM, os voluntários foram divididos em dois grupos aleatoriamente. O grupo um (G1) executou o exercício cadeira extensora na sequência: MNO, MO e bilateral, realizando a sequência para o exercício mesa flexora horizontal após 48 horas. Já o segundo grupo (G2) foi submetido à seguinte sequência: bilateral, MO e MNO, iniciando com o exercício mesa flexora horizontal e após 48 horas, realizaram-se os testes na mesma sequência para a cadeira extensora. Os voluntários foram orientados a não realizar exercícios nas 48 horas que precederam os testes.

Teste de 10 RM

Visando reduzir a margem de erro no teste de 10RM, foram adotadas as seguintes estratégias, Simão et al.¹⁶:

- Instruções padronizadas foram fornecidas antes do teste, de modo que o avaliado estivesse ciente de toda a rotina que envolvia a coleta de dados;
- O avaliado foi instruído sobre a técnica de execução do exercício, inclusive realizando-o algumas vezes sem carga, para reduzir o efeito do aprendizado nos escores obtidos;
- O avaliador estava atento quanto à posição adotada pelo praticante no momento da medida, pois pequenas variações no posicionamento das articulações envolvidas no movimento poderiam acionar outros músculos, levando a interpretações errôneas dos escores obtidos. Foram utilizados os mesmos equipamentos para todos os avaliados, cadeira extensora e mesa flexora, ambos da marca *Cybex*. A distância entre os membros inferiores obedeceu à largura do diâmetro bitrocantérico e o apoio foi colocado o mais próximo possível da articulação do tornozelo. Os ajustes das cargas entre as tentativas obedeceram à sobrecarga do próprio aparelho em forma de placas com variação de 5lb e caso necessário, foram adicionadas anilhas de 1, 2 e 3 kg. Os equipamentos foram regulados, conforme o tamanho de segmentos dos avaliados.

A cada tentativa de estabelecer a carga para 10RM, foram dados, ao menos, cinco minutos de intervalo. É importante destacar que esse intervalo obedeceu à sensação de cansaço e recuperação de cada voluntário. Após a obtenção da carga máxima para 10RM em cada forma de execução, foi dado um intervalo de 30 minutos para o prosseguimento dos testes. A descrição dos exercícios é apresentada a seguir:

- 1) Cadeira extensora (bilateral e unilateral).
 - a) Posição inicial – Indivíduo sentado, com os membros superiores ao longo do corpo, apoiados no aparelho, com a articulação do quadril posicionada a 20° posteriormente (tendo a posição de 90° como ponto de referência) e joelho(s) flexionado(s) a 90°, ficando a cabeça posicionada no plano de Frankfort.
 - b) Fase concêntrica – A partir da posição inicial, realizava-se a extensão completa da articulação do(s) joelho(s) retornando à posição inicial após o final da extensão, sem que o tronco deixasse o encosto do aparelho.

- 2) Mesa flexora horizontal (bilateral e unilateral).
 - a) Posição inicial – Indivíduo em decúbito ventral, com braços flexionados à frente do corpo, segurando ao apoio do aparelho e com extensão total do(s) joelho(s).
 - b) Fase concêntrica – A partir da posição inicial, realizava-se a flexão até 90°, retornando à posição inicial após o final da flexão.

Análise Estatística

Os resultados tiveram sua normalidade testada pelo teste de *Shapiro-Wilk* e a homogeneidade da amostra pelo teste de *Levene*. Foi utilizado o teste t-student para amostras dependentes na comparação do somatório das cargas unilaterais com a carga bilateral, e entre o MO com MNO. Todas as comparações levaram em consideração os dois movimentos analisados (extensão e flexão de joelho). Foi adotado $p < 0.05$ como nível de significância estatística. Os dados foram analisados no *software SPSS*, versão 16.0.

RESULTADOS

Verificou-se que os valores encontrados para a o MO são menores em relação ao MNO e que apresentaram uma diferença estatisticamente significativa, tanto no movimento de extensão, como para o de flexão de joelho no teste de 10RM. A tabela 2 mostra a diferença significativa entre o somatório de carga unilateral (SU) que é maior que a carga desenvolvida bilateralmente (CB) em ambos os movimentos.

Tabela 1. Comparação da carga máxima (kg) entre os membros direito e esquerdo.

Movimento	Grupo	N	Média	DP
Extensão de joelho	MO	20	26,5	11,3
	MNO	20	34,0*	10,6
Flexão de joelho	MO	20	21,7	4,3
	MNO	20	27,6*	4,5

MNO= Membro não operado; MO = Membro operado; DP = Desvio padrão; * Diferença significativa em relação ao MO ($p < 0,05$).

Tabela 2. Comparação das cargas máximas (kg) no somatório dos membros com o trabalho bilateral.

Movimento	N	Grupo	Média	DP
Extensão de joelho	20	SU	60,5	19,3
	20	CB	56,2*	20,3
Flexão de joelho	20	SU	49,4	7,5
	20	CB	42,1*	8,7

DP = Desvio padrão; * Diferença significativa em relação ao SU ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

O fenômeno do déficit bilateral é referenciado como leve diminuição da ativação neural no recrutamento de unidades motoras, no desenvolvimento de trabalhos bilaterais, quando comparadas com a soma dos trabalhos unilaterais¹⁷. Nossos resultados demonstraram que após 12 meses de cirurgia ainda há diferença na carga do MO em relação ao MNO tanto para o movimento de extensão quanto na flexão dos joelhos. Também foi verificado déficit bilateral ao compararmos o SU com a carga obtida bilateralmente para 10RM em ambos os movimentos.

Corroborando nossos achados, Simão et al.¹¹, verificaram um déficit bilateral em membros inferiores na cadeira extensora, ao compararem a carga máxima na extensão de joelho uni e bilateral. No entanto, os autores não observaram déficit de força ao comparar os membros separadamente. Essa diferença entre os estudos pode ser justificada pela seleção da amostra, pois os indivíduos do estudo supracitado diferiam do atual pelo fato de não terem sido submetidos a qualquer tipo de cirurgia e dos voluntários apresentarem experiência em treinamento de força.

No estudo de Chaves et al.¹⁸, foram encontrados resultados similares para o déficit bilateral em relação às cargas máximas para o movimento de extensão de joelhos, porém não foram evidenciados resultados significativos para o surgimento do déficit bilateral no movimento de flexão de joelhos realizado na cadeira flexora. Nossos achados reportaram que os indivíduos que realizaram reconstrução do LCA com autoenxerto dos músculos flexores do joelho, além de apresentarem o déficit bilateral, também possuem uma redução da força máxima no MO.

Vandervoot et al.¹² observaram a existência do déficit bilateral em diferentes velocidades angulares, no movimento realizado na cadeira extensora, em indivíduos sem lesão. A influência da velocidade do movimento foi evidenciada pelos mesmos autores em outro estudo¹³, no qual foi verificada a existência do déficit bilateral na realização do movimento em alta velocidade, ao analisar o exercício supino horizontal em três diferentes situações: trabalho isométrico, de alta e baixa velocidade. Talvez, um fator determinante para o surgimento do déficit bilateral possa ser o controle da velocidade de execução aplicada durante o teste, embora este não tenha sido um ponto de controle no presente estudo, pois os indivíduos não tiveram qualquer tipo de orientação em relação à velocidade de movimento no teste de 10 RM.

Em contraposição, Simão et al.¹⁰ estudaram o déficit bilateral na carga máxima e na potência muscular máxima em um teste de 1RM, no movimento de flexão de cotovelo, sendo verificadas diferenças significativas apenas quando comparado o SU com as cargas obtidas bilateralmente relacionados à 1RM, não sendo evidenciadas diferenças significativas na comparação entre os membros. Não foram verificadas diferenças para a potência muscular, demonstrando não ocorrer o déficit bilateral em trabalhos com velocidades elevadas.

Outros estudos^{12,19,20}, abordando o déficit bilateral reportaram resultados controversos, provavelmente devido às distintas formas de medir o fenômeno em questão. Uma das causas prováveis dessas diferenças seria a forma de avaliação através da eletromiografia, devido à sua baixa sensibilidade de avaliação em certos grupamentos em função do volume das massas musculares²¹. Outro ponto relevante seria o método de avaliação da força através dos testes de repetição máxima. Alguns estudos que investigaram o comportamento do déficit bilateral foram conduzidos por testes de 1RM, ainda que se admita a importância desses testes em diversos contextos, em analogia às situações habituais de treinamento, o trabalho de força geralmente é realizado com um maior número de repetições. Nesse caso, uma faixa compreendendo de 8 a 12 repetições, normalmente, é utilizada tanto para indivíduos saudáveis quanto com problemas de saúde, o que justificaria de forma mais apropriada à realização do teste de 10RM^{19,22}.

A proposta deste estudo difere da maioria dos experimentos supracitados, devido ao fato de apresentar dados referentes à comparação do déficit bilateral em indivíduos que realizaram cirurgia de reconstrução de LCA e que não realizavam atividades físicas específicas de fortalecimento das musculaturas extensora e flexora, relatando abandono precoce do programa de reabilitação. Esse fato pode ter contribuído para as diferenças de força entre os membros encontradas nesse estudo. Dessa forma, a amostra selecionada pode ser uma das variáveis que justifica o déficit bilateral encontrado no movimento de flexão de joelhos e a diferença de força entre os membros, fato não reportado em estudos anteriores, realizados com indivíduos não operados¹⁸.

O déficit de força bilateral também pode estar relacionado ao nível de condicionamento do indivíduo. Monteiro e Simão²³ realizaram um estudo com teste 10RM em sujeitos fisicamente ativos e não verificaram déficit bilateral, da mesma forma, McCurdy et al.²⁴ também não verificaram déficit bilateral ao realizarem maior número de repetições quando submeteram dois grupos a oito semanas de treinamento, utilizando os exercícios de agachamento bilateral e unilateral, em séries de força e potência, quatro vezes por semana. Estes resultados indicaram que o treinamento sistematizado pode equilibrar a força de um membro em relação ao outro e os somatórios dos dois membros aos movimentos bilaterais, ou seja, a presença de déficit bilateral pode indicar ausência de sistematização do treinamento de força, sendo mais um elemento de controle da recuperação para indivíduos em situação pós-cirurgia e também, para verificação do equilíbrio da força muscular em indivíduos treinados.

Outros fatores como a capacidade de ativação neural, difusão dos impulsos entre os hemisférios cerebrais, estabilização postural, aprendizagem na coordenação, modulação aferente, redução da atividade do antagonista, motivação^{24,25}, grupos musculares avaliados, velocidade e os ângulos de movimento, número de repetições realizadas e diferentes métodos utilizados como forma de avaliação do fenômeno devem ser levados em consideração.

Um fator limitante que deve ser considerado para futuras análises é a captação dos sujeitos. No presente estudo, o protocolo estimava indivíduos com no mínimo 12 meses pós-cirúrgico, pois o contato com os sujeitos dependia muito do aval médico para a liberação do banco de dados clínicos, e o número de sujeitos ficou reduzido.

CONCLUSÃO

Como recomendação para reabilitação pós-cirurgia de reconstrução do LCA, sugerimos que o treinamento de força seja realizado de forma unilateral, visto que há déficit funcional do MO em relação ao MNO. Em termos práticos de prescrição do treinamento de força para indivíduos que não apresentam lesão, deve-se optar por uma estratégia bilateral, se este for realizado com cargas máximas e baixas velocidades, no entanto, atletas de potência podem ser beneficiados pelo trabalho unilateral, assim como indivíduos não operados que apresentem o fenômeno. Embora atividades bilaterais reduzam o déficit de força, o desempenho em exercícios unilaterais pode constituir-se em uma estratégia importante, no sentido de aumentar e equilibrar a força, especialmente, em situações de assimetria importante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lahav A, Burks RT. Evaluation of the failed ACL reconstruction. *Sports Med Arthrosc Rev* 2005;13(1):8-16.
2. Allen CR, Giffin JR, Harner CD. Revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthopedic Clin North Am* 2003;34:79-98.
3. Bach BR. Arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon autograft: five- to nine-year follow-up evaluation. *Am J Sports Med* 1998; 26:20-9.
4. Wetzler MJ, Bartolozzi AR, Gillespie MJ, Rubenstein DL, Ciccotti MG, Miller LS. Revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Operative Techniques Orthopedic* 1999;6(3):181-9.
5. Lemos JC. Exercícios proprioceptivos em lesões de joelho. *Fisioter Mov* 1992;5(1):53-60.
6. Barrick RL, Lund PJ, Skinner HB. Knee joint proprioception revisited. *J Sport Rehabil* 1994;3:18-42.
7. Johansson H, Sjolander P, Sojka P. Receptors in the knee joint ligaments and their role in the biomechanics of the joint. *Crit Rev Biomed Eng* 1991;18:341-68.
8. Shelbourne DK, Patel DV. Prevention of complications after autogenous bone patellar tendon – bone ACL reconstruction. *Instr Course Lect* 1996;45:253-62.
9. Fleck S, Kraemer W. Designing resistance training programs. Champaign: Human Kinetics; 1997.
10. Simão R, Monteiro W, Araújo CG. Potência muscular máxima na flexão do cotovelo uni e bilateral. *Rev Bras Med Esporte* 2001;7:157-62.

11. Simão R, Lemos A, Viveiros LE, Chaves C, Polito MD. Força muscular máxima na extensão de perna uni e bilateral. *Revista Brasileira Fisiologia do Exercício*. 2003;2:47-57.
12. Vandervoot AA, Sale DG, Moroz J. Comparison of motor unit activation during unilateral and bilateral leg extension. *J Appl Phys* 1984;56:46-51.
13. Vandervoot AA, Sale DG, Moroz JR. Strength velocity relation and fatigability of unilateral versus bilateral arm extension. *Eur J Appl Phy* 1987;56:201-5.
14. Shepard RJ. PAR-Q: Canadian home fitness test and exercise screening alternatives. *Sports Med* 1988;5:185-95.
15. Lemos A, Simão R, Polito M, Salles B, Rhea MR, Alexander J. The acute influence of two intensities of aerobic exercise on strength training performance in elderly women. *J Strength Cond Res* 2009; 23(4):1252-7.
16. Simão R, Farinatti PTV, Polito MD, Maior AS, Fleck SJ. Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercises. *J Strength Cond Res* 2005;19(1):152-6.
17. Gardiner PF. *Neuromuscular aspects of physical activity*. Champaign: Human Kinetics; 2001.
18. Chaves C, Guerra CPC, Moura SRG, Nicoli AIV, Félix I, Simão R. Déficit bilateral nos movimentos de flexão e extensão de perna e flexão de cotovelo. *Rev Bras Med Esporte* 2004;10:505-8.
19. Kraemer W, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, Dooly C, Feigenbaum MS, et al. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34:364-80.
20. Morrissey MC, Brewster C, Shields CL, Brown JM. The effects of electrical stimulation on the quadriceps during postoperative knee immobilization. *Am J Sports Med* 1985; 13(1):40-5.
21. Hiemstra LA, Webber S, Macdonald PB, Kriellaars DJ. Knee strength deficits after hamstring tendon and patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:1472-9.
22. Pollock ML, Franklin GJ, Balady GJ, Chaitman BL, Fleg, JL, Fletcher B, et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease. *Circulation* 2000;101:828-3.
23. Monteiro W, Simão R. Existe déficit Bilateral na realização de 10RM em exercícios de braços e pernas? *Rev Bras Med Esporte* 2006;12:115-8.
24. Mccurdy W, Langford GA, Doscher MW, Wiley LP, Mallard KG. The effects of short-term unilateral and bilateral lower body resistance training on measures of strength and power. *J Strength Cond Res* 2005;19:9-15.
25. Schantz PG, Moritani T, Karlson E, Johansson E, Lundh A. Maximal voluntary force of bilateral and unilateral leg extension. *Acta Phy Scand* 1989;136:185-92.

Endereço para correspondência

Ewertton de Souza Bezerra
Universidade Federal do Amazonas
Faculdade de Educação Física e
Fisioterapia
Av. General Rodrigo Octávio Jordão
Ramos, 3000,
Campus Universitário,
Setor Sul - Coroado I
CEP 69077-000 – Manaus, AM, Brasil.
E-mail: ewszbezerra@yahoo.com.br