

FORÇA DOS MÚSCULOS DO QUADRIL DE ATLETAS PÓS-RECONSTRUÇÃO DO LCA

STRENGTH OF ATHLETES' HIP MUSCLES AFTER ACL RECONSTRUCTION

FUERZA DE LOS MÚSCULOS DE LA CADERA EN ATLETAS DESPUÉS DE LA RECONSTRUCCIÓN DEL LCA



ORIGINAL ARTICLE
ARTIGO ORIGINAL
ARTÍCULO ORIGINAL

Maurício Correa Lima¹
(Fisioterapeuta)

Alberto de Carli² (Médico)

Pedro Henrique Perez da Costa²
(Médico)

João Paulo Cortez de Sant'Anna²
(Médico)

Angélica Castilho Alonso³
(Fisioterapeuta)

José Eduardo Pompeu²
(Fisioterapeuta)

Júlia Maria D'Andrea Greve²
(Médica)

1. Universidade Paulista (UNIP). São Paulo, SP, Brasil.

2. Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, SP, Brasil.

3. Universidade São Judas Tadeu (USJT). São Paulo, SP, Brasil.

Correspondência

Rua Antonio de Macedo, 505,
Parque São Jorge, São Paulo, SP, Brasil.
03087-010. mamau54@gmail.com

RESUMO

Introdução: As lesões do joelho são muito comuns na prática esportiva, dentre as quais se destaca a lesão do ligamento cruzado anterior (LCA) pela frequência e gravidade. **Objetivo:** Analisar a força muscular concêntrica de abdução e adução do quadril em atletas pós-reconstrução do LCA que completaram seu protocolo de reabilitação e foram liberados para o retorno à prática esportiva. O objetivo secundário foi comparar a força muscular isocinética de atletas profissionais e não profissionais após a reabilitação da reconstrução do LCA. **Métodos:** Foram avaliados 54 atletas, com média de idade $23,2 \pm 4,3$ anos, divididos em dois grupos: Grupo LCA ($n=27$) operados de lesão do LCA e Grupo Controle ($n=27$) não operados. Foi realizada a dinamometria isocinética dos abdutores e adutores do quadril em duas velocidades, 30 e 60°/seg. **Resultados:** Na avaliação de força e potência muscular dos abdutores do quadril houve maior atividade muscular do lado operado na velocidade de 60°/seg e menor na velocidade de 30°/seg na comparação com o lado não operado. **Conclusão:** A força dos músculos abdutores do quadril de atletas pós-reconstrução de LCA que finalizaram seu protocolo de reabilitação e que retornaram à prática esportiva apresentou valores de torque maiores do lado operado na velocidade de 60°/seg. Na velocidade de 30°/seg houve uma tendência do lado não operado apresentar maior força. Não foi identificada deficiência na força muscular isocinética dos músculos adutores do quadril. Além disso, não foi identificada diferença entre os membros operado e não operado dos subgrupos "atletas profissionais" e "atletas não profissionais".

Palavras-chave: avaliação, força muscular, quadril, traumatismos do joelho, ligamento cruzado anterior.

ABSTRACT

Introduction: Knee injuries are very common in sports, among which stands out the anterior cruciate ligament injury (ACL) by the frequency and severity. **Objective:** To analyze the concentric muscle strength of hip abduction and adduction in athletes after ACL reconstruction who finished their rehabilitation protocol and were allowed to return practicing sports. The secondary objective was to compare the isokinetic muscle strength of professional and non-professional athletes after rehabilitation of ACL reconstruction. **Methods:** Fifty-four athletes, with mean age 23.2 ± 4.3 years were evaluated, divided into two groups: ACL Group ($n=27$) operated from ACL injury and Control Group ($n=27$) not operated. Isokinetic dynamometry was carried out of hip abductors and adductors at two different speeds, 30 and 60°/second. **Results:** In the evaluation of muscle strength and power of hip abductors, the muscular activity in the operated side was higher at the speed of 60°/second and lower at the speed of 30°/second in comparison to the non-operated side. **Conclusion:** The strength of hip abductor muscles of athletes after ACL reconstruction who completed their rehabilitation protocol and who returned to sports showed higher torque values in the operated side at the speed of 60°/second. At the speed of 30°/second, there was a tendency of non-operated side showing greater strength. Deficiency in the isokinetic muscle strength was not identified in hip adductors muscles. Moreover, no difference has been identified between operated and non-operated members in subgroups "professional athletes" and "non-professional athletes".

Keywords: Evaluation, muscle strength, hip, knee injuries; anterior cruciate ligament.

RESUMEN

Introducción: Las lesiones de rodillas son muy comunes en los deportes, entre ellas se destaca la lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) por la frecuencia y gravedad. **Objetivo:** Analizar la fuerza muscular concéntrica de abducción y aducción de la cadera en atletas después de la reconstrucción de LCA, que completaron su protocolo de rehabilitación y fueron liberados para volver a practicar deportes. El objetivo secundario fue comparar la fuerza muscular isocinética de los deportistas profesionales y no profesionales en rehabilitación después de la reconstrucción del LCA. **Métodos:** Cincuenta y cuatro atletas, con edad promedio de $23,2 \pm 4,3$ años, fueron evaluados, divididos en dos grupos: Grupo LCA ($n=27$), operados de lesiones LCA y Grupo Control ($n=27$) no operados. Se realizó una dinamometría isocinética de los abductores y aductores de la cadera a dos velocidades, 30 y 60°/segundo. **Resultados:** En la evaluación de la fuerza y potencia muscular de los abductores de la cadera se mostró una mayor actividad muscular en el lado operado a la velocidad de 60°/segundo y menor a la velocidad de 30°/segundo en comparación con el lado no operado. **Conclusión:** La fuerza de los músculos abductores de la cadera en atletas después de la reconstrucción de LCA que completaron su protocolo de rehabilitación

y que regresaron a los deportes tuvo valores de torque superiores del lado operado a la velocidad de 60°/segundo. En la velocidad de 30°/segundo, hubo una tendencia del lado no operado a tener una mayor fuerza. No se identificó la deficiencia en la fuerza muscular isocinética de los músculos aductores de la cadera. Además, no se identificó diferencias entre los miembros operados y no operado entre los subgrupos "atletas profesionales" y "atletas no profesionales."

Palabras clave: Evaluación, fuerza muscular, cadera, traumatismos de la rodilla, ligamento cruzado anterior.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1517-869220152106151257>

Artigo recebido em 25/06/2015 aprovado em 11/08/2015.

INTRODUÇÃO

A ruptura do ligamento cruzado anterior (LCA), lesão comum na prática esportiva¹, pode causar alterações biomecânicas e diminuição da aferência proprioceptiva e com isso afetar as funções neuromusculares da articulação do joelho^{2,3}. Estudos recentes sugerem que a deficiência do controle neuromuscular do quadril pode ser considerada um fator de risco nas lesões do LCA sem contato físico direto, e frequentemente se manifesta como um colapso medial do joelho (valgo dinâmico do joelho) nas atividades que envolvem a articulação do quadril e a flexão do joelho^{4,5}. A fraqueza dos músculos abdutores está relacionada com a diminuição do controle proximal do quadril, causando prejuízo na função do joelho, sugerindo que existe uma relação entre a força abduzora do quadril e algumas lesões crônicas do joelho^{4,5}. Os músculos abdutores do quadril têm um papel sinérgico importante durante a ação neuromuscular proprioceptiva do joelho⁶. Identificar deficiências na força destes músculos pode contribuir para o processo de reabilitação após as lesões do LCA, assim como proporcionar o retorno aos esportes com mais segurança. Estudos têm mostrado que mesmo após a finalização da reabilitação atletas que são liberados para o retorno da prática esportiva podem apresentar fraqueza residual do músculo quadríceps. No entanto, não há estudos que analisaram a força muscular do quadril após o processo de reabilitação⁷. Deste modo, o objetivo principal deste estudo foi analisar a força muscular concêntrica de abdução e adução do quadril em atletas pós-reconstrução do LCA que completaram seu protocolo de reabilitação e foram liberados para o retorno à prática esportiva. O objetivo secundário foi comparar a força muscular isocinética de atletas profissionais e não profissionais após a reabilitação da reconstrução do LCA.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal observacional controlado sem intervenção terapêutica. Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa – CAPPesq do HCFMUSP sob o número 0702/11. Após cálculo amostral, o estudo contou com a participação de 54 indivíduos do sexo masculino com idades entre 18 e 42 anos, divididos em dois grupos: grupo LCA com sujeitos operados entre 6 e 18 meses (n=27) e grupo Controle (n=27) com sujeitos sem história de lesões nos membros inferiores.

Foram incluídos no estudo atletas de esportes variados com prática semanal de pelo menos duas vezes por semana, recreacional, amadora ou profissional. Indivíduos com história de outras cirurgias e lesões nos membros inferiores foram excluídos.

Os testes foram realizados no Laboratório de Estudo do Movimento (LEM), no IOT – Instituto de Ortopedia e Traumatologia do HCFMUSP, São Paulo, SP, Brasil. Após concordância de participação e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, os sujeitos foram submetidos a uma anamnese e coleta de dados antropométricos, em seguida passaram por uma avaliação realizada no dinamômetro isocinético modelo Biodex® Multi-Joint System 3 (Biodex Medical Systems Inc., Shirley, NY, USA).

Antes da realização do teste isocinético os voluntários foram encaminhados para um exercício de aquecimento de cinco minutos realizado na bicicleta ergométrica, com velocidade a contento, sem carga. Os testes

foram iniciados pelo lado não operado no grupo LCA e no lado dominante no grupo Controle. Os voluntários foram posicionados em decúbito lateral com estabilização por cintas na região proximal da coxa do lado testado e no terço proximal da perna não testada. Os voluntários foram instruídos também a entrelaçar o membro superior no apoio para cabeça da cadeira do equipamento para maior estabilidade durante a execução do teste

Durante a execução do teste foi realizado um encorajamento verbal padronizado e constante para que os voluntários realizassem os movimentos com o máximo de força possível nas contrações. Foram feitas duas séries de quatro repetições nas velocidades angulares de 30° e 60° por segundo, com intervalo de 60 seg entre cada série. Foram analisados os parâmetros pico de torque ajustado pela massa corporal e trabalho total.

Análise Estatística

Para caracterização dos dados pessoais e antropométricos da amostra foi utilizada a estatística descritiva (média e desvio-padrão). Foi aplicado o teste *t* de Student para verificação da homogeneidade. Para a avaliação dos resultados, foi realizada a verificação da normalidade dos dados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Nas comparações entre o lado operado e não operado do Grupo LCA e entre o lado dominante e não dominante foi aplicado o teste *t* para amostras relacionadas. Foi realizada a análise de subgrupos na qual foram comparados os grupos atletas profissionais e não profissionais por meio do teste de Wilcoxon. Foram consideradas significativas as diferenças de 5% ($p < 0,05$). Os dados foram analisados pelo software BioEstat® 5.0.

RESULTADOS

Foram avaliados 54 indivíduos com média de idade de $23,2 \pm 4,3$ anos divididos em dois grupos: Grupo LCA (n= 27) e Grupo Controle (n=27).

Não houve diferença estatisticamente significativa nas medidas antropométricas e na frequência de atividade física semanal entre os dois grupos após a aplicação do teste *t* de Student. Os dados da amostra estão descritos na tabela 1.

O pico de torque ajustado pela massa corporal nos abdutores do quadril na velocidade de 60°/s foi maior do lado operado em relação ao não operado no grupo LCA (tabela 2).

O trabalho total dos abdutores do quadril foi maior do lado dominante no grupo Controle (tabela 3).

Não houve diferença entre os subgrupos "atletas profissionais" e "atletas não profissionais" (tabela 4).

Tabela 1. Dados da amostra.

| Variáveis | Grupo | |
|--|----------------|---------------------|
| | LCA Média (DP) | Controle Média (DP) |
| Idade (anos) | 25,6 (5,8) | 23,7 (4,3) |
| Massa corporal (Kg) | 78,6 (16,4) | 79,3 (14,2) |
| Estatura (m) | 1,74 (0,06) | 1,75 (0,07) |
| IMC (kg/m ²) | 25,6 (4,4) | 25,6 (3,4) |
| Frequência de atividade física (x/sem) | 3,9 (1,7) | 3,5 (1,4) |
| Tempo de pós-operatório (meses) | 9,6 (3,8) | ---- |

Teste *t* de Student ($p > 0,05$).

Tabela 2. Comparação dos parâmetros da dinamometria isocinética: pico de torque ajustado pela massa corporal (PT/BW) e trabalho total (TT) dos abdutores e adutores do quadril entre o lado operado e não operado no grupo LCA (média e desvio padrão) nas velocidades de 30° e 60°/seg.

| Velocidade | Grupo muscular | Variáveis | Lado operado | Lado não operado | p-valor |
|------------|----------------|-----------|--------------|------------------|---------|
| 30°/s | Abdutores | PT/BW (%) | 170,2(47,7) | 177,4(51,8) | 0,08 |
| | | TT(J) | 215,9(61,4) | 226,1(70) | 0,11 |
| 30°/s | Adutores | PT/BW (%) | 179,7(119,6) | 162,6(70,8) | 0,12 |
| | | TT(J) | 167,4(74,9) | 159,2(74) | 0,15 |
| 60°/s | Abdutores | PT/BW (%) | 160,3(44,7) | 152,9(45,1) | 0,04* |
| | | TT(J) | 205(67,8) | 211,5(78,9) | 0,19 |
| 60°/s | Adutores | PT/BW (%) | 168,7(88) | 166,1(72,1) | 0,38 |
| | | TT(J) | 172,0(87,5) | 174,1(89,9) | 0,41 |

Teste t amostras relacionadas *p<0,05. PT/BW- pico de torque ajustado pela massa corporal; TT- trabalho total; J=joules.

Tabela 3. Comparação dos parâmetros da dinamometria isocinética: pico de torque ajustado pela massa corporal (PT/BW) e trabalho total (TT) dos abdutores e adutores do quadril entre os lados dominante e não dominante do grupo controle (média e desvio padrão) nas velocidades de 30° e 60°/segundo.

| Velocidade | Grupo muscular | Variáveis | Lado dominante | Lado não dominante | p-valor |
|------------|----------------|--------------|----------------|--------------------|----------|
| 1. 30°/s | 2. Abdutores | 3. PT/BW (%) | 4. 168(39,9) | 5. 159,2(31,3) | 6. 0,10 |
| | | 7. TT(J) | 8. 214,3(51,6) | 9. 204,6(49,4) | 10.0,10 |
| 11.30°/s | 12.Abdutores | 13.PT/BW (%) | 14.138,1(60,6) | 15.148,8(63,6) | 16.0,16 |
| | | 17.TT(J) | 18.147,8(75,9) | 19.149,9(64,3) | 20.0,39 |
| 21.60°/s | 22.Abdutores | 23.PT/BW (%) | 24.147,2(31,4) | 25.142,8(28,3) | 26.0,17 |
| | | 27.TT(J) | 28.200,7(47,6) | 29.187,2(49,3) | 30.0,03* |
| 31.60°/s | 32.Adutores | 33.PT/BW (%) | 34.131,4(59,3) | 35.137,6(49,8) | 36.0,19 |
| | | 37.TT(J) | 38.141,6(88,4) | 39.146,7(76,1) | 40.0,25 |

Teste t amostras relacionada *p<0,05. /BW- pico de torque ajustado pela massa corporal; TT- trabalho total.

Tabela 4. Comparação entre os membros operados e não operado dos subgrupos "atletas profissionais" e "atletas não profissionais".

| Variáveis | | 30°/s | | | | 60°/s | | | |
|-------------------------|-------------|---------------------|--------|--------------------|--------|---------------------|--------|--------------------|--------|
| | | Abdutores (mediana) | | Adutores (mediana) | | Abdutores (mediana) | | Adutores (mediana) | |
| Atletas | Membro | PT/BW (%) | TT (J) | PT/BW (%) | TT (J) | PT/BW (%) | TT (J) | PT/BW (%) | TT (J) |
| Profissionais N= 7 | Operado | 193.8 | 226.0 | 182.2 | 223.8 | 182.4 | 225.0 | 214.2 | 227.9 |
| | Não Operado | 203.3 | 237.2 | 188.6 | 176.4 | 154.7 | 231.6 | 208.6 | 192.7 |
| Não Profissionais N= 20 | Operado | 156.1 | 204.75 | 136.95 | 140.55 | 158.7 | 205.0 | 142.35 | 144.35 |
| | Não Operado | 171.1 | 219.90 | 155.05 | 162.15 | 148.8 | 210.2 | 183.95 | 163.80 |

Teste de Wilcoxon; P>0,05. PT/BW- pico de torque ajustado pela massa corporal; TT- trabalho total.

DISCUSSÃO

A relação entre equilíbrio muscular e risco de lesão nos membros inferiores não está totalmente esclarecida⁸ e dos poucos estudos publicados, os resultados são controversos e conflitantes.

Este estudo analisou sujeitos operados por ruptura do LCA entre seis e 18 meses. Como o tempo de pós-operatório poderia ser um fator de interferência nos resultados, o Grupo LCA foi subdividido em pacientes com até oito meses de operado e pacientes com mais de oito meses de operado. O período de oito meses foi escolhido, porque na média, é o tempo de volta às práticas esportivas e de alta do programa de reabilitação. Como não houve interferência do tempo de pós-operatório nos resultados do teste, as análises foram feitas no grupo todo.

Os músculos abdutores do quadril na velocidade de 60°/segundo tiveram valores de torque maiores do lado operado (p=0,04) e na velocidade de 30°/seg houve uma tendência do lado não operado ser mais forte, porém este último resultado não foi estatisticamente significativo. Estes dados, aparentemente divergentes, mostram que na velocidade de 30°/seg, onde a aptidão força é o parâmetro avaliado, o lado operado está mais fraco, e na maior velocidade possivelmente pelo tipo de treinamento realizado, o lado operado conseguiu se mostrar mais forte. O movimento de adução e abdução no dinamômetro isocinético é difícil de ser executado e nas velocidades maiores, com maior explosão e a associação de movimentos compensatórios pode explicar este torque maior do lado operado.

Garrison et al.⁹ mostraram que a reabilitação com a inclusão de treinamento específico dos músculos abdutores do quadril após a reconstrução do LCA pode melhorar o desempenho de um teste de equilíbrio dinâmico aplicado após 12 semanas de treinamento. O presente estudo não avaliou o equilíbrio dos atletas, no entanto, a assimetria de força dos músculos abdutores de quadril encontrada na avaliação isocinética entre o lado não operado e o operado poderia influenciar o controle postural e favorecer a recidiva da lesão.

Karanikas et al.⁷, em estudo de revisão, referem que há redução da força muscular dos extensores do joelho em indivíduos com lesão nos membros inferiores e que após uma cirurgia de LCA, as mudanças na força muscular podem afetar a marcha e corrida, mas que não existem evidências claras sobre o quanto estas alterações dependem dos programas de reabilitação e do tempo de pós-operatório. Neste estudo, na velocidade de 60°/segundo, o pico de torque ajustado pela massa corporal foi significativamente maior do lado operado, sugerindo que pode ter havido maior ênfase terapêutica no lado comprometido em detrimento do lado não operado. Em relação ao tempo pós-operatório, agrupando os operados em até 8 meses e mais de 8 meses de cirurgia, os resultados mostraram que não houve diferenças em relação ao tempo de pós-operatório.

No grupo controle, o trabalho total dos abdutores do quadril foi maior no lado dominante conforme o esperado, já que o lado dominante em indivíduos saudáveis tende a ser mais forte e todos os indivíduos examinados praticam esportes tidos como "unilaterais".

As velocidades de 30° e 60°/seg foram usadas neste estudo, para que se pudesse avaliar a força e potência muscular. Filippin et al.¹⁰ referem que as velocidades de 30°/seg e 90°/segundo geram resultados reprodutíveis e Lourencin et al.¹¹ afirmar que os testes de quadril nas velocidades mais baixas são mais adequados, pois geram maior torque e tem menor coeficiente de variabilidade.

Brent et al.¹² sugerem que força dos músculos abdutores do quadril em atletas deve ser medida posição ortostática, por ser mais funcional e mais sensível para a determinação do potencial de risco de lesão de ligamento cruzado anterior e usaram a velocidade de 120°/seg por ser mais confortável na posição bípede. O teste do presente estudo foi realizado em decúbito lateral que promove melhor estabilização dos segmentos corporais, mas deve usar velocidades menores (posição e braço de alavanca maior) para se ter melhores resultados e menor variabilidade^{10,11}. Ainda no sentido de reduzir a variabilidade da amostra em decorrência da idade, o presente estudo limitou a faixa etária e gênero dos participantes, recrutando somente indivíduos jovens do gênero masculino^{13,14}.

O pico de torque ajustado pela massa corporal demonstrou maiores valores no lado operado com exceção da abdução a 30°/seg. Já o trabalho total foi superior no lado não-operado, com exceção da adução a 30°/seg. Estas diferenças podem ser explicadas, em parte, pela variabilidade da execução nas repetições do teste. Em relação aos valores observados nos testes, neste estudo foram obtidos valores de pico de torque inferiores ao estudo de Fonseca et al.¹⁵, que avaliaram atletas profissionais de futebol sem história de lesão.

A maior variabilidade da condição muscular do quadril, dependendo da constituição física individual de cada sujeito, do tipo de esporte praticado, treinamento realizado e dominância e mesmo o tipo de teste e posição pode justificar os resultados obtidos. Como são pacientes operados, mas já, de volta às atividades esportivas e de alta do programa de reabilitação e em distintas condições funcionais, as perdas musculares não foram evidentes, assim como o instrumento de avaliação foi menos sensível para medir as diferenças.

Na análise de subgrupos, não foi identificada diferença entre os membros operado e não operado dos "Atletas Profissionais" e "Atletas Não Profissionais". Estes resultados sugerem que o fato do indivíduo ser ou não profissional não interfere na força dos músculos do quadril e que tanto atletas profissionais quanto não profissionais atingiram equilíbrio de força entre os membros operado e não operado após a reabilitação.

Os resultados do presente estudo sugerem a necessidade de se avaliar a função dos músculos do joelho e quadril, principalmente aqueles com função bi articular por meio da dinamometria isocinética.

Este estudo apresenta como limitações a posição adotada para a execução do teste isocinético do quadril, já que o decúbito lateral pode favorecer compensações contralaterais durante o teste. Outra limitação foi o tempo de pós-operatório, pois os atletas incluídos no estudo completaram seus respectivos protocolos de reabilitação e, conseqüentemente, as possíveis assimetrias e deficiências de força muscular podem ter sido sanadas neste processo. Além disso, o nível

de atividade física dos participantes variou em termos de intensidade, frequência e modalidade, o que pode ter influenciado nossos resultados. Outra limitação do presente estudo foi a não avaliação da força do músculo quadríceps, já que estudos prévios demonstraram que este músculo pode apresentar fraqueza residual após a reabilitação.

CONCLUSÃO

A força dos músculos abdutores do quadril de atletas pós-reconstrução de LCA que finalizaram seu protocolo de reabilitação e que retornaram à prática esportiva apresentaram valores de torque maiores do lado operado na velocidade de 60°/seg. Na velocidade de 30°/seg houve uma tendência do lado não operado apresentar maior força. Não foi identificada deficiência na força muscular isocinética dos músculos adutores do quadril. Além disso, não foi identificada diferença entre os membros operados e não operado dos subgrupos "atletas profissionais" e "atletas não profissionais".

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio dado a este.

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

REFERÊNCIAS

1. Rocha ID, Moraes TMS, Rezende UM, Pécora JR. Avaliação da evolução de lesões associadas à lesão do ligamento cruzado anterior. *Acta Ortop Bras.* 2007;15(2):105-8.
2. Moraiti CO, Stergiou N, Vasiliadis HS, Moutsis E, Georgoulis A. Anterior cruciate ligament reconstruction results in alterations in gait variability. *Gait Posture.* 2010;32(2):169-75.
3. Valeriani M, Restuccia D, Di Lazzaro V, Franceschi F, Fabbriciani C, Tonali P. Clinical and neurophysiological abnormalities before and after reconstruction of the anterior cruciate ligament of the knee. *Acta Neurol Scand.* 1999;99(5):303-7.
4. Lim BO, Lee YS, Kim JG, An KO, Yoo J, Kwon YH. Effects of sports injury prevention training on the biomechanical risk factors of anterior cruciate ligament injury in high school female basketball players. *Am J Sports Med.* 2009;37(9):1728-34.
5. Ekegren CL, Miller WC, Celebrini RG, Eng JJ, Macintyre DL. Reliability and validity of observational risk screening in evaluating dynamic knee valgus. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39(9):665-74.
6. Jacobs CA, Uhl TL, Mattacola CG, Shapiro R, Rayens WS. Hip abductor function and lower extremity landing kinematics: sex differences. *J Athl Train.* 2007;42(1):76-83.
7. Karanikas K, Arampatzis A, Brüggemann GP. Motor task and muscle strength followed different adaptation patterns after anterior cruciate ligament reconstruction. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2009;45(1):37-45.
8. Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, Underwood FB. Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36(12):911-9.
9. Garrison JC, Bothwell J, Cohen K, Conway J. Effects of hip strengthening on early outcomes following anterior cruciate ligament reconstruction. *Int J Sports Phys Ther.* 2014;9(2):157-67.
10. Filippin NT, Vieira WHB, Lobo da Costa, PH. Repetibilidade de medidas isocinéticas dos músculos adutores e abdutores do quadril. *Rev Bras Educ Fis Esporte.* 2006;20(2):131-9.
11. Lourencin FTC, Macedo OG, Scarpellini ES, Greve JMD. Avaliação dos grupos musculares adutores e abdutores do quadril por meio da dinamometria isocinética. *Acta Fisiatr.* 2012;19(1):16-20.
12. Brent JL, Myer GD, Ford KR, Paterno MV, Hewett TE. The effect of sex and age on isokinetic hip-abduction torques. *J Sport Rehabil.* 2013;22(1):41-6.
13. Johnson ME, Mille ML, Martinez KM, Crombie G, Rogers MW. Age-related changes in hip abductor and adductor joint torques. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(4):593-7.
14. Sugimoto D, Mattacola CG, Mullineaux DR, Palmer TG, Hewett TE. Comparison of isokinetic hip abduction and adduction peak torques and ratio between sexes. *Clin J Sport Med.* 2014;24(5):422-8.
15. Fonseca ST, Ocarino JM, Silva LP, Bricio RS, Costa CA, Wanner LL. Caracterização da performance muscular em atletas profissionais de futebol. *Rev Bras Med Esporte.* 2007;13(3):143-7.