

# Estudo anatômico das duas bandas do ligamento cruzado anterior com o joelho em 90° de flexão

## *Anatomic study of the double-bundle of the anterior cruciate ligament with the knee in 90° flexion*

EDMAR STIEVEN-FILHO<sup>1</sup>; EDUARDO TOSTA GARSCHAGEN<sup>2</sup>; MARIO NAMBA<sup>3</sup>; JOÃO LUIZ VIEIRA DA SILVA<sup>3</sup>; OSVALDO MALAFAIA, ECBC-PR<sup>4</sup>; LUIZ ANTÔNIO MUNHOZ DA CUNHA<sup>5</sup>

### R E S U M O

**Objetivo:** Avaliar anatomicamente a origem femoral e inserção tibial das bandas ântero-medial e pósterio-lateral do ligamento cruzado anterior. **Métodos:** Estudados oito joelhos de cadáveres, foram feitas as seguintes medidas no fêmur: distância do centro da banda ântero-medial à cartilagem profunda e a ao teto. Ainda no fêmur, do centro da banda pósterio-lateral à cartilagem profunda, a cartilagem inferior e à cartilagem superficial. Na tíbia, foi aferido do bordo ósseo tibial anterior à região anterior da banda ântero-medial, ao centro da banda ântero-medial e ao centro da banda pósterio-lateral. Também foi medido o centro da banda pósterio-lateral ao bordo ósseo posterior da tíbia e o comprimento ântero-posterior total da inserção tibial do ligamento cruzado anterior. **Resultados:** No fêmur, a distância do centro da banda ântero-medial à cartilagem profunda foi de  $6,3 \pm 1,4$ mm e ao teto  $11,2 \pm 2$ mm. Ainda no fêmur, a medida do centro da banda pósterio-lateral à cartilagem profunda  $9 \pm 4$ mm, à cartilagem superficial  $7,6 \pm 1,8$ mm e a cartilagem inferior  $4,2 \pm 0,9$ mm. Na tíbia, a distância do bordo ósseo tibial anterior à região anterior da banda ântero-medial foi de  $11,9 \pm 2,8$ mm, ao centro da banda ântero-medial  $18,8 \pm 2,6$ mm e ao centro da banda pósterio-lateral  $26,5 \pm 2,3$ mm. A medida do centro da banda pósterio-lateral ao bordo ósseo posterior da tíbia foi  $19,6 \pm 4$ mm e o comprimento ântero-posterior total da inserção tibial do ligamento cruzado anterior  $19,4 \pm 1,8$ mm. **Conclusão:** O centro da inserção tibial da banda ântero-medial encontra-se a aproximadamente 20mm da extremidade anterior da tíbia, enquanto o centro da pósterio-lateral se encontra a 30mm. A distância entre o centro da origem da banda ântero-medial até a cartilagem profunda é 6mm e da pósterio-lateral 10mm.

**Descritores:** Anatomia. Ligamento cruzado anterior. Articulação do joelho. Traumatismos dos tendões. Cadáver.

### INTRODUÇÃO

A incidência de reconstruções do ligamento cruzado anterior (LCA) é de 100.000 casos por ano nos Estados Unidos da América<sup>1</sup>. A cada ano aumentam os casos de lesões devido ao crescente aumento de praticantes de atividades esportivas<sup>2-4</sup>.

As técnicas de reconstrução, com foco no reparo da banda ântero-medial, estão bem sedimentadas, apresentando bons resultados, inclusive no que diz respeito ao retorno às atividades físicas de alto rendimento<sup>5,6</sup>.

Apesar da reconstrução com banda única estar difundida, o LCA é formado por duas bandas: a ântero-medial (AM) e a pósterio-lateral (PL). Os defensores da reconstrução de ambas as bandas alegam que na reconstrução convencional há instabilidade residual, que ocasiona alterações degenerativas<sup>7-12</sup>. Baseados no fato de que a reconstrução do LCA não é eficaz em impedir a evolução para artrose no joelho operado, questiona-se a capacidade

da reconstrução convencional da banda AM ser competente para manter a articulação saudável, principalmente em mulheres<sup>13-15</sup>.

Um dos quesitos mais discutidos na técnica cirúrgica de reconstrução é o posicionamento dos túneis. Os trabalhos de anatomia descrevem LCA em posição anatômica<sup>16</sup> (extensão) e a posição cirúrgica é em 90° de flexão<sup>17</sup>. Isso dificulta a interpretação da anatomia pelo cirurgião no momento da operação.

No estudo clássico de Girgis<sup>16</sup> foi mostrado que existe alteração da relação anatômica do LCA com o movimento de flexão; porém ele foi analisado como uma estrutura única, sem levar em consideração as suas duas bandas. A nomenclatura tradicional proximal/distal e anterior/posterior não é de fácil aplicação com o joelho a 90°, para facilitar a descrição anatômica foi proposta uma nomenclatura específica para análise do joelho a 90° de flexão. A nova nomenclatura propõe que, quando o joelho estiver a 90°, as relações anatômicas

Trabalho realizado no Departamento de Anatomia do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba, PR, Brasil. 1. Médico Voluntário da UFPR -PR-BR; 2. Pós-Graduando de Traumatologia Esportiva da UFPR-PR-BR; 3. Médico da UFPR- PR-BR; 4. Professor Titular do Departamento de Cirurgia da UFPR; 5. Professor Titular da Disciplina de Ortopedia da UFPR-PR-BR.

devem ser denominadas superficial/profundo e superior/inferior<sup>17</sup>.

Isso se aplica ao fêmur, já que no caso da tibia não há alteração de relação anatômica nas duas situações.

O objetivo deste trabalho é avaliar as relações anatômicas macroscópicas das duas bandas do LCA na sua origem femoral em posição cirúrgica e na inserção tibial.

## MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Setor de Ciências Biológicas da UFPR, no Departamento de Anatomia. Vinte joelhos de cadáveres diferentes foram dissecados com o intuito de se estudar a anatomia, em posição cirúrgica, de acordo com a nova nomenclatura<sup>17</sup> (Figura 1 A e B), e realizar medições das estruturas e relações anatômicas do LCA na sua origem femoral e inserção tibial, .

Como critério de inclusão, usaram-se somente joelhos de cadáveres com os dois ligamentos cruzados (anterior e posterior) íntegros, sem artrotomia prévia. Oito joelhos preencheram os critérios. A dissecação foi por acesso anterior parapatelar medial até a exposição adequada dos ligamentos cruzados<sup>18</sup>. Todos os joelhos estavam conservados em formol (Figura 2).

Para aferição das medidas, foram utilizadas agulhas 40x12mm na marcação dos pontos específicos e paquímetro metálico. O estudo foi realizado com o joelho em flexão de 90°. graus para aferição dos dados femorais.

As seguintes medidas foram realizadas no fêmur (Figura 3): 1) centro da banda ântero-medial à cartilagem profunda (AM-CP); 2) centro da banda ântero-medial ao teto do intercôndilo (AM-teto); 3) centro da banda póstero-lateral à cartilagem profunda (PL-CP); 4) centro da banda póstero-lateral à cartilagem superficial (PL-CS); e 5) centro da banda póstero-lateral à cartilagem inferior (PL-CI).

As seguintes medidas foram realizadas na tibia (Figura 4): 1) distância da região anterior à porção anterior da banda ântero-medial (AT-AM-A); 2) distância da região anterior ao centro da banda ântero-medial (AT-AM); 3) distância da região anterior ao centro de banda póstero-lateral (AT-PL); 4) distância da região posterior ao centro da banda póstero-lateral (PL-PT); e 5) diâmetro ântero-posterior (AP) do LCA.

## RESULTADOS

As medidas, médias e desvios-padrão da origem femoral das duas bandas do LCA encontram-se na tabela 1 e da tibia na tabela 2.

No fêmur as medidas foram: ântero-medial à cartilagem profunda  $6,3 \pm 1,4$ mm; AM-teto  $11,2 \pm 2$ mm; PL-CP  $9 \pm 4$ mm; PL-CI  $4,2 \pm 0,9$ mm; PL-CS  $7,6 \pm 1,8$ mm. Na tibia foram: AT-AM-A  $11,9 \pm 2,8$ mm; AT-AM  $18,8 \pm 2,6$ mm; AT-PL  $26,5 \pm 2,3$ mm; PL-PT  $19,6 \pm 4$ mm; AP  $19,4 \pm 1,8$ mm.

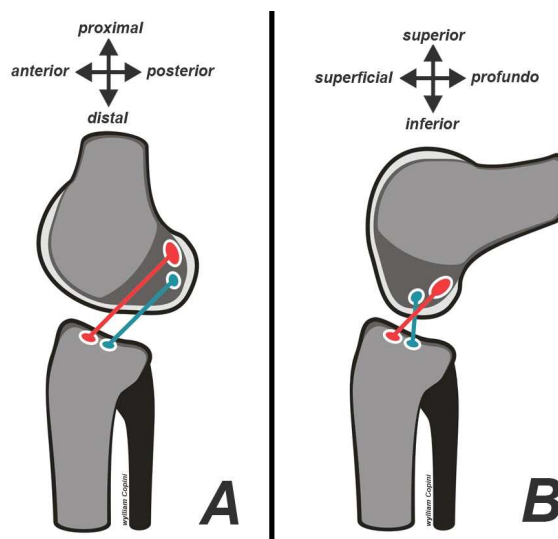


Figura 1 - A) posição anatômica e descrição anatômica; B) posição cirúrgica e descrição proposta por Zantop<sup>17</sup>.

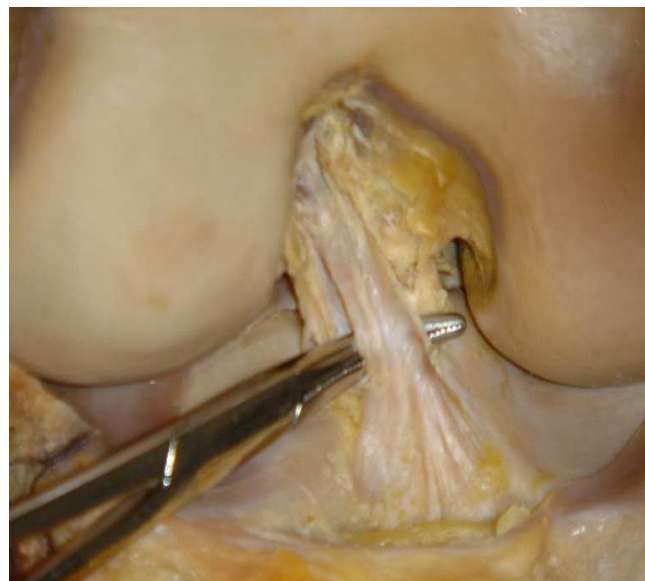


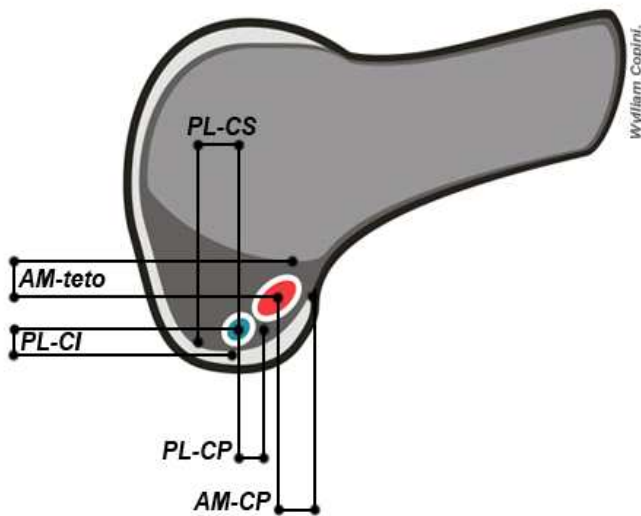
Figura 2 - As duas bandas do LCA quando adequado para avaliação anatômica.

## DISCUSSÃO

O restabelecimento mais próximo da anatomia normal do joelho, com o posicionamento dos túneis na posição mais anatômica possível, é de fundamental importância para o sucesso da reconstrução do LCA<sup>19-23</sup>.

A maioria dos artigos estuda a anatomia do LCA como um todo, não analisando as bandas separadamente, constituindo assim um fator limitante no estudo do posicionamento dos túneis na reconstrução com dupla banda.

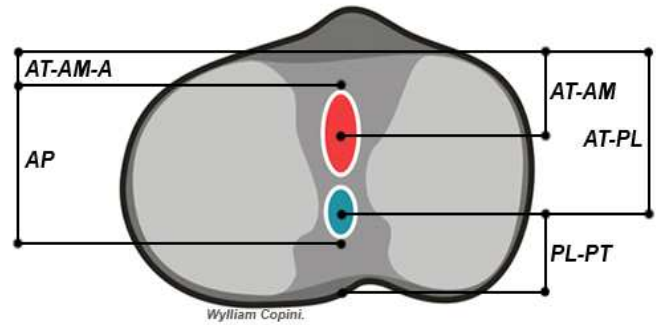
Não foi encontrada nenhuma descrição anatômica com o fêmur a 90° de flexão, que é a posição cirúrgica e não anatômica. Apesar da análise anatômica



**Figura 3 -** Referências para as medições do fêmur: 1) centro da banda ântero-medial à cartilagem profunda (AM-CP); 2) centro da banda ântero-medial ao teto do intercôndilo (AM-teto); 3) centro da banda póstero-lateral à cartilagem profunda (PL-CP); 4) centro da banda póstero-lateral à cartilagem superficial (PL-CS); e 5) centro da banda póstero-lateral à cartilagem inferior (PL-CI).

do joelho flexionado não ter influência direta nas medidas, ela facilita a interpretação cirúrgica dos dados.

A distância entre o centro da origem femoral da banda PL até a cartilagem inferior foi de  $4,2 \pm 0,9$ mm. Petersen *et al.*<sup>24</sup> encontrou o valor de 4 a 5mm. O que mostra que a origem da banda PL quase toca a cartilagem articular.



**Figura 4 -** Referências para as medições da tíbia: 1) distância da região anterior à porção anterior da banda ântero-medial (AT-AM-A); 2) distância da região anterior ao centro da banda ântero-medial (AT-AM); 3) distância da região anterior ao centro de banda póstero-lateral (AT-PL); 4) distância da região posterior ao centro da banda póstero-lateral (PL-PT); e 5) diâmetro antero-posterior (AP) do LCA.

Em relação à medida da distância entre o centro da origem banda PL até a região da cartilagem profunda femoral obteve-se  $9 \pm 4$ mm. Yasuda *et al.*<sup>25</sup> relataram valores de 5 a 8mm para essa medida. Esses números ajudam a ter um parâmetro de localização da origem desta banda no joelho. Sabe-se que a banda PL é mais superficial que a AM, pois a distância da banda AM da cartilagem profunda foi de  $6,3 \pm 1,4$ mm.

Outro parâmetro medido foi a distância da cartilagem superficial ao centro da banda PL e encontrou-se  $7,6 \pm 1,8$ mm. Não há na literatura valores para comparar com a aferição desta medida. Em uma visão artroscópica esses números significam que a borda superficial do LCA tocava uma linha imaginária que cortasse o côndilo ao meio.

**Tabela 1 -** Medidas anatômicas da origem femoral do LCA (mm).

	AM - CP	AM - teto	PL - CP	PL - CS	PL - CI
Média	6,3	11,2	9	7,6	4,2
Desvio-padrão	1,4	2	4	1,8	0,9

Legenda: AM-CP - centro da banda ântero-medial à cartilagem profunda, AM-teto - centro da banda ântero-medial ao teto do intercôndilo, PL-CP - centro da banda póstero-lateral à cartilagem profunda, PL-CS - centro da banda póstero-lateral à cartilagem superficial, PL-CI - centro da banda póstero-lateral à cartilagem inferior do fêmur.

**Tabela 2 -** Medidas anatômicas da inserção femoral do LCA (mm).

	AT-AM-A	AT-AM	AT-PL	PL-PT	AP
Média	11,9	18,8	26,5	19,6	19,4
Desvio-padrão	2,8	2,6	2,3	4,1	1,8

Legenda: AT-AM-A - anterior da tíbia à anterior da banda ântero-medial, AT-AM - anterior da tíbia ao centro da banda ântero-medial, AT-PL - anterior da tíbia ao centro de banda póstero-lateral, PL-PT - centro da banda póstero-lateral à posterior da tíbia, AP - diâmetro antero-posterior

A visualização anatômica do LCA na tíbia não sofre alteração da sua posição cirúrgica para a clássica posição anatômica; por isso que se diz que o nome das bandas do LCA se dá pela sua posição tibial. Porém, isso é apenas um meio de evitar confusão na interpretação da anatomia cirúrgica e não corresponde à realidade.

De acordo com Petersen *et al.*<sup>24</sup>, a inserção do LCA começa 10 a 14mm atrás da borda anterior da tíbia e o diâmetro no plano sagital do ligamento varia de 15 a 19mm. Esses números têm relevância clínica na reconstrução com dupla banda, pois na realização do duplo túnel tibial, é fundamental que o tamanho dos túneis seja adaptado ao tamanho do joelho. Joelhos pequenos exigem brocas de perfuração mais delicadas, para evitar comunicação entre os túneis, preservando uma ponte óssea entre eles. Neste trabalho a distância da região anterior da tíbia à porção anterior da banda AM foi de 11,9 ±3mm, semelhante ao encontrado por Petersen *et al.*<sup>24</sup>, enquanto que o diâmetro ântero-posterior foi de 19,4 ±2mm, maior que o encontrado pelo trabalho comparado.

A distância obtida do centro da banda AM à região anterior da tíbia é um dado importante, pois pode

ser usado como parâmetro da reconstrução convencional do LCA; sabe-se que o erro desta posição para anterior pode trazer mal resultado para reconstrução do LCA<sup>26</sup>. Neste trabalho os valores desta medida foram 18,8 ±3mm, já Petersen *et al.*<sup>24</sup> tiveram 13 a 17mm.

A distância do centro da banda PL à região anterior da tíbia serve para parâmetro para reconstruções de dupla banda. Obteve-se 26,5 ±2mm neste trabalho, Petersen *et al.*<sup>24</sup> encontraram 20 a 25mm<sup>24</sup>.

É interessante observar que a inserção tibial é longa no sentido ântero-posterior (19,4 ±2mm), colocando o centro da banda PL mais próximo da região posterior da tíbia (19,6 ±4mm) que da região anterior (26,5 ±2mm).

Em conclusão, a medida do centro da origem da banda ântero-medial à cartilagem profunda do fêmur é de aproximadamente 6mm e da banda póstero-lateral de 10mm. O centro da inserção tibial da banda ântero-medial encontra-se a aproximadamente 20mm da extremidade anterior da tíbia e a banda póstero-lateral a 30mm. A distância entre o centro da origem da banda póstero-lateral à cartilagem inferior é de aproximadamente 5mm.

## A B S T R A C T

**Objective:** To anatomically evaluate the femoral origin and tibial insertion of the anteromedial and posterolateral bands of the anterior cruciate ligament. **Methods:** We studied eight cadaver knees as for the following: in the femur, distance from the center of the anteromedial band to the deep cartilage and the ceiling; also in the femur, distance from the center of the posterolateral band to the deep cartilage, to the inferior cartilage and to the superficial cartilage. In the tibia, we measured the distances between the anterior tibial bone edge to the anterior region of the anteromedial band, to the center of the anteromedial band and to the center of the posterolateral band. We also measured the distance between the center of the posterolateral band to the tibial posterolateral bone and the total length of the anteroposterior tibial insertion of the anterior cruciate ligament. **Results:** In the femur, the distance from the center of the anteromedial band to the deep cartilage was 6.3 ± 1.4mm, and 11.2 ± 2mm to the ceiling. Also in the femur, the distance from the center of the posterolateral band to the deep cartilage was 9 ± 4mm, to the superficial cartilage 7.6 ± 1.8mm, and to the inferior cartilage 4.2 ± 0.9mm. In the tibia, the distance from the anterior tibial bone edge to the anterior region of the anteromedial band was 11.9 ± 2.8mm, to the center of the anteromedial band 18.8 ± 2.6mm, and to the center of the posterolateral band 26.5 ± 2.3mm. The distance from the center of the posterolateral band to the tibial posterior bone edge was 19.6 ± 4mm and the total length of the anteroposterior tibial insertion of the anterior cruciate ligament was 19.4 ± 1.8mm. **Conclusion:** The center of the tibial insertion of the anteromedial band is approximately 20mm distant from the anterior edge of the tibia, while the center of the posterolateral band is approximately 30mm. The distance between the center of the origin of the anteromedial band to the deep cartilage is 6mm, and to the posterior lateral 10mm.

**Key words:** Anatomy. Anterior cruciate ligament. Knee joint. Tendons injuries. Cadaver.

## REFERÊNCIAS

1. Griffin LY, Agel J, Albohm MJ, Arendt EA, Dick RW, Garrett WE, et al. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. *J Am Acad Orthop Surg* 2000; 8(3):141-50.
2. Stern HP, Bradley RH, Prince MT, Stroh SE. Young children in recreational sports. Participation motivation. *Clin Pediatr* 1990; 29(2):89-94.
3. Chen AL, Mears SC, Hawkins RJ. Orthopaedic care of the aging athlete. *J Am Acad Orthop Surg* 2005; 13(6):407-16.
4. Filho ES, Sampaio EB, Namba M, Silva JL, Albano M, Rocha LE, et al. Is it possible to predict the length of knee flexor tendons by anthropometry? *Rev Col Bras Cir* 2010; 37(4):274-8.
5. Cooley VJ, Deffner KT, Rosenberg TD. Quadrupled semitendinosus anterior cruciate ligament reconstruction: 5-year results in patients without meniscus loss. *Arthroscopy* 2001; 17(8):795-800.
6. Freedman KB, D'Amato MJ, Nedeff DD, Kaz A, Bach BR Jr. Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a metaanalysis comparing patellar tendon and hamstring tendon autografts. *Am J Sports Med* 2003; 31(1):2-11.
7. Järvelä T, Paakkala T, Kannus P, Järvinen M. The incidence of patellofemoral osteoarthritis and associated findings 7 years after anterior cruciate ligament reconstruction with a bone-patellar tendon-bone autograft. *Am J Sports Med* 2001; 29(1):18-24.
8. Ristanis S, Giakas G, Papageorgiou CD, Moraiti T, Stergiou N, Georgoulis AD. The effects of anterior cruciate ligament

- reconstruction on tibial rotation during pivoting after descending stairs. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2003; 11(6):360-5.
9. Tashman S, Collon D, Anderson K, Kolowich P, Anderst W. Abnormal rotational knee motion during running after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2004; 32(4):975-83.
  10. Ristanis S, Stergiou N, Patras K, Vasiliadis HS, Giakas G, Georgoulis AD. Excessive tibial rotation during high-demand activities is not restored by anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2005; 21(11):1323-9.
  11. Fithian DC, Paxton EW, Stone ML, Luetzow WF, Csintalan RP, Phelan D, et al. Prospective trial of a treatment algorithm for the management of the anterior cruciate ligament-injured knee. *Am J Sports Med* 2005; 33(3):335-46.
  12. Roe J, Pinczewski LA, Russell VJ, Salmon LJ, Kawamata T, Chew M. A 7-year follow-up of patellar tendon and hamstring tendon grafts for arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: differences and similarities. *Am J Sports Med* 2005; 33(9):1337-45.
  13. Fithian DC, Paxton LW, Goltz DH. Fate of the anterior cruciate ligament-injured knee. *Orthop Clin North Am* 2002; 33(4):621-36.
  14. Fink C, Hoser C, Hackl W, Navarro RA, Benedetto KP. Long-term outcome of operative or nonoperative treatment of anterior cruciate ligament rupture—is sports activity a determining variable? *Int J Sports Med* 2001; 22(4):304-9.
  15. Lohmander LS, Ostberg A, Englund M, Roos H. High prevalence of knee osteoarthritis, pain, and functional limitations in female soccer players twelve years after anterior cruciate ligament injury. *Arthritis Rheum* 2004; 50(10):3145-52.
  16. Girgis FG, Marshall JL, Monajem A. The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop Relat Res* 1975; (106):216-31.
  17. Zantop T, Petersen W, Fu FH. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Operat Tech Orthop* 2005; 15(1):20-8.
  18. Abbott LC, Carpenter WF. Surgical approaches to the knee joint. *J Bone Joint Surg Am* 1945; 27:277-310.
  19. Steiner ME, Battaglia TC, Heming JF, Rand JD, Festa A, Baria M. Independent drilling outperforms conventional transtibial drilling in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2009; 37(10):1912-9.
  20. Buoncristiani AM, Tjoumakaris FP, Starman JS, Ferretti M, Fu FH. Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2006; 22(9):1000-6.
  21. Abebe ES, Moorman CT 3rd, Dziedzic TS, Spritzer CE, Cothran RL, Taylor DC, et al. Femoral tunnel placement during anterior cruciate ligament reconstruction: an in vivo imaging analysis comparing transtibial and 2-incision tibial tunnel-independent techniques. *Am J Sports Med* 2009; 37(10):1904-11.
  22. Scanlan SF, Blazek K, Chaudhari AM, Safran MR, Andriacchi TP. Graft orientation influences the knee flexion moment during walking in patients with anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2009; 37(11):2173-8.
  23. Stieven Filho E, Malafaia O, Ribas-Filho JM, Diniz OE, Borges PC, Albano M, et al. Biomechanic analysis of the sewed tendons for the reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Rev Col Bras Cir* 2010; 37(1):52-7.
  24. Petersen W, Zantop T. Anatomy of the anterior cruciate ligament with regard to its two bundles. *Clin Orthop Relat Res* 2007; 454:35-47.
  25. Yasuda K, Kondo E, Ichiyama H, Tanabe Y, Tohyama H. Surgical and biomechanical concepts of anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Operat Tech Orthop* 2005; 15(2):96-102.
  26. Jackson DW, Gasser SI. Tibial tunnel placement in ACL reconstruction. *Arthroscopy* 1994; 10(2):124-31.
- Recebido em 30/09/2010  
Aceito para publicação em 02/12/2010  
Conflito de interesse: nenhum  
Fonte de financiamento: nenhuma
- Como citar este artigo:**  
Stieven Filho E, Garschagen ET, Namba M, Silva JLV, Malafaia O, Cunha LAM. Estudo anatômico das duas bandas do ligamento cruzado anterior com o joelho em 90° de flexão. *Rev Col Bras Cir*. [periódico na Internet] 2011; 38(5). Disponível em URL: <http://www.scielo.br/rcbc>
- Endereço para correspondência:**  
Edmar Stieven-Filho  
E-mail: [filho2000@uol.com.br](mailto:filho2000@uol.com.br)