

AValiação Radiográfica da Inserção Femoral do Ligamento Cruzado Posterior

RADIOGRAPHIC ASSESSMENT OF THE FEMORAL INSERTION OF THE POSTERIOR CRUCIATE LIGAMENT

JULIO CESAR GALI¹, ANDRÉ SCHMIDT SOARES¹, BRUNO SPAGNUOLO DE LIMA¹, FILIPPO SANTOS ZOZOLOTO VIANNA¹, PHELPE AUGUSTO CINTRA DA SILVA¹, EDIE BENEDITO CAETANO¹

RESUMO

Objetivo: Determinar as imagens radiográficas da inserção femoral do ligamento cruzado posterior (LCP) para auxiliar na criação de túneis femorais anatômicos nas cirurgias e para a avaliação pós-operatória da localização destes túneis. **Métodos:** Foram utilizados 30 joelhos de cadáveres adultos. Demarcamos os centros das bandas anterolateral (AL) e posteromedial (PM) do LCP com marcadores metálicos. Realizamos radiografias e estabelecemos um sistema de grades para localização da origem das bandas. Também determinamos o percentil da projeção do centro de cada banda em relação à linha de Blumensaat. **Resultados:** Na incidência anteroposterior os centros das bandas AL e PM estiveram, em média, localizados nos percentis 42,48% e 38,14% da linha de Blumensaat, respectivamente. Nas radiografias em perfil os centros das bandas AL e PM estiveram, respectivamente, nos percentis 72,86% e 55,46% dessa linha. Em 73,33% dos joelhos o centro da banda AL esteve no quadrante 3D e, em 70% das amostras, a banda PM esteve no quadrante 2D. **Conclusão:** Estabelecemos um padrão radiográfico da inserção femoral do LCP que pode ser útil para o controle intraoperatório, antes da perfuração dos túneis, e para a avaliação pós-operatória da localização dos mesmos. **Estudo Laboratorial Controlado.**

Descritores: Fêmur. Ligamento cruzado posterior. Radiografia.

ABSTRACT

Objective: To establish the radiographic images of the femoral insertion of the posterior cruciate ligament (PCL), in order to assist the creation of anatomical femoral tunnels during surgeries, and to be used as parameters in postoperative evaluation of the location of these tunnels. **Methods:** Thirty adult cadaver knees were used. The PCL anterolateral (AL) and posteromedial (PM) bundles' centers were marked with a metallic marker. Radiographs were taken and a grid system was established to locate the position of bundles insertion. The percentile in which the projection of each bundle's center was in relation to the Blumensaat line was also determined. **Results:** In the anteroposterior view, AL and PM bundles' centers were on average, on the 42.5% and 38.18% percentiles of Blumensaat's line, respectively. In lateral views, the AL and PM bundles' centers corresponded to the 72.94% and 55.56% percentiles of the line, respectively. In 73.33% of the knees the AL bundle center was on the 3D quadrant and in 70% of samples the PM bundle center was in quadrant 2D. **Conclusions:** We established an X-ray pattern of femoral insertion of PCL that may be of interest for intraoperative control, before tunnel drilling, and also for post-operative evaluation of tunnel location. **Controlled Laboratory Study.**

Keywords: Femur. Posterior cruciate ligament. Radiography.

Citação: Gali JC, Soares AS, Lima BS, Vianna FSZ, Silva PAC, Caetano EB. Avaliação radiográfica da inserção femoral do ligamento cruzado posterior. Acta Ortop Bras. [online]. 2013;21(6):323-7. Disponível em URL: <http://www.scielo.br/aob>.

Citation: Gali JC, Soares AS, Lima BS, Vianna FSZ, Silva PAC, Caetano EB. Radiographic assessment of the femoral insertion of the posterior cruciate ligament. Acta Ortop Bras. [online]. 2013;21(6):323-7. Available from URL: <http://www.scielo.br/aob>.

INTRODUÇÃO

O sucesso das reconstruções cirúrgicas do ligamento cruzado posterior (LCP) depende da restituição acurada de sua anatomia.¹ Para a reprodução anatômica da função normal do LCP a reconstrução de suas bandas anterolateral (AL) e posteromedial (PM) deve ser considerada.²⁻⁴ Outra condição para se obter um bom resultado, na reconstrução do LCP, é a localização anatômica do enxerto.⁵⁻⁷ A colocação indevida dos túneis pode levar ao encurtamento ou alongamento do enxerto na flexão e subsequente falha.⁸ Um dos fatores mais críticos que influenciam os resultados clínicos das reconstruções do LCP com dupla banda é a correta colocação dos túneis femorais.⁹

A descrição exata das inserções anatômicas das bandas AL e PM do LCP e de suas correspondentes imagens radiográficas podem

contribuir e tornar as reconstruções cirúrgicas mais precisas.¹⁰⁻¹² Parafusos de interferência ou outros artefatos metálicos usados na fixação do enxerto podem tornar a ressonância magnética menos efetiva para avaliar a posição dos túneis.¹¹

O objetivo do nosso estudo foi demarcar os pontos centrais das inserções femorais das bandas AL e PM do LCP e determinar suas correspondentes imagens radiográficas, a fim de que possam servir de referência intraoperatória do local ideal para a criação de túneis femorais anatômicos e para a avaliação pós-operatória da localização desses túneis, nas reconstruções do LCP.

MÉTODOS

O estudo radiográfico das inserções femorais do LCP foi feito em 30 peças anatômicas de joelhos de cadáveres adultos, 16 direitas

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.

1. Serviço de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde de Sorocaba, da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Sorocaba, SP, Brasil.

Trabalho realizado na Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde de Sorocaba, da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Sorocaba, SP, Brasil.
Correspondência: Rua Caracas, 418. 18046-718, Sorocaba, SP, Brasil. juliogali@globo.com

Artigo recebido em 20/12/2012, aprovado em 08/06/2013.

Acta Ortop Bras. 2013;21(6):323-7

e 14 esquerdas, desemparelhadas, sem identificação de sexo ou idade. Nenhuma peça apresentava sinais de artrose e todas possuíam os ligamentos cruzados anterior e posterior íntegros. As peças foram fixadas em formol a 10% e conservadas numa mistura de fenol a 2,5%, formol a 2,5 %, e cloreto de sódio a 1%. Antes da dissecação, foram mantidas em glicerina líquida por 60 dias. Iniciamos com dissecação do aspecto posterior do joelho. Identificamos e isolamos as bandas AL e PM do LCP em sua inserção femoral, ressecamos as mesmas e demarcamos os centros das bandas com um marcador metálico de formato diferente para cada banda, coladas diretamente no osso, com cola especial. Para a banda AL usamos um marcador circular, de 3x3 mm de diâmetro; para a banda PM usamos um marcador quadrado de 1 mm². O centro de inserção das bandas foi determinado pela intersecção dos diâmetros da altura e largura. (Figura 1) Não dividimos o fêmur distal no plano sagital para manter as referências anatômicas naturais.



Figura 1. Centro de inserção da banda anterolateral, onde notamos marca metálica circular e centro de inserção da banda posteromedial, com marca metálica de formato quadrado.

Realizamos radiografias digitais nas incidências anteroposterior (AP), com o joelho extensão e em perfil verdadeiro, onde existe sobreposição dos côndilos femorais medial e lateral, a 30° de flexão. A padronização técnica para se fazer as radiografias foi: voltagem de 48Kv, dosagem de 5mAs e distância tubo às peças de 120cm. As radiografias foram adquiridas em tamanho real e o programa informou a escala de medidas com precisão.

Nas radiografias obtidas na incidência AP estabelecemos um sistema de grades que dividiu o fêmur distal em quadrantes contidos num espaço retangular formado por uma linha de base tangenciando distalmente os côndilos femorais, pelos extremos medial e lateral dos côndilos femorais medial e lateral e pela região mais proximal do côndilo femoral medial (CFM), paralela à linha que tangenciou a região mais distal dos côndilos femorais.

O espaço retangular foi dividido em 25 quadrantes, denominados por uma letra, de "A" a "E" e um algarismo de "1 a 5". A divisão do retângulo em letras e números teve como ponto de origem a porção mais proximal e medial do CFM, sendo que as letras corresponderam às cinco divisões verticais do retângulo e os números, às suas divisões horizontais. (Figura 2)

Determinamos, então em qual quadrante cada centro de inserção de banda se localizava.

Nas radiografias feitas em AP também mensuramos a distância entre os centros das bandas AL e PM, a angulação formada entre uma linha unindo esses centros e a linha que tangenciava o fêmur distal (a qual denominamos de linha de base AP), a altura de cada centro em relação a essa linha, a distância dos centros até a uma linha que representava a parede lateral do CFM (a qual foi cha-

mada de linha condilar femoral lateral), (Figura 3) a distância entre a projeção de cada centro na linha de base e seu início medial, assim como a representação em porcentagem dessa distância em relação ao comprimento total da linha de base (o quando chamamos de percentil do centro da banda).

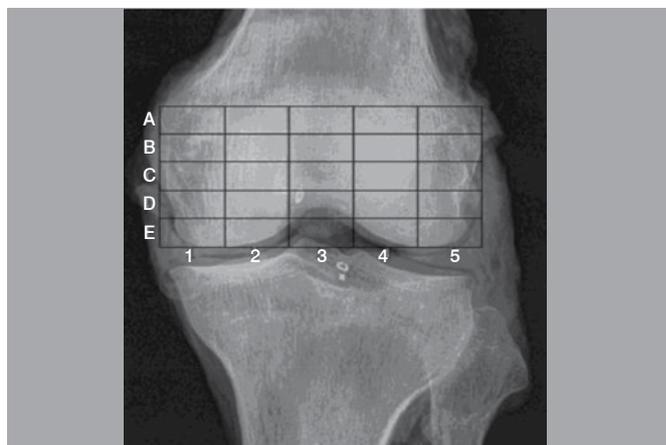


Figura 2. Divisão do retângulo, na visão AP, em 25 quadrantes, denominados por uma letra, de "A" a "E" e por um algarismo, de 1 a 5.



Figura 3. Linha condilar lateral, correspondente à parede lateral do côndilo femoral medial.

Na incidência radiográfica AP a linha condilar lateral foi considerada um marco zero para se determinar o valor da distância do centro de inserção das bandas. Se o centro da banda estivesse lateral à linha condilar femoral lateral a distância foi considerada positiva; se estivesse medial à linha condilar femoral lateral, ainda dentro dos limites do próprio CFM, essa distância foi considerada negativa. Nas radiografias obtidas incidência em perfil, criamos um sistema retangular, em quadrantes, semelhante ao de Bernard *et al.*¹³, porém de forma simplificada, tendo como limites a linha de Blumensaat, duas linhas perpendiculares aos extremos proximal e distal da mesma e o limite do fêmur distal.

Esse espaço retangular foi dividido em 25 quadrantes. Tomando como início o ponto mais superior e posterior desse retângulo, denominamos pelas letras de "A" a "E" as cinco divisões de sua altura e por um algarismo de "1 a 5" as divisões de sua profundidade. (Figura 4) Verificamos, também, a localização do centro de inserção das bandas AL e PM nesses quadrantes.

Nas radiografias em perfil também mensuramos a distância entre os centros de inserção das bandas AL e PM, a angulação entre uma linha que unia esses centros e a linha de Blumensaat, a altura de cada centro até essa linha, o percentil em que a projeção

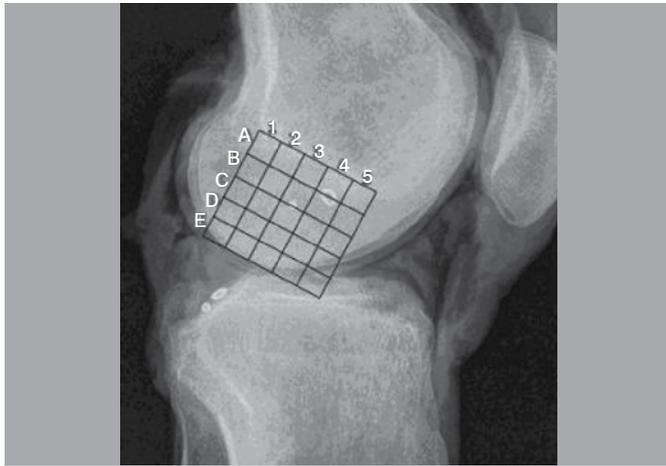


Figura 4. Divisão do retângulo, na visão em perfil, em 25 quadrantes, denominados por uma letra, de "A" a "E" e por um algarismo, de 1 a 5.

de cada centro se encontrava em relação à linha de Blumensaat (onde 0% seria o extremo mais proximal e posterior e 100% o extremo mais distal e anterior).

RESULTADOS

Na incidência AP, a distância média entre os centros das bandas AL e PM foi de $4,29 \pm 1,61$ mm. O centro da banda PM esteve proximal ao centro da banda AL em 63,33% dos joelhos. As alturas dos centros das bandas, em relação à linha de base que tangenciou distalmente os côndilos femorais, foi de $12,67 \pm 1,54$ mm e $13,58 \pm 1,89$ mm para as bandas AL e PM, respectivamente.

Em todos os joelhos o centro da banda AL esteve lateral ao centro da banda PM e em um joelho (3,3%), os centros dessas bandas estavam contidos nos limites radiográficos do CFM; o centro da banda PM esteve isoladamente nessa condição em 46,67% dos joelhos. Assim, a distância média entre os centros das bandas AL e PM e a linha condilar femoral lateral foi de $3,39 \pm 2,42$ mm e de $0,00 \pm 1,98$ mm, de modo respectivo.

A distância dos centros das bandas AL e PM em relação ao ponto mais medial do fêmur distal, foi de $35,41 \pm 2,39$ mm e $31,76 \pm 2,45$ mm, respectivamente. Os centros das bandas AL e PM estiveram em média, de modo recíproco, nos percentis 42,48% e 38,14%. Em 73,33% dos joelhos o centro da banda AL esteve no quadrante 3D e em 70% das vezes a banda PM esteve no quadrante 2D.

A angulação verificada entre os centros de inserção das bandas e a linha de base foi $32,41^\circ \pm 26,68^\circ$.

Nas radiografias feitas em perfil, a distância média entre os centros de inserção das bandas AL e PM, foi de $7,18 \pm 1,27$ mm e a altura média dos centros de inserção das bandas AL e PM até a linha de Blumensaat foi $5,52 \pm 1,85$ mm e $9,92 \pm 2,08$ mm, respectivamente. Os centros de inserção das bandas formaram um ângulo médio de $43,58^\circ \pm 16,88^\circ$ com a linha de Blumensaat. Tomando como referência a linha de Blumensaat, os centros das bandas AL e PM corresponderam ao percentil 72,86% e 55,46% respectivamente. O centro da banda AL esteve principalmente localizado no quadrante 4B (46,67% das peças); o centro da banda PM teve uma distribuição mais proporcional de sua localização: em 30% das peças esteve no quadrante 3C, em 26,67% dos joelhos no quadrante 4B, e em 26,67% das peças avaliadas esteve no quadrante 3B. O resultado completo de todas medidas efetuadas pode ser visto nas Tabelas 1 e 2.

DISCUSSÃO

O conhecimento anatômico é fundamental para as reconstruções ligamentares do joelho. O uso da fluoroscopia intraoperatória ajuda a verificar os pontos anatômicos, antes da perfuração dos túneis.¹²

As radiografias também podem ser úteis para avaliação pós-operatória do posicionamentos dos túneis ósseos. No entanto, a reconstrução do LCP é feita em três planos e as radiografias mostram apenas dois planos. A tomografia computadorizada pode reconstruir os ossos tridimensionalmente, o que é muito útil para avaliação do posicionamento dos túneis no pós-operatório, porém a exposição à radiação e custo pode limitar seu uso.¹⁴

A avaliação da localização dos túneis pela ressonância magnética pode ser prejudicada, pela presença de objetos metálicos utilizados nas reconstruções ligamentares.¹¹

Ademais, tanto a tomografia quanto a ressonância não podem ser usadas como instrumentos de avaliação intraoperatória, portanto é fundamental que sejam estabelecidos parâmetros que correlacionem a anatomia com informações radiográficas para serem usados nas reconstruções do LCP, tanto no intra como no pós-operatório, especialmente nas técnicas com uso de dupla banda. Encontramos na PubMed apenas dois artigos,^{12,15} correlacionando as inserções anatômicas das bandas AL e PM do LCP e as radiografias desses sítios, para determinar a localização precisa dos túneis femorais. Tanto em nosso trabalho quanto nas publicações de Lorenz *et al.*¹² e Osti *et al.*¹⁵ os estudos foram feitos em joelhos de cadáveres, sem a descrição de dados antropométricos desses seres humanos. Entretanto, os dados encontrados estão expressos em porcentagem, o que dispensaria a necessidade dos valores absolutos de peso e altura dos indivíduos. Lorenz *et al.*¹² publicaram estudo realizado com 16 joelhos de cadáveres humanos. Mantiveram 7 mm da inserção femoral e demarcaram as bordas periféricas com quatro a cinco fios de cobre de 0,8 mm de largura por 3 mm de comprimento.

De modo diferente desses autores, nós retiramos as bandas com dissecação delicada e marcamos e os centros de inserção, o que julgamos ser uma forma mais precisa de determinar o local da perfuração dos túneis ósseos, no intra-operatório e para checar os resultados, no pós-operatório.

Nas radiografias em perfil determinaram um retângulo formado pela linha de Blumensaat, bordas anterior e posterior do CFM e uma linha tangente à porção distal do CFM. Posteriormente, dividiram esse retângulo num retículo de 100 unidades e consideraram como referência do retículo seu ponto mais superior.

O retângulo que definimos, na mesma incidência radiográfica, foi dividido em 25 quadrantes e teve como limites a linha de Blumensaat, duas linhas perpendiculares aos extremos proximal e distal da mesma e o limite do fêmur distal.

Para Lorenz *et al.*¹² o centro de inserção das bandas AL e PM estiveram localizados nos percentis médios de $62 \pm 3\%$ e $51 \pm 5\%$, em relação à linha de Blumensaat, respectivamente. Em nosso estudo, os centros de inserção das bandas AL e PM estiveram localizados nos percentis médios de $72,86 \pm 6,02\%$ e $55,46 \pm 9,63\%$, resultados próximos aos de Lorenz *et al.*¹²

Mais recentemente, Osti *et al.*¹⁵ realizaram pesquisa usando 15 joelhos de cadáveres. Retiraram o côndilo femoral lateral com serra oscilante e marcaram o centro das bandas AL e PM com cânulas radiopacas de 2 mm de diâmetro por 4 mm de profundidade.

Nós mantivemos essa porção do fêmur, para que as radiografias pudessem ser mais próximas da realidade. Utilizamos marcadores circulares para o centro das bandas AL e quadrados, para o centro da banda PM, para possibilitar diferenciação radiográfica. Acreditamos que marcações metálicas iguais podem causar alguma dúvida sobre a identificação individual centro das bandas, na incidência radiográfica em AP.

Para a análise radiográfica da inserção das bandas, utilizaram um sistema de grade com 16 zonas retangulares, superposto sobre as imagens em perfil, sendo que as zonas, numeradas de 1 a 16, começaram no canto anterosuperior e terminaram no canto posteroinferior. Os limites dessa grade, que os autores chamaram de M2, foram idênticos aos descritos por Lorenz *et al.*¹²

Para Osti *et al.*¹⁵ a altura do centro de inserção das bandas AL e PM, em relação à linha de Blumensaat, foi de $3,27 \pm 1,22$ mm

Tabela 1. Medidas radiográficas dos centros das bandas AL e PM na incidência antero-posterior.

		Dist. centro das bandas (mm)	Ang. bandas - linha base (°)	Alt. AL - linha base (mm)	Alt. PM - linha base (mm)	Dist. centro AL - face lat. côndilo med. (mm)	Dist. centro PM - face lat. côndilo med. (mm)	Dist. centro AL - face med. côndilo med. (mm)	Dist. centro PM - face med. côndilo med. (mm)	Percentil centro AL - eixo LL (%)	Percentil centro PM - eixo LL (%)	Quadrante AL	Quadrante PM
1	D	6,10	14,60	11,80	13,20	7,50	1,60	42,00	36,10	45,85	39,41	3D	2D
2	D	5,00	93,20	12,50	18,00	6,10	4,30	37,00	35,40	41,57	39,77	3D	2C
3	D	5,60	71,80	10,70	16,20	2,10	0,90	36,20	34,50	40,71	38,80	3D	2D
4	E	5,20	15,20	14,30	13,20	3,00	-1,80	37,60	32,70	43,61	37,93	3D	2D
5	E	6,20	14,10	12,60	14,20	8,30	2,20	38,40	32,00	45,49	37,91	3D	2D
6	D	6,30	94,80	9,20	15,50	2,80	2,50	34,50	33,90	38,20	37,54	2D	2D
7	E	1,30	28,40	12,00	10,80	-2,70	-3,80	31,90	30,50	39,62	37,88	2D	2D
8	D	3,60	21,40	10,70	11,90	0,40	-2,80	31,00	27,50	45,05	39,97	3D	2D
9	D	6,60	4,80	12,00	12,50	6,20	-0,70	33,60	26,50	44,80	35,33	3D	2D
10	D	3,80	45,10	11,20	13,70	5,10	2,10	33,00	30,20	38,01	34,79	2D	2D
11	D	2,30	14,40	12,00	12,30	1,50	-0,60	34,50	32,30	40,30	37,73	3D	2D
12	E	4,90	18,30	12,00	10,60	1,10	-4,00	37,60	32,90	43,61	38,16	3D	2D
13	E	3,70	90,80	11,80	15,40	0,40	-1,00	34,60	33,00	40,75	38,86	3D	2C
14	E	3,40	20,90	13,00	14,20	2,40	-1,00	35,00	31,60	43,37	39,15	3D	2D
15	E	3,90	33,30	12,50	14,20	6,00	2,80	37,80	34,50	44,26	40,39	3D	3D
16	D	4,50	3,70	11,60	11,70	5,10	0,30	37,70	33,20	42,31	37,26	3D	2D
17	D	3,60	20,50	13,00	11,90	4,20	1,00	35,30	31,70	42,37	38,05	3D	2D
18	E	1,50	51,60	12,80	14,20	2,70	1,50	36,00	35,00	43,42	42,21	3D	3D
19	D	2,90	37,30	11,30	13,10	1,00	-1,40	32,60	30,20	39,90	36,96	2D	2D
20	E	5,20	17,30	13,70	12,20	3,40	-1,50	35,40	30,30	43,59	37,31	3D	2D
21	D	7,50	16,10	12,80	11,00	6,30	-0,90	35,50	28,50	43,61	35,01	3D	2D
22	E	4,70	5,60	16,20	16,90	3,60	-1,20	37,90	33,60	45,49	40,33	3D	3D
23	D	5,30	52,90	13,30	17,20	5,00	1,60	32,50	29,30	41,82	37,70	3D	2C
24	D	5,20	9,30	13,10	14,00	3,90	1,20	34,70	29,40	42,21	35,76	3D	2D
25	E	2,70	16,70	14,90	14,60	1,10	-1,20	37,70	35,40	40,71	38,22	3D	2D
26	D	1,90	67,50	12,20	13,70	1,00	-1,20	31,40	29,10	42,72	39,59	3D	2D
27	D	4,60	22,60	15,00	13,50	3,20	-1,30	34,60	30,10	42,40	36,88	3C	2D
28	E	1,60	15,80	12,20	11,60	2,40	0,80	34,50	32,10	46,37	43,14	3C	3D
29	E	5,40	28,70	16,10	13,60	5,50	1,10	35,50	31,10	40,29	35,30	3C	2C
30	E	4,10	25,60	13,70	12,40	3,20	0,50	36,20	30,30	41,75	36,80	3C	2D
Média		4,29	32,41	12,67	13,58	3,39	0,00	35,41	31,76	42,48	38,14		
DP		1,61	26,68	1,54	1,89	2,42	1,95	2,39	2,45	2,24	1,97		

Tabela 2. Medidas radiográficas dos centros das bandas AL e PM na incidência perfil.

		Dist. centro das bandas (mm)	Ang. bandas - Blumensat (°)	Alt. AL - Blumensat (mm)	Alt. PM - Blumensat (mm)	Percentil centro AL - Blumensat (%)	Percentil centro PM - Blumensat (%)
1	D	7,60	34,40	3,90	8,20	74,43	51,77
2	D	5,40	6,30	6,40	6,10	69,36	53,75
3	D	9,00	21,20	5,70	9,10	81,01	54,11
4	E	6,20	62,40	3,10	8,80	73,55	63,04
5	E	6,00	48,10	6,50	10,70	77,55	62,92
6	D	5,50	21,80	8,40	6,40	77,84	61,23
7	E	6,20	49,30	2,40	7,20	74,51	59,07
8	D	6,40	41,20	5,60	9,70	79,08	61,59
9	D	6,20	47,40	4,50	9,00	73,85	56,84
10	D	8,30	28,90	7,80	11,70	59,54	36,89
11	D	6,30	39,50	7,20	11,30	80,60	61,59
12	E	7,40	62,70	6,50	13,30	73,29	62,61
13	E	6,50	10,70	9,80	10,90	61,24	38,06
14	E	7,60	39,20	6,70	11,10	67,69	47,07
15	E	7,20	31,70	4,60	8,40	76,82	57,61
16	D	9,00	48,30	5,00	11,70	77,66	54,98
17	D	6,50	57,20	3,50	9,20	78,43	67,64
18	E	9,30	37,40	7,70	13,10	66,21	42,22
19	D	9,30	42,30	7,10	13,30	76,95	54,25
20	E	8,90	61,20	4,40	11,50	66,66	52,77
21	D	4,10	87,40	2,60	6,50	83,60	83,60
22	E	6,60	53,50	3,50	6,40	77,34	65,69
23	D	8,20	26,90	7,30	11,10	67,84	42,40
24	D	7,80	44,30	6,00	11,50	69,78	49,64
25	E	6,50	55,40	3,40	9,00	72,91	61,67
26	D	7,40	35,30	7,30	11,50	66,79	43,62
27	D	6,60	58,90	4,10	9,50	63,07	50,38
28	E	7,60	49,90	5,20	10,80	73,57	54,64
29	E	8,40	57,40	4,50	11,50	74,14	59,50
30	E	7,50	47,20	4,80	9,20	70,34	52,63
Média		7,18	43,58	5,52	9,92	72,86	55,46
DP		1,27	16,88	1,85	2,08	6,02	9,63

e de $9,27 \pm 2,43$ mm respectivamente. Nossos resultados para esse parâmetro foram: altura do centro de inserção da banda AL $5,52 \pm 1,85$ mm, e $9,92 \pm 2,08$ mm, para a banda PM, também muito semelhantes aos de Osti *et al.*¹⁵

Em nossa amostragem estudamos a inserção das bandas do LCP em 30 joelhos, número bem maior do que o das casuísticas de Lorenz *et al.*,¹² que avaliaram 16 joelhos e da de Osti *et al.*,¹⁵ que estudaram 15 joelhos. Deste modo, nossos resultados tem menor chance estatística de erros. Entretanto, os resultados comparáveis foram muito parecidos.

Creemos que o sistema de avaliação por nós utilizado é mais simplificado e pode ser de fácil reprodução, com possibilidade de aplicação prática, nas reconstruções cirúrgicas do LCP.

CONCLUSÃO

Em nosso estudo pudemos estabelecer um padrão radiográfico das inserções anatômicas das bandas AL e PM do LCP nas incidências anteroposterior e em perfil. Os dados obtidos podem ser úteis para o controle intraoperatório da localização anatômica dos túneis com fluoroscopia, antes da perfuração dos mesmos. O conhecimento proveniente de nossa pesquisa também pode ser aplicado para a avaliação pós-operatória da correta localização dos túneis.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Top Imagem Medicina Diagnóstica pela realização dos exames radiográficos digitais.

REFERÊNCIAS

1. Harner CD, Xerogeanes JW, Livesay GA, Carlin GJ, Smith BA, Kusayama T, et al. The human posterior cruciate ligament complex: an interdisciplinary study. Ligament morphology and biomechanical evaluation. *Am J Sports Med.* 1995;23(6):736-45.
2. Race A, Amis AA. PCL reconstruction. In vitro biomechanical comparison of "isometric" versus single and double-bundled "anatomic" grafts. *J Bone Joint Surg Br.* 1998;80(1):173-9.
3. Harner CD, Janaushek MA, Kanamori A, Yagi M, Vogrin TM, Woo SL. Biomechanical analysis of a double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2000;28(2):144-51.
4. Mannor DA, Shearn JT, Grood ES, Noyes FR, Levy MS. Two-bundle posterior cruciate ligament reconstruction. An in vitro analysis of graft placement and tension. *Am J Sports Med.* 2000;28(6):833-45.
5. Petersen W, Lenschow S, Weimann A, Strobel MJ, Raschke MJ, Zantop T. Importance of femoral tunnel placement in double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction: biomechanical analysis using a robotic/universal force-moment sensor testing system. *Am J Sports Med.* 2006;34(3):456-63.
6. Yasuda K, Kitamura N, Kondo E, Hayashi R, Inoue M. One-stage anatomic double-bundle anterior and posterior cruciate ligament reconstruction using the autogenous hamstring tendons. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009;17(7):800-5.
7. McGuire DA, Hendricks SD. Comparison of anatomic versus nonanatomic placement of femoral tunnels in Achilles double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2010;26(5):658-66.
8. Saddler SC, Noyes FR, Grood ES, Knochenmuss DR, Hefzy MS. Posterior cruciate ligament anatomy and length-tension behavior of PCL surface fibers. *Am J Knee Surg.* 1996;9(4):194-99.
9. Petersen W, Lenschow S, Weimann A, Strobel MJ, Raschke MJ, Zantop T. Importance of femoral tunnel placement in double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction: biomechanical analysis using a robotic/universal force-moment sensor testing system. *Am J Sports Med.* 2006;34(3):456-63.
10. Racanelli JA, Drez D Jr. Posterior cruciate ligament tibial attachment anatomy and radiographic landmarks for tibial tunnel placement in PCL reconstruction. *Arthroscopy.* 1994;10(5):546-9.
11. Brand JC Jr, Cole J, Sumida K, Caborn DN, Johnson DL. Radiographic analysis of femoral tunnel position in postoperative posterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2002;18(7):688-94.
12. Lorenz S, Elser F, Brucker PU, Obst T, Imhoff AB. Radiological evaluation of the anterolateral and posteromedial bundle insertion sites of the posterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009;17(6):683-90.
13. Bernard M, Hertel P, Hornung H, Cierpinski T. Femoral insertion of the ACL. Radiographic quadrant method. *Am J Knee Surg.* 1997;10(1):14-21.
14. Greiner P, Magnussen RA, Lustig S, Demey G, Neyret P, Servien E. Computed tomography evaluation of the femoral and tibial attachments of the posterior cruciate ligament in vitro. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19(11):1876-83.
15. Osti M, Tschann P, Künzel KH, Benedetto KP. Anatomic characteristics and radiographic references of the anterolateral and posteromedial bundles of the posterior cruciate ligament. *Am J Sports Med.* 2012;40(7):1558-63.