

A locação do parafuso de interferência no túnel femoral na reconstrução do ligamento cruzado anterior: estudo biomecânico em espécie*

ARNALDO JOSÉ HERNANDEZ¹, MARCELO SARAGIOTTO²,
MÁRCIA UCHÔA DE REZENDE³, ALEXANDRE ESTEVÃO V. KOKRON⁴

RESUMO

A fixação do enxerto de tendão patelar no túnel femoral através do parafuso de interferência é hoje um dos métodos mais utilizados na reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA). Neste estudo, foram testados doze joelhos de cadáveres simulando a reconstrução intra-articular desse ligamento, utilizando-se enxerto de tendão patelar. Foram comparadas a variação da distância de um fio de comportamento quase inelástico e de um enxerto fixado nas posições inferior e posterior no túnel femoral, no arco de flexão de 0° a 90° do joelho. Constatou-se que não houve diferença estatisticamente significativa quando comparados o fio com o enxerto fixado na posição inferior e desse com o fixado na posição posterior. No arco de flexão de 30°-60°, houve diferença significativa quando comparado o fio com o enxerto na posição posterior. Concluiu-se, dessa maneira, que a fixação do enxerto de tendão patelar pelo parafuso de interferência deve ser feito preferencialmente na posição inferior, por mais se aproximar do comportamento isométrico do LCA.

SUMMARY

The location of interference screw in the femoral tunnel in anterior cruciate ligament reconstruction: a biomechanical study

The patellar tendon graft fixation in the femoral tunnel with interference screw is one of the most common for ante-

* Trab. realiz. no Inst. de Ortop. e Traumatol. do Hosp. das Clín. da Fac. de Med. da Univ. de São Paulo (IOT-HC-FMUSP).

1. Doutor em Ortop. e Traumatol. pela FMUSP; Méd. Assist. do Grupo de Joelho do IOT-HC-FMUSP.
2. Méd. Resid. do 3º ano do IOT-HC-FMUSP.
3. Méd. Assist. do Grupo de Joelho do IOT-HC-FMUSP.
4. Méd. Preceptor do IOT-HC-FMUSP.

rior cruciate ligament reconstruction. In this study twelve cadaver knees were studied simulating the intra-articular ligament reconstruction with patellar tendon bone graft. They were compared the distance variation of a inelastic surgical suture and the graft being fixated with interference screw in the inferior and posterior positions of the femoral tunnel from 0 to 90 degrees of knee flexion. There was no statistical difference between the inelastic surgical suture and the graft fixed in the inferior position, as well as the inferior and posterior graft position. There was statistical difference between the inelastic surgical suture and the graft fixed in the posterior position, from 30 to 60 degrees. These results show that the inferior position of the graft fixation should be better for the ACL reconstruction.

INTRODUÇÃO

O ligamento cruzado anterior (LCA) é o ligamento mais freqüentemente lesado no joelho⁽¹⁵⁾. Sua reconstrução é tida como tratamento de escolha em jovens e em pacientes ativos⁽¹²⁾, sendo o método intra-articular o mais utilizado atualmente⁽²⁴⁾.

O sucesso da reconstrução intra-articular do LCA depende de diversos fatores, entre eles a seleção e a locação do enxerto^(2,9,16,19,21).

O fator fundamental a ser considerado é a isometricidade do enxerto^(4,5,19,20,21,23), que mantém a tensão constante durante o arco de movimento do joelho. O enxerto autógeno de tendão patelar, osso-tendão-osso, é o substituto mais utilizado neste procedimento, devido às suas propriedades biomecânicas favoráveis^(2,4,16). Desde sua introdução por Kurosaka *et al.*⁽¹⁶⁾, o parafuso de interferência tem-se tornado um dos implantes mais comumente usados na fixação do enxerto. Embora haja vários estudos sobre os parâmetros para a confecção de túneis isométricos na reconstrução do LCA^(3,9,19,21),

não encontramos referência na literatura sobre qual seria a melhor posição relativa do enxerto e do parafuso dentro dos túneis.

O objetivo deste estudo é verificar se a posição do parafuso de interferência em relação ao enxerto altera a isometria obtida pela operação.

MATERIAL E MÉTODO

Doze joelhos de cadáveres humanos frescos foram submetidos à simulação da reconstrução do LCA com 1/3 central do tendão patelar, em condições de laboratório. Estas peças foram retiradas de cadáveres frescos conforme protocolo anterior⁽¹¹⁾ e mantidas em freezer a 20°C negativos. Os joelhos foram descongelados em solução de soro fisiológico seis horas antes da realização dos testes.

Os joelhos não apresentavam alterações degenerativas, operações anteriores ou qualquer patologia prévia que pudesse interferir com o estudo realizado.

Os joelhos foram dissecados preservando-se todas as inserções capsulares e ligamentares, com exceção da artrotomia parapatelar medial, que foi mantida aberta para realização dos testes. Tíbia, fíbula e fêmur foram seccionados a 15cm do espaço articular.

O enxerto do terço central do tendão patelar do tipo osso-tendão-osso foi retirado com de 10mm de largura. Após a ressecção completa do LCA, simulou-se a reconstrução intra-articular procedendo-se à introdução dos fios-guia para os túneis femoral e tibial, seguindo técnica descrita anteriormente^(10,11,17). Através dos orifícios obtidos pelo fio-guia femoral e tibial, passou-se um fio *Ethibond* 5 de comportamento praticamente inelástico. Esse fio foi fixado à cortical femoral externamente e submetido a uma tração constante de 1kgf, medida por dinamômetro.

O joelho foi movimentado passivamente de 0 a 90° de flexoextensão e a excursão do fio foi determinada com paquímetro nas posições de 0°, 30°, 60° e 90° de flexão, utilizando-se um ponto aleatório marcado no fio com uma pinça hemostática e um entalhe ósseo na tíbia, como já apresentado anteriormente^(10,11,22) (figura 1).

A partir do fio-guia, foram feitos os túneis ósseos femoral e tibial com broca de 10mm, passando-se o enxerto de tendão patelar através desses túneis, sendo fixado no túnel femoral com parafuso de interferência de 20mm de comprimento e 9mm de diâmetro, com o joelho a 90° de flexão. Esta fixação foi realizada com o enxerto colocado na posição inferior (figura 2A) e, a seguir, na posição posterior (fi-

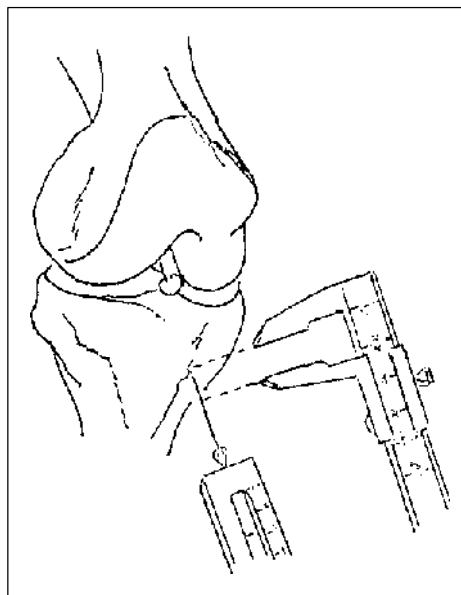


Fig. 1
Realização da medição da variação do comprimento do "fio inelástico" externamente com paquímetro

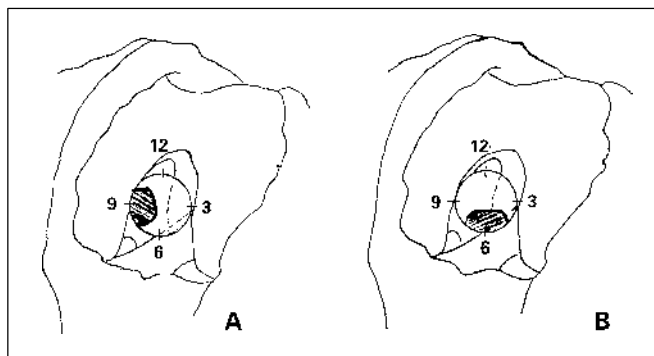


Fig. 2 – A) Posicionamento inferior do enxerto no túnel femoral; **B)** Posicionamento posterior. Note-se que o círculo não corresponde ao diâmetro original do túnel.

gura 2B) do túnel femoral em metade das peças. Na outra metade, a fixação inicial foi realizada dispondo-se inicialmente o enxerto em posição posterior e, depois, em posição inferior. Após cada fixação, procedeu-se novamente à mensuração realizada anteriormente para cada um dos graus de flexão do joelho, mantendo-se a extremidade tibial do enxerto em tração constante de 1kgf através de um "fio inelástico". Durante a fixação com o parafuso de interferência, foram tomados os devidos cuidados para se evitar os erros técnicos descritos para esse método⁽¹⁸⁾.

A denominação inferior e posterior no túnel femoral segue as normas de nomenclatura citadas no *Proceedings of the ESSKA Scientific Workshop*, que tem como referência as marcas anatômicas com o joelho totalmente estendido, independente da posição em que foi realizada a reconstrução⁽¹⁾.

Foi considerada a variação do comprimento do fio e não o valor absoluto da medida.

Análise estatística

Realizou-se estatística descritiva dos valores ordinais (quantitativos): média (M), desvio-padrão (DP), erro padrão da média (EPM).

Nas comparações entre amostras não paramétricas, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis e, nos casos de diferenças significativas, estas foram discriminadas pelo teste de comparações múltiplas modificado por Dunn.

Adotou-se o nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$) e os resultados estatisticamente significativos foram assinalados por asteriscos.

RESULTADOS

A variação do comprimento do fio e do enxerto de tendão patelar fixado nos dois grupos, nos arcos de flexão de 0° a 30°, de 30° a 60° e de 60° a 90° do arco de movimento completo de 0° a 90° do joelho, assim como os resultados da análise estatística, encontram-se nas tabelas 1, 2 e 3, respectivamente.

TABELA 1

Valores da variação na distância, em mm, do fio no ponto isométrico e do enxerto nas posições inferior e posterior e correlação entre os valores obtidos no arco de flexão de 0° a 30°. Comparação pelo teste de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$)

Joelho	Lado	$\Delta 30^{\circ}-0^{\circ}$		
		$\Delta 1$ fio	$\Delta 1$ inferior	$\Delta 1$ posterior
1	D	-0,1	1,0	1,3
	E	0	-0,6	1,0
2	D	0,1	0,5	0,8
	E	0,6	0,7	0,5
3	D	0,3	0,2	0,6
	E	4,0	2,0	1,0
4	D	1,8	-0,8	-0,2
	E	0,3	-0,5	0,4
5	D	-0,4	-0,4	0,1
	E	2,0	1,5	3,0
6	D	2,2	2,1	2,8
	E	3,1	1,4	1,7
M		1,1583	0,5916	1,0833
DP		1,4241	1,0273	0,9907
EPM		0,4111	0,2965	0,2859
Kruskal-Wallis		$H_{crit} = 5,991$	$H_{cor} = 1,250$	

M – média; DP – desvio-padrão; EPM – erro padrão da média; $\Delta 1$ fio – variação na distância do fio; $\Delta 1$ inferior – variação na distância do enxerto fixado na posição inferior; $\Delta 1$ posterior – variação na distância do enxerto fixado na posição posterior.

TABELA 2

Valores da variação na distância, em mm, do fio nos pontos isométricos e do enxerto nas posições inferior e posterior e correlação entre os valores obtidos no arco de flexão de 30° a 60°. Comparação pelo teste de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$)

Joelho	Lado	$\Delta 60^{\circ}-30^{\circ}$		
		$\Delta 1$ fio	$\Delta 1$ inferior	$\Delta 1$ posterior
1	D	-0,3	0,2	0,2
	E	0	-2,1	1,0
2	D	0	1,1	1,5
	E	-0,8	0,7	1,8
3	D	0,6	1,3	0,2
	E	-0,5	0,7	3,5
4	D	0,6	1,9	2,1
	E	0,6	2,4	1,0
5	D	-0,7	0,1	-1,1
	E	1,0	2,0	3,3
6	D	0,1	0,2	2,2
	E	-0,5	1,6	2,7
M		0,0083	0,8416	1,5333
DP		0,5884	1,1988	1,3566
EPM		0,1698	0,3460	0,3916
Kruskal-Wallis		$H_{crit} = 5,991$	$H_{cor} = 11,439^*$	
Dunn		$\Delta 1$ fio < $\Delta 1$ posterior		

M – média; DP – desvio-padrão; EPM – erro padrão da média; $\Delta 1$ fio – variação na distância do fio; $\Delta 1$ inferior – variação na distância do enxerto fixado na posição inferior; $\Delta 1$ posterior – variação na distância do enxerto fixado na posição posterior.

TABELA 3

Valores da variação na distância, em mm, do fio nos pontos isométricos e do enxerto nas posições inferior e posterior e correlação entre os valores obtidos no arco de flexão de 60° a 90°. Comparação pelo teste de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$)

Joelho	Lado	$\Delta 90^{\circ}-60^{\circ}$		
		$\Delta 1$ fio	$\Delta 1$ inferior	$\Delta 1$ posterior
1	D	0	0	-0,1
	E	0	-1,0	0,1
2	D	-1,2	-1,3	0,2
	E	0	0,1	0,4
3	D	0,4	0,7	0,6
	E	1,5	1,0	0
4	D	-0,7	0,1	0,1
	E	0,4	0,7	0
5	D	-0,8	-1,7	1,0
	E	0	-0,7	1,7
6	D	1,0	1,9	-1,0
	E	1,1	2,0	0,8
M		0,1416	0,1500	0,3166
DP		0,8039	1,1836	0,6685
EPM		0,2320	0,3416	0,1929
Kruskal-Wallis		$H_{crit} = 5,991$	$H_{cor} = 0,307$	

M – média; DP – desvio-padrão; EPM – erro padrão da média; $\Delta 1$ fio – variação na distância do fio; $\Delta 1$ inferior – variação na distância do enxerto fixado na posição inferior; $\Delta 1$ posterior – variação na distância do enxerto fixado na posição posterior.

O valor negativo corresponde a uma diminuição do comprimento externo do fio, ou seja, um afastamento entre os pontos ou túneis ósseos no determinado arco de flexão.

DISCUSSÃO

A reprodução da função normal do ligamento é o objetivo da reconstrução intra-articular do LCA, procurando-se, dessa maneira, restaurar a biomecânica articular original. Diversos estudos mostram a necessidade de limitar a variação do comprimento dos substitutos do LCA durante a flexoextensão do joelho, no máximo em 3mm^(4,5,11,21). O posicionamento não isométrico do enxerto levaria a uma limitação de movimentos, frouxidão ou tensão excessiva no ligamento reconstruído ou até mesmo a sua soltura^(5,11,19,23). Dessa maneira a colocação demasiadamente anterior do túnel tibial leva à limitação da extensão do joelho, devido ao impacto do enxerto com o teto intercondilar, enquanto que a colocação demasiadamente anterior do túnel femoral limita a flexão completa do joelho^(13,14,22).

Devido à descrição das bandas ântero-medial e pósterolateral por Girgis *et al.*⁽⁸⁾ e dos estudos de Hefzy *et al.*⁽⁹⁾ mostrando não haver fibras verdadeiramente isométricas no LCA normal, questiona-se a existência de um ponto totalmente isométrico na reconstrução desse ligamento^(7,8,9,20).

Atualmente, a fixação do enxerto de tendão patelar com parafuso de interferência tanto no túnel tibial como no femoral tem-se tornado prática rotineira na técnica cirúrgica na reconstrução ligamentar, por proporcionar maior rigidez e grande suporte de carga linear quando comparado a outros métodos de fixação⁽¹⁶⁾. Entretanto, o parafuso apresenta alguns problemas que devem ser lembrados, como laceração da extremidade do enxerto e soltura do implante⁽¹⁸⁾, o que não ocorreu em nenhum dos ensaios realizados.

No presente estudo, determinamos a variação na distância do fio *Ethibond 5* e do enxerto de tendão patelar fixado no túnel femoral pelo parafuso de interferência nas posições inferior e posterior, nos arcos de flexão de 0° a 30°, de 30° a 60° e de 60° a 90°, com o objetivo de verificar a ocorrência de diferenças estatisticamente significativas quando estudado o comportamento isométrico do fio e do enxerto em suas diferentes posições de fixação.

Analisando-se os resultados obtidos, observamos que o fio apresentou comportamento isométrico em todo o arco de flexão estudado, confirmando publicações anteriores que afirmam ser este um bom método para avaliação do ponto isométrico nas reconstruções do LCA^(5,11). A fixação do enxerto

na posição inferior e na posição posterior mostrou também um comportamento isométrico no arco de flexão de 0° a 90°.

Comparando-se estatisticamente os valores obtidos da variação na distância do fio *Ethibond 5* e do enxerto fixado nas duas posições testadas, verificamos que não houve diferenças significativas quando comparados o fio com o enxerto na posição inferior e entre o enxerto nessa posição com o mesmo fixado na posição posterior. Entretanto, a comparação entre o fio e o enxerto na posição posterior mostrou alteração significativa no arco de flexão de 30° a 60°.

Concluímos, neste estudo, que o uso do fio *Ethibond 5* é um bom método para determinação da isometricidade dos pontos obtidos para confecção dos túneis ósseos e que, embora ambas as posições de fixação do enxerto tenham apresentado comportamento isométrico, a posição inferior não mostrou, em nenhuma situação, diferença significativa com o fio *Ethibond*, devendo, a nosso ver, ser preferencialmente utilizada nas reconstruções do LCA.

REFERÊNCIAS

- Amis, A.A., Beynon, B., Blankevoort, L. et al: Proceedings of the ESSKA Scientific Workshop on Reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments. *Knee Surg, Sports Traumatol, Arthroscopy* 2: 124-132, 1994.
- Brown Jr., C.H., Hecker, A.T., Hipp, J.A. et al: The biomechanics of interference screw fixation of patellar tendon anterior cruciate ligament grafts. *Am J Sports Med* 21: 880-886, 1993.
- Bylski-Austrow, D.I., Grood, E.S., Hefzy, M.S. et al: Anterior cruciate ligament replacements: a mechanical study of femoral attachment location, flexion angle at tensioning, and initial tension. *J Orthop Res* 8: 522-531, 1990.
- Clancy, W.G., Nelson, D.A. & Reider, B.: Anterior cruciate ligament reconstruction using one-third of the patellar ligament, augmented by extra-articular tendon transfers. *J Bone Joint Surg [Am]* 64: 352-359, 1982.
- Colville, M.R. & Bowman, R.R.: The significance of isometer measurements and graft position during anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 21: 832-835, 1993.
- Dejour, H., Chambat, P. & Aglietti, P.: "Ligamentous surgery of the knee", in Insall, J.N.: *Surgery of the knee*. New York, Churchill Livingstone, 1984. Chapter 14, p. 353-393.
- Furman, W., Marshall, J.L. & Girgis, F.G.: The anterior cruciate ligament: a functional analysis based on post mortem studies. *J Bone Joint Surg [Am]* 58: 179-185, 1976.
- Girgis, F.G., Marshall, J.L. & Monahem, A.R.S.: The cruciate ligaments of the knee joint: anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop* 106: 216-231, 1975.
- Hefzy, M.S., Grood, E.S. & Noyes, F.: Factors affecting the region of most isometric femoral attachments – Part II: The anterior cruciate ligament substitutes (Abstract). *Trans Orthop Res Soc* 29: 92, 1983.

10. Hernandez, A.J.: Universal coupled isometric guide for ligament reconstruction of the knee ("Guia"). *Rev Paul Med* 111: 422-429, 1993.
11. Hernandez, A.J., Rezende, M.U., Kokron, A.E.V. et al: Avaliação da isometricidade nas reconstruções do ligamento cruzado anterior e o valor de um guia para sua obtenção. *Acta Ortop Bras* 3: 30-34, 1995.
12. Howe, J.G., Johnson, R.J., Kaplan, M.J. et al: Anterior cruciate ligament reconstruction using quadriceps patellar tendon graft – Part I: Long-term follow-up. *Am J Sports Med* 19: 447-457, 1991.
13. Howell, S.M. & Taylor, M.A.: Failure of reconstruction of the anterior cruciate ligament due to impingement by the intercondilar roof. *J Bone Joint Surg [Am]* 75: 1044-1055, 1993.
14. Jackson, D.W. & Gasser, S.I.: Tibial tunnel placement in ACL reconstruction. *Arthroscopy* 10: 124-131, 1994.
15. Johnson, D.L. & Warner, J.J.P.: Diagnosis for anterior cruciate ligament surgery. *Clin Sports Med* 12: 671-683, 1993.
16. Kurosaka, M., Yoshiya, S. & Andrish, J.T.: A biomechanical comparison of different surgical techniques of graft fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 15: 225-229, 1987.
17. Marans, H.J., Hendrix, M.R. & Paterson, R.S.: A new femoral drill guide for arthroscopically assisted anterior cruciate ligament replacement. *Arthroscopy* 8: 234-238, 1992.
18. Matthews, L.S. & Soffer, S.R.: Pitfalls in the use of interference screws for anterior cruciate ligament reconstruction: Brief report. *Arthroscopy* 5: 225-226, 1989.
19. Melhorn, J.M. & Henning, C.E.: The relationship of the femoral attachment site to the isometric tracking of the anterior cruciate ligament graft. *Am J Sports Med* 15: 539-542, 1987.
20. Odesten, M. & Gillquist, J.: Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. *J Bone Joint Surg [Am]* 67: 257-262, 1985.
21. Penner, D.A., Daniel, D.M., Wood, P. et al: An in vitro study of anterior cruciate ligament graft placement and isometry. *Am J Sports Med* 16: 238-243, 1988.
22. Rezende, M.U., Mello F^o, G.B., Saragiotto, M. et al: Comportamento isométrico na reconstrução do ligamento cruzado anterior após a confecção dos túneis ósseos femoral e tibial. *Rev Bras Ortop* 30: 269-273, 1995.
23. Schutzer, S.F., Christen, S. & Jakob, R.P.: Further observations on the isometricity of the anterior cruciate ligament. An anatomical study using a 6 mm diameter replacement. *Clin Orthop* 242: 247-255, 1989.
24. Swenson, T.M. & Fu, F.H.: Anterior cruciate ligament reconstruction: long term results using autograft tissue. *Clin Sports Med* 12: 709-722, 1993.