

# COMO MENSURAR O ALARGAMENTO DOS TÚNEIS ÓSSEOS NA CIRURGIA DE RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR? DESCRIÇÃO DE UMA TÉCNICA

## HOW CAN BONE TUNNEL ENLARGEMENT IN ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RECONSTRUCTION SURGERY BE MEASURED? DESCRIPTION OF A TECHNIQUE

Adriano Barros de Aguiar Leonardi<sup>1</sup>, Nilson Roberto Severino<sup>2</sup>, Aires Duarte Junior<sup>3</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** Constatar a presença do alargamento do túnel ósseo tibial após a cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior usando enxerto quádruplo de tendões flexores e propor uma nova técnica para sua mensuração. **Métodos:** O estudo durou seis meses, com 25 pacientes de idades variando entre 18 e 43 anos. A avaliação baseou-se em radiografias realizadas no pós-operatório imediato, terceiro e sexto meses de evolução das operações de reconstrução dos ligamentos cruzados anteriores reconstruídos com os enxertos do tendão do músculo semitendíneo e do músculo grácil, fixados no fêmur com parafuso transverso metálico e, na tíbia, com parafuso de interferência. As radiografias foram avaliadas pelo valor relativo entre o diâmetro do túnel e do osso, ambos 2cm abaixo do côndilo tibial medial. **Resultados:** Aumento significativo dos diâmetros dos túneis, de 20,56% para radiografias na incidência anteroposterior e de 26,48% na incidência de perfil. O alargamento esteve presente em 48% das radiografias AP e perfil, porém esteve presente nas duas incidências em apenas 16% dos casos. **Conclusões:** O alargamento dos túneis ósseos é um fenômeno presente nos primeiros meses após a cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior. A técnica de mensuração proposta neste estudo é suficiente para sua detecção.

**Descritores** – Ligamento Cruzado Anterior/cirurgia; Tíbia; Tendões; Fêmur; Músculos; Procedimentos Cirúrgicos Reconstructivos

### ABSTRACT

**Objective:** To assess the presence of tibial bone tunnel enlargement after surgery to reconstruct the anterior cruciate ligament using quadruple flexor tendon grafts, and to propose a new technique for its measurement. **Methods:** The study involved 25 patients aged 18-43 years over a six-month period. The assessment was based on radiographs taken immediately postoperatively and in the third and sixth months of evolution after operations to reconstruct the anterior cruciate ligament using grafts from the tendons of the semitendinosus and gracilis muscles, fixed in the femur with a transverse metal screw and in the tibia with an interference screw. The radiographs were evaluated in terms of the relative value between the diameter of the tunnel and the bone, both at 2 cm below the medial tibial condyle. **Results:** There were significant increases in tunnel diameters: 20.56% for radiographs in anteroposterior view and 26.48% in lateral view. Enlargement was present in 48% of anteroposterior and lateral radiographs, but was present in both views in only 16% of the cases. **Conclusions:** Bone tunnel enlargement is a phenomenon found in the first months after surgery to reconstruct the anterior cruciate ligament. The measurement technique proposed in this study was sufficient to detect it.

**Keywords** - Anterior Cruciate Ligament/surgery; Tibia; Tendons; Femur; Muscles, Reconstructive Surgical Procedures

1 – Mestre em Ortopedia e Traumatologia pela Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo; Estagiário do Grupo de Trauma do Esporte da Santa Casa de São Paulo, São Paulo, Brasil.

2 – Doutor; Professor Assistente; Chefe do Grupo de Joelho do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, São Paulo, Brasil.

3 – Chefe do Grupo de Traumatologia do Esporte do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Trabalho realizado no Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, Pavilhão “Fernandinho Simonsen” (DOT-FCMSCSP), Diretor: Prof. Dr. Osmar Avanzi

Correspondência: Avenida Eusébio Matoso, 196, Pinheiros – 05423-000 – São Paulo, SP. E-mail: leonardi@taktos.com.br

Trabalho recebido para publicação: 09/07/2010, aceito para publicação: 23/12/2010.

Os autores declaram inexistência de conflito de interesses na realização deste trabalho / The authors declare that there was no conflict of interest in conducting this work

Este artigo está disponível online nas versões Português e Inglês nos sites: [www.rbo.org.br](http://www.rbo.org.br) e [www.scielo.br/rbort](http://www.scielo.br/rbort)  
This article is available online in Portuguese and English at the websites: [www.rbo.org.br](http://www.rbo.org.br) and [www.scielo.br/rbort](http://www.scielo.br/rbort)

## INTRODUÇÃO

O alargamento dos túneis ósseos, após a cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior, tem sido um fenômeno bem documentado na literatura desde o início dos anos 90. Caracteriza-se pelo alargamento dos túneis tibial e femoral em radiografias e em outros exames de imagem pós-operatórios sequenciais<sup>(1)</sup>. Sua incidência é extremamente variável, de 0% a 74,26%<sup>(2)</sup> e está intimamente ligada a fatores como o enxerto, fixação e método de mensuração utilizados. Para joelhos operados com isquiotibiais, as taxas de alargamento variam entre 11% e 73,9% comparados a 2,1% e 47%<sup>(3)</sup> para os operados com tendão patelar. Levando-se em consideração a distância da fixação à superfície articular, as taxas variam de 0% a 23% para enxertos submetidos à fixação anatômica<sup>(4)</sup> e de 47% a 73,9% para os fixados à distância da superfície articular<sup>(3)</sup>.

Embora muitos estudos relatem sua ocorrência, nenhum provou ser clinicamente significativo ou estar relacionado a taxas de falha cirúrgica<sup>(1,4,6)</sup>. Seu mecanismo também ainda não é plenamente compreendido. Entre as possíveis causas estão fatores mecânicos como mobilidade do enxerto no túnel, estresse localizado na entrada do túnel, posicionamento inadequado dos túneis e reabilitação agressiva<sup>(1,2,7)</sup>. Fatores biológicos incluem a resposta inflamatória não específica mediada por citocinas, necrose celular por produtos tóxicos (óxido de etileno, metal), resposta imune a corpos estranhos (enxertos autólogos) e necrose celular como resposta à perfuração óssea pela broca<sup>(3)</sup>.

Estatisticamente, teria maior incidência nos túneis tibiais<sup>(8)</sup> e, apesar dos estudos feitos a curto e longo prazo<sup>(9)</sup> não relacionarem sua ocorrência a falhas cirúrgicas, existiria a preocupação nos casos em que uma revisão cirúrgica fosse necessária.

Parece não haver consenso quanto ao método de sua mensuração em radiografias. Enquanto alguns autores sugerem que os túneis sejam mensurados em vários pontos de seu trajeto<sup>(7)</sup>, outros defendem que para diagnosticar e caracterizar os alargamentos dos túneis ósseos deve-se mensurar a distância entre as duas margens escleróticas na região de sua maior dimensão, a uma distância padronizada entre o joelho e o chassi, a fim de se evitar a magnificação radiográfica<sup>(10)</sup>.

O objetivo do presente estudo é constatar a presença do alargamento do túnel ósseo tibial após a cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior e descrever uma técnica de fácil reprodutibilidade.

## CASUÍSTICA E MÉTODOS

### Estudo da casuística

Em estudo prospectivo, acompanhamos 30 atletas submetidos à cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior pela técnica videoartroscópica com enxerto quádruplo de tendões grácil e semitendíneo, fixados por parafusos metálicos transversos TransFix<sup>®</sup> no fêmur e interferência na tíbia, sendo 23 do sexo masculino (92%) e dois do sexo feminino (8%). A média de idade do grupo de 28,5 anos, variando de 18 a 43 anos, lado direito operado em 16 pacientes (64%) e o esquerdo em nove pacientes (36%) dos casos e média do período entre a lesão ter ocorrido e a cirurgia foi de 9,2 meses, variando entre três e 25 meses. O estudo foi realizado de junho de 2006 a agosto de 2008.

Os critérios de inclusão de pacientes no estudo foram os seguintes:

- a) Ruptura completa do ligamento cruzado anterior diagnosticado clinicamente e por exame de ressonância nuclear magnética (RM);
- b) Queixas de instabilidade;
- c) Demais ligamentos do joelho íntegros;
- d) Cartilagem articular íntegra;
- e) Ausência de lesão do corno posterior dos meniscos;
- f) Ausência de lesão neurológica e vascular ou fraturas prévias nos membros inferiores;
- g) Ausência de alteração do eixo de carga unilateral;
- h) Não apresentar lesões progressivas ao aparelho locomotor que cursem com limitação funcional, limitação da amplitude articular ou alterações da função muscular; e
- i) Não terem sido submetidos a cirurgia prévia no joelho a ser operado.

### Acompanhamento pós-operatório

Para a coleta de dados, padronizamos os seguintes períodos:

- a) T0 – Período pré-operatório.
- b) T1 – Período de pós-operatório de zero a 30 dias.
- c) T2 – Período de pós-operatório de três meses.
- d) T3 – Período de pós-operatório de seis meses.

Foram realizadas radiografias dos joelhos operados de cada paciente no período pós-operatório, nas incidências anteroposterior (AP) e perfil (P) (Figuras 1 e 2). A primeira no pós-operatório imediato (T1), logo após fechamento da pele e realização de curativo; e as demais, no terceiro (T2) e sexto (T3) meses pós-operatórios. O diâmetro do túnel foi mensurado na tíbia a 2,0cm abaixo da linha articular do côndilo tibial

medial a partir das margens escleróticas do trajeto visível da broca e, traçando uma linha perpendicular ao túnel, gerando a variável “a”. Os valores obtidos foram divididos pelo diâmetro do osso, gerando a constante “b” mensurada também 2,0cm abaixo da linha articular medial. A opção em se gerar resultados relativos dados pela proporção a/b foi feita a fim de se evitar resultados viciados pela possível magnificação da radiografia.

Foi usado o teste não paramétrico de Wilcoxon para a comparação das variáveis encontradas da proporção a/b nas radiografias (AP1, AP2, AP3, P1, P2 e P3) em relação aos tempos (T0, T1, T2 e T3).

Em todos os testes, foi usado o nível de significância de 5%, sendo estatisticamente significantes os testes com  $p < 0,05$ . Os resultados considerados estatisticamente significantes foram indicados por um asterisco (\*), e os não significantes, por n.s.

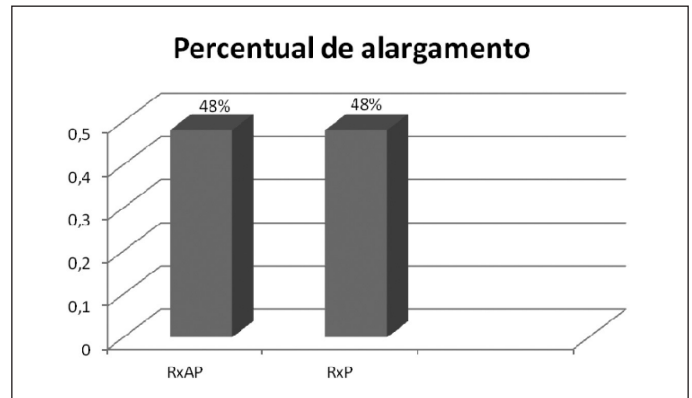
## RESULTADOS

Dos 30 pacientes selecionados para o estudo, três foram excluídos por não comparecerem aos retornos predeterminados e dois por apresentarem exames de imagem de má qualidade, não sendo possível mensurar os diâmetros dos túneis.

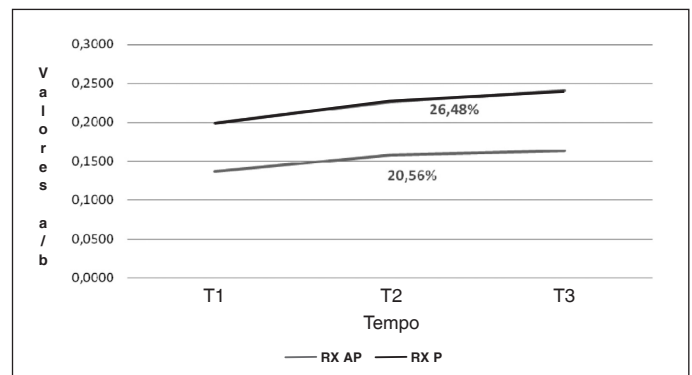
Fazendo uso do método de mensuração proposto e considerando o alargamento dos túneis ósseos o aumento do diâmetro do túnel tibial em mensurações sucessivas, ou seja,  $T3 > T2 > T1$ , houve aumento dos túneis ósseos em todos os períodos, exceto entre T2 e T3 para as radiografias em incidência anteroposterior (AP) (Tabela 1).

Embora o alargamento estivesse presente em 48% das radiografias em incidência anteroposterior (AP) e perfil (P) (Figura 1), ao realizarmos o cruzamento dos dados, notamos que o mesmo passou a estar presente em apenas 16% dos casos, ou seja, em apenas nove pacientes, esteve presente em ambas as incidências e fora estatisticamente significativo para os períodos estudados.

Ao expressar o fenômeno em percentil, notamos aumento de 20,56% em radiografias na incidência anteroposterior e de 26,48% para incidência radiográfica de perfil no período de T1 a T3. Em ambas as incidências, notamos maior intensidade nas primeiras 12 semanas do estudo, ocorrendo, então, de maneira menos intensa até o sexto mês (Figura 2).



**Figura 1** – Incidência do alargamento do túnel ósseo tibial nos exames de radiografia em incidência anteroposterior (AP) e perfil (P).



**Figura 2** – Progressão do alargamento dos túneis ósseos, pelos valores relativos a/b, RX AP, RX P representam, respectivamente, as radiografias em incidência anteroposterior e perfil.

Teste de Wilcoxon para incidência anteroposterior: Entre T1 e T2:  $p < 0,001^*$  - Entre T2 e T3:  $p = 0,193$  n.s. - Entre T1 e T3:  $p < 0,001^*$

Teste de Wilcoxon para incidência em perfil: Entre T1 e T2:  $p = 0,06^*$  - Entre T2 e T3:  $p = 0,035^*$  - Entre T1 e T3:  $p = 0,004^*$

**Tabela 1** – Medidas resumo dos valores relativos entre o diâmetro do túnel ósseo e da largura da tibia para as radiografias de incidência anteroposterior e perfil da tibia em relação aos tempos T1 (pós-operatório imediato), T2 (3° mês pós-operatório) e T3 (6° mês pós-operatório), em que RX AP significa radiografias de incidência anteroposterior e RX P, radiografias de incidência perfil.

Tempo	Média		Mediana		D.P.		Mínimo		Máximo	
	RX AP	RX P	RX AP	RX P	RX AP	RX P	RX AP	RX P	RX AP	RX P
T1	0,1368	0,1992	0,1411	0,1833	0,0175	0,0445	0,1105	0,1200	0,1625	0,3600
T2	0,1579	0,2263	0,1500	0,2222	0,0203	0,0312	0,1333	0,1791	0,2000	0,2830
T3	0,1630	0,2408	0,1625	0,2380	0,0235	0,0325	0,1200	0,1391	0,2000	0,2835

Teste de Wilcoxon para incidência anteroposterior: Entre T1 e T2:  $p < 0,001^*$  - Entre T2 e T3:  $p = 0,193$  n.s. - Entre T1 e T3:  $p < 0,001^*$

Teste de Wilcoxon para incidência em perfil: Entre T1 e T2:  $p = 0,06^*$  - Entre T2 e T3:  $p = 0,035^*$  - Entre T1 e T3:  $p = 0,004^*$

## DISCUSSÃO

O alargamento dos túneis ósseos na cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior é um fenômeno que tem sido relatado nos últimos anos, independentemente da técnica utilizada<sup>(1,6,9)</sup>.

Sua incidência descrita na população varia de 12,19% a 100%<sup>(1,11,12)</sup>. Atribuímos a isso a falta de consenso para sua mensuração, diferentes métodos utilizados para a obtenção de enxerto e fixação, o tamanho variável das amostras estudadas e critérios individuais para definir o alargamento dos túneis ósseos.

Neste estudo, encontramos o fenômeno em 48% das radiografias na incidência anteroposterior e em 48% das radiografias na incidência perfil (Figura 1).

Ao realizar o cruzamento de dados, no entanto, notamos que apenas 33,3% dos casos que haviam tido alargamento em uma incidência radiográfica também a tiveram em outra. Ou seja, apenas 16% dos pacientes haviam tido alargamento e o mesmo estava presente nas duas incidências radiográficas estudadas. Atribuímos a isso o formato heterogêneo dos túneis que sofreram alargamento, classificados como cônicos, cavitários e lineares quando analisados de maneira tridimensional<sup>(1,13)</sup>.

Na literatura, não existe consenso em relação ao método para sua mensuração. Alguns autores afirmam que deve ser mensurada nas margens escleróticas na maior dimensão do túnel ósseo, perpendicular ao seu longo eixo nas radiografias pós-operatórias do joelho<sup>(7,11)</sup>. Outros são favoráveis à mensuração sempre a um determinado ponto abaixo da interlinha articular<sup>(11)</sup> e em diferentes pontos ao longo dos túneis devido ao fato de melhor descrever a morfologia do alargamento: cônico, linear ou cavitário<sup>(13)</sup>. Notamos também não haver consenso em relação à expressão de resultados. Enquanto alguns autores o façam em números absolutos<sup>(14)</sup>, outros expressam o alargamento em porcentagem<sup>(3,7,12)</sup>.

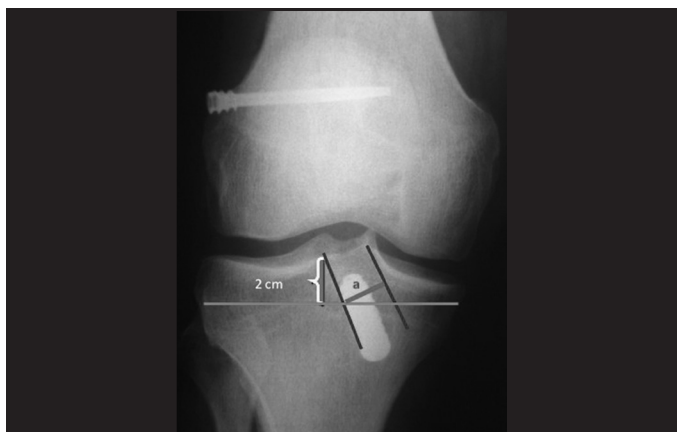
Webster *et al*<sup>(14)</sup>, em estudo comparativo, no qual observadores diferentes analisaram as mesmas radiografias para determinar o alargamento dos túneis ósseos, cada um usando o parâmetro que julgava suficiente, notaram que existe variação de resultados de 16% a 24%.

Escolhemos o método de Fahey, Indelicato<sup>(10)</sup> e padronizamos um ponto 2cm abaixo da interlinha articular medial, local onde o fenômeno ocorreria com maior intensidade<sup>(1,12)</sup>. Todos os exames foram analisados pelo mesmo examinador.

Para que o efeito da magnificação radiográfica, onde a imagem obtida nos filmes torna-se maior que o objeto

estudado, alguns autores recomendam que seja calculado o fator de correção, e estimam que, para radiografias convencionais, o valor calculado deve ser de até 10%<sup>(7,10)</sup>.

Em nosso estudo, criamos um método do qual obtínhamos valores relativos entre o diâmetro do túnel – que chamamos de variável “a” – e seu longo eixo – que chamamos de constante “b” (Figuras 3 e 4), ambos mensurados 2cm abaixo da interlinha articular. Acreditamos que este método além de prevenir erros de mensuração dos túneis ósseos pela magnificação das radiografias também evita erros ao se tentar estabelecer o ponto de maior diâmetro do túnel, pois acreditamos que isso pode levar à mensuração em locais diferentes no mesmo joelho, conduzindo, obviamente, a resultados errôneos.



**Figura 3** – Radiografia na incidência anteroposterior (AP). A linha azul acompanha as margens do túnel e, 2cm abaixo da linha articular medial, perpendicular à mesma, é dado seu diâmetro, representado pela linha vermelha (a). No mesmo ponto, calcula-se o diâmetro do osso, representado pela linha laranja (b). O valor obtido pela variável “a” é então dividido pela constante “b”.



**Figura 4** – Radiografia na incidência perfil (P). A linha azul acompanha as margens do túnel e, 2cm abaixo da linha articular medial, perpendicular à mesma, é dado seu diâmetro, representado pela linha vermelha (a). No mesmo ponto, calcula-se o diâmetro do osso, representado pela linha laranja (b). O valor obtido pela variável “a” é então dividido pela constante “b”.

Autores que compararam a mensuração do alargamento dos túneis ósseos pelas radiografias e tomografias são unânimes ao afirmar que as radiografias podem subestimar o verdadeiro diâmetro do alargamento do túnel, principalmente durante os três primeiros meses, devido à dificuldade técnica em determinar as margens escleróticas dos túneis, especialmente dos túneis femorais<sup>(11,13,14)</sup>.

Neste estudo, fizemos as avaliações utilizando radiografias por ser o mais popular, de menor custo e mais difundido exame de imagem e, certamente, o mais acessível para a realização de estudos semelhantes. Acreditamos que continue sendo um excelente método de avaliação do alargamento, pois, em contraste aos resultados encontrados por alguns destes autores<sup>(11,13,14)</sup>, notamos a presença do fenômeno nos três meses iniciais, tendo significância estatística e ocorrendo de maneira mais rápida em comparação ao período do terceiro ao sexto mês (Tabela 1 e Figura 1).

Em relação ao tempo do surgimento, parece ser con-

sensual que o alargamento do túnel pode ocorrer dentro do primeiro ano após a cirurgia, especialmente da terceira à nona semana, e pode não ocorrer, ou ocorrer de maneira muito sutil até dois a três anos pós-operatórios<sup>(4,9)</sup>. Realizamos o seguimento de seis meses, que, segundo a literatura, seria o tempo ideal para que o fenômeno ocorresse; notamos que fora significativa e mais intenso nos três primeiros meses, sendo, então, menos intenso de três a seis meses, tendo significância estatística para a radiografia em perfil da tibia e sem significância para a radiografia em incidência anteroposterior da tibia (Tabela 1 e Figura 2).

## CONCLUSÕES

O alargamento dos túneis ósseos é um fenômeno presente nos primeiros meses após a cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior. A técnica de mensuração proposta neste estudo é suficiente para sua detecção.

## REFERÊNCIAS

- Höher J, Möller HD, Fu FH. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction: fact or fiction? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1998;6(4):231-40.
- Buelow JU, Siebold R, Ellermann A. A prospective evaluation of tunnel enlargement in anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings: extracortical versus anatomical fixation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2002;10(2):80-5.
- Clatworthy MG, Annear P, Bulow JU, Bartlett RJ. Tunnel widening in anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective evaluation of hamstring and patella tendon grafts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1999;7(3):38-45.
- Barber FA, Spruill B, Sheluga M. The effect of outlet fixation on tunnel widening. *Arthroscopy.* 2003;19(5):485-92.
- Fahey M, Indelicato PA. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament replacement. *Am J Sports Med.* 1994;22(3):410-4.
- Zijl JA, Kleipool AE, Willems WJ. Comparison of tibial tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon autograft or allograft. *Am J Sports Med.* 2000;28(4):547-51.
- Zysk SP, Fraunberger P, Veihelmann A, Dörger M, Kalteis T, Maier M, et al. Tunnel enlargement and changes in synovial fluid cytokine profile following anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon and hamstring tendon autografts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2004;12(2):98-103.
- L'Insalata JC, Klatt B, Fu FH, Harner CD. Tunnel expansion following anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison of hamstring and patellar tendon autografts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1997;5(4):234-8.
- Berg EE, Pollard ME, Kang Q. Interarticular bone tunnel healing. *Arthroscopy.* 2001;17(2):189-95.
- Camanho GL, Camanho LF, Aguiar AFM. Alargamento dos túneis ósseos nas reconstruções do ligamento cruzado anterior com tendões flexores: avaliação de 34 pacientes com quatro anos de seguimento. *Rev Bras Ortop.* 2004;39(5):214-22.
- Fink C, Zapp M, Benedetto KP, Hackl W, Hoser C, Rieger M. Tibial tunnel enlargement following anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft. *Arthroscopy.* 2001;17(2):138-43.
- Rodeo SA, Kawamura S, Kim HJ, Dynybil C, Ying L. Tendon healing in a bone tunnel differs at the tunnel entrance versus the tunnel exit: an effect of graft-tunnel motion? *Am J Sports Med.* 2006;34(11):1790-800.
- Granata Júnior G, Caraviello A, Granata GSM, Nakano E, Matoso F, Navarro R, et al. Enlargement of bone tunnels in the anterior cruciate ligament reconstruction with semitendinosus and gracilis: compare tridimensional computadorized tomography and radiography. (Poster P15-1066] *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008; 16(Suppl.1):S80-S230. [Abstracts of the 13th ESSKA 2000 Congress, May 21-24, 2008, Porto, Portugal).
- Webster KE, Feller JA, Elliott J, Hutchison A, Payne R. A comparison of bone tunnel measurements made using computed tomography and digital plain radiography after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2004;20(9):946-50.