

**Adriano Barros de Aguiar Leonardi**

**O alargamento dos túneis ósseos tibiais na cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior com enxerto quádruplo de tendões isquiotibiais possui implicação clínica?**

**Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Medicina.**

**São Paulo**

**2009**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



**Adriano Barros de Aguiar Leonardi**

**O alargamento dos túneis ósseos tibiais na cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior com enxerto quádruplo de tendões isquiotibiais possui implicação clínica?**

**Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Medicina.**

**Área de concentração: Ortopedia e Traumatologia.**

**Orientador: Dr. Nilson Roberto Severino**

**São Paulo**

**2009**

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

**Preparada pela Biblioteca Central da  
Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo**

Leonardi, Adriano Barros de Aguiar

Estudo do alargamento de túneis ósseos tibial e femoral na cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior com enxerto quádruplo de tendões isquiotibiais./ Adriano Barros de Aguiar Leonardi. São Paulo, 2009.

Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo – Curso de Pós-Graduação em Medicina.

Área de Concentração: Ortopedia e Traumatologia

Orientador: Nilson Roberto Severino

1. Ligamento cruzado anterior/cirurgia 2. Tíbia 3. Tendões 4. Fêmur 5. Músculos 6. Procedimentos cirúrgicos reconstitutivos

## **DEDICATÓRIA**

**Aos meus pais Euclides e Yara, pela presença constante em minha vida.**

**Ao meu irmão Renato, por sua inestimável vitória pela vida.**

**À Juliana, pelo carinho e apoio em todos os momentos.**

**“Se a única ferramenta que você tem é um martelo, então todo o mundo se parece com um prego.”**

**Abraham Maslow**

**1908-1970**

## **AGRADECIMENTOS**

**À Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, gerida por Dr. Kalil Rocha Abdalla, Dr. José Hélio Musitano Pirágine, Sr. Hercílio Ramos, Eng. José Cândido de Freitas Júnior, Dr. Milton Fernandes, Dr. João Clímaco Penna Trindade, Eng. Augusto Carlos Ferreira Veloso e Dra. Helena Piva, por ser uma instituição de excelência, reconhecida nacional e internacionalmente pela assistência, ensino e pesquisa na área da saúde.**

**Ao diretor da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, Prof. Dr. Ernani Geraldo Rolim, por gerir esta instituição voltada ao ensino e pesquisa.**

**Ao presidente da Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, Prof. Dr. Osmar Avanzi, pela oportunidade de aprimoramento profissional.**

**Ao Dr. Cesar Teruyuki Kawano, pela oportunidade de realizar este trabalho no serviço de cirurgia do joelho dos hospitais Santa Cecília e Nossa Senhora do Rosário, pelo incentivo à pesquisa científica.**

**Ao Prof. Dr. Nilson Roberto Severino, pelo apoio durante todo o meu percurso como aluno da pós-graduação e orientação efetiva desta tese.**

**Ao Departamento de Radiologia dos hospitais Santa Cecília e Nossa Senhora do Rosário, pela qualidade dos exames de imagem realizados.**

**A todos os pacientes que, gentilmente, foram voluntários ao estudo.**

**À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio recebido.**

## Lista de abreviaturas e símbolos

DNA	Ácido desoxirribonucleico
ed.	Edição
%	Por cento
°	Graus
h	Hora
s	Segundos
Kg	Quilograma
m	Metro
cm	Centímetro
mm	Milímetro
mm <sup>2</sup>	Milímetro quadrado
N	Newton
J	Joules
Kvp	<i>Peak Kilovoltage</i>
LCA	Ligamento cruzado anterior
N/mm	<i>Newtons</i> por milímetro
=	Igual a
±	Mais ou menos
n.s	Não significativa
p.	Página
Fig.	Figura
Tab.	Tabela
Gráf.	Gráfico
®	Marca registrada
TM	<i>Trade Mark</i>
ASA	<i>American Standard Association</i>

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Revisão da Literatura.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1.1 Embriologia, histologia e anatomia do ligamento     cruzado anterior.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1.2 As funções do ligamento cruzado anterior.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1.3 Epidemiologia e história natural da lesão do ligamento cruzado     anterior.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1.4 Formas de avaliação da instabilidade.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1.4.1 Escalas de avaliação.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1.4.2 Exame físico.....</b>	<b>11</b>
<b>1.1.4.3 Propedêutica armada.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1.5 Cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1.6 Integração do enxerto aos túneis ósseos.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1.7 Fenômeno do alargamento dos túneis ósseos após     a reconstrução do ligamento cruzado anterior.....</b>	<b>18</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>23</b>
<b>3. CASUÍSTICA E MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
<b>3.1 Casuística.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.1 Seleção de pacientes.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.1.1 Critérios utilizados para a inclusão de pacientes.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.1.2 Critérios utilizados para a exclusão de pacientes.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.2 Idade.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1.3 Sexo.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1.4 Lado operado.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1.5 O tempo entre a ocorrência da lesão e a cirurgia.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1.6 O tempo de realização do estudo.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1.7 Padronização dos tempos do estudo.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1.8 Avaliação clínica.....</b>	<b>28</b>

<b>3.2 Técnica cirúrgica.....</b>	<b>32</b>
<b>3.2.1 Posicionamento do paciente e materiais cirúrgicos.....</b>	<b>32</b>
<b>3.2.2 Coleta do enxerto.....</b>	<b>32</b>
<b>3.2.3 Preparo do enxerto.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.4 Artroscopia do joelho.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.5 Confeções dos túneis ósseos.....</b>	<b>34</b>
<b>3.2.5.1 Túnel tibial.....</b>	<b>34</b>
<b>3.2.5.2 Túnel femoral.....</b>	<b>35</b>
<b>3.2.6 Fixação e pré-tensionamento do enxerto.....</b>	<b>35</b>
<b>3.2.6.1 Fixação femoral.....</b>	<b>35</b>
<b>3.2.6.2 O pré-tensionamento do enxerto.....</b>	<b>36</b>
<b>3.2.6.3 Fixação tibial.....</b>	<b>36</b>
<b>3.2.7 Encerramento, curativo e cuidados gerais.....</b>	<b>37</b>
<b>3.3 Reabilitação pós-operatória.....</b>	<b>49</b>
<b>3.4 Avaliação dos exames de imagem.....</b>	<b>51</b>
<b>3.5 Análise estatística.....</b>	<b>55</b>
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>56</b>
<b>5. DISCUSSÃO.....</b>	<b>68</b>
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>82</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>84</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>88</b>
<b>FONTES CONSULTADAS.....</b>	<b>98</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>99</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>100</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

O ligamento cruzado anterior é uma estrutura originada em área elíptica, de aproximadamente 15 mm a 20 mm de comprimento na superfície pósteromedial do côndilo femoral lateral. Passa ventral, caudal e medialmente à área intercondilar anterior da tíbia, onde se insere entre as fixações anteriores dos meniscos. São reconhecidas duas subdivisões funcionais do ligamento: as fibras ântero-mediais e as póstero-laterais. Em seu curso de aproximadamente 3 cm, as fibras se entrelaçam, formando área de inserção triangular na área intercondilar anterior da tíbia. Durante a extensão, a estrutura choca-se contra o teto da incisura intercondilar, limitando maior extensão, tornando as fibras ântero-mediais tensas. Com a flexão, os feixes ligamentares giram uns sobre os outros, as fibras póstero-laterais rodam abaixo das ântero-mediais, tornando-se mais tensas (Canale, 1999; Strobel, Stedtfeld, 2002).

A lesão macroscópica do ligamento cruzado anterior, associada ou não à de outros ligamentos, é atualmente reconhecida como uma das lesões mais comuns e importantes do joelho, sofridas por atletas. O mecanismo de lesão é frequentemente de desaceleração e valgo em rotação externa do fêmur sobre a tíbia. Os mecanismos mais comuns para sua ruptura isolada são a desaceleração, forças de rotação interna e excessiva hiperextensão (Siliski, 2002).

A instabilidade anterior pode ser sintomática em cerca de 16% dos pacientes, segundo alguns autores (Abdalla et al, 1995), enquanto outros relatam sua ocorrência em quase todos os pacientes (Frank, Jackson, 1997). As razões para estes achados discrepantes não são bem definidas. Pode estar ligada a variados graus de lesão do ligamento cruzado anterior, diferentes tratamentos ou, simplesmente, pela diferença na demanda física das populações estudadas. (Siliski, 2002).

O prognóstico da lesão estaria intimamente associado a lesões concomitantes de outras estruturas. Rupturas dos cornos posteriores dos meniscos, por exemplo, cursariam com aumento da instabilidade devido ao seu importante papel na estabilização do joelho, dentre outros (Levy et al, 1982; Camanho et al, 1997).

A indicação de tratamento cirúrgico e a seleção dos pacientes incluem os pacientes jovens, com demanda esportiva de níveis extremos como o futebol, basquete e vôlei, e moderados como o esqui e o tênis, pacientes ativos com lesão do ligamento cruzado anterior e lesão reparável cirurgicamente do menisco, pacientes ativos com lesão do ligamento cruzado

anterior e lesão de outro ligamento importante, além de pacientes com lesão do ligamento cruzado anterior com instabilidade na vida diária (Maletius, Messner, 1999).

A cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior é, hoje, amplamente realizada por cirurgiões de joelho (Andersson, Gillquist, 1992; Camanho et al, 1997; Aglietti et al, 1998).

A seleção do enxerto envolve fatores como suas propriedades biomecânicas, resposta à cicatrização, morbidade da área doadora, resistência de sua fixação inicial e incorporação biológica. As fontes mais comuns para a obtenção dos enxertos autógenos são o aparelho extensor (tendão do quadríceps, patela e tendão patelar), tendões isquiotibiais (grácil e semitendíneo) e trato ileotibial (Camanho, Olivi, 1996; Brown et al, 1999). Os mais utilizados atualmente são os tendões semitendíneo e grácil, dobrados, e o tendão patelar com fragmentos ósseos (Camanho, Andrade, 1999; Severino et al, 2001). Embora haja controvérsia a respeito do enxerto ideal, sua escolha depende da experiência do cirurgião e da resistência desejada (Alves Jr. et al, 2000).

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 outros exames de imagem pós-operatórios sequenciais (Höher et al, 1998).

Em sua descrição inicial, estava associado ao uso de enxertos homólogos, quando comparado ao uso de enxertos autólogos (Jackson et al, 1990; Fahey, Indelicato, 1994).

Sua incidência é extremamente variável, de 0% a 74,26% (Buelow et al, 2002; Zysk et al, 2004) 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% (Clatworthy et al, 1999; Iorio et al, 2007), comparados a 2,1% e 47% (Clatworthy et al, 1999; Buelow et al, 2002) 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 (Barber et al, 2003; Fauno, Kaalund, 2005) e 47% a 73,9% para os fixados à distância da superfície articular (Clatworthy et al, 1999; Buelow et al, 2002).

Embora muitos estudos relatem sua ocorrência, nenhum provou ser clinicamente significativa, ou estar relacionado a taxas de falha cirúrgica (Fahey, Indelicato, 1994; Höher et

al, 1998; Clatworthy et al, 1999; Buelow et al, 2000; Zijl et al, 2000; Fink et al, 2001; Segawa et al, 2001). 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 (L'Insalata et al, 1997; Höher et al 1998; Buelow et al, 2000). 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 (Clatworthy et al, 1999; Schmalzried, Callaghan, 1999).

Alguns autores descreveram a presença do alargamento dos túneis ósseos em relação ao tempo. Ocorreria estatisticamente de maneira mais intensa nos primeiros meses pós-operatórios e, em menor intensidade, em até dois anos (Dyer, Elrod, 1995, Peyriache et al, 1996).

Estatisticamente, teria maior incidência nos túneis tibiais (Berq et al, 2001) e, apesar de os estudos feitos em curto e longo prazo (Camanho et al, 2004) não relacionarem sua ocorrência a falhas cirúrgicas, existiria a preocupação nos casos em que uma revisão cirúrgica fosse necessária.

## **1.1 Revisão da Literatura**

### **1.1.1 Embriologia, histologia e anatomia do ligamento cruzado anterior**

Noyes et al (1983) afirmam que a irrigação do LCA seria feita pelos ramos da artéria genicular descendente, geniculares superiores e inferiores, medial e lateral à artéria genicular medial. O suprimento sanguíneo mais importante entraria posterior e superiormente na região da inserção femoral do ligamento cruzado anterior. Os vasos se ramificariam no tecido sinovial periligamentar e se comunicariam transversalmente com pequenos ramos endoligamentares. A junção osteoligamentar do ligamento cruzado anterior não contribuiria com sua irrigação. Os mesmos autores constataram ser o suprimento nervoso proveniente de um ramo do nervo tibial.

Schutte et al (1987) constataram haver quatro tipos de receptores nervosos presentes na estrutura: o tipo 1, de adaptação lenta e baixo limiar; o tipo 2, de rápida adaptação e baixo limiar; o tipo 3, de adaptação lenta e alto limiar e o tipo 4, semelhante a terminações nervosas livres da pele. Nos cortes transversais, os receptores seriam encontrados em maior quantidade no tecido subsinovial e em menor número na parte mais central do ligamento.

LaPrade, Burnett 2<sup>nd</sup> (1994) verificaram que o comprimento do LCA variaria entre 20 mm e 41 mm, com uma média de 32 mm. Suas fibras se entrelaçariam, formando uma área de inserção triangular na área intercondilar anterior da tibia. Durante a extensão, o ligamento chocaria contra o teto da incisura intercondilar, limitando maior extensão, tornando as fibras ântero-mediais tensas. Com a flexão, os feixes ligamentares girariam uns sobre os outros, as fibras póstero-laterais rodariam abaixo das ântero-mediais, tornando-se mais tensas.

Harner et al (1999) afirmam que sua origem se dá em área elíptica, com aproximadamente 15 mm a 20 mm de comprimento na superfície póstero-medial do côndilo femoral lateral, margeando a linha intercondilar, superiormente à cartilagem articular na parte inferior da parede do côndilo femoral lateral. Segundo os autores, passaria ventral, caudal e medialmente à área intercondilar anterior da tibia, onde seria inserido entre as fixações anteriores dos meniscos a uma distância de 10 mm a 14 mm em relação à borda anterior do planalto tibial, em uma área triangular de 10 mm a 13 mm no plano frontal e de 15 mm a 19 mm no plano sagital. Seu longo eixo sofre rotação média de 26°. Seu menor diâmetro

encontra-se no terço médio de seu trajeto, com uma área de 36 mm<sup>2</sup> e 44 mm<sup>2</sup> em homens e mulheres, respectivamente.

Petersen, Tillman (1999) referem que, histologicamente, o ligamento cruzado anterior consiste de tecido conectivo denso, composto principalmente por colágeno tipo I. A porção anterior da banda ântero-medial possuiria maior celularidade. Estes tenócitos não seriam alongados e entrariam em contato com a fossa intercondilar durante a extensão máxima. Cortes histológicos desta área mostraram tenócitos típicos e células semelhantes a condrócitos, que produzem colágeno tipo II. Os autores concluem que, talvez devido ao impingimento fisiológico, exista adaptação funcional ao estresse compressivo entre o ligamento e a cartilagem articular da fossa intercondilar. Denominaram o tecido que o encobre de epiligamento que continuaria na estrutura interna, formando o endoligamento, sendo este formado por fibrócitos, variando de ovoide a fusiforme, dispostos em colunas envolvidas por fibras colágenas.

Gabriel et al (2004) encontraram duas subdivisões funcionais do ligamento: as bandas ântero-mediais e as póstero-laterais. Sua terminologia foi determinada de acordo com sua inserção tibial. A primeira seria originada em grande parte de sua área elíptica do côndilo femoral lateral e inserida na porção ântero-medial da espinha da tibia de 13 mm a 17 mm do platô tibial anterior, e a segunda originaria em posição mais distal no fêmur e seria inserida na porção póstero-lateral da espinha da tibia, entre 20 mm e 25 mm do platô tibial anterior. No plano frontal, a banda ântero-medial teria uma orientação mais vertical, de aproximadamente 70° e a póstero-lateral, mas horizontalizada, de 55°. Para os autores, teriam funções independentes para conferirem estabilidade ao joelho. Em resposta à gaveta anterior, a banda póstero-lateral possuiria tensão máxima em extensão completa, havendo queda da mesma, conforme o joelho fosse fletido. A tensão máxima à banda ântero-medial seria alcançada nos 60° de flexão. Após uma carga em rotação interna da tibia, haveria tensão máxima à banda póstero-lateral aos 15° de flexão e entre os 15° e 30° para a banda ântero-medial.

Petersen, Zantop (2007) constataram que o ligamento cruzado anterior surge a partir da 9ª semana de gestação, compondo-se, inicialmente, por fibroblastos imaturos que produzem a matriz extracelular. Entre 20 semanas e 24 semanas, constatou-se que o ligamento cruzado anterior é, morfológicamente, semelhante ao ligamento do joelho adulto por já possuir dupla banda, sugerindo que o desenvolvimento fetal do joelho seja guiado por esta estrutura e que também seja responsável pelo formato dos côndilos femorais e do platô tibial.

### **1.1.2 As funções do ligamento cruzado anterior**

Norwood Jr., Cross (1977) demonstraram que, após a secção seletiva do ligamento cruzado anterior, a banda ântero-medial é o limitador primário da translação anterior da tíbia contra o fêmur com o joelho em flexão, levando à positividade do teste da gaveta anterior como exame de rotina, enquanto que, em extensão, a resistência é exercida pela banda pósterolateral. Constataram, também, que resiste à hiperextensão do joelho ao “chocar-se” contra o intercôndilo e que, durante a marcha, promove a rotação externa da tíbia nos últimos graus de extensão.

Grood et al (1981), em estudo biomecânico, constataram que o ligamento cruzado anterior seria responsável pela restrição da translação anterior da tíbia em 75% a 85% e que isso ocorreria a 30° e variaria entre 5mm e 8 mm. Os autores referem ter encontrado resistência elástica máxima de  $1.725 \pm 269$  N/mm e alongamento máximo de  $182 \pm 33$  N/mm.

Brown Jr, Sklar (1999) concluem que, além de restritor da translação anterior da tíbia, o ligamento cruzado anterior também atuaria como restritor secundário de forças em valgo a 30° de flexão, contribuindo com 13% da resistência.

Jansson et al (1999) referem que as funções proprioceptivas do ligamento cruzado anterior são tão importantes quanto sua função estabilizadora mecânica. Demonstraram haver atraso no reflexo de ativação de isquiotibiais em pacientes que sofreram lesão ao mesmo, quando comparado a joelhos normais.

### **1.1.3 Epidemiologia e história natural da lesão do ligamento cruzado anterior**

Feagin Jr. (1979), estudando a história natural do joelho que sofreu ruptura total do ligamento cruzado anterior, notou que é marcada por uma articulação instável, que frequentemente levaria a queixas de falseio, principalmente em atividades da vida diária e de esportes que exigem desaceleração, corte, drible e corrida.

Fetto, Marshall (1980) referem que, caracteristicamente, alguns pacientes relatam a sensação de que “algo está fora do lugar” e 40% a 65% referem ouvir estalido no momento da lesão. Segundo os autores, no período de 24 horas subsequentes, verifica-se incapacitação aos

esportes e efusão articular. Após algumas semanas, há melhora significativa da dor, do edema e ganho de amplitude de movimento.

Noyes et al (1983b) afirmam que um terço dos indivíduos portadores de instabilidade anterior conseguiriam realizar atividades recreacionais, um terço compensaria, mas não reduziria suas atividades e outro terço teria péssima função do joelho, mesmo afastando-se por completo do esporte.

Andriacchi (1990) refere que a porcentagem de indivíduos que experimentarão esta incapacidade varia na literatura entre 86% e 93%. A maioria dos pacientes compensaria a instabilidade dinamicamente por meio da substituição muscular durante atividades deambulatórias.

Miyasaka et al (1991) afirmam que a lesão macroscópica do ligamento cruzado anterior, associada ou não à de outros ligamentos, é atualmente reconhecida como uma das lesões mais comuns e importantes do joelho sofridas por atletas e esportistas. São comuns na segunda década e predominam no sexo masculino. Segundo os autores, esportes que mais frequentemente provocam sua lesão são o futebol, voleibol, basquete e esqui, provocada, em geral, com o pé fixo ao solo, ou preso ao pé do adversário, havendo valgo e rotação externa do fêmur em relação à tibia.

Andriacchi, Birac (1993), realizando estudos de laboratórios da marcha em pacientes que sofreram lesão do ligamento cruzado anterior, afirmam haver maior tempo de ativação dos músculos isquiotibiais na fase inicial de médio-apoio na desaceleração brusca em joelhos portadores de instabilidade anterior, quando comparados a joelhos normais. Durante a corrida, haveria menor flexão do joelho e, conseqüentemente, menor tempo de ativação do quadríceps, tanto pelo enfraquecimento deste músculo, quanto por maior tempo de ativação dos isquiotibiais. Na marcha normal, haveria flexão precoce do joelho na fase de médio apoio em 75% dos indivíduos portadores de instabilidade anterior, aparentemente na tentativa de se evitar ou reduzir a demanda do quadríceps e, durante o trote, haveria redução da ativação quadricipital de 25%, em média.

Arendt, Dick (1995) apontam uma predisposição maior de mulheres para desenvolver a lesão, desde que sofram entorse do joelho. No basquete, por exemplo, esta possibilidade seria o dobro da dos homens. E, no futebol, chega a ser quatro vezes maior. Os autores listam, como possíveis causas, fatores extrínsecos, como a força muscular, diferenças no controle

neuromuscular e movimento do corpo. Fatores intrínsecos incluiriam a frouxidão ligamentar tipicamente maior no sexo feminino, formato do intercôndilo, tamanho e força do ligamento e apontam, ainda, possíveis influências hormonais. Os autores afirmam também que, em relação à idade, indivíduos mais jovens teriam maior possibilidade de desenvolver a lesão que mais velhos, e concluem que sua elevada incidência, predominantemente na população jovem e ativa, tem consequências econômicas importantes; portanto, um melhor conhecimento destas lesões é necessário para elaborar estratégias de prevenção e melhoria no atendimento desses pacientes.

Nakamura, Shino (2005) demonstraram que, após sua ruptura, o ligamento cruzado anterior possui cicatrização insuficiente, mesmo após lesões parciais ou reparo primário. Isto é muito diferente do ligamento colateral medial extra-articular, que cicatrizaria, mesmo sem a intervenção cirúrgica. As razões para isso envolveriam fatores como diminuída migração e produção de matriz extracelular, especialmente quando houvesse descontinuidade completa dos cotos do ligamento roto.

Kubo et al (2007), realizando estudo de laboratório de marcha, postulam como causa possível para a degeneração articular após a lesão ao ligamento cruzado anterior a alteração na distribuição destas cargas e chamaram isso de “a fase de início”, na qual áreas com menor espessura cartilaginosa seriam submetidas a carga não fisiológica e iniciariam o processo de osteoartrose. O estudo, associado a imagens de ressonância nuclear magnética, revelou 44% de redução de espessura articular cartilaginosa de joelhos com ligamento cruzado anterior roto em relação aos joelhos sadios e, segundo os autores, isso se daria a princípio no compartimento medial, rumando para os limites laterais do mesmo. No fêmur, ocorreria de início no côndilo femoral medial e, em seguida, no lateral; e, na tíbia, a redução ocorreria inteiramente na porção anterior do compartimento medial. Após esta “fase de início”, haveria progressão rápida para a osteoartrose, na chamada “fase de progressão”, na qual, alterações na espessura cartilaginosa levariam a resposta inadequada à carga. Isso, somado à fraqueza muscular e à perda progressiva da função neuromuscular, potencializaria a degeneração, fechando-se assim um ciclo vicioso.

## 1.1.4 Formas de avaliação da instabilidade

### 1.1.4.1 Escalas de avaliação

O'Donoghue et al (1955) foram os primeiros autores a desenvolver um sistema de avaliação para traduzir de maneira qualitativa a incapacitação gerada pela ruptura do ligamento cruzado anterior e avaliar a eficácia do seu tratamento. Um exame objetivo e um questionário de 100 pontos foram usados para avaliar o resultado das reparações ligamentares do joelho. As respostas de cada questão foram do tipo "sim" (10 pontos) ou "não" (0 ponto). A avaliação foi complementada com a adição de critérios subjetivos, como derrame, incapacidade e avaliação funcional.

Slocum, Larson (1968) reconheceram a necessidade de avaliar a instabilidade rotatória e os valores comparativos do pré e pós-operatórios. Desenvolveram uma escala de 100 pontos, baseada em critérios subjetivos, objetivos e funcionais. No aspecto funcional, preocuparam-se em avaliar as condições do indivíduo para caminhar, correr, saltar e agachar.

Marshall et al (1977) enfatizaram que o método adequado de avaliação deveria permitir ao cirurgião determinar lesões anatômicas e os prejuízos funcionais correspondentes. Com base nisso, desenvolveram a escala do "Hospital for Special Surgery Knee Score (HSSKS)", o primeiro método específico usado para avaliar lesões ligamentares do joelho. O HSSKS inclui sintomas subjetivos, função subjetiva e testes funcionais objetivos, além de exame clínico.

Lysholm, Gillquist (1982) desenvolveram uma escala para avaliação de sintomas. A escala denominada de Lysholm incluiu aspectos básicos da escala de Larson, introduzindo, contudo, o sintoma de "falseio", que traduziria a instabilidade e relacionando-os à atividade física do paciente.

Tegner, Lysholm (1985) reconheceram a dificuldade de um escore para lesão ligamentar e resolveram, nessa edição, pesquisar achados clínicos e somente avaliar sintomas e função. A escala ou questionário Lysholm foi, então, reelaborada e hoje é composta por oito questões, com alternativas de respostas fechadas, cujo resultado final é expresso de forma nominal e ordinal, sendo "*excelente*" de 95 pontos a 100 pontos; "*bom*", de 84 pontos a 94

pontos; "*regular*", de 65 pontos a 83 pontos e "*ruim*", quando os valores forem iguais ou inferiores a 64 pontos.

#### 1.1.4.2 Exame físico

Noyes et al (1983a), estudando o exame físico direcionado à ruptura do ligamento cruzado anterior, demonstraram a acurácia das manobras de Lachman, gaveta anterior e ressalto, ou *pivot-shift* e afirmam ser o primeiro deles patognomônico da lesão em estudo, pois haveria decréscimo da participação de estabilizadores secundários, especialmente os cornos posteriores dos meniscos. Segundo os autores, a manobra deve ser realizada com o paciente em decúbito dorsal, joelho fletido a 30° e quadril em discreta rotação lateral. Uma vez assegurado de que o paciente está relaxado e que os isquiotibiais não estão contraídos, limitando a migração anterior da tíbia, o examinador testa a estabilidade anterior, segurando o terço distal da coxa com uma das mãos e, com a outra, tenta subluxar anteriormente o terço proximal da perna. Será positiva quando houver translação anterior da tíbia. Segundo os autores, o ponto de parada, ou *end point* macio ou abrupto deve ser notado e comparado ao lado contralateral, indicando lesão total ou parcial ao ligamento cruzado anterior. Um ponto final firme com hemartrose indicaria ruptura parcial aguda, um ponto final firme sem hemartrose indicaria ruptura parcial crônica ou subaguda e um ponto final mole com e sem hemartrose, ruptura completa aguda e crônica, respectivamente.

Kurosaka et al (1987) afirmam que o teste do *pivot-shift* deve ser realizado, estabilizando a perna do paciente entre os braços e o tórax do examinador, e o antebraço correspondente à mão que provoca a subluxação, apoiado pela mão contralateral. Apoiar-se a palma da mão que provoca a subluxação na cabeça da fíbula e direciona-se, suavemente, a tíbia para rotação interna durante a extensão do joelho. Desta maneira se conseguiria maior confiança e cooperação do paciente, além da reprodução clínica do evento da subluxação. Situações que limitam a extensão do joelho, tais como bloqueio por ruptura meniscal em alça de balde ou pelo coto do ligamento cruzado anterior, poderiam dificultar a execução da manobra. Segundo os autores, o fenômeno ocorreria porque, ao se aplicar estresse em valgo a 30° de flexão, haveria inclinação da borda tibial posterior, uma elevação da tensão no trato ileotibial e um impingimento da borda tibial posterior ao côndilo femoral lateral. À medida que a flexão aumentasse, este ponto de impingimento (*pivot*) seria desviado (*shifted*) e a tração, exercida

pelo trato ileotibial em um ângulo menor, culminando na súbita relocação da tíbia previamente subluxada, geralmente acompanhada por um abalo (*jerk*) palpável.

Losee (1988) refere que as manobras de ressaltamento são, sem dúvida, as de excelência na avaliação das lesões ao ligamento cruzado anterior, pois reproduzem a subluxação do planalto tibial em relação ao côndilo femoral lateral, gerando as queixas de falseio no início da flexão, na fase de apoio monopodálico e de mudança brusca de direção. Gesto imprescindível para a maioria dos esportes.

Graf, Vanderby Jr. (1993) notaram que o teste da gaveta anterior verifica a anteriorização da tíbia em relação ao fêmur com o joelho a 90° de flexão, mas é pouco específico, principalmente nos portadores de frouxidão ligamentar. Afirmam que se produz pouco ou nenhum movimento de gaveta anterior a 90 graus de flexão quando há lesão isolada do ligamento cruzado anterior, mas que, de toda forma, é considerada importante, pois auxilia a avaliação de instabilidades periféricas associadas, assim como a possível existência da lesão do ligamento cruzado posterior. Segundo os autores, o teste deveria ser realizado com o paciente em decúbito supino, joelho e quadril flexionados a 90 graus. O examinador anterioriza o terço proximal da perna e a empurra posteriormente, repetindo a manobra nos mais variados graus de rotação interna e externa da tíbia. Assim como em outros testes passivos de complacência, avalia-se a elasticidade do ponto terminal e gradua-se o deslocamento anterior da tíbia.

#### **1.1.4.3 Propedêutica armada**

Dietz et al (1986), analisando radiografias simples do joelho, afirmam que todos os pacientes portadores de lesão aguda do joelho devem realizar o exame, de maneira comparativa, inclusive em incidências axiais para a patela, para se pesquisar instabilidade femoropatelar. Referem que a incidência ântero-posterior pode revelar uma pequena fratura por avulsão próxima à superfície articular, no ponto mais lateral do platô tibial lateral, chamada “fratura de Segond”. Quando presente, indicaria avulsão do ligamento capsular lateral e existiriam 75% de possibilidade de lesão do ligamento cruzado anterior. Além deste sinal, poder-se-ia também encontrar fratura por impactação do côndilo femoral externo, sendo que uma depressão maior que 1,5 mm de profundidade seria quase patognomônica de lesão ao

ligamento cruzado anterior. Concluem que, apesar de sua alta especificidade, sua sensibilidade é muito baixa, presente em somente 12% dos casos.

Boeree et al (1991) afirmam que a ressonância nuclear magnética é considerada o exame padrão-ouro para avaliação por imagens ao ligamento cruzado anterior, pois permitiria sua visualização em baixo sinal em ambas as sequências, com sua porção anterior retilínea, frequentemente mais hipointensa. Em aproximadamente 40% dos casos, o ligamento teria o aspecto de duas ou três faixas separadas no nível de sua inserção distal, correspondendo às suas bandas ântero-lateral e pósteromedial. Sua orientação habitual é quase paralela à linha de *Blumensaat*. Nas lesões agudas, os padrões de imagem poderiam apresentar-se de múltiplas formas. Rupturas junto à sua inserção proximal seriam caracterizadas por uma massa de sinal heterogêneo, correspondendo a um hematoma e a um processo inflamatório, sem que necessariamente a parte distal deste ligamento fosse modificada. Quando a lesão fosse difusa, o ligamento se mostraria desorganizado em toda sua extensão e seu sinal se encontraria aumentado em ambas as sequências, especialmente em T2. Finalmente, uma lesão completa seria confirmada pela solução de continuidade bem marcada ou quando o eixo do ligamento lesado não passasse mais pelo ponto de inserção femoral teórico.

Fitzgerald et al (1993) afirmam que as lesões agudas do ligamento cruzado anterior analisadas pela ressonância nuclear magnética são frequentemente acompanhadas de contusões ósseas, que correspondem a microfraturas e edema ou hemorragia do osso medular subcortical. Seriam essencialmente encontradas nos estágios agudos e subagudos, de preferência no nível da borda tibial posterior e na porção anterior do côndilo femoral externo. A resolução dos fenômenos hemorrágicos e inflamatórios que ocorre no segundo mês pós-trauma permitiria melhor visualização do ligamento. Em casos de ruptura completa, os fragmentos tenderiam a horizontalizar-se junto à fossa intercondileana. Por outro lado, nas lesões cônicas, as imagens variariam entre ausência do ligamento cruzado anterior, preenchimento por tecido adiposo ou contato do ligamento roto ao ligamento cruzado posterior.

### **1.1.5 Cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior**

Butler et al (1980), estudando a cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior, concluem que visariam ao restabelecimento da estabilidade e cinemática normal do

joelho. Seus princípios incluiriam a substituição com um enxerto de alta resistência, a colocação isométrica do mesmo, tensão adequada, eliminação da possibilidade de impingimento, fixação rígida, mobilização precoce e reabilitação funcional.

Noyes et al (1983a) estudaram enxerto do tendão patelar, também conhecido como “osso-tendão-osso”, retirado com aproximadamente 8 mm a 11 mm de largura e fragmentos ósseos da tibia e patela, com resistência elástica máxima de 2.900 N, tendo esta 168% do valor do ligamento cruzado anterior nativo e possibilitando uma fixação rígida nos túneis ósseos. Os autores citam como benefício o tamanho e o comprimento previsíveis, a alta rigidez inicial, a cicatrização mais rápida, em média 4 semanas - 6 semanas em relação a enxertos tendíneos. As desvantagens incluiriam a morbidade da área doadora e problemas específicos relacionados ao tendão patelar, como fraqueza do quadríceps, dor patelar, tendinite e fratura da patela.

Noyes et al (1984), em estudo semelhante com tendões semitendíneo e grácil dobrados, com aproximadamente 10 mm de comprimento, mostraram boas características biomecânicas, com resistência elástica máxima de 4.108 N. Em decorrência de sua área cilíndrica, relatam possuir área de secção transversa maior nos túneis ósseos femoral e tibial durante a cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior. Segundo os autores, um enxerto de tendão patelar de 10 mm de largura e espessura de 5 mm produziria, nestes túneis ósseos, uma área de secção cruzada de 50 mm<sup>2</sup>, contra 63,6 mm<sup>2</sup> de um enxerto de isquiotibiais com laçada dupla de 9 mm de diâmetro. A maior área de secção cruzada e o maior volume de tecido do enxerto dos tendões isquiotibiais resultam, sem dúvida, em maior número de fibras colágenas colocadas na articulação, em comparação com o enxerto de tendão patelar de tamanho semelhante.

Rosemberg (1993) introduziu o uso do Endobutton<sup>TM</sup> para fixação do enxerto ao fêmur, tendo como vantagens o fato de o enxerto permanecer contido no túnel femoral e não depender da integridade cortical posterior. A desvantagem seria que, para tanto, compensar-se-ia o encurtamento do tendão com um sistema de fios à base de fita de poliéster com praticamente duas vezes o comprimento do enxerto. Isto comprometeria a resistência inicial do sistema, obrigando um pós-operatório mais lento e maior tempo de descarga com muletas.

Nabors et al (1995) afirmam que o pré-tensionamento adequado para enxertos de tendão patelar seria de 20 a 30 ciclos de flexoextensão do joelho e fixação de 0° a 20°, gerando tensão de 20 N.

Camanho, Olivi (1996), ao estudarem a técnica da reconstrução do ligamento cruzado anterior, apontam como o fator mais importante na cirurgia o adequado posicionamento do enxerto. A realização de túneis tibial e femoral, muito anteriormente, levaria ao pinçamento do enxerto durante o final da extensão e flexão do joelho, respectivamente, ou desenvolvimento de tecido cicatricial, também conhecida como “ciclope”. Alterações nos pontos isométricos modificam, portanto, o comprimento e a tensão do enxerto durante a flexoextensão.

Yasuda et al (1997), estudando o pré-tensionamento em enxertos de isquiotibiais, concluíram que exigem um mínimo de 30 ciclos, flexão do joelho a 20° e tensionamento a 60 N.

Brown Jr., Sklar (1999) afirmam que o enxerto ideal deve ter boa acessibilidade, não deve resultar em nenhuma morbidade à área doadora, deve reproduzir anatomia normal da estrutura, permitir imediata fixação rígida, sofrer uma rápida cicatrização e fixação, incorporação biológica e suas propriedades mecânicas devem corresponder àquelas do ligamento cruzado anterior nativo.

Brown et al (1999) afirmam que os candidatos a receber o enxerto “osso-tendão-osso” seriam pacientes grandes e pesados, portadores de instabilidade crônica, portadores de frouxidão ligamentar generalizada, lesão concomitante do canto póstero-lateral e lesão concomitante grau III do ligamento colateral medial, pois os tendões isquiotibiais também atuariam como restritores do estresse em valgo do joelho. Indicações que favoreceriam outra fonte de enxerto incluiriam pacientes cuja ocupação, estilo de vida ou religião exigisse ajoelhamento, pacientes com risco de complicações mecanismo extensor, tendinite patelar sintomática e os que possuíssem antecedentes de ruptura do mecanismo extensor ou fratura patelar.

Carneiro Filho et al (1999) referem que a técnica que utiliza o uso do parafuso transversal (*Bone mulch*<sup>TM</sup>, *Slingshot*<sup>TM</sup>, *Transfix*<sup>TM</sup> e *Rigid-fix*<sup>TM</sup>) aproveitaria a resistência natural da dobra do tendão isquiotibial, também conhecida como “axila” do enxerto, porção mecanicamente mais forte, tornando-se uma alternativa na fixação femoral e de aceitação cada vez maior. Sua utilização preconiza a fixação de um pino, perpendicularmente ao túnel femoral e aos tendões em seu interior, eliminando o risco da fratura da cortical posterior, e concluem que ocorre pequeno alongamento do complexo, porém sem positividade nos testes de *pivot shift*, sugerindo estabilidade objetiva inicialmente do método.

Fu et al (1999; 2000) afirmam que a experiência do cirurgião e fatores como o grau de deslocamento do pivô, lesões ligamentares associadas e prática esportiva com saltos ou agachamento devem ser levados em conta na escolha do enxerto. Segundo os autores, o túnel femoral deve ser realizado próximo à posição de 10 h a 11 h no joelho direito e 1 h e 2 h no joelho esquerdo, distante 1 mm ou 2 mm da cortical posterior do fêmur. O túnel tibial deve estar ligeiramente anterior ao ponto entre a espinha tibial e a borda póstero-medial da tibia, devendo ser realizado com guia tibial angulado de 45° a 55°, em um ponto posterior à inserção do ligamento cruzado anterior na tibia.

Viegas, Camanho (2003) afirmam que, embora haja controvérsia a respeito do enxerto autólogo ideal, sua escolha depende da experiência do cirurgião e da resistência desejada. Uma boa seleção de pacientes, inserção, obedecendo aos princípios da isometria e tensionamento adequado são fatores mais importantes do que o próprio tecido a ser utilizado em si. As fontes mais comuns para a obtenção dos enxertos autógenos seriam o aparelho extensor, do qual seriam extraídos o tendão do quadríceps, patela e tendão patelar e tendões isquiotibiais (grácil e semitendíneo). Os mais utilizados, segundo os autores, atualmente são os tendões semitendíneo e grácil, dobrados, e o tendão patelar com fragmentos ósseos.

Drogset et al (2005), em um estudo comparativo entre parafusos metálicos e bioabsorvíveis, referem não haver diferença significativa em relação à estabilidade entre os métodos estudados.

### **1.1.6 Integração do enxerto aos túneis ósseos**

Van Rens et al (1986), em estudo da integração do enxerto “osso-tendão patelar-osso” aos túneis ósseos em cachorros, notaram que há processo de maturação que se estende por até três anos, observando fibras colágenas mais grosseiras e de caráter mais ondulatório, quando comparadas ao ligamento nativo. A celularidade seria restabelecida por completo após seis meses de cirurgia, alcançaria o máximo entre o quinto e oitavo mês e se reduziria a partir desse momento.

Grana et al (1994) realizaram estudo sobre a cicatrização de enxerto tendíneo feito com coelhos em um modelo experimental extra-articular e constataram haver, na primeira semana, necrose e infiltrado mononuclear a partir do osso esponjoso, com aumento progressivo de tecido fibroso e metaplasia do infiltrado celular, diferenciando-se em

fibroblastos. Neste período, entre a segunda e quarta semanas, notaram, também, atividade osteoblástica e invasão de células gigantes mononucleares. De 4 a 6 semanas, observaram, macroscopicamente, penetração de vasos sanguíneos provenientes da sinóvia e dos túneis ósseos perfurados. À microscopia eletrônica, notaram fibras colágenas tendíneas semelhantes às de *sharpey*, partindo do enxerto em direção à parede do túnel, e sua incorporação à parede de osso trabecular parece que ocorreu em oito semanas, por meio de forte tecido de granulação. De 8 semanas a 12 semanas, notaram maior definição do limite tênue entre o ligamento cruzado anterior e o osso, de maneira semelhante ao ligamento nativo e, deste período até 16 semanas, constataram repopulação completa de tenócitos e conexão do ligamento ao osso por meio de fibras de *sharpey* maduras.

Berq et al (2001) foram os primeiros autores a estudar a cicatrização do enxerto tendíneo nos túneis ósseos em um modelo articular e constataram que, uma vez inserido, o mesmo encontra-se, inicialmente, avascular e denominaram seu processo de integração como “ligamentização”. Afirmam que o processo seria metabolicamente mais intenso nas primeiras 16 semanas, tendo poucas mudanças significativas após este período. A fase inicial, nos 15 primeiros dias, foi denominada de fase de necrose, sendo observado infiltrado de monócitos e linfócitos. A partir desse momento, da 2ª à 8ª semana, ocorreria a revascularização, com penetração de vasos sanguíneos provenientes da gordura de Hoffa, sinóvia e dos próprios túneis ósseos. Segundo os autores, o fenômeno perduraria de 3 meses a 7 meses. A fase seguinte, denominada de repopulação celular, presente da 8ª à 12ª semana, seria caracterizada pela formação de uma fina camada de fibrocartilagem, onde células imaturas se diferenciariam em tenócitos, sendo o processo completo em até 30 semanas. Na fase de depósito de colágeno, presente da 12ª à 16ª semana, seria notada a calcificação da interface fibrocartilaginosa entre o enxerto e o túnel ósseo e haveria notada atividade de produção de matriz extracelular realizada por fibroblastos extrínsecos, em que as fibras do colágeno possuiriam diâmetro menor que o do ligamento cruzado anterior nativo e estariam organizadas aleatoriamente. Finalmente, segundo o estudo, a fase final, chamada de maturação do enxerto ocorreria a partir da 16ª semana, caracterizada por processos metabólicos menos intensos, podendo estender-se por até três anos. Os autores notaram também que, embora haja ancoragem e integração completa do enxerto aos túneis ósseos, há oclusão incompleta dos mesmos, especialmente o terço periarticular do túnel femoral. A oclusão dos túneis se daria de dentro para fora do túnel em direção à superfície articular de maneira cônica, com maior velocidade entre a primeira e segunda semanas pós-operatórias,

não havendo praticamente atividade após a 12ª semana. A oclusão da porção periarticular dos túneis expressa em percentagem constatada no estudo foi de 69% no fêmur e 97% da tíbia. Para os autores, o fenômeno estaria provavelmente ligado ao contato constante do enxerto a enzimas do fluido sinovial, como citocinas, inibidores do fator de crescimento.

Kawakami et al (2004), ao realizarem testes biomecânicos durante o período de cicatrização, demonstraram aumento progressivo da resistência tênsil do enxerto, havendo, inicialmente, falha na interface osso-tendão e, posteriormente, falha em sua substância média. Apesar disso, a resistência tênsil da interface tendão-osso no final da cicatrização nunca chegaria a ser igual à da inserção original do ligamento cruzado anterior.

Youn et al (2004) postulam que, durante a maturação do enxerto, a reabilitação estaria diretamente ligada ao aumento de sua força, pois a carga mecânica estimularia a ativação do DNA, com aumento da síntese proteica e melhor organização da matriz extracelular.

### **1.1.7 Fenômeno do alargamento dos túneis ósseos após a reconstrução do ligamento cruzado anterior**

Rodeo et al (1993) referem que o alargamento dos túneis ósseos após a reconstrução do ligamento cruzado anterior ocorreria no “momento zero” por necrose celular, devido ao calor gerado pela broca no momento da confecção dos túneis ósseos.

Schulte et al (1995), estudando o fenômeno após o uso de enxertos homólogos comparados aos autólogos, constataram que ele ocorre com maior intensidade no primeiro grupo e concluem que estaria ligado à resposta imune a corpos estranhos.

Peyriache et al (1996) sugerem que os túneis sejam mensurados em vários pontos de seu trajeto. Segundo os autores, isso levaria a informações sobre o formato do túnel alargado: cônico, cavitário ou linear.

Cameron et al (1997), estudando o líquido sinovial articular após uma lesão traumática, mostraram haver baixos níveis de citocinas e alto nível da proteína antagonista do receptor da IL-1 no líquido sinovial normal, também chamado de “ambiente de proteção”. Isso seria alterado após lesão aguda, com aumento das taxas de interleucinas e fator de necrose tumoral, podendo estabilizar-se ou continuar se elevando com o passar do tempo. Notaram, ainda, redução dos níveis da proteína antagonista do receptor da IL-1, passando a

ser indetectável em situações de ruptura crônica do ligamento cruzado anterior. Segundo os autores, haveria, então, uma perda da capacidade condroprotetora e aumento da atividade osteoclástica.

L'Insalata et al (1997) afirmam que, para diagnosticar e caracterizar as mudanças nos túneis ósseos usando radiografias, deve-se mensurar a distância entre as duas margens escleróticas na região de sua maior dimensão e citam a dificuldade em caracterizá-las durante os três meses pós-operatórios iniciais. Afirmam, ainda, ser o fenômeno mais intenso entre 1 cm e 2 cm abaixo da interlinha articular.

Höher et al (1998) afirmam que o melhor método para avaliar o alargamento dos túneis consiste na análise comparativa de radiografias seriadas, seguindo a mesma técnica e feitas pelo mesmo observador.

Clatworthy et al (1999) referem haver aumento dos túneis ósseos estatisticamente maior em joelhos operados com isquiotibiais, quando comparados aos operados com “osso-tendão patelar-osso”.

Archibeck et al (2001) afirmam haver fatores biológicos responsáveis pelo alargamento dos túneis que seriam representados pela resposta inflamatória não específica, mediada por citocinas. Altos níveis desses mediadores liberados por macrófagos levariam à atividade osteoclástica e conseqüente reabsorção óssea. Isso se notaria sobretudo em torno de implantes, e as mais frequentemente encontradas seriam as interleucinas 1 (IL-1), 6(IL-6), 8(IL-8), fator de necrose tumoral alfa ( $\alpha$ TNF) e a prostaglandina E2.

Fink et al (2001), fazendo uso de tomografias computadorizadas, referem que o alargamento poderia ser detectado mais cedo e em maior magnitude, quando comparado com radiografias. Afirmam que o contato do líquido sinovial no interior dos túneis ósseos causaria osteólise e retardo de maturação do enxerto e denominaram o processo de “efeito do banho sinovial”. Isso seria intensificado pelo efeito gravitacional e pela reabilitação agressiva.

Segawa et al (2001) correlacionaram o alargamento dos túneis ósseos aos ângulos entre a linha de Blumensaat e o túnel femoral e entre o planalto tibial e o túnel tibial e notaram menor taxa de alargamento em ângulos mais obtusos. Assim como outros autores, encontraram maiores taxas em túneis confeccionados de maneira muito anterior, tanto no fêmur, quanto na tíbia.

Buelow et al (2002), defensores das causas mecânicas, afirmam que o estresse localizado na entrada dos túneis, posicionamento inadequado dos mesmos, gerando forças aumentadas sobre o enxerto, incorporação atrasada e falha precoce e reabilitação agressiva, caracterizada por carga imediata, ganho precoce de amplitude de movimento e fortalecimento muscular também estariam ligados à gênese do alargamento. Apontam, ainda, como possível causa mecânica, o efeito da compressão imediata do parafuso de interferência contra o enxerto. Isso causaria o alargamento do túnel ósseo no que chamaram de “momento zero”.

Barber et al (2003) compararam joelhos operados com enxerto de tendão patelar com uma das extremidades dobradas sobre si mesma com joelhos operados com o mesmo enxerto de maneira convencional e notaram que não existiu alargamento dos túneis ósseos tibiais em nenhum caso, no primeiro grupo; e, em 90% dos casos, no segundo. Os autores concluem que o fenômeno do alargamento dos túneis ósseos seria consequência do micromovimento da porção livre do tendão patelar na saída do túnel, gerando o “movimento do limpador de para-brisa”, com osteólise e consequente alargamento.

Zysk et al (2003) realizaram estudo, comparando os níveis pós-operatórios de interleucinas em joelhos operados com enxertos de tendão patelar e isquiotibiais, e encontraram aumento da concentração de interleucina-6 (IL-6), fator de necrose tumoral alfa ( $\alpha$ -TNF) e óxido nítrico (NO) nos pacientes que apresentaram o alargamento dos túneis ósseos, porém não encontraram diferenças entre os dois grupos estudados.

Camanho et al (2004) correlacionaram a ocorrência do fenômeno a possíveis implicações clínicas. Nenhum deles provou ser o fenômeno clinicamente significativo, ou estar relacionado a taxas de falha cirúrgica. Os autores concluem que, embora sem relevância clínica, possa dificultar a cirurgia de revisão e, por este motivo, deva continuar a ser pesquisado.

Webster et al (2004) realizaram estudo comparativo entre radiografias e tomografias computadorizadas para a detecção do alargamento dos túneis ósseos. Referem não terem encontrado diferenças estatísticas para as medidas de alargamento dos túneis tibiais para os dois exames, porém notaram maiores taxas nos túneis femorais em tomografias computadorizadas, em relação a radiografias, particularmente na incidência ântero-posterior.

Fauno, Kaalund (2005) encontraram incidência de alargamento de túneis tibiais de 12%, quando utilizados parafusos de interferência para a fixação do enxerto tendíneo contra 34,78%, quando utilizada fixação a distância.

Jagodzinski et al (2005) atribuem sua ocorrência a fatores mecânicos, sendo a mobilidade do enxerto no túnel o principal fator. Segundo os autores, quanto mais distante da superfície articular, maior a possibilidade de ocorrerem os movimentos longitudinais, também chamados de *bungee effect* seriam mais frequentes e transversais, ou “movimento do limpador do para-brisa”, comuns, segundo os autores, nos enxertos de tendões isquiotibiais e tendão patelar, respectivamente. Os mesmos levariam ao micromovimento dos enxertos no interior dos túneis ósseos, que alteraria o processo inicial de sua integração. O alargamento dos túneis ósseos seria uma consequência disso.

Robinson et al (2005) compararam a incidência do alargamento de túneis ósseos em joelhos fixados com parafusos de interferência bioabsorvíveis de mistura entre ácido poli-L-lático e hidroxiapatita (PLLA + AH) os de poli-L-lático puros (PLLA) e notaram taxa de 29,9% no primeiro grupo, com menos esclerose das bordas à tomografia computadorizada e de 46,6%, no segundo, com mais esclerose nas bordas dos túneis. Atribuem menor taxa de alargamento dos túneis à integração mais rápida, promovida pela presença da hidroxiapatita no primeiro grupo.

Webster et al (2005) analisaram os resultados das mensurações do alargamento dos túneis ósseos realizadas por dois observadores diferentes em radiografias. O primeiro relatou taxas de alargamento de 17% a 26% e, o segundo, de 24% a 38%. Concluem que métodos diferentes empregados na avaliação do alargamento ósseo podem levar a resultados viciados.

Ito, Tanaka (2006) realizaram estudo comparativo entre a presença do alargamento dos túneis ósseos e os resultados clínicos analisados pelo artrômetro KT-2.000 (*MED Metric, CA, USA*), comparando o lado operado ao sadio; notaram que existe relação inversamente proporcional entre a esclerose óssea observada na parede dos túneis e o aumento do deslocamento tibial anterior; porém, isso não acontece ao comparar o alargamento dos túneis aos resultados do artrômetro.

Rodeo et al (2006) estudaram a relação entre cicatrização e integração do enxerto tendíneo aos túneis ósseos, com a presença de micromovimentos em 15 joelhos de coelhos submetidos a testes biomecânicos, analisados de maneira prospectiva, e encontraram relação

direta entre a mobilidade do enxerto na porção justa-articular dos túneis com atividade osteoclástica.

## **2. OBJETIVOS**

Os objetivos do presente estudo são 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 correlacionar resultados funcionais na sua presença.

### **3. CASUÍSTICA E MÉTODOS**

### **3.1 Casuística**

Vinte e cinco pacientes foram submetidos à cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior, sem distinção de sexo, raça e idade. Todos operados pelo serviço de cirurgia do joelho CEMKA (Centro Médico Kawano), no hospital Nossa Senhora do Rosário, da rede Intermédica.

#### **3.1.1 Seleção de pacientes**

Os pacientes selecionados para o estudo foram atendidos no ambulatório do serviço de cirurgia do joelho CEMKA (Centro Médico Kawano).

##### **3.1.1.1 Critérios utilizados para a inclusão de pacientes**

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.

##### **3.1.1.2 Critérios utilizados para a exclusão de pacientes**

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

- a) Lesão do corno posterior dos meniscos;
- b) Lesão neurológica e vascular ou fraturas prévias nos membros inferiores;
- c) Alteração do eixo de carga unilateral;
- d) Lesões progressas ao aparelho locomotor que cursem com limitação funcional, limitação da amplitude articular ou alterações da função muscular;
- e) Cirurgia prévia no joelho a ser operado.

### **3.1.2 Idade**

A média de idade do grupo foi de 28,5 anos, variando de 18 anos a 43 anos (Anexo A).

### **3.1.3 Sexo**

Foram estudados 23 pacientes do sexo masculino (92% ) e 2 do sexo feminino (8%) (Anexo A).

### **3.1.4 Lado operado**

O lado operado foi o direito em 16 pacientes (64%) e o esquerdo em 9 pacientes (36%) dos casos (Anexo A).

### **3.1.5 O tempo entre a ocorrência da lesão e a cirurgia**

O tempo médio decorrido entre a lesão e a cirurgia foi de 9,2 meses, variando entre 3 meses e 25 meses (Anexo A).

### **3.1.6 O tempo da realização do estudo**

O estudo foi realizado de junho de 2006 a agosto de 2008.

### **3.1.7 Padronização dos tempos do estudo**

O estudo foi realizado de maneira prospectiva, iniciando-se no período pré-operatório:

- a) T0 – Período pré-operatório;
- b) T1 – Período de pós-operatório de 0 a 30 dias;
- c) T2 – Período de pós-operatório de 3 meses;
- d) T3 - Período de pós-operatório de 6 meses.

### 3.1.8 Avaliação clínica

A avaliação clínica foi realizada para parâmetros objetivos e subjetivos. Os primeiros são testes do exame físico que avaliam a frouxidão articular, feitos na mesa cirúrgica, sempre pelo mesmo cirurgião, estando o paciente submetido ao bloqueio raquimedular. Os testes realizados foram os testes de *Lachman* (Noyes et al, 1983a) (Fig. 1), gaveta anterior em posição neutra (Graf, Vanderby Jr., 1993) (Fig. 2) e o *Pivot Shift* (Kurosaka et al, 1987) (Fig. 3), quantificados de maneira progressiva de 0 a 4 cruces, de maneira semelhante ao protocolo *International knee Documentation Commmittee* (IKDC Hefti et al, 1993) (Anexo B). Os mesmos testes foram repetidos no 6º mês pós-operatório.

Para os parâmetros subjetivos, usou-se a escala de *Lysholm* (Peccin et al, 2006), que varia de 0 a 100 pontos e classifica os resultados como “excelente” de 95 a 100; “bom” de 84 a 94; “regular” de 65 a 93 e ruim, quando menor que 64 (Anexo C).



FIGURA 1. Estando o joelho flexionado a 30°, a manobra de *Lachman* é realizada. com uma mão, o examinador segura o terço distal da coxa e, com a outra, traciona para frente o terço proximal da perna (seta azul).



FIGURA 2. Estando o joelho flexionado a  $90^\circ$  e a perna em rotação neutra, a manobra da gaveta anterior é realizada. O examinador senta-se sobre o pé do paciente e, com as mãos, traciona para frente o terço proximal da perna (seta azul).



FIGURA 3. Manobra do *Pivot Shift*: com uma das mãos, o examinador roda internamente e anterioriza a perna (setas azul e vermelha, respectivamente), flexionando o joelho a 30°, forçando a abertura em valgo (seta preta). A seguir, o joelho é estendido até 0°.

## **3.2 Técnica cirúrgica**

### **3.2.1 Posicionamento do paciente e materiais cirúrgicos**

Estando o paciente submetido à anestesia raquimedular, em decúbito prono, um torniquete pneumático é aplicado no topo da coxa do membro a ser operado. A cirurgia é realizada, mantendo-se a mesa plana. O equipamento artroscópico é impermeável, utilizando ótica de 30°, uma câmera de vídeo digital de alta resolução e monitor colorido, uma lâmina *shaver* oscilatória motorizada e uma bomba de infusão de soro fisiológico.

### **3.2.2 Coleta do enxerto**

A técnica utilizada para a coleta dos tendões isquiotibiais e preparo do enxerto foram realizados de acordo com Brown, Sklar Jr., 1999. A pele era incisada com um bisturi de lâmina número 15 e a dissecação, feita por meio da gordura subcutânea para expor a primeira camada profunda fascial na face medial do joelho (Fig. 4). Havendo um pequeno e estrelado plexo venoso que jaz sobre a fáscia, faz-se necessária sua coagulação. Após exposição da fáscia crural, palpa-se os tendões grácil e semitendinoso com a ponta do dedo, na região imediatamente inferior e medial à tuberosidade tibial anterior. Neste local os dois tendões são separados do ligamento colateral medial e pela bursa anserina.

Uma incisão retilínea é realizada a 1,0 cm da tuberosidade tibial anterior, abrangendo tanto a fáscia, quanto os tendões isquiotibiais. Esta abordagem cirúrgica fornece ao cirurgião uma visão do aspecto interno dos mesmos e possibilita identificar qualquer variação anatômica ou variações da inserção tendínea à tibia.

Com o auxílio de uma tesoura Metzenbaum, a incisão é estendida proximalmente de 3 cm para o canto posterior da tibia. Para minimizar a hemorragia e para evitar possíveis danos ao nervo safeno, evita-se a dissecação romba muito posterior à tibia.

Usando um par de pinças Kocher, os tendões ainda unidos à fáscia crural são isolados e suturados com pontos ancorados com Vicryl® n° 0 tipo Krakow. A seguir, as conexões intratendíneas descritas como “teia de aranha” são liberadas, notando-se maior elasticidade e mobilidade de cada tendão (Fig. 5).

Com o joelho flexionado a 90° e tendo-se certeza da completa liberação das conexões, realiza-se a coleta dos tendões com o auxílio do tenótomo de maneira delicada, com movimentos circulares em direção à raiz da coxa. Uma boa coleta tendínea normalmente resulta em comprimentos de 20 cm a 26 cm, para o grácil, e 24 cm a 30 cm, para o semitendíneo. A seguir, a fáscia crural é fechada e realiza-se a hemostasia.

### **3.2.3 Preparo do enxerto**

As fibras musculares residuais das extremidades dos dois tendões são delicadamente dissecadas ao longo dos tendões usando uma cureta, tesoura ou rugina. Os dois tendões são cortados para o mesmo comprimento e suturados juntos em pontos ancorados tipo Krakow, usando Vicryl n° 0. O comprimento de 21 cm a 23 cm normalmente irá garantir que, uma vez dobrados sobre si e inseridos nos túneis ósseos, não falte enxerto dentro do túnel tibial (Fig. 6).

A seguir, os tendões são dobrados e suas extremidades são igualadas, formando o enxerto quádruplo e seu diâmetro é medido por tubos calibrados. O diâmetro encontrado é, em geral, de 7 mm a 8,5 mm em homens, e de 6,5 mm a 8 mm em mulheres. O enxerto é, então, coberto por uma almofada úmida até a finalização do processo.

### **3.2.4 Artroscopia do joelho**

A técnica de artroscopia do joelho e confecção dos túneis ósseos foi realizada de acordo com Fu et al, 2000.

O primeiro portal é realizado na porção súpero-medial da patela. Nele, insere-se uma cânula conectada à bomba de infusão para distensão da cápsula articular na entrada de soro fisiológico.

A seguir, o portal ântero-lateral, também conhecido como portal universal, é perfurado adjacientemente ao tendão patelar e 1 cm superior à linha lateral. Através dele, insere-se a “camisa” do artroscópio, pela qual se acopla a ótica de 30° conectada à câmera (Fig. 7).

A articulação começa a ser inspecionada. Inicialmente, com o joelho estendido na mesa cirúrgica, observa-se o compartimento femoropatelar, à procura de corpos livres, espessamento do tecido sinovial e erosões da cartilagem de contato entre a patela e o fêmur.

Uma agulha número 18 é utilizada para criar o portal ântero-medial sob visão direta. Sua utilização previne uma lesão iatrogênica na confecção do mesmo. De maneira semelhante ao portal ântero-lateral. A seguir, o portal ântero-medial é perfurado adjacientemente ao tendão patelar e 1 cm superior à linha medial. Através dele, o gancho artroscópico ou “probe” é introduzido na articulação para testar a integridade de estruturas como meniscos, ligamentos e tecido cartilaginoso.

Uma vez feita a inspeção articular e tratadas as lesões condrais, meniscais, excisa-se o ligamento mucoso com o auxílio da lâmina motorizada oscilatória “shaver” de 4,5 mm ou uma ponteira de radiofrequência. Fibras remanescentes do ligamento cruzado anterior são desbridadas, desde sua origem na superfície póstero-medial do côndilo femoral lateral até a adequada visibilização da eminência intercondileana tibial medial e lateral, e do corno anterior do menisco lateral.

### **3.2.5 Confecções dos túneis ósseos**

#### **3.2.5.1 Túnel tibial**

As confecções dos túneis ósseos são realizadas com muito cuidado, principalmente a do túnel transtibial. O mesmo deve ser cuidadosamente orientado, tanto no plano sagital, quanto no coronal, por várias razões. O túnel tibial, quando inserido de maneira anterior à preconizada, poderá causar impacto do enxerto contra o teto da incisura intercondilar do joelho, bloqueando o final da extensão.

Com o auxílio de um guia angulado, calibrado a 55° e de um perfurador ósseo, um fio de Kirshner nº 1,5 é inserido na tibia, aproveitando-se a incisão cutânea realizada para a coleta do enxerto. Sua saída intra-articular é monitorizada pela videoartroscopia e é considerada ideal quando está ao longo de uma linha, ligando o corno anterior do menisco lateral e da eminência intercondileana tibial medial. Isso resultará na inserção do fio guia a aproximadamente dois terços entre a borda articular anterior e o declive da espinha tibial medial quando visto em uma radiografia de incidência lateral. Se necessário, este

posicionamento pode ser verificado por meio da fluoroscopia, ou radiografia, estando o joelho em extensão máxima (Fig. 8).

Havendo certeza de que o fio guia encontra-se bem posicionado, perfura-se o túnel tibial com uma broca canulada, do mesmo diâmetro encontrado no enxerto. A saída intra-articular da mesma é protegida com o auxílio de uma cureta a fim de evitar danos adicionais ao ligamento cruzado posterior e a outras estruturas articulares.

### **3.2.5.2 Túnel femoral**

Estando o joelho pendente na mesa cirúrgica, o guia femoral canulado, também conhecido como “aimer”, é inserido através do túnel tibial e direcionado até a incisura intercondilar até que sua extremidade posicione-se atrás da cortical posterior. Para evitar que desça, o joelho é flexionado a 90°, travando-o. Um fio de Kirshner guia número 1,5 é inserido através do orifício do guia e posicionado na incisura intercondilar. O posicionamento ideal do mesmo é entre 10 h e 12 horas no joelho direito e entre 0 h e 2 horas no joelho esquerdo.

Certificando-se do correto posicionamento, o cirurgião, então, prossegue a confecção do túnel com uma broca canulada do mesmo diâmetro usado no túnel tibial. Após a perfuração óssea, deve remanescer entre 2,5 mm e 3,0 mm da cortical posterior e o comprimento do túnel deverá variar de 35 mm a 40 mm (Fig. 9).

## **3.2.6 Fixação e pré-tensionamento do enxerto**

### **3.2.6.1 Fixação femoral**

As técnicas de fixação do enxerto nos túneis femoral e tibial foram realizadas de acordo com Carneiro et al, 1999.

Através dos túneis ósseos tibial e femoral, introduzimos o guia em “U” do parafuso transversal. Havendo certeza de que o mesmo se encontra posicionado até o final do túnel femoral, a manga do guia é colocada contra a pele lateral da coxa (Fig. 10).

Uma pequena incisão é feita através da pele, passando pela banda ileotibial. A manga do guia é, então, avançada até o osso. Neste momento, é possível mensurar o tamanho do parafuso a ser inserido.

Com o fio guia de Kirshner 3,0 mm rosqueado, perfura-se o fêmur distal, de lateral para medial. Em seguida, uma pequena broca dilatadora é inserida na cortical lateral do fêmur e, finalmente, o fio de nitinol, que transfixa a região metafisária femoral para, em seguida, ser tracionado posteriormente pelo guia em “U” até a sua exteriorização na tíbia (Fig. 11).

O enxerto é colocado neste fio e, a seguir, o cirurgião auxiliar realiza a tração em suas extremidades, fazendo com que o enxerto suba e fique alojado dentro dos túneis. Pelo próprio fio de nitinol, insere-se o parafuso transverso canulado TransFix<sup>®</sup>, sendo então fixado por impactação na face lateral do fêmur, por meio de uma chave apropriada (Fig. 12).

### **3.2.6.2 O pré-tensionamento do enxerto**

O pré-tensionamento do enxerto foi realizado de acordo com Yasuda et al, 1997, sendo feito por meio de 25 ciclos de flexoextensão do joelho, partindo de 0° a 110°, com uma pinça Kelly firmemente presa aos fios de sutura do enxerto.

### **3.2.6.3 Fixação tibial**

A fixação tibial é realizada com um parafuso metálico variando de 25 mm a 30 mm, sempre 1 milímetro de diâmetro maior que o diâmetro do túnel perfurado. Um fio de Kirshner guia n° 1 é colocado anteriormente ao enxerto e protegido por uma pinça, impedindo sua migração. O joelho é colocado entre 10 graus e 30° de flexão, e uma gentil gaveta posterior é realizada.

Faz-se uma tração longitudinal sobre o enxerto, e o parafuso é inserido por movimento de rotação e compressão até que esteja completamente dentro do túnel tibial. O contato entre o parafuso, o enxerto e o túnel deve ser firme o suficiente para que o cirurgião use de certa força durante sua inserção.

Havendo certeza de uma fixação firme, testa-se a estabilidade e a amplitude de movimento do joelho.

Novamente, o artroscópio é inserido no joelho, e a tensão do enxerto e impacto na região do intercôndilo são avaliados. Retira-se, então, o restante do enxerto exteriorizado na tibia e prossegue-se a hemostasia e fechamento dos portais e da ferida cirúrgica (Fig. 13).

### **3.2.7 Encerramento, curativo e cuidados gerais**

Um dreno portovac é inserido sobre a fáscia crural e previne a formação de hematoma pós-operatório, equimoses cutâneas e subcutâneas decrescentes ao longo do lado medial do joelho, coxa e panturrilha.

O garrote pneumático é desinsuflado e realiza-se a hemostasia de pequenos vasos que possam sangrar.

A fáscia músculo crural e o tecido subcutâneo são fechados com uma sutura de fio Vicryl absorvível número 0 e, em seguida, a pele é fechada com fio Nylon ® 4.0

Realiza-se curativo simples com gazes e enfaixamento. O membro operado é imobilizado, pulsos distais e perfusão são checados (Fig. 14).

Por fim, o diâmetro da broca e o tamanho dos parafusos são anotados. (Anexo C).

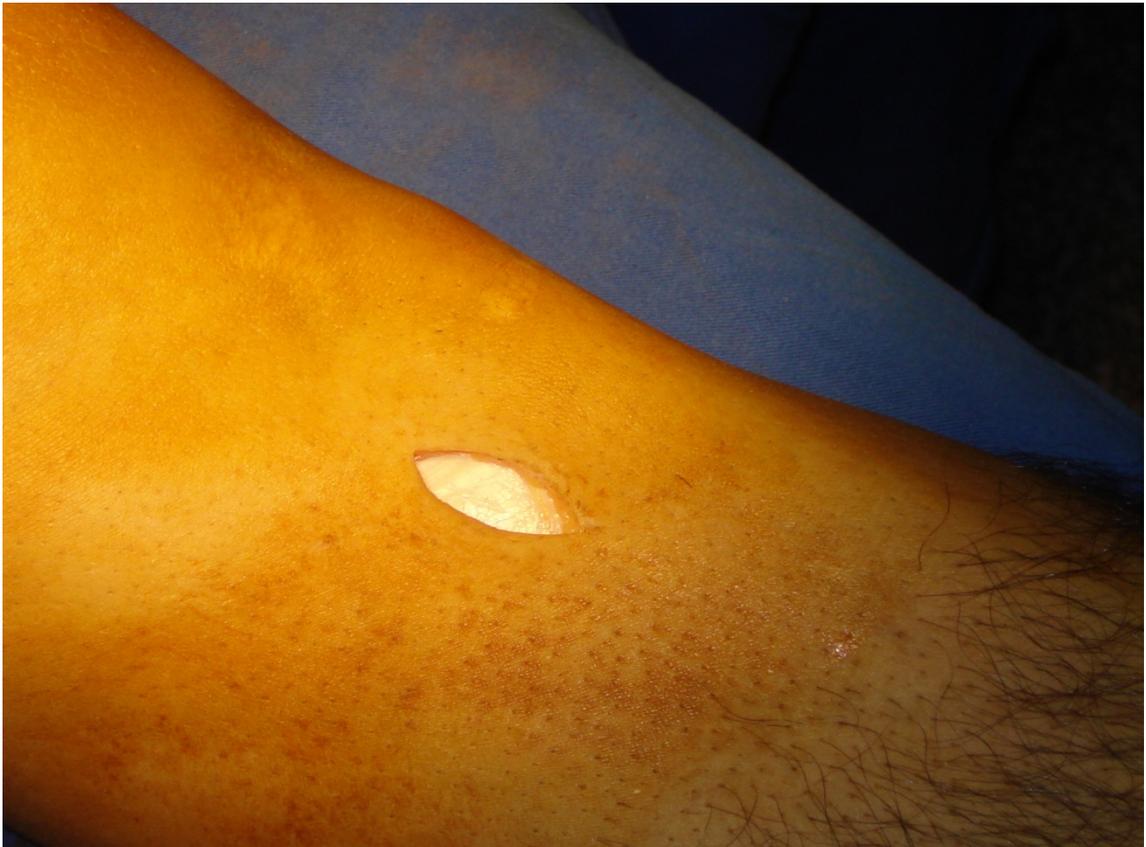


FIGURA 4. Realizada incisão cutânea vertical posicionada sobre a inserção das *pes anserinus*. A meia distância entre a tuberosidade tibial anterior e a borda posterior da tíbia.

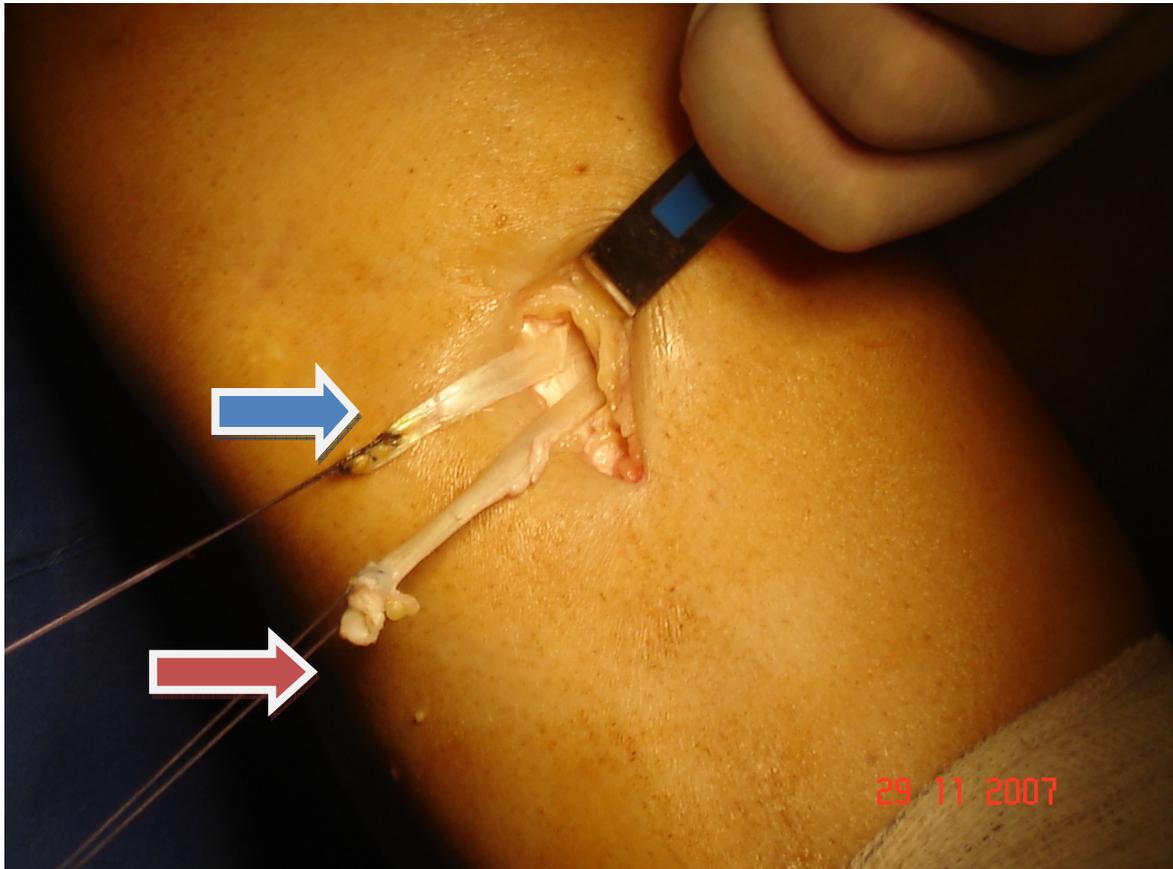


FIGURA 5. Tendões grácil (seta azul) e semitendíneo (seta vermelha) isolados, liberados das conexões intratendíneas e suturados com pontos ancorados com vicryl nº 0 tipo “Krakow”.



FIGURA 6. Tendões grácil (abaixo) e semitendíneo (acima), logo após sua coleta.

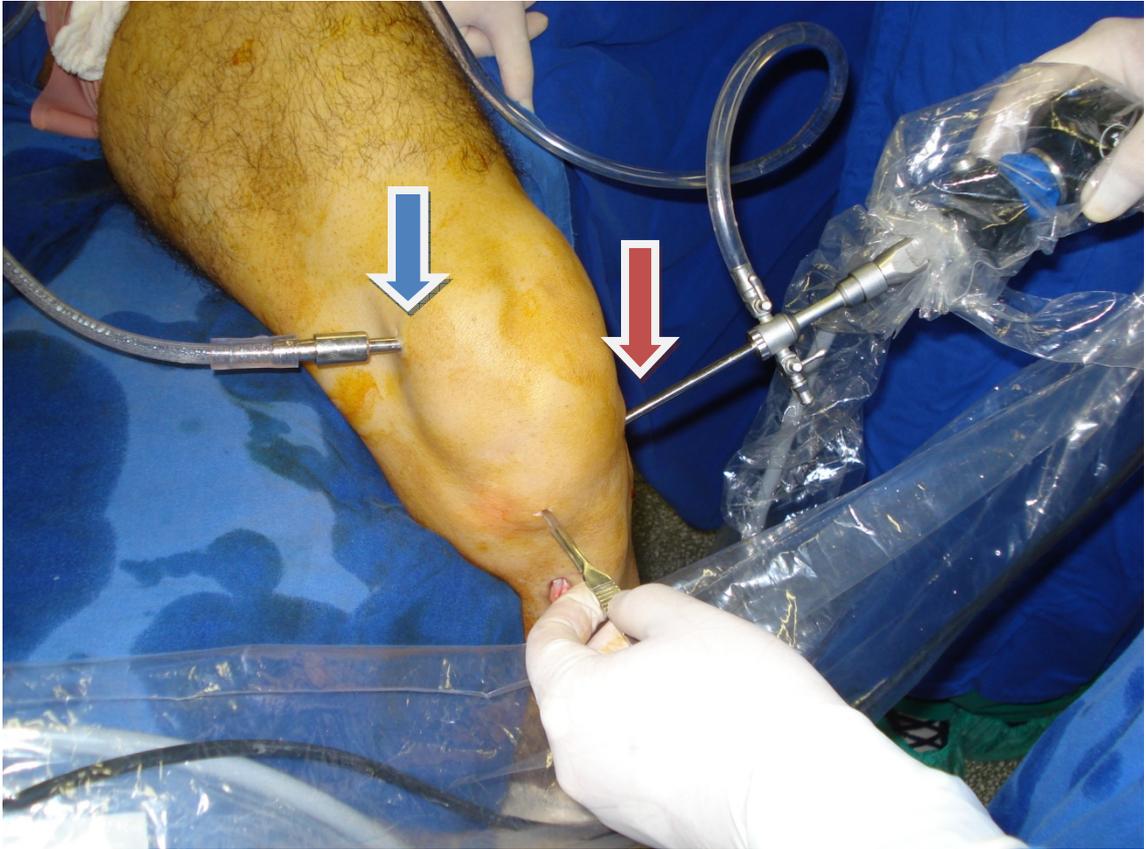


FIGURA 7. Artroscopia do joelho. a seta em azul mostra o portal súpero-medial utilizado para a infusão de soro fisiológico e a seta em vermelho, o portal ântero-lateral. A mão esquerda do cirurgião confecciona o portal ântero-medial.

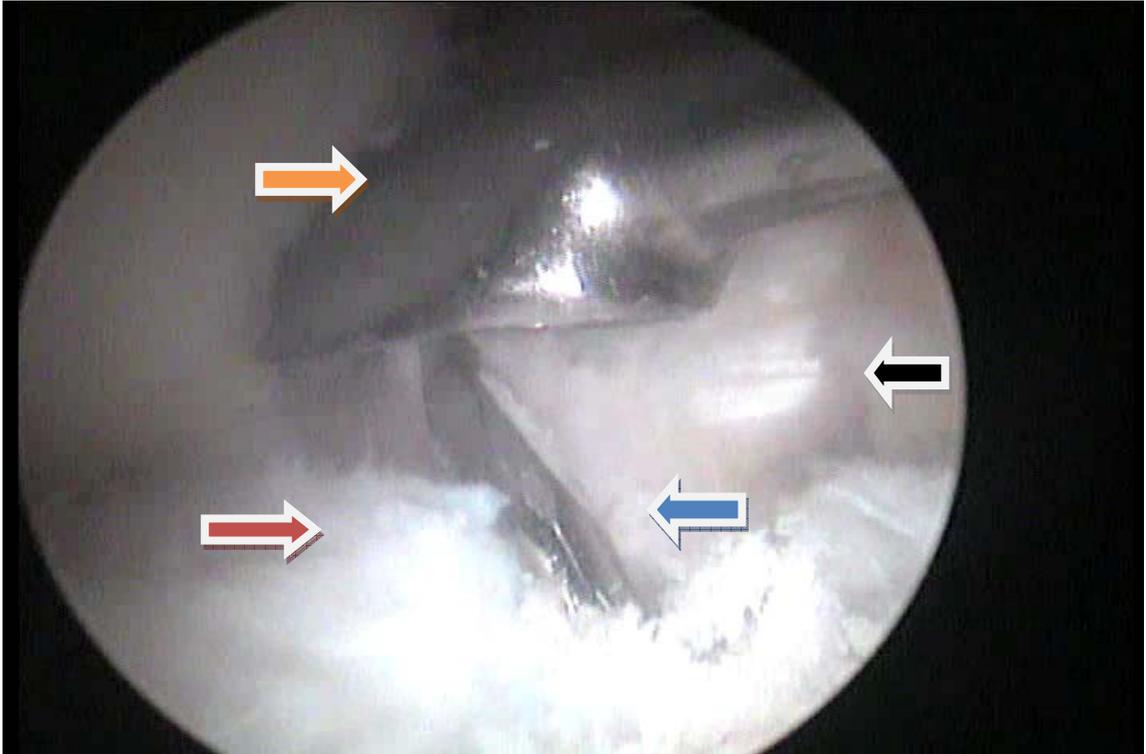


FIGURA 8. Imagem observada durante uma videoartroscopia do joelho. Nota-se a relação da saída do fio de Kirschner 1,5 guia (seta azul), eminência intercondileana da tibia (seta vermelha) e ligamento cruzado posterior (seta preta). A cureta impede o avanço do fio de Kirschner ou danos a estruturas do joelho, por ocasião da saída da broca (seta laranja).

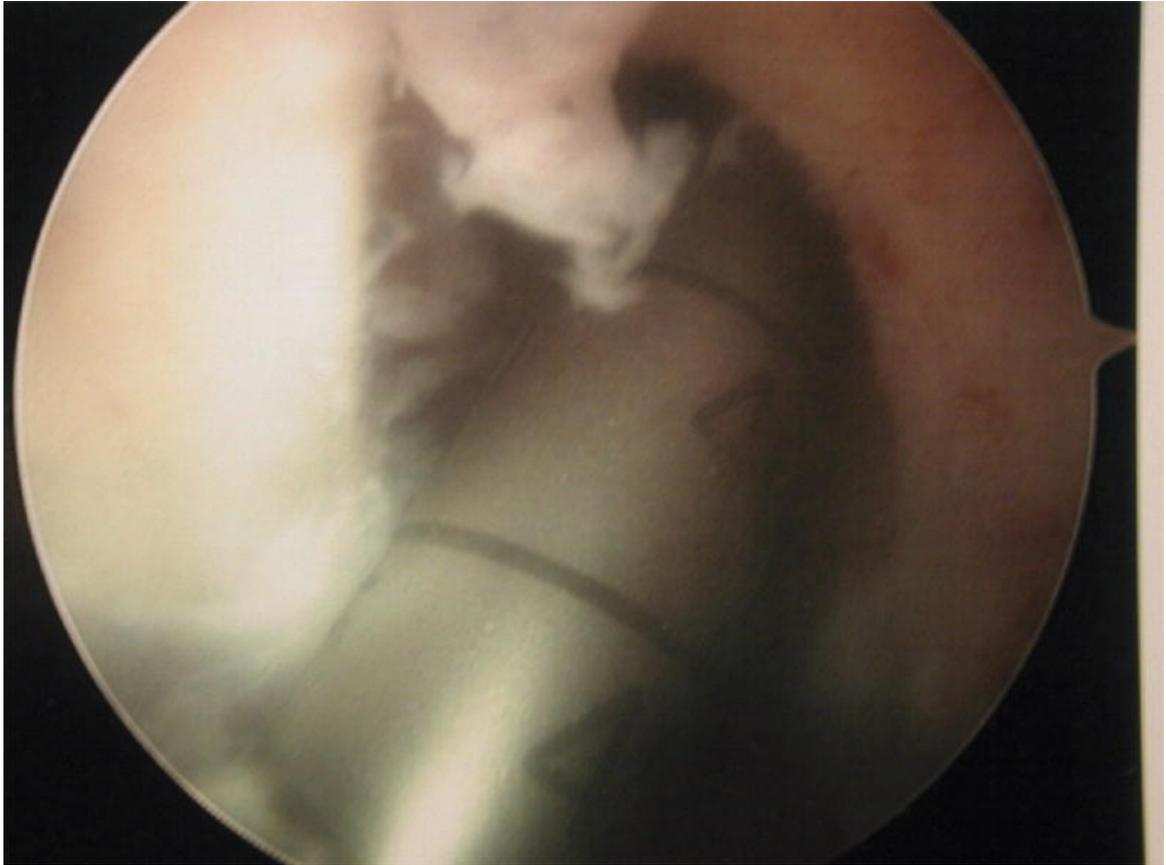


FIGURA 9. Imagem observada durante uma videoartroscopia do joelho esquerdo, durante a perfuração do túnel femoral, com a broca canulada e milimetrada na região do intercôndilo.

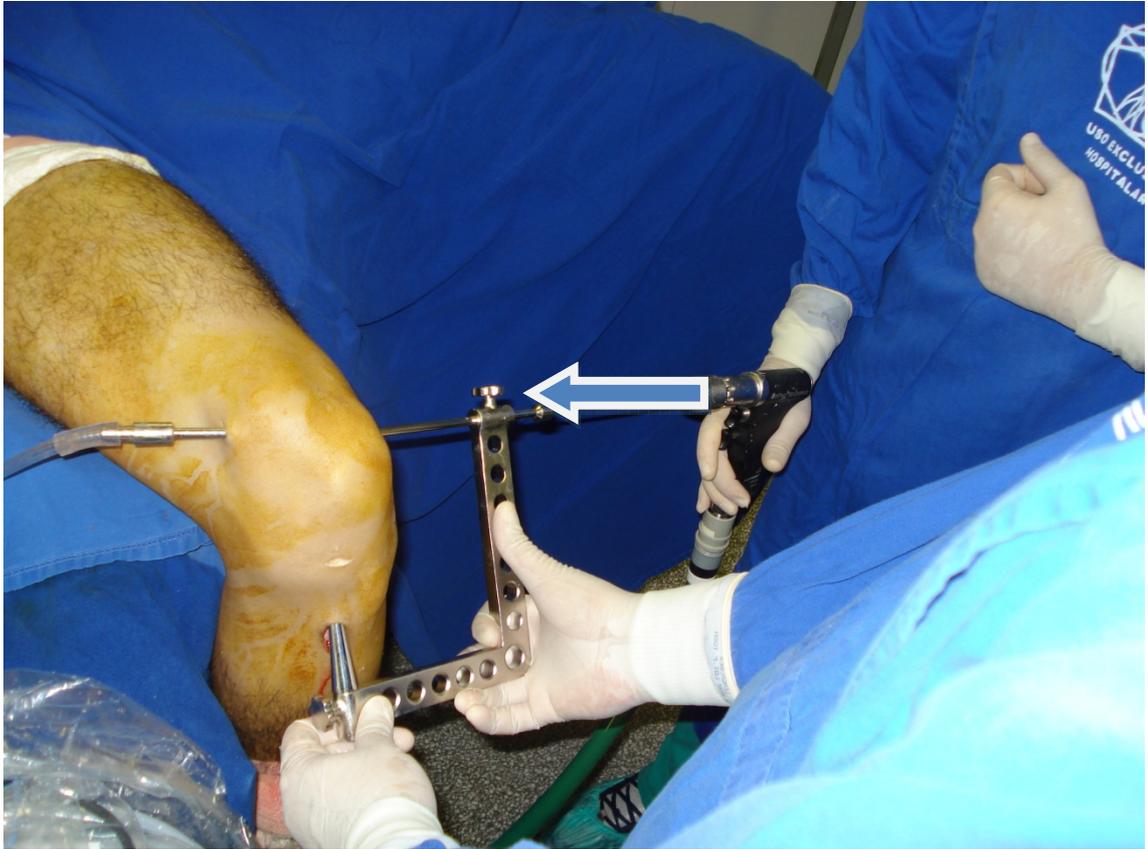


FIGURA 10. Introdução do guia do parafuso transverso em formato de “U” e seu posicionamento dentro dos túneis tibial e femoral. As setas em azul-claro mostram o sentido em que o fio de Kirschner guia nº 3 é introduzido de lateral para medial, dentro da “camisa”.

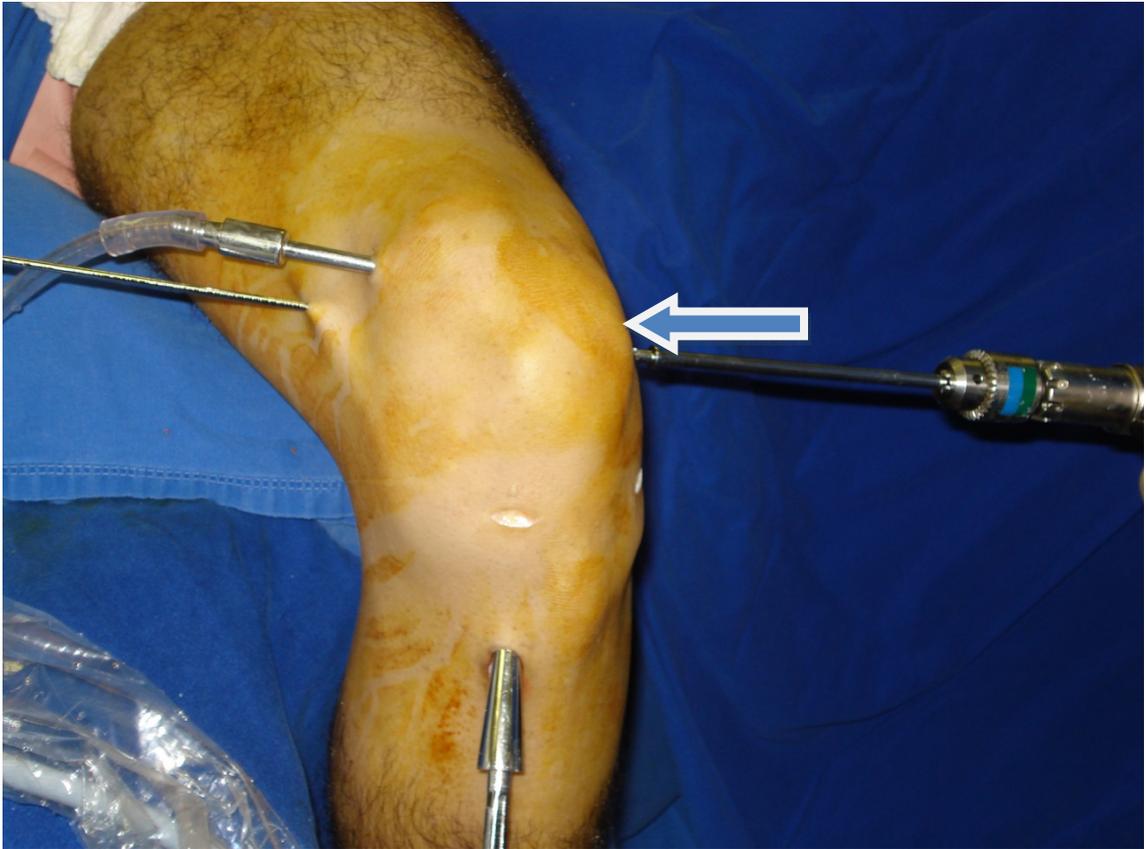


FIGURA 11. A broca canulada é inserida na cortical lateral para preparar a entrada do parafuso transverso. A seta em azul-claro mostra o sentido em que é inserida.

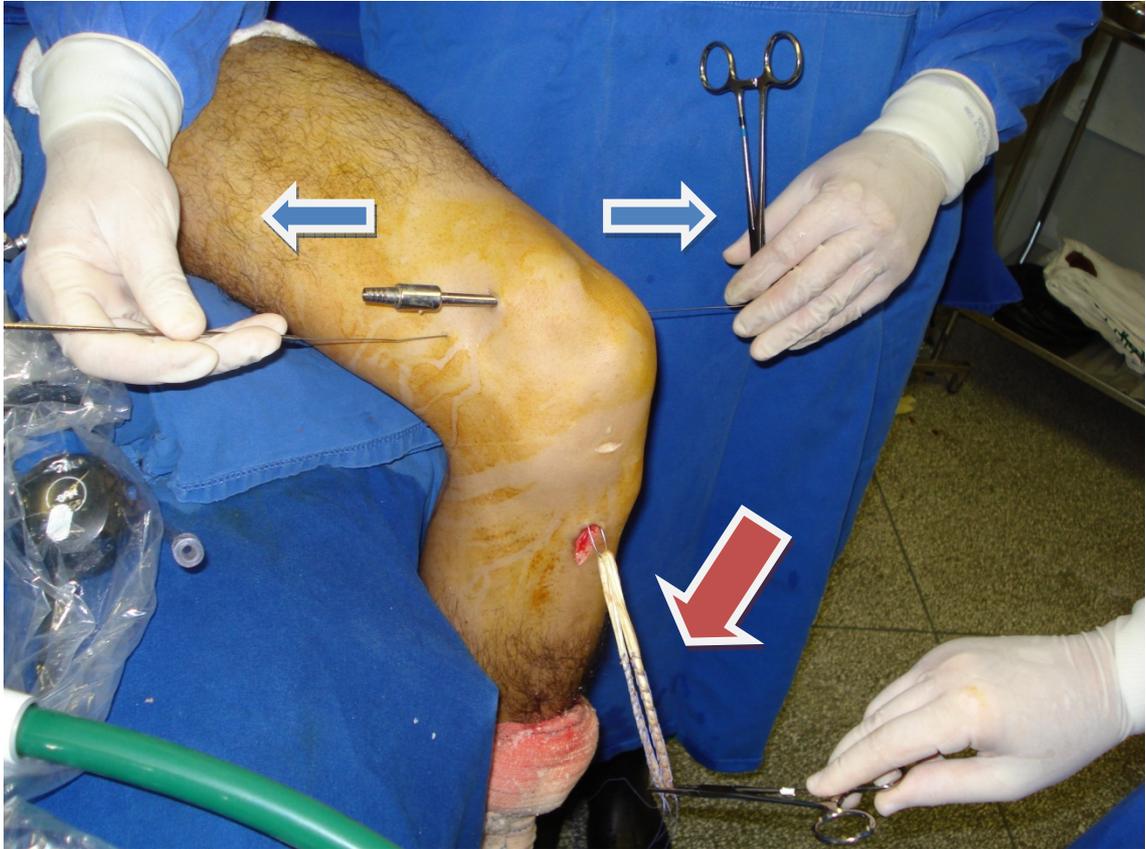


FIGURA 12. Exteriorizado pela retirada do guia em “U”, o fio de nitinol forma uma dobra localizada na saída do túnel tibial, por onde é introduzido o enxerto (seta vermelha). Com o auxílio de um par de pinças Kelly fortes, o cirurgião auxiliar traciona o fio de nitinol para os lados (sentidos das setas azuis), fazendo com que o enxerto suba e fique posicionado dentro dos túneis ósseos.

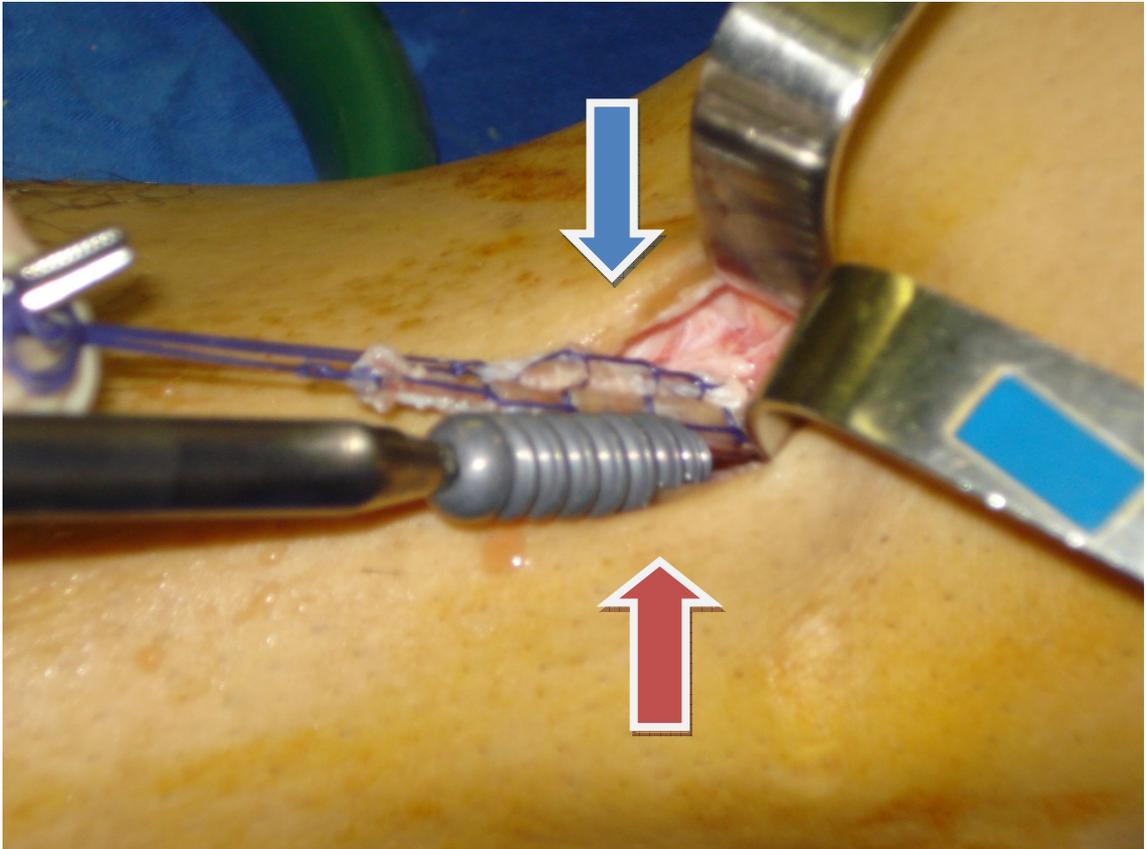


FIGURA 13. Fixação tibial do enxerto: o joelho é mantido em flexão de 30°, a tração no enxerto (seta azul) é mantida e realiza-se a introdução do parafuso metálico de interferência (seta vermelha).



FIGURA 14. A figura mostra o joelho após sutura de planos profundos e pele, incluindo os portais e as incisões, dreno Porto-vac instalado e aspecto do curativo, encerrando o procedimento cirúrgico.

### 3.3 Reabilitação pós-operatória

O período de reabilitação pós-operatória que segue a reconstrução do ligamento cruzado anterior inicia-se no pós-operatório imediato e termina ao final do 6º mês pós-operatório.

No 1º dia, introduzem-se medidas de analgesia que incluem a crioterapia durante 20 minutos, de 2 h em 2h, e a estimulação nervosa elétrica transcutânea (TENS); medidas para diminuir o edema e estimular a contração muscular que incluem exercícios isométricos do quadríceps, isquiotibiais e estimulação elétrica do quadríceps (FES). O joelho é mantido em extensão a 0º (alongamento de isquiotibiais) e é realizada a mobilização patelar.

No 2º dia, mantêm-se os objetivos e condutas anteriores e aumenta-se a amplitude de flexão de 0º a 90º a partir da mobilização passiva manual, adéqua-se a marcha com descarga progressiva de peso, com auxílio de um par de muletas, respeitando a dor do paciente.

No 3º dia, mantêm-se objetivos e condutas anteriores e inicia-se o fortalecimento muscular a partir de exercícios ativos livres para o membro operado, incluindo a elevação da perna estendida em decúbito dorsal e lateral, alongamento de quadríceps a favor da gravidade.

Do 4º dia ao 7º dia, mantêm-se os objetivos e condutas anteriores; o fortalecimento muscular é trocado para exercícios ativo-assistidos de extensão de 90º a 45º do joelho, na posição sentada, com membros inferiores pendentes, ativos livres de flexão de 0º a 90º do joelho em decúbito ventral, e adutores do quadril em decúbito lateral com a perna estendida, se tolerado. Inicia-se o treino de marcha sem muletas e descarga de peso.

Na 2ª semana, mantêm-se objetivos e condutas anteriores, e o fortalecimento dos músculos quadríceps e isquiotibiais é realizado em cadeia cinética fechada por meio de miniagachamentos de 30 segundos; inicia-se o fortalecimento de tríceps sural por resistência manual ou elástica e previnem-se aderências cicatriciais por massagem transversa.

Se ao final da segunda semana o paciente não apresentar dor e edema, encoraja-se que dispense o uso de muletas.

Na 3ª semana, mantêm-se objetivos e condutas anteriores, e medidas são tomadas para aumentar a mobilidade do joelho, que incluem bicicleta estacionária sem carga com assento alto, diminuindo progressivamente a altura do mesmo, pedalando para frente e para trás,

aumento da amplitude de flexão até 110° por meio de exercícios de alongamento para o quadríceps em decúbito ventral. O fortalecimento muscular é feito por exercícios com carga progressiva para os flexores, adutores, abdutores e extensores do quadril, flexores de joelho e tríceps sural. Ao final desta fase, o paciente é encorajado ao retorno às atividades de vida diária leves.

Durante o 1° mês pós-operatório, aumenta-se a flexão do joelho além de 130° por meio de exercícios de alongamento para quadríceps. O fortalecimento muscular é feito com aumento da carga dos exercícios anteriores. Iniciam-se exercícios isotônicos para quadríceps em cadeia cinética aberta de 90° a 45° e resistidos para flexores de joelho em flexão completa. O trabalho de ganho de resistência muscular é feito em bicicleta estacionária com carga gradual e progressiva e adéqua-se a marcha para melhorar o condicionamento físico, como caminhadas na esteira, aumentando progressivamente a velocidade, evitando-se trotes e iniciando corridas dentro d' água.

No 2° mês, o fortalecimento e a resistência muscular são feitos por exercícios de resistência progressiva para toda a musculatura do membro inferior, incluindo máquina “leg press” de 0° a 60°, agachamento de 0° a 30° e mesa extensora de 90° a 45°.

No 3° mês, o fortalecimento muscular é feito de maneira unilateral com exercícios com apoio unipodal para tríceps sural em pé, máquina “leg press”, mesas extensora, flexora, adutora e abduutora. Para aumentar a capacidade física, cardiovascular e respiratória, iniciam-se trotes na esteira.

No 4° mês, intensificam-se fortalecimento e resistência muscular, condicionamento físico, cardiovascular, respiratório, mudança de direção, aceleração e desaceleração.

No 5° mês, intensifica-se o trabalho de força a partir de exercícios excêntricos, trabalha-se a potência muscular por exercícios pliométricos, como o salto, dribble e mudança súbita de direção, e estimula-se o retorno gradativo às atividades recreacionais e esportivas sem contato.

No 6° mês, intensifica-se o trabalho de potência muscular com exercícios pliométricos, passando de apoio bipodal para unipodal, a melhoria do condicionamento físico e coordenação por meio do treino do gesto esportivo específico e o retorno às atividades esportivas de contato.

Não havendo queixas de dor, edema e instabilidade, dá-se alta ao tratamento ambulatorial.

### 3.4 Avaliação dos exames de imagem

Foram realizadas radiografias dos joelhos operados de cada paciente no período pós-operatório, nas incidências ântero-posterior (AP) e perfil (P) (Fig. 15 e Fig. 16, respectivamente). A primeira no pós-operatório imediato (T1), logo após fechamento da pele e realização de curativo; e as demais no 3º (T2) e 6º (T3) meses pós-operatórios. Os exames foram realizados à distância padronizada de 112 cm entre o joelho e o chassi da máquina, estando o raio central centralizado a 1,25 cm distal ao ápice da patela (Bontrager, 2003). Os filmes utilizados foram Kodak ® ASA 400 18 cm x 24 cm e a carga variando de 65 Kvp a 75 Kvp.

O diâmetro do túnel foi mensurado na tíbia a 02 cm 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”, mensurado também a 2,0 cm abaixo da linha articular medial. A opção em gerar resultados relativos dados pela proporção a/b foi feita a fim de evitar resultados viciados pela possível magnificação da radiografia.

Foram realizadas tomografias computadorizadas para cada paciente no mesmo período, ambas no mesmo laboratório. A primeira, durante o primeiro mês pós-operatório (T1) e a segunda, no 6º mês pós-operatório (T3). O diâmetro do túnel (a) e do maior eixo do osso (b) foram mensurados em cortes axiais na tíbia em sua porção justa-articular e, de maneira semelhante à radiografia, obteve-se a proporção a/b, também a fim de evitar resultados viciados pela possível magnificação deste exame (Fig. 17).

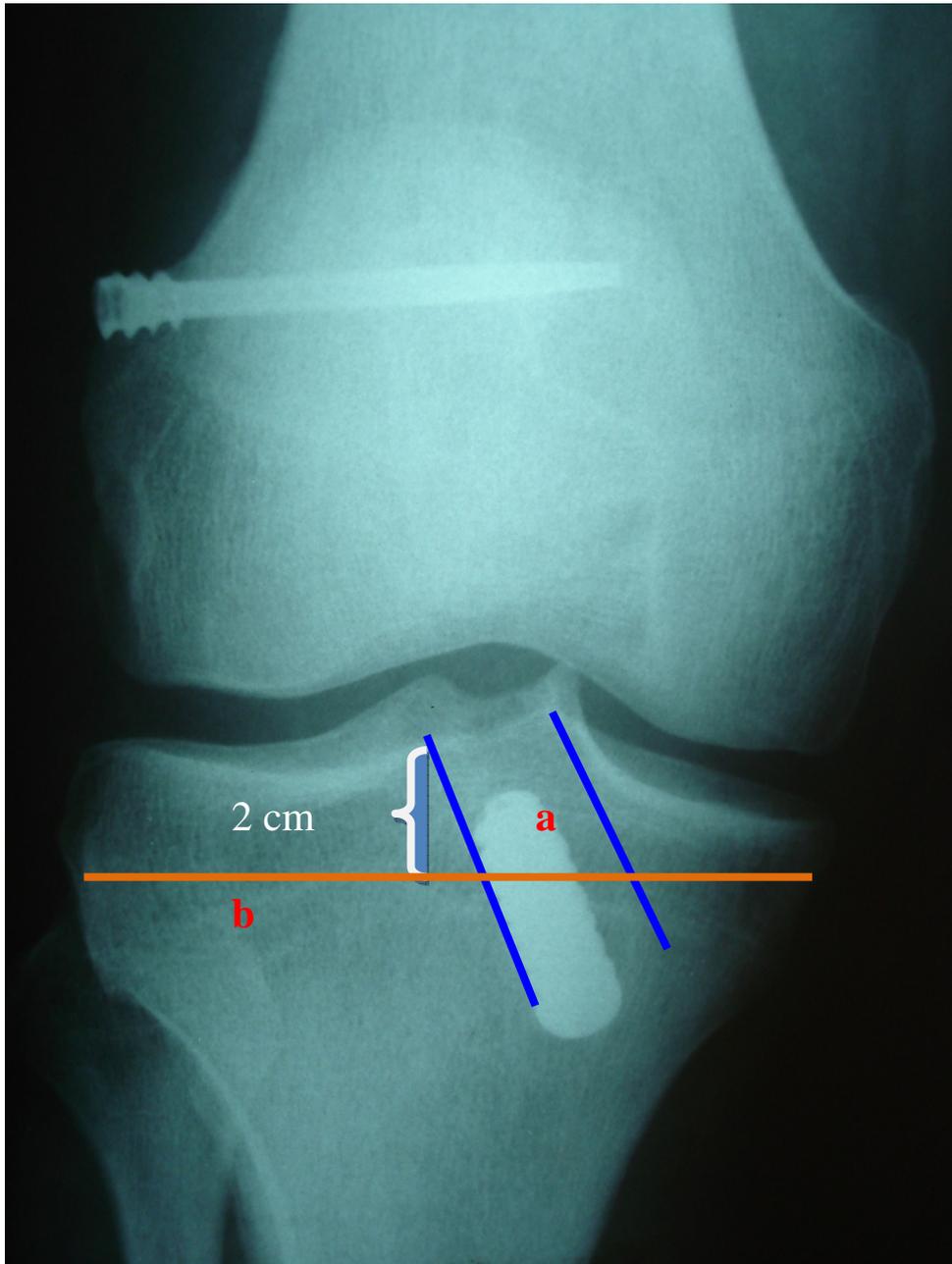


FIGURA 15. Radiografia na incidência ântero-posterior (AP). A linha azul acompanha as margens do túnel e, a 2 cm abaixo da linha articular medial, perpendicular à mesma, é dado seu diâmetro, representado pela linha vermelha (a). No mesmo ponto, calcula-se o diâmetro do osso, representado pela linha laranja (b). O valor obtido pela variável (a) é, então, dividido pela constante (b).

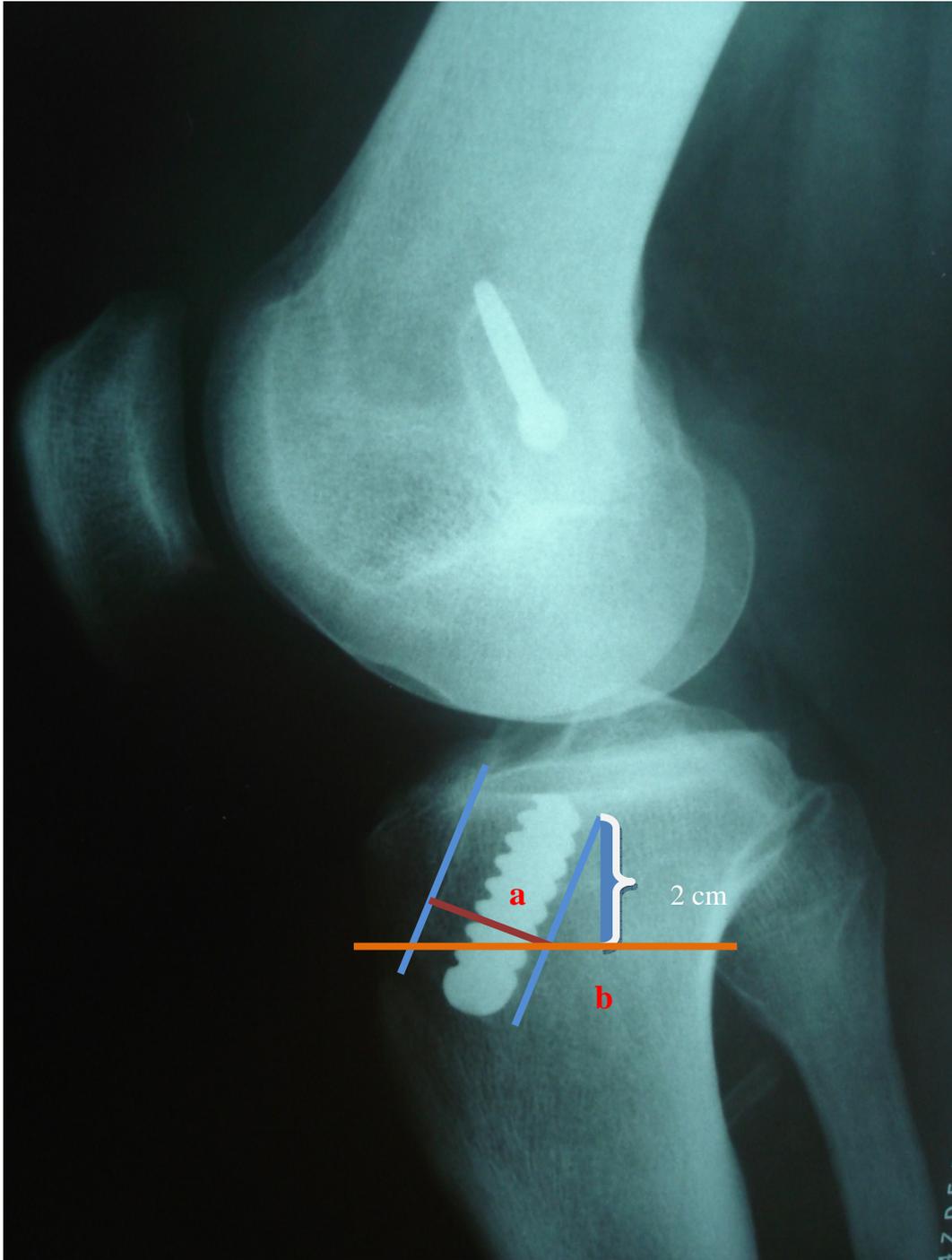


FIGURA 16. Radiografia na incidência perfil (P). a linha azul acompanha as margens do túnel e, a 2 cm abaixo da linha articular medial, perpendicular à mesma, é dado seu diâmetro, representado pela linha vermelha (a). No mesmo ponto, calcula-se o diâmetro do osso, representado pela linha laranja (b). O valor obtido pela variável (a) é, então, dividido pela constante (b).

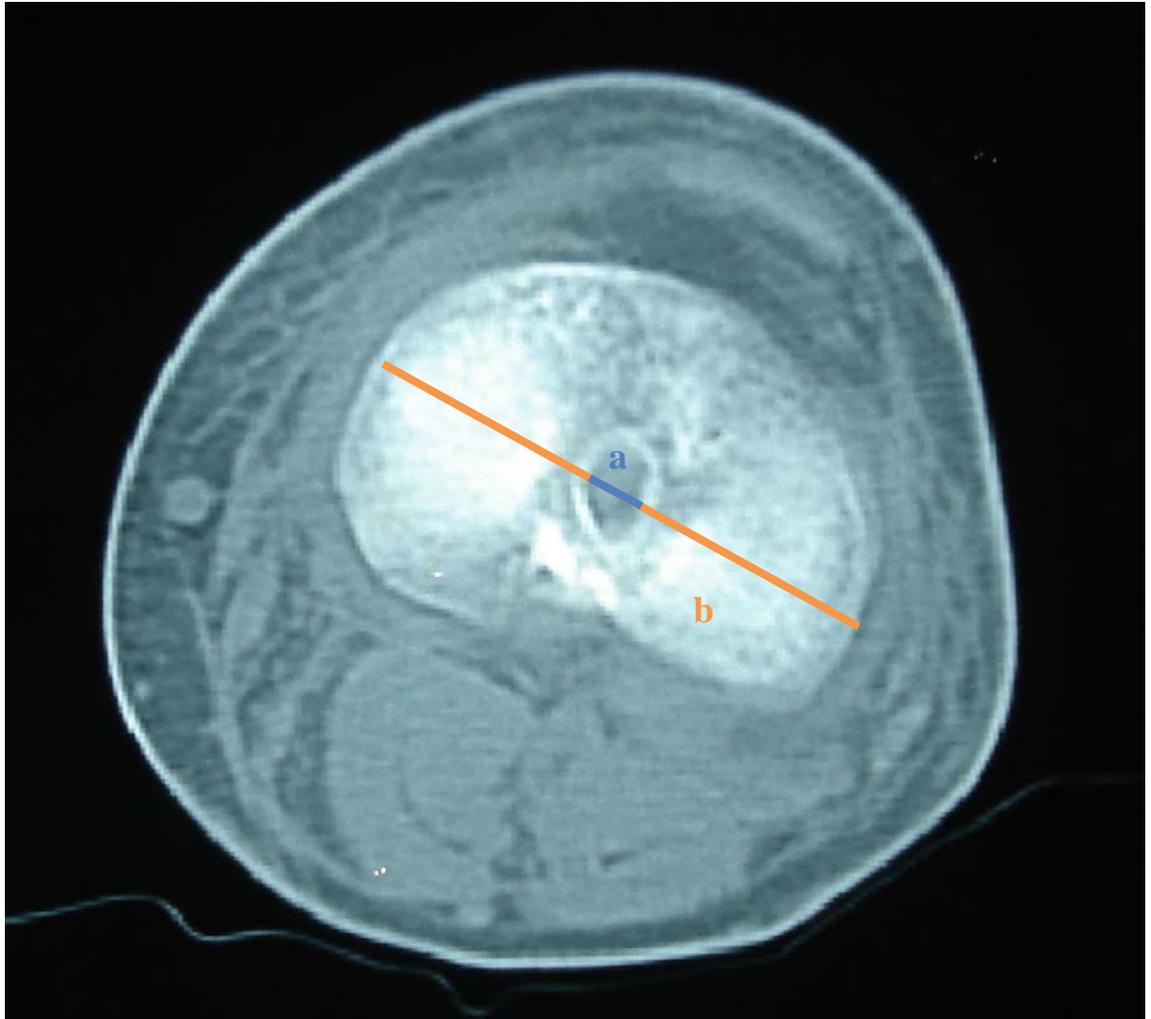


FIGURA 17. Corte axial da tomografia computadorizada da tíbia, em sua porção justa-articular. A linha azul (a) mensura o diâmetro do túnel e a laranja (b), o diâmetro do osso em seu maior eixo.

### 3.5 Análise estatística

Todas as variáveis foram, inicialmente, analisadas de forma descritiva. Para cada variável mensurada foi feita a observação do valor mínimo e máximo, cálculo da mediana, média e desvio-padrão.

Apresentamos as variáveis qualitativas em tabelas de frequência absoluta e relativa. Para as variáveis quantitativas, construímos medidas resumo.

Foi usado o teste não paramétrico de Wilcoxon (Rosner, 1986) para a comparação das variáveis encontradas da proporção a/b nas radiografias (AP1, AP2, AP3, P1, P2 e P3) e tomografias computadorizadas (TC1 e TC2) em relação aos tempos (T0, T1, T2 e T3).

Foi usado o teste Qui-quadrado de Pearson para comparação da proporção de pacientes com alargamento nas radiografias (AP1, AP2, AP3, P1, P2 e P3) e tomografias computadorizadas (TC1 e TC2) em relação aos parâmetros objetivos (testes de Lachman, gaveta anterior e *pivot shift*) e subjetivo (escala de Lysholm). Para avaliação da concordância entre os alargamentos com base nas radiografias (AP1, AP2, AP3, P1, P2 e P3) e tomografias computadorizadas (TC1 e TC2), foi usada a estatística Kappa.

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.

## **4. RESULTADOS**

Dos trinta pacientes selecionados para o estudo, três foram excluídos por não comparecerem aos retornos pré-determinados e dois por terem tido exames de imagem de má qualidade, não sendo possível mensurar os diâmetros dos túneis.

Não houve, em nenhum caso, complicações como infecção, trombose venosa profunda e lesão nervosa.

Todos os pacientes completaram a reabilitação pós-operatória no período esperado e não houve nenhum caso de restrição de arco de movimento.

Para os critérios que adotamos para avaliação subjetiva, notamos que a média pré-operatória de 24.12 pontos e 100% classificados como “ruins” passou a ser de 95.72 e 72% classificados como “excelentes”, 24% “bons” e 4% como “regulares” no período pós-operatório (Tab. 1, Tab. 2 e Gráf. 1).

TABELA 1. Evolução dos pacientes segundo os critérios de Lysholm para os tempos T0 (pré-operatório) e T3 (6° mês pós-operatório).

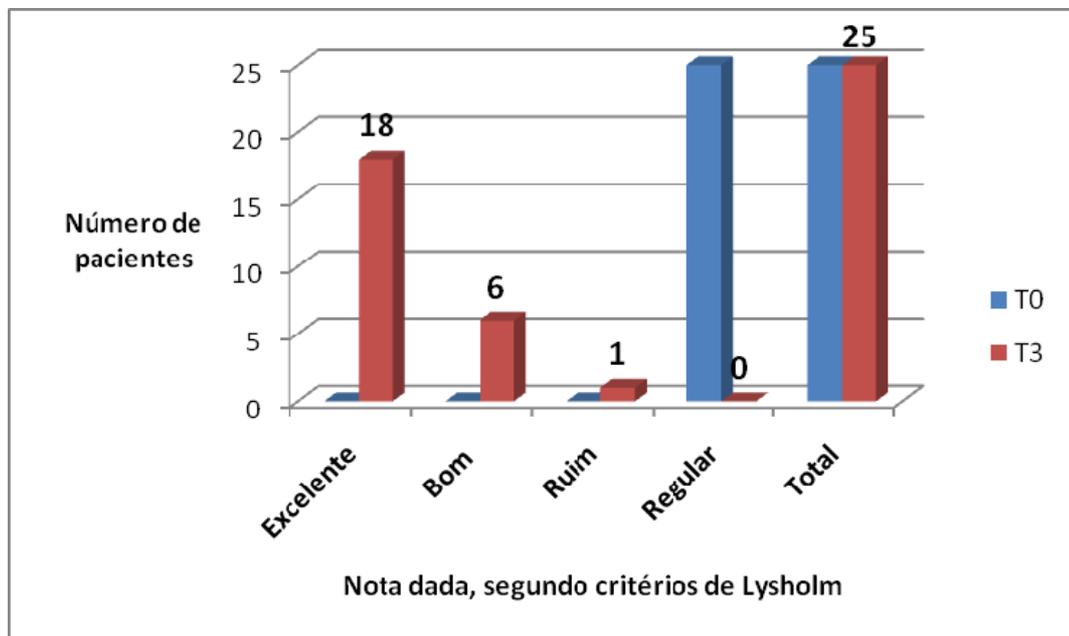
		<b>Excelente</b>	<b>Bom</b>	<b>Regular</b>	<b>Ruim</b>	<b>Total</b>
<b>T0</b>	<b>n</b>	0	0	0	25	25
	<b>%</b>	0%	0%	0%	100%	100 %
<b>T3</b>	<b>n</b>	18	6	1	0	25
	<b>%</b>	72%	24%	4.0%	0%	100 %

TABELA 2. Estatística descritiva dos valores obtidos na avaliação subjetiva de Lysholm para os tempos T0 (pré-operatório) e T3 (6º mês pós-operatório).

Tempo	Média	Mediana	D.P.	Mínimo	Máximo
T0	24.1200	23.0000	6.2738	16.00	43.00
T3	95.7200	96.0000	4.9793	81.00	100.00

Teste de Wilcoxon entre T0 e T3:  $p < 0,001$  \*

GRÁFICO 1. Representação gráfica dos resultados obtidos da avaliação subjetiva pela escala de Lysholm nos períodos pré e pós-operatórios (T0 e T3, respectivamente).

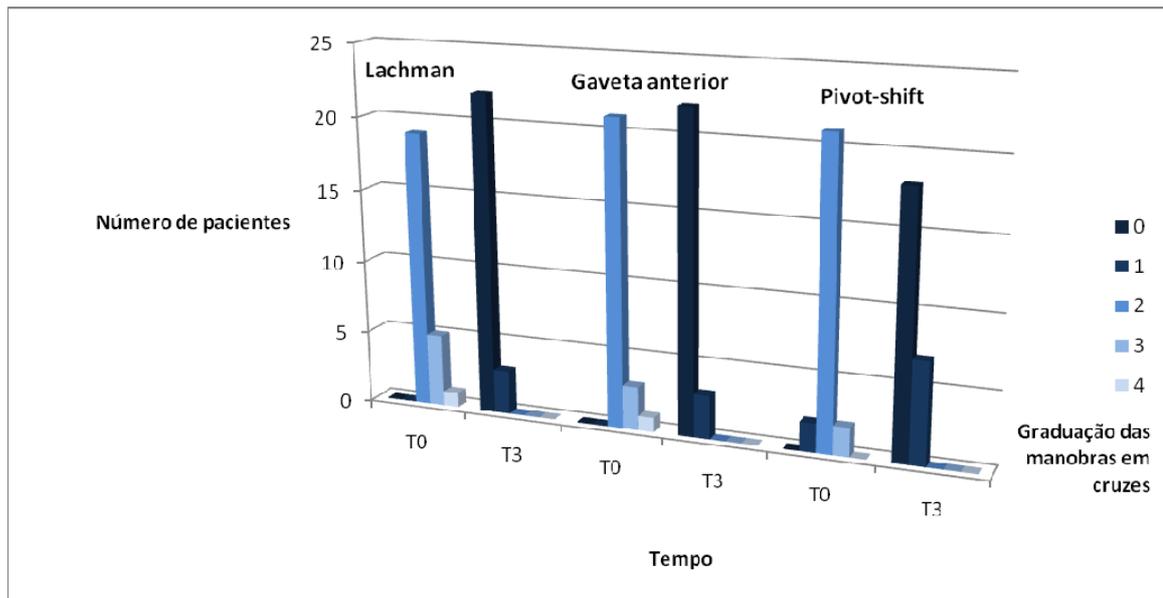


Para os critérios adotados para avaliação objetiva, notamos que, para o teste de Lachman, dos 17 pacientes que apresentaram duas cruzes; 4, três cruzes e 1 paciente com quatro cruzes, no período pós-operatório, notamos apenas 1 paciente graduado a três cruzes e 2 com uma cruz. Para o teste da gaveta anterior em rotação neutra, dos 19 pacientes que apresentaram duas cruzes; 4, uma cruz e 1 paciente com quatro cruzes, no período pós-operatório, notamos apenas 1 paciente graduado a três cruzes e 2 com uma cruz e, para o teste de *pivot shift*, dos 20 pacientes que apresentam duas cruzes; 2, três cruzes e dos pacientes com uma cruz, no período pós-operatório, notamos apenas 1 paciente graduado a duas cruzes (Tab. 3 e Gráf. 2).

TABELA 3. Evolução dos pacientes pelos exames de Lachman, gaveta posterior e *Pivot shift*. A coluna da esquerda expressa o número de cruzes encontradas durante o teste e a superior, os tempos T0 e T3, em que **Lach** representa o teste de lachman; **GA**, o teste da gaveta anterior e **PS**, o teste *Pivot- shift*.

		T0			T3			Total		
		Lach.	GA	PS	Lach.	GA	PS	Lach.	GA	PS
<b>+1</b>	<b>n</b>	-	-	2	-	-	0	-	-	2
<b>+2</b>	<b>n</b>	17	19	20	2	2	1	19	21	21
<b>+3</b>	<b>n</b>	4	2	2	1	1	0	5	3	2
<b>+4</b>	<b>n</b>	1	1	-	0	0	-	1	1	-
<b>Total</b>	<b>n</b>	22	22	24	3	3	1	25	25	25

GRÁFICO 2. Representação gráfica dos resultados obtidos da avaliação objetiva feita pelas manobras de Lachman, Gaveta anterior e *Pivot-shift* nos períodos pré e pós-operatórios (T0 e T3, respectivamente).

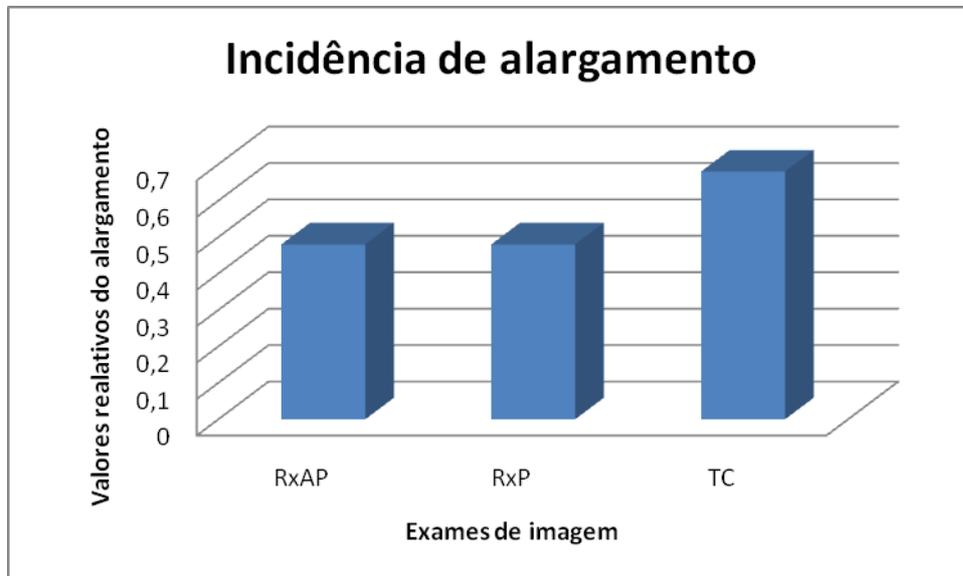


Considerando o alargamento dos túneis ósseos, o aumento do diâmetro do túnel tibial em mensurações sucessivas, ou seja,  $T3 > T2 > T1$ , encontramos o fenômeno em 48% das radiografias na incidência ântero-posterior, em 48% das radiografias na incidência perfil e em 68% das tomografias computadorizadas axiais (Gráf. 3).

Ao realizar o cruzamento de dados, no entanto, notamos que apenas 33,3% dos casos que haviam tido alargamento em uma incidência radiográfica também o tiveram em outra. Ou seja, apenas 16% dos pacientes haviam tido alargamento e o mesmo estava presente nas duas incidências radiográficas estudadas.

Ao comparar a incidência ântero-posterior com as tomografias computadorizadas, 58,8% apresentaram o fenômeno nos dois exames.

GRÁFICO 3. Incidência do alargamento do túnel ósseo tibial nos exames de radiografia em incidência AP, incidência em perfil e tomografia computadorizada.



Fazendo uso do método de mensuração proposto, a média dos valores relativos de a/b obtidos em radiografias na incidência ântero-posterior foi de 0,1368 em T1, 0,1579 em T2 e 0,163 em T3, representando aumento de 16,37% para o período de T1 a T2 e 20,56% no período de T2 a T3 (Tab. 4 e Gráf. 4). Para incidência radiográfica de perfil, 0,1992 em T1, 0,2263 em T2 e 0,2408 em T3, representando aumento de 16,99% para o período de T1 a T2 e de 26,48% para o período de T2 a T3 (Tab. 5) e, para as tomografias axiais, a média de 0,1491 em T1 passou a ser 0,2170 em T3, representando aumento de 23,22% no período de T1 a T3 (Tab. 6, Tab. 7 e Gráf. 4).

TABELA 4. Medidas resumo dos valores relativos entre o diâmetro do túnel ósseo e da largura da tíbia para as radiografias de incidência ântero-posterior e perfil da tíbia 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 ântero-posterior 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 ântero-posterior:

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 5. Medidas do alargamento dos túneis ósseos em radiografias de incidência ântero-posterior e perfil da tíbia expressa em porcentagem nos intervalos de tempo T1-T2 (pós-operatório imediato e três meses) e T1-T3 (pós-operatório imediato e 6° mês pós-operatório), em que RX AP significa radiografias de incidência ântero-posterior e RX P, radiografias de incidência perfil.

Tempo	Média		D.P.		Mínimo		Máximo	
	RX AP	RX P	RX AP	RX P	RX AP	RX P	RX AP	RX P
<b>T1-T2</b>	16,37%	16,99%	14,95%	22,67%	-11,95%	-23,08%	50,77%	66,67%
<b>T1-T3</b>	20,56%	26,48%	21,03%	31,53%	-11,41%	-46,25%	77,78%	92,25%

TABELA 6. Medidas resumo dos valores relativos entre o diâmetro do túnel e da largura óssea para as tomografias computadorizadas da tíbia em relação aos tempos T1 (primeiros 30 dias pós-operatórios) e T3 (6° mês pós-operatório).

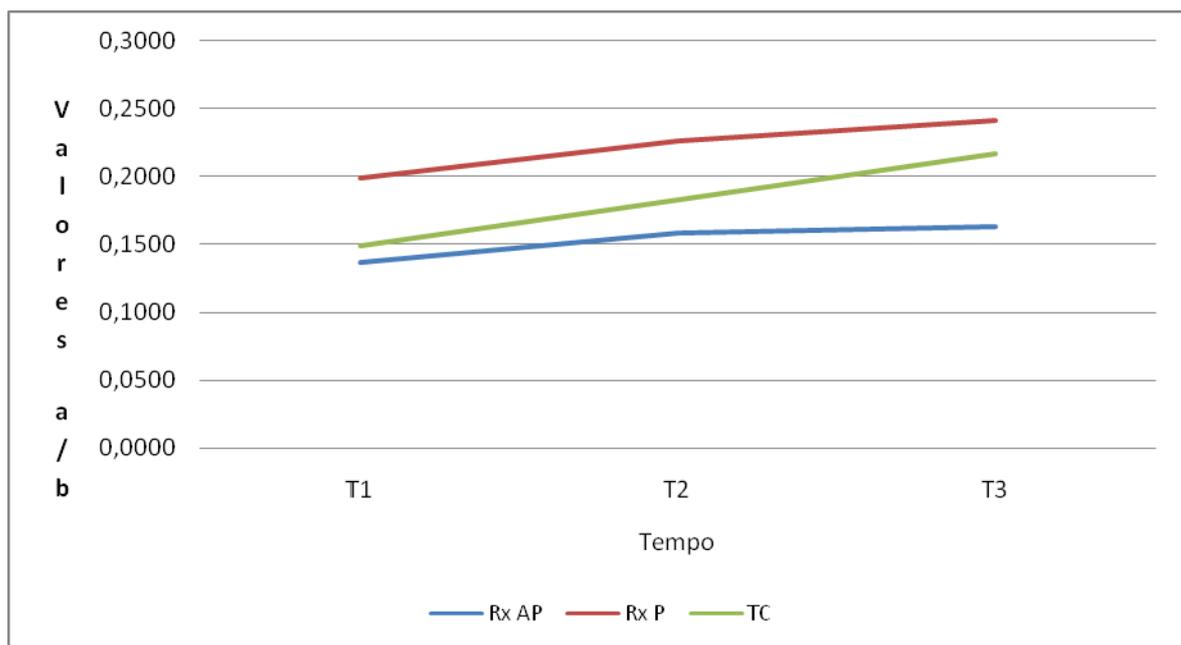
Tempo	Média	Mediana	D.P.	Mínimo	Máximo
T1	0.1491	0.1000	0.1567	0.0837	0.6666
T3	0.2170	0.1250	0.3371	0.0750	1.3333

Teste de Wilcoxon entre T1 e T2:  $p=0,006$  \*

TABELA 7. Medidas do alargamento dos túneis ósseos em tomografias computadorizadas da tíbia expressa em porcentagem nos intervalos de tempo T1-T3 (pós-operatório imediato e 6º mês pós-operatório).

Tempo	Média	D.P.	Mínimo	Máximo
T1-T3	23,22%	33,75	-29,97%	100,02%

GRÁFICO 4. Progressão do alargamento dos túneis ósseos, pelos valores relativos a/b, Rx AP, Rx P representam, respectivamente, as radiografias em incidência ântero-posterior, perfil, e TC, os cortes axiais das tomografias computadorizadas.



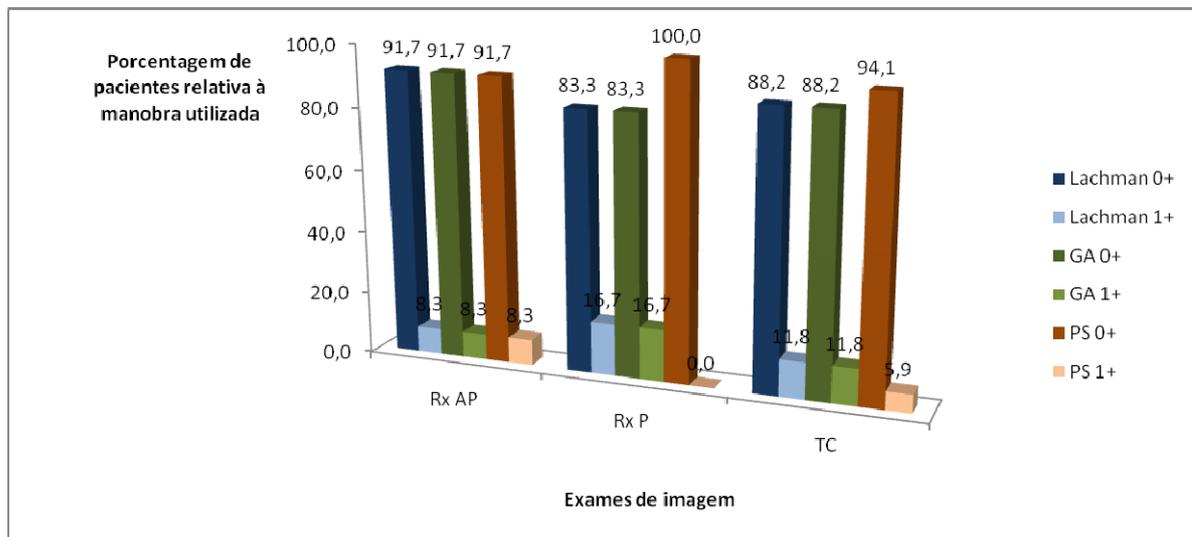
Ao analisar os pacientes que tiveram alargamento observado pelos exames de imagem, notamos que, para as radiografias em incidência ântero-posterior, 11 pacientes (91,7%) apresentaram negatividade ao exame físico (0 cruces) e 1 paciente (8,3%) apresentou positividade a uma cruz quando submetidos às manobras de Lachman, gaveta-anterior e *pivot-shift*. Nas radiografias em incidência perfil, tanto para a manobra de Lachman, quanto gaveta anterior, 10 pacientes (83,3%) apresentaram negatividade ao exame físico (0 cruces) e 2 pacientes (16,7%), positividade a uma cruz. Quando submetidos à manobra de *pivot-shift*, 12

pacientes (100%) apresentaram negatividade ao exame físico (0 cruces). Para as tomografias computadorizadas, observamos negatividade ao exame físico (0 cruces) em 15 pacientes (88,2%) para as manobras de Lachman e gaveta anterior, e em 16 pacientes (94,1%) para a manobra de *pivot-shift*. Para o mesmo exame, encontramos positividade de uma cruz em 2 pacientes (11,8%) para as manobras de Lachman e gaveta anterior e em 1 paciente (5,9%), para a manobra de *pivot-shift* (Tab. 8 e Gráf. 5).

TABELA 8. Cruzamento de dados dos parâmetros objetivos dos pacientes que apresentaram alargamento dos túneis ósseos observados nos exames de imagem colhidos ao 6º mês pós-operatório (T3), em que **Lach** representa o teste de Lachman, **GA**, o teste da gaveta anterior e **PS**, o teste *Pivot-shift*. RX AP, RZ P representam, respectivamente, as radiografias em incidência ântero-posterior, perfil e, TC, os cortes axiais das tomografias computadorizadas. A positividade da manobra é representada por 0+, indicando zero cruces e 1+, uma cruz.

		0+	Percentil	1+	Percentil	Total
<b>RXAP</b>	Lach	11	91,70%	1	8,30%	12
	GA	11	91,70%	1	8,30%	12
	PS	11	91,70%	1	8,30%	12
<b>RXP</b>	Lach	10	83,30%	2	16,70%	12
	GA	10	83,30%	2	16,70%	12
	PS	12	100%	0	0%	12
<b>TC</b>	Lach	15	88,20%	2	11,80%	17
	GA	15	88,20%	2	11,80%	17
	PS	16	94,1%	1	5,9%	17

GRÁFICO 5. Representação gráfica do cruzamento de dados dos parâmetros objetivos dos pacientes que apresentaram alargamento dos túneis ósseos observados nos exames de imagem colhidos ao 6º mês pós-operatório (T3), em que **Lachman** representa o Teste de Lachman; **GA**, o teste da gaveta anterior e **PS**, o teste do *Pivot-shift*. RX AP, RX P representam, respectivamente, as radiografias em incidência ântero-posterior, perfil e, TC, os cortes axiais das tomografias computadorizadas.

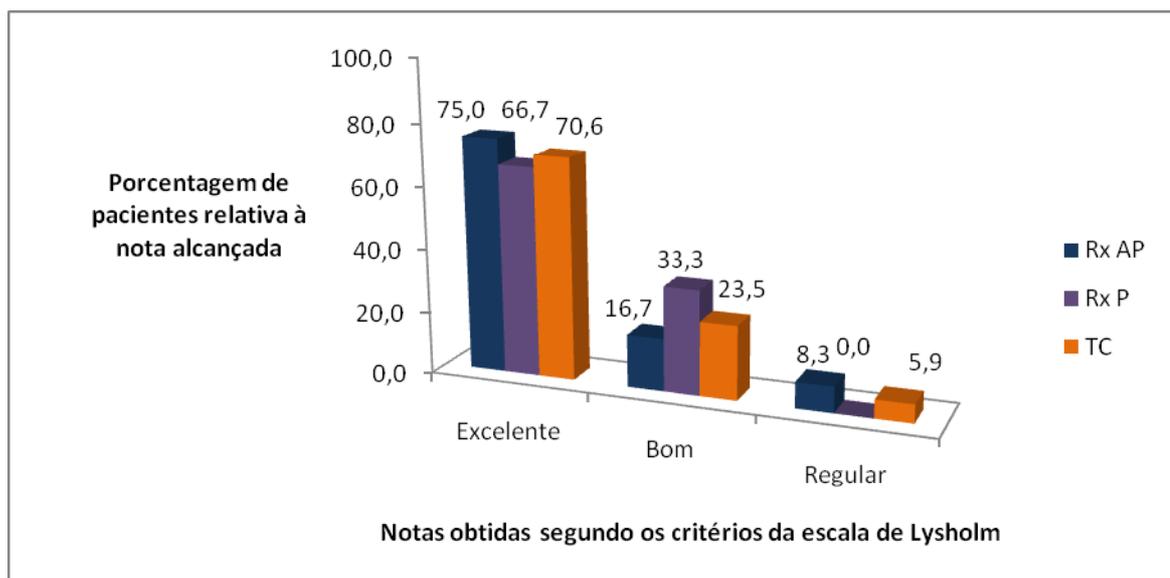


Ao cruzar os dados dos pacientes que tiveram alargamento observado pelos exames de imagem com a escala de Lysholm, notamos que, para nota “excelente”, 9 pacientes (75%) tiveram alargamento do túnel ósseo tibial mensurado nas radiografias em incidência ântero-posterior; 8 (66,7%), em incidência perfil e 12 pacientes (70,6%), às tomografias computadorizadas. Para a nota “bom”, 2 pacientes (16,7%) tiveram alargamento do túnel ósseo tibial mensurado nas radiografias em incidência ântero-posterior; 4 (33,3%), em incidência perfil e 4 pacientes (23,5%), às tomografias computadorizadas. Para a nota “regular”, 1 paciente (8,3%) teve alargamento do túnel ósseo tibial mensurado nas radiografias em incidência ântero-posterior, nenhum (0%), em incidência perfil e 1 paciente (5,9%), às tomografias computadorizadas (Tab. 9 e Gráf. 6).

TABELA 9. Cruzamento de dados dos parâmetros subjetivos dos pacientes que apresentaram alargamento dos túneis ósseos observados nos exames de imagem colhidos ao 6º mês pós-operatório (T3). Os valores são expressos em porcentagem. RX AP, RX P representam, respectivamente, as radiografias em incidência ântero-posterior, perfil e, TC, os cortes axiais das tomografias computadorizadas.

<b>Exame</b>	<b>Excelente</b>	<b>Bom</b>	<b>Regular</b>
Rx AP	75,0	16,7	8,3
Rx P	66,7	33,3	0,0
TC	70,6	23,5	5,9

GRÁFICO 6. Representação gráfica do cruzamento de dados dos parâmetros subjetivos, segundo a escala de Lysholm, dos pacientes que apresentaram alargamento dos túneis ósseos observados nos exames de imagem colhidos ao 6º mês pós-operatório (T3), em que RX AP, RX P representam, respectivamente, as radiografias em incidência ântero-posterior, perfil e, TC, os cortes axiais das tomografias computadorizadas.



## 5. DISCUSSÃO

A ruptura do ligamento cruzado anterior do joelho é uma lesão frequente e pode, ou não, estar associada à lesão de outras estruturas articulares, como outros ligamentos, meniscos, cartilagem articular e cápsula (Noyes, 1983a; Daniel et al, 1994; Maletius e Messner, 1999). Estudos epidemiológicos encontraram sua incidência nos Estados Unidos da América em 1 a 1,2, a cada 1.000 indivíduos; 61% a 72%, ligados ao esporte, e estimam que leve anualmente a mais de 100.000 procedimentos cirúrgicos ao ano (Miyasaka et al,1991; Alves Jr. et al, 2000).

Arendt, Dick (1995) apontam uma predisposição maior de mulheres para desenvolver a lesão, desde que sofram entorse do joelho, em relação a homens que participam do mesmo esporte e, também, maior probabilidade de mulheres serem submetidas a tratamento cirúrgico após a lesão.

Os dados epidemiológicos coletados no presente estudo relativos à idade e ligação com esportes de contato concordam com os da literatura mundial. Dos 25 pacientes selecionados, houve variação de idade de 18 anos a 43 anos, com média de 28,56 anos; 21 indivíduos (84%) praticavam o futebol amador, ao menos uma vez por semana, somente 1 (4%), a corrida e 3 (12%) declararam-se sedentários. No entanto, em relação à incidência da lesão entre os sexos, observamos predomínio marcadamente maior no sexo masculino, representado por 23 pacientes (92%) em relação ao feminino, com apenas 2 pacientes (9%). Isso talvez se deva pelo contingente menor de mulheres brasileiras envolvidas em esportes de contato de maneira amadora em relação a indivíduos do mesmo sexo em outros países.

Não encontramos na literatura mundial nenhum artigo a respeito do lado operado. Neste estudo, nota-se que o joelho direito, representado por 16 pacientes (64%), teve predominância em relação ao esquerdo, com 9 pacientes, representando 36% dos casos. Tendo em mente o fato de a maior parte da população ser destra e, conseqüentemente, fazer maior uso do joelho esquerdo para ponto de apoio, tanto para o esporte, quanto para atividades da vida diária, acreditamos não haver relação direta entre o lado dominante e a lesão.

Tookuni et al (2005), em estudo sobre a historia natural do joelho após a ruptura do ligamento cruzado anterior, também chamado por “joelho LCA-deficiente”, concluem que a instabilidade é a principal manifestação, limitando as atividades de vida diária, como subir escadas, descer ladeiras e dirigir.

Alguns autores postulam que a incapacidade que a lesão gera estaria presente entre 86% a 93% dos indivíduos, sendo queixas de falseio e falta de confiança no joelho as principais encontradas, e argumentam que um terço dos indivíduos acaba afastando-se por completo do esporte (Feagin Jr., 1979; Noyes, 1983b; Engebretsen et al, 1990; Rezende et al, 1993).

Neste estudo, os parâmetros objetivos da incapacitação do joelho foram mensurados pelos testes de gaveta anterior em rotação neutra, manobra de Lachman e manobra de *pivot shift* e os subjetivos, pela escala de Lysholm (Anexo B). Nossos achados pré-operatórios estão de acordo com a literatura mundial, pois, tanto quantitativamente, quanto qualitativamente, os testes indicam instabilidade e inabilidade para atividades da vida diária (Tab. 1, Tab. 2, Tab. 3, Gráf. 1 e Gráf. 2).

A cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior é consagrada como o tratamento de escolha para o tratamento da instabilidade anterior do joelho. (Andersson, Gillquist, 1992; Camanho et al, 1997; Aglietti et al, 1998). A seleção dos pacientes inclui indivíduos jovens ativos, com demanda esportiva, lesão do ligamento cruzado anterior e lesão reparável do menisco e de outro ligamento importante, além de portadores de instabilidade na vida diária, ou em indivíduos mais velhos cuja principal queixa seja a instabilidade, causando incapacitação para atividades da vida diária (Alves Jr., 2000).

Para evitar o desenvolvimento da artrofibrose, condição que cursa com rigidez articular e dificuldade de ganho de amplitude de movimento, sugere-se que não seja realizada antes de 21 dias (Murakami et al, 1995; Shelbourne, Foulk, 1995; Majors, Woodfin, 1996).

Em concordância com demais autores, nossa seleção de pacientes incluiu indivíduos jovens, com ruptura do ligamento cruzado anterior diagnosticada clinicamente e por meio de exame de ressonância nuclear magnética, média etária de 28 anos e 6 meses (Anexo A) e ativos, pois 21 relataram praticar futebol amador, com limitação em sua qualidade de vida, por ocasião da lesão, e todos tiveram escore classificado como “ruim” pelo critério de Lysholm (Tegner, Lysholm, 1985) (Anexo B). O período médio em que se realizou a cirurgia foi de 9 meses e 12 dias após o desenvolvimento da lesão (Anexo A), e não observamos, em nenhum caso, queixas que cursassem com limitação da amplitude de movimento. Todos os pacientes completaram seu período de reabilitação no período programado de 6 meses.

Em relação à eficácia do procedimento cirúrgico no ganho de estabilidade e melhoria na função do joelho, nosso estudo está de acordo com dados mundiais, pois, avaliando parâmetros objetivos, houve melhora estatisticamente significativa, expressa na tabela 5 e no gráfico 2. Ao observarmos as tabelas 3 e 4, também notamos melhora nos parâmetros subjetivos. Segundo os critérios de avaliação de Lysholm (Tegner, Lysholm, 1985) (Anexo B), dos 25 pacientes estudados, classificados no período pré-operatório com nota “ruim”, 18 passaram a ter nota “excelente”; 6 pacientes, como “boa” e apenas 1, como “regular”. Não observamos, em nenhum caso, manutenção do escore pré-operatório ou agravo do mesmo. A nosso ver, os dados refletem a eficácia do tratamento cirúrgico da instabilidade anterior do joelho em pacientes adequadamente selecionados e diagnosticados com precisão.

A seleção do enxerto usado na reconstrução do ligamento cruzado anterior é motivo de controvérsia e tem gerado um grande número de publicações na literatura, trazendo uma compreensão mais clara das vantagens e desvantagens de cada um deles. Historicamente, uma variada gama de enxertos substitutos para o ligamento cruzado anterior insuficiente foram experimentados, incluindo tecidos sintéticos, aloenxertos e autoenxertos: tendão quadrícipital, tendão patelar e os tendões isquiotibiais. Nos últimos 5 anos, tem-se notado predileção da maioria dos autores brasileiros pelo uso dos dois últimos (Camanho, Olivi, 1996; Brown et al, 1999; Pereira et al, 2000, Severino et al, 2001).

Nossa escolha pelo enxerto quádruplo de grácil e semitendíneo deve-se ao fato de que nenhum dos pacientes estudados lida com o esporte de maneira profissional, por termos maior experiência na coleta dos mesmos e, principalmente, pelos dados observados na literatura de não haver diferença significativa nos resultados finais nos estudos comparativos entre ambas as técnicas, com índices de retorno a atividades da vida diária e ao esporte. (Brown et al, 1999; Fithian et al, 2002; Forster, Forster, 2005; Biau et al, 2007).

Quanto à frouxidão residual citada na literatura, observamos, no período de avaliação pós-operatória, até uma cruz na manobra de Lachman, em 3 joelhos; gaveta anterior, em 3 joelhos e *pivot-shift*, em 1 joelho. Apesar destes achados, houve melhora de significância estatística, tanto na avaliação objetiva, quanto subjetiva e, em nenhum paciente, foi necessária a reintervenção cirúrgica devido à recidiva de queixas de falseio.

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 (Aglietti et al, 1998; Hoher et al, 1998; Clatworthy et al, 1999; Zijl et al, 2000; Camanho et al, 2004; Iorio et al, 2007).

Sua incidência descrita na população varia de 12,19% a 100% ( Hoher et al, 1998; Jansson et al, 1999; Fink et al, 2001; Webster et al, 2001; Paessler, 2005; Kobayashi et al, 2006). 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 ântero-posterior, em 48% das radiografias na incidência perfil e em 68% das tomografias computadorizadas axiais (Gráf. 3).

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. Ao comparar a incidência ântero-posterior com as tomografias computadorizadas, 58,8% apresentaram o fenômeno nos dois exames. Apenas 40% dos pacientes tiveram alargamento e o mesmo estava presente nos dois exames estudados. E, finalmente, ao comparar a incidência perfil com as tomografias computadorizadas, 66,7% apresentaram o fenômeno nos dois exames e apenas 32% dos pacientes tiveram alargamento, e o mesmo estava presente nos dois exames estudados. Atribuímos a isso o formato heterogêneo dos túneis que sofreram alargamento, classificados como cônicos, cavitários e lineares, quando analisados de maneira tridimensional (Höher et al, 1998; Iorio et al, 2006; Granata et al, 2008).

Para a sua detecção, autores afirmam que deve ser mensurada nas margens escleróticas na maior dimensão do túnel ósseo, perpendicularmente ao seu longo eixo nas radiografias pós-operatórias do joelho (L'Insalata et al, 1997; Fink et al, 2001). Outros são favoráveis à mensuração, sempre a um determinado ponto abaixo da interlinha articular (Fahey, Indelicato, 1994) e em diferentes pontos ao longo dos túneis, devido ao fato de melhor descrever a morfologia do alargamento: cônico, linear ou cavitário (Peyrache et al, 1996). Notamos, também, não haver consenso em relação à expressão de resultados. Enquanto alguns autores o fazem em números absolutos (Fauno, Kaalund, 2005; Kobayashi et al, 2006; Ito, Tanaka, 2006), outros o expressam em porcentagem (L'Insalata, 1997; Clatworthy et al, 1999; Fink et al, 2001; Segawa et al, 2001; Webster et al, 2005).

Webster et al (2005), 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 (1994) e padronizamos um ponto a 2 cm abaixo da interlinha articular medial, local onde o fenômeno ocorreria com maior intensidade (Höher et al, 1998; Fink et al, 2001). 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 deva ser de até 10% (Fahey, Indelicato, 1994; Peyrache et al, 1996; L'Insalata et al, 1997).

Em nosso estudo, criamos um método, pelo qual obtivemos valores relativos entre o diâmetro do túnel, que chamamos de variável “a”, e seu longo eixo, que chamamos de constante “b” (Fig. 15 e Fig. 16), ambos mensurados a 2 cm abaixo da interlinha articular. Acreditamos que este método, além de prevenir erros de mensuração dos túneis ósseos pela magnificação das radiografias, também evite erros ao tentar estabelecer o ponto de maior diâmetro do túnel, pois acreditamos que isso possa levar à mensuração em locais diferentes no mesmo joelho, distorcendo resultados.

Pelo mesmo motivo, criamos um método de avaliação de cortes axiais justa-articulares das tomografias computadorizadas, em que obtivemos valores relativos entre o diâmetro do túnel, que chamamos de variável “a”, e seu longo eixo, que chamamos de constante “b” (Fig. 17).

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 (Fink et al, 2001; Webster et al, 2005).

Granata et al (2008), em estudo comparativo entre radiografias e tomografias tridimensionais, verificaram que, no primeiro mês de pós-operatório, foi possível medir dois túneis femorais dos 22 realizados (9,0%) nas radiografias ântero-posterior e perfil, devido à

ausência de borda esclerótica. Quanto ao túnel tibial, foi possível medir a distância das bordas escleróticas em 10 dos 22 casos (45,4%). No sétimo mês de pós-operatório, foi possível medir os túneis femorais de 10 dos 22 casos realizados (45,4%) nas radiografias ântero-posterior e perfil. Quanto ao túnel tibial, foi possível medir a distância de todos os pacientes (100%) e realizar a medida dos túneis femorais e tibiais nas tomografias computadorizadas reconstruídas tridimensionalmente de todos os pacientes no primeiro e no sétimo mês de pós-operatório.

Neste estudo, fizemos as avaliações, utilizando os dois exames por duas razões: ter mais de um parâmetro de imagem para certificarmos-nos de que o fenômeno realmente existe e fazer uso de exames de custos diferentes, uma vez que a radiografia é o mais popular, de menor custo e mais difundido exame de imagem e, certamente, o mais acessível para a realização de estudos semelhantes.

Notamos maior incidência de alargamento dos túneis ósseos pela tomografia computadorizada axial em relação à radiografia. Atribuímos a isso dois fatores: maior facilidade em observar as bordas escleróticas do túnel em relação às radiografias e pelo fato de termos calculado o diâmetro do túnel em sua porção justa-articular, pois o terço just-articular, também denominado de “entrada do túnel”, seria a porção que levaria mais tempo para sua total cicatrização e, em alguns casos, isso não ocorreria (Berg et al, 2001; Paessler et al, 2005).

Acreditamos que as radiografias sejam um excelente método de avaliação do alargamento, pois, em contraste aos resultados encontrados por alguns destes autores (Fink et al, 2001; Webster et al, 2005; Granata et al, 2008), notamos a presença do fenômeno nos três meses iniciais, tendo significância estatística e ocorrendo de maneira mais rápida em comparação ao período do 3º ao 6º mês (Tab. 5, Tab. 6, Tab. 7 e Gráf. 4).

Em relação ao tempo do surgimento, parece consensual que o alargamento do túnel possa ocorrer dentro do 1º 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 (Barber et al, 2003; Camanho et al, 2004; Paessler et al, 2005; Robinson et al, 2005; Webster et al, 2005).

Realizamos o seguimento de seis meses, pois, segundo a literatura, seria o tempo ideal para que o fenômeno ocorresse e notamos que foi significativo e mais intenso nos três

primeiros meses, tanto para a radiografia, quanto para a tomografia; menos intenso, de três a seis meses, com significância estatística para a radiografia em perfil da tibia e tomografia, e sem significância para a radiografia em incidência ântero-posterior da tibia (Tab. 4, Tab. 5, Tab. 6, Tab. 7 e Gráf. 4).

Quanto à intensidade do alargamento dos túneis ósseos, notamos uma ampla variação de resultados e atribuímos a isso o enxerto usado, fixação e método de mensuração utilizados.

L'Insalata et al (1997), estudando radiografias após a reconstrução do ligamento cruzado anterior, usando enxerto de isquiotibiais, observaram um aumento no diâmetro dos túneis: na incidência ântero-posterior (AP), a média foi 20,9% para o túnel tibial e, na incidência em perfil, o aumento percentual médio foi de 25,5%, enquanto Jansson et al (1999) observaram um alargamento médio do túnel tibial na radiografia de incidência ântero-posterior (AP) de 23%; ambos utilizaram enxertos dos tendões isquiotibiais para a reconstrução do ligamento cruzado anterior.

Nossos resultados trouxeram valores semelhantes aos encontrados na literatura. Obtivemos alargamento médio de 20,56% na incidência radiográfica ântero-posterior e 26,48%, em perfil (Tab. 5). Acreditamos que esta variação de resultados entre as incidências radiográficas ântero-posterior e perfil, observada por L'Insalata et al (1997) e Jansson et al (1999) e neste estudo, assim como discutido anteriormente, deva-se ao formato nem sempre homogêneo dos túneis que sofreram alargamento, classificados como cônicos, cavitários e lineares quando analisados de maneira tridimensional (Höher et al, 1998; Iorio et al, 2006; Granata et al, 2008).

Webster et al (2004) encontraram alargamento de 30% em tomografias axiais e Fink et al (2005) encontraram valor de 34,4%. Em nosso estudo, de maneira semelhante a estes autores, obtivemos alargamento médio dos túneis mensurados por cortes axiais de tomografias computadorizadas de 23,22% (Tab. 7).

A definição da etiologia do alargamento dos túneis ósseos parece ser um grande desafio e ainda é desconhecida (Höher et al, 1998; Wilson et al, 2004). Atualmente, duas categorias distintas de pensamento são utilizadas para explicar sua ocorrência. A teoria dos fatores mecânicos inclui a mobilidade do enxerto dentro do túnel, estresse assimétrico no interior da parede do túnel, colocação inadequada do enxerto e reabilitação agressiva. Autores que a defendem, afirmam que micromovimentos gerados dentro dos túneis ósseos causariam

alterações na integração do enxerto aos mesmos e o alargamento dos túneis seria consequência disso (Romano et al, 1993; Nebelung et al, 1998; Springer et al, 2004; Iorio et al, 2007). A teoria que defende fatores biológicos baseia-se em possível ação da resposta inflamatória inespecífica mediada por citocinas, necrose celular, devido a produtos tóxicos (óxido de etileno, metal), necrose e calor, como resposta à perfuração (Jo et al, 2004).

Estudos que compararam a fixação anatômica, na qual o parafuso de interferência permanece justa-articular à fixação a distância, utilizando o mesmo enxerto, mostraram taxas de alargamento significativamente maiores nos últimos. Buelow et al (2002) compararam a fixação com Endobutton® (Smith & Nephew Endoscopy, Andover, MA) no fêmur e suturas com Ethibond® na tibia a parafusos de interferência bioabsorvíveis em ambos os ossos, usando enxerto de tendões isquiotibiais. Obtiveram taxas de alargamento de 31% no primeiro grupo e de 65%, no segundo, e concluíram que, pelo fato de terem notado alargamento ósseo após fixação anatômica e estável, apenas fatores biológicos estariam ligados à gênese do fenômeno. Fauno, Kaalund (2005), em estudo semelhante, notaram alargamento em 12,29% e 43,47% dos túneis tibiais de joelhos operados com fixação anatômica e a distância, respectivamente. Barber et al (2003) compararam enxertos de tendões patelares fixados com parafusos de interferência em um grupo a outro grupo com uma das pontas dobrada sobre si mesma e notaram taxa de 20% para o primeiro e de 0% para o segundo. Concluíram que o alargamento dos túneis ósseos estaria ligado apenas aos micromovimentos do enxerto no interior dos túneis. Pois, uma vez eliminada a porção tendínea que tradicionalmente “sobra” entre o parafuso de interferência e a saída do túnel, eliminar-se-ia o efeito do “limpador de para-brisa”, reduzir-se-ia o alargamento dos túneis ósseos.

Analisando comparativamente os resultados destes autores, notamos forte indício de que as propriedades viscoelásticas de cada enxerto possam estar ligadas à presença do alargamento dos túneis, pois houve taxas diferentes para joelhos fixados de maneira anatômica. Acreditamos que isso seja um indício da teoria mecânica. Porém, não concordamos com Barber et al (2003) de que o enxerto do tendão patelar dobrado sobre si mesmo eliminaria o alargamento dos túneis ósseos por apenas reduzir o micromovimento. Uma vez vedada a saída do túnel, elimina-se também o contato do enxerto ao líquido sinovial, com consequente redução da ação de citocinas.

Alguns autores encontraram taxas significativamente maiores de alargamento de túnel nos casos em que houve erro técnico na confecção dos túneis, principalmente, quando os

túneis tibiais eram confeccionados de maneira anterior à convencional, ou seja, anteriores à linha de Blumensaat do fêmur nas radiografias em perfil (Zijl et al, 2000; Segawa et al, 2001; Wilson et al, 2004).

Analisando os resultados destes autores, acreditamos ser este o maior indício da teoria mecânica do alargamento dos túneis ósseos, principalmente relativa ao micromovimento do enxerto no interior dos túneis ósseos, pois, segundo autores, um erro de posicionamento dos mesmos levaria ao impacto do mesmo contra o teto do intercôndilo, limitando a extensão do joelho (Brown et al, 1999; Alves Jr, 2000; Zijl et al, 2000). Acreditamos que isso causaria forças anormais sobre o enxerto e seria responsável por maior mobilidade na interface tendão-osso, alterações em sua incorporação, alongamento e possível falha.

Rodeo et al (2006), em estudo de biomecânica, encontraram relação direta entre a mobilidade do enxerto, distância da fixação à superfície articular e atividade osteoclástica. Seus resultados estão de acordo com os de Springer et al (2004), que notaram maior tensão do enxerto na entrada do túnel tibial, tanto nos planos sagital, quanto no coronal de 0 a 30 graus de flexão e atribuem a isso o atraso em sua cicatrização e consequente alargamento dos túneis ósseos.

Acreditamos que estes trabalhos demonstrem claramente a relação direta entre micromovimento do enxerto e a ocorrência do alargamento dos túneis ósseos. Porém, levando em conta que o fenômeno é mais intenso nos seis primeiros meses e que, após isso, não ocorre, ou ocorre em menores taxas (Fink et al, 2001; Segawa et al, 2001; Camanho et al, 2004; Iorio et al, 2007), aliado ao fato de não termos encontrado nenhum estudo que prove que esta mobilidade se reduza ou pare ao final da integração do enxerto aos túneis ósseos, não acreditamos que o micromovimento do enxerto no interior do túnel ósseo seja fator isolado em sua gênese.

Alguns autores compararam a relação do alargamento dos túneis ósseos com as concentrações de citocinas em amostras do líquido sinovial no período pós-operatório. Zysk et al (2004) estudaram joelhos operados com tendões isquiotibiais e tendão patelar e notaram que, em todos os casos em que o fenômeno esteve presente, houve aumento das concentrações do fator de necrose tumoral alfa ( $\alpha$ TNF), interleucina 6 (IL-6) e óxido nítrico (NO). Os autores propuseram que o líquido sinovial, rico em interleucinas, banhando a interface tendão-osso, efeito que denominaram de “banho sinovial”, alteraria a fixação biológica do enxerto e

estaria ligado à gênese do alargamento dos túneis ósseos. Porém não notaram diferenças destas concentrações entre os joelhos operados com enxertos diferentes.

Analisando o trabalho destes autores, acreditamos que, embora a casuística seja pequena, pois apenas 13 pacientes foram estudados, exista forte indício da presença de fatores biológicos; porém os mesmos não seriam suficientes para explicar o fenômeno, pois sua ocorrência teria sido estatisticamente maior em joelhos operados com enxerto de isquiotibiais, o que pressupõe indícios tanto da teoria mecânica, quanto de fatores da integração de cada tipo de enxerto ao túnel ósseo.

Berg et al (2001) estudaram os joelhos de 26 coelhos, nos quais foram feitos túneis ósseos no fêmur e na tíbia, e notaram haver sempre cicatrização incompleta do terço articular dos túneis, permanecendo um túnel de aspecto cônico, sendo este estatisticamente maior no fêmur.

Embora os resultados obtidos por Berg et al (2001) sejam contraditórios aos da literatura por terem obtido maior porcentagem de alargamento nos túneis femorais (L'Insalata et al, 1997; Jansson et al, 1999; Fink et al, 2001; Paessler et al, 2005), acreditamos que isso se deva ao fato de o experimento ter sido realizado em joelhos de coelhos, animais quadrúpedes, que mantêm o joelho em posição de flexão constante, eliminando assim o efeito gravitacional do líquido sinovial. O formato cônico remanescente nos leva a crer que exista relação entre o alargamento dos túneis ósseos e efeitos da resposta inflamatória inespecífica na integração da interface tendão-osso.

O efeito do “banho sinovial”, por sua vez, para Paessler, Mastrokalos (2003), estaria intimamente ligado à presença do alargamento dos túneis ósseos quando aplicada a reabilitação agressiva. Esta, introduzida por Shelbourne, Gray (1997), caracteriza-se por carga imediata pós-operatória, ganho de amplitude de movimento ilimitado, alongamentos, exercícios de fortalecimento, principalmente em extensão completa e retorno precoce ao esporte a fim de obter menores taxas de artrofibrose, perda de amplitude de movimento e dor anterior do joelho. Os autores propõem que a imobilização do membro operado por até três semanas reduziria a ocorrência do alargamento dos túneis ósseos.

Em nosso estudo, os pacientes foram submetidos à reabilitação convencional e obtivemos taxas de alargamento dos túneis ósseos semelhantes aos da literatura. Acreditamos que a reabilitação agressiva seja um método eficaz na redução do índice de complicações

tardias da cirurgia, principalmente referentes a ganho de massa muscular e amplitude de movimento, mas também possa comprometer a interface tendão-osso e, além de causar resposta inflamatória mais exuberante, possa levar ao micromovimento no enxerto, causar mais impacto contra a parede dos túneis e, conforme discutido anteriormente, também potencializar o “efeito do banho sinovial”. Porém, não concordamos com proteção articular tão prolongada, pois estaria, por outro lado, ligada a complicações pós-operatórias, principalmente na dificuldade de ganho de amplitude de movimento e atrofia muscular.

A cicatrização e integração de tendões em túneis ósseos também são apontadas como possível fator ligado ao alargamento de túneis ósseos. Estudos feitos por Liu et al (1999) e Rodeo et al (1993) apontam tecido semelhante a fibras de Sharpey ao redor de seis semanas e, realizando testes de resistência, existiria falha da interface tendão-osso até doze semanas. A partir daí, esta falha se daria no próprio enxerto. Segundo os autores, haveria maior intensidade da resposta inflamatória, mediada por infiltrado linfomonocitário no período das primeiras oito semanas. As demais seriam marcadas por alterações mais sutis.

Em nosso estudo, notamos alargamento mais intenso e com significância estatística durante as nove primeiras semanas (Tab. 4, Tab. 5, Tab. 6, Tab. 7 e Gráf. 4), período no qual, segundo Liu et al (1999) e Rodeo et al (1993), haveria maior resposta inflamatória na integração do tendão aos túneis ósseos. Apesar de os estudos de Liu et al (1999) e Rodeo et al (1993) se apresentarem como modelo experimental extra-articular, não sendo o tendão submetido ao contato com o líquido sinovial, portanto exposto aos possíveis efeitos de suas enzimas proteolíticas, além do fato de haverem deixado o tendão vascularizado durante o estudo, logo, sem necrose, um dos estágios em que passaria o enxerto durante sua integração ao osso, acreditamos que traduza a cicatrização do enxerto nos túneis ósseos e nos aponte forte indício de ligação à gênese do alargamento dos túneis ósseos.

Na maioria dos estudos sobre a incorporação do enxerto tendíneo ao túnel ósseo, descritos na literatura, a fixação tibial foi realizada, estando a porção distal do enxerto presa a pontos ancorados de fios de sutura absorvíveis ou não (Romano et al, 1993; L'Insalata et al, 1997; Nebelung et al, 1998; Clatworthy et al, 1999; Fink et al, 2001; Segawa et al, 2001; Camanho et al 2004; Springer et al, 2004; Iorio et al, 2007). Embora não tenhamos encontrado, na literatura, nenhum artigo que estudasse o alargamento de túneis ósseos, comparando o uso de fios de sutura ancorados a tendões com tendões fixados livres de suturas, acreditamos estar intimamente ligada ao fenômeno estudado, talvez por potencializar

a resposta inflamatória, pois o Vicryl ® é um fio de sutura sintético, composto em 90% de Glicolida e 10% de Lactida, cuja incorporação a tecidos vivos dá-se em torno de 56 dias a 70 dias por meio de hidrólise, e o Ethibond ®, usado por alguns autores, embora não seja absorvível, torna-se encapsulado por tecido de granulação. (Castro et al, 1978; Carvalho et al, 1985).

Acreditamos que os estudos que compararam o alargamento dos túneis ósseos entre joelhos operados com enxertos de tendão patelar e isquiotibiais espelhem seu caráter multifatorial. L'Insalata et al (1997) defenderam que sua origem esteja ligada a causas mecânicas, cuja rigidez de fixação e distância à superfície articular estariam diretamente ligadas ao alargamento dos túneis ósseos. Clatworthy et al (1999), utilizando o mesmo método de fixação, encontraram o fenômeno também maior no grupo com tendões isquiotibiais, mas concluíram que o tipo de fixação e o local da inserção do enxerto teria apenas um efeito sutil sobre o alargamento do túnel. Para estes autores, o fenômeno teria ligação a fatores biológicos da cicatrização e integração do enxerto aos túneis ósseos.

Em seus estudos, L'Insalata et al (1997) e Clatwothy et al (1999) realizaram a fixação tibial com agrafes ósseos, denominada na literatura como “fixação a distância”. Isso, segundo autores, levaria a movimentos longitudinais ou *bungee*, e transversais, ou “limpador de para-brisa que, por sua vez, aumentariam a probabilidade de micromovimento na interface tendão-osso (Buelow, 2000; Barber et al, 2003). Porém, não concordamos que uma fixação anatômica eliminaria a ocorrência do alargamento dos túneis ósseos por puramente suprimir os micromovimentos na interface entre o enxerto e o túnel ósseo, pois, conforme discutido anteriormente, uma vez realizada, a mesma vedaria a entrada do túnel tibial, eliminando também o contato com o líquido sinovial articular, reduzindo a chance da ação de mediadores da inflamação na gênese do fenômeno estudado.

Em nosso estudo, realizamos a fixação tibial com o parafuso de interferência metálico, certificando-nos, ao final da cirurgia, de que os dispositivos estavam firmemente presos aos túneis. Apesar de não ser considerada uma fixação anatômica, ou seja, que sempre permanece ainda algum enxerto da extremidade proximal do parafuso até a saída do túnel, sem dúvida está mais próxima à superfície articular que os métodos utilizados em estudos de L'Insalata et al (1997) e Clatwothy et al (1999).

Pelo fato de termos obtido fixação estável na tibia e não termos observado, em nosso estudo, nenhum caso de erro de posicionamento de túneis e, ainda assim, obtermos resultados

estatisticamente significativos de alargamento dos túneis, acreditamos que a estabilidade da fixação não pareça ser, isoladamente, fator que previne a ocorrência do fenômeno.

A maior parte dos estudos que analisam o fenômeno do alargamento dos túneis ósseos em função do tempo correlacionou a presença do alargamento dos túneis a comprometimento clínico e recidiva da instabilidade (Fink et al, 2001; Segawa, 2001; Iorio et al, 2007). Camanho et al (2004), em estudo retrospectivo de quatro anos, também não notaram correlação entre o alargamento dos túneis ósseos e a falha cirúrgica.

No presente estudo, em concordância a estes autores, não encontramos diferença estatisticamente significativa entre os resultados clínicos e o alargamento do túnel. Apesar de termos notado que o alargamento dos túneis ósseos seja estatisticamente significativo tanto para radiografias, quanto para tomografias computadorizadas (Tab. 4, Tab. 5, Tab. 6, Tab. 7 e Gráf. 4), verificamos, também, melhoria clínica ao analisar parâmetros objetivos (Tab. 8 e Gráf. 5) e subjetivos (Tab. 9 e Gráf. 6). Apesar de observarmos que o fenômeno não tem implicação clínica em curto prazo, acreditamos ter o potencial para causar problemas no posicionamento e na fixação do enxerto em cirurgia de revisão e que o alargamento dos túneis ósseos deva portanto, se possível, ser evitado.

## **6. CONCLUSÕES**

O alargamento dos túneis ósseos é um fenômeno presente nos primeiros meses após a cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior, porém não tem implicações nos resultados clínicos a curto prazo. Quando presente, deve ser sempre avaliado por mais de um exame de imagem.

## **7. ANEXOS**

## ANEXO A. Dados demográficos do estudo.

Paciente	Sexo	Idade	Lado	Tempo entre a lesão e a cirurgia (meses)
1	M	32	D	6
2	M	39	D	8
3	M	18	D	25
4	F	33	E	12
5	M	34	D	16
6	M	21	D	6
7	M	43	D	7
8	M	31	D	9
9	M	24	E	22
10	M	29	E	3
11	M	21	E	7
12	M	23	D	21
13	M	23	D	13
14	M	33	D	4
15	M	34	D	7
16	M	40	E	5
17	M	23	E	4
18	M	23	D	4
19	F	24	E	6
20	M	31	D	18
21	M	26	D	8
22	M	33	E	4
23	M	29	D	3
24	M	25	D	7
25	M	22	E	11

## ANEXO B. Escala de avaliação de Lysholm

<p><b>Mancar (5 pontos)</b>  Nunca = 5  Leve ou periodicamente = 3  Intenso e constantemente = 0</p> <p><b>Apoio (5 pontos)</b>  Nenhum = 5  Bengala ou muleta = 2  Impossível = 0</p> <p><b>Travamento (15 pontos)</b>  Nenhum travamento ou sensação de travamento = 15  Tem sensação, mas sem travamento = 10  Travamento ocasional = 6  Frequente = 2  Articulação (junta) travada no exame = 0</p> <p><b>Instabilidade (25 pontos)</b>  Nunca falseia = 25  Raramente, durante atividades atléticas ou outros exercícios pesados = 20  Frequentemente durante atividades atléticas ou outros exercícios pesados (ou incapaz de participação) = 15  Ocasionalmente em atividades diárias = 10  Frequentemente em atividades diárias = 5  Em cada passo = 0</p>	<p><b>Dor (25 pontos)</b>  Nenhuma = 25  Inconstante ou leve durante exercícios pesados = 20  Marcada durante exercícios pesados = 15  Marcada durante ou após caminhar mais de 2 Km = 10  Marcada durante ou após caminhar menos de 2 Km = 5  Constante = 0</p> <p><b>Inchaço (10 pontos)</b>  Nenhum = 10  Com exercícios pesados = 6  Com exercícios comuns = 2  Constante = 0</p> <p><b>Subindo escadas (10 pontos)</b>  Nenhum problema = 10  Levemente prejudicado = 6  Um degrau cada vez = 2  Impossível = 0</p> <p><b>Agachamento (5 pontos)</b>  Nenhum problema = 5  Levemente prejudicado = 4  Não além de 90 graus = 2  Impossível = 0</p> <p><b>Pontuação total:</b> _____</p>
<p><b>Quadro de pontuação:</b> Excelente: 95 – 100; Bom: 84 – 94; Regular: 65 – 83; Ruim: &lt; 64</p>	

ANEXO C. Dados coletados no relatório cirúrgico, referentes ao tamanho da broca utilizada na confecção dos túneis ósseos e dos parafusos transversos e de interferência utilizados para a fixação do enxerto no fêmur e na tíbia, respectivamente. Os valores são expressos em milímetros. A proporção do parafuso de interferência é dada através de seu comprimento por sua largura.

Paciente	Lado	Diâmetro da broca (mm)	Tamanho do parafuso transversos (mm)	Tamanho do parafuso de interferência (mm)
1	D	8	40	30x90
2	D	8	40	25x90
3	D	8	40	30x90
4	E	8	50	30x90
5	D	8	40	30x90
6	D	8	40	25x90
7	D	8	40	30x90
8	D	8	40	30x90
9	E	8	50	30x90
10	E	8	40	30x90
11	E	8	40	25x90
12	D	8	40	30x90
13	D	8	40	30x90
14	D	8	50	30x90
15	D	8	40	30x90
16	E	8	40	30x90
17	E	8	40	25x90
18	D	8	40	30x90
19	E	8	50	30x90
20	D	8	40	30x90
21	D	8	40	30x90
22	E	8	40	25x90
23	D	8	40	30x90
24	D	8	50	30x90
25	E	8	40	30x90

## **8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Abdalla RJ, Cohen M, Gorios C. Lesão parcial do ligamento cruzado anterior. Parte II – Classificação e história natural. *Rev Bras Ortop.* 1995; 30:547-54.

Aglietti P, Zaccherotti G, Simeone AJ, Buzzi R. Anatomic versus nonanatomic tibial fixation in anterior cruciate ligament reconstruction with bone-patellar tendon-bone graft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1998; 6:S43–8.

Alves Jr WM, Marchetto A, Amaral G. Lesões ligamentares do joelho. In: Pardini Jr AG, Souza JMG, editores. *Clínica ortopédica.* Rio de Janeiro: Medsi; 2000. V.1/3, p.554.

Anderson C, Gillquist J. Treatment of acute and combined ruptures of the anterior cruciate ligament. A long term follow-up study. *Am J Sports Med.* 1992; 20:7-12.

Andriacchi TP. Dynamics of pathological motion applied to the anterior cruciate deficient knee. *J Biomech.* 1990; 23:99-105.

Andriacchi TP, Birac D. Functional testing of the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Clin Orthop Relat Res.* 1993; (288):40-7.

Archibeck MJ, Jacobs JJ, Roebuck KA. The basic science of periprosthetic osteolysis. *Instr Course Lect.* 2001; 50:185-95.

Arendt E, Dick R. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer. NCAA data and review of literature. *Am J Sports Med.* 1995; 23:694-701.

Barber FA, Spruill B, Sheluga M. The effect of outlet fixation on tunnel widening. *Arthroscopy.* 2003; 19:485-92.

Berq E, Pollard M, Kang Q. Interarticular bone tunnel healing. *Arthroscopy.* 2001; 17:189-7.

Biau DJ, Tournoux C, Katsahian S, Schranz P, Nizard N. ACL reconstruction: a meta-analysis of functional scores. *Clin Orthop Related Res.* 2007; ( 458):180-7.

Boeree NR, Watkinson AF, Ackroyd CE, Johnson C. Magnetic resonance imaging of meniscal and cruciate injuries of the knee. *J Bone Joint Surg Br.* 1991; 73:452-7.

Bontrager KL. *Tratado de Técnica Radiológica e Base Anatômica.* 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003. p. 206.

Brown CH Jr, Sklar JH. Endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction using doubled gracilis and semitendinosus tendons and Endobutton femoral fixation. *Oper Tech Sports Med.* 1999; 7:201-14.

Brown CH, Wilson DR, Hecker AT, Ferragamo M. Comparison of hamstring and patellar tendon femoral fixation: cyclic load. [Abstract] In: 25th Annual Meeting American Orthopaedic Society for Sports Medicine. Traverse City, MI; 1999:413-4.

Buelow JU, Siebold R, Ellermann A. A new bicortical tibial fixation technique in anterior cruciate ligament reconstruction with quadruple hamstring graft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000;8:218-25.

Buelow JU, Siebold R, Ellermann A. A prospective evaluation of tunnel enlargement in the anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings: extracortical versus anatomical fixation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2002; 10:80-5.

Butler DL, Noyes FR, Grood ES. Ligamentous restraints to anterior-posterior drawer in the human knee: A biomechanical study. *J Bone Joint Surg Am.* 1980; 62:259-70.

Camanho GL, Olivi R. O uso do tendão do músculo semitendíneo fixo com “Endobutton” no tratamento das instabilidades anteriores do joelho. *Rev Bras Ortop.* 1996; 31:369-72.

Camanho GL, Olivi R, Camanho LF, Munhoz MAS, Moura MC. Tratamento da lesão aguda do ligamento cruzado anterior. *Rev Bras Ortop.* 1997; 32:3470-52.

Camanho GL, Andrade MH. Estudo comparativo da reabilitação dos pacientes submetidos a reconstrução do ligamento cruzado anterior com enxertos do terço médio do tendão patelar e com os tendões dos músculos flexores mediais do joelho. *Rev Bras Ortop.* 1999; 34:513-8.

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; 39:214-22.

Cameron M, Buchgraber A, Passler H, Vogt M, Thonar E, Fu F, Evans CH. The natural history of the anterior cruciate ligament-deficient knee changes in synovial fluid cytokine and keratan sulfate concentrations. *Am J Sports Med.* 1997; 25:751-4.

Canale ST. Lesões do joelho. In: Crenshaw AH. *Cirurgia ortopédica de Campbell.* 8ª ed. São Paulo: Manole; 1999. v.3, p. 1586-847.

Carneiro Filho M, Navarro RD, Laurino CFS, Benbassat JR. Reconstrução do ligamento cruzado anterior com auto-enxerto de tendão patelar por via artroscópica. *Rev Bras Ortop.* 1999; 34:169-78.

Carvalho PSP, Okamoto T, Carvalho ACP, Rodrigues SO. Estudo Comparativo em ratos da inflamação provocada por três fios de sutura absorvíveis. *Rev Cienc Biomed.(São Paulo).* 1985; 6:31-41.

Castro HL, Okamoto T, Castro AL. Fios de sutura sintéticos. Estudo histológico em ratos. *Ars Cvrandi Odontol.* 1978; 5:32-43.

Clatworthy MG, Annear P, Bulow JU, Bartlett RJ. Tunnel widening in anterior cruciate ligament: a prospective evaluation of hamstring and patella tendon grafts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1999; 7:138-45.

Daniel DM, Stone ML, Dobson BE, Fithian DC, Rossman DJ, Kaufmana KR. Fate of the ACL injured patient. A prospective outcome study. *Am J Sports Med.* 1994; 22:632-44.

Dietz GW, Wilcox DM, Montgomery JB. Second tibial condyle fracture: lateral capsular ligament avulsion. *Radiology.* 1986; 159:467-9.

Drogset JO, Grontvedt T, Tegnander A. Endoscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament using bone-patellar tendon-bone grafts fixed with bioabsorbable or metal interference screws: a prospective randomized study of the clinical outcome. *Am J Sports Med.* 2005; 33:1160-5.

Dyer CR, Elrod BF. Tibial and femoral bone tunnel enlargement following allograft replacement of the anterior cruciate ligament. *Arthroscopy.* 1995; 11:353-4.

Engebretsen L, Benum P, Fasting O, Molster A, Strand T. A prospective, randomized study of three surgical techniques for treatment of acute ruptures of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med.* 1990; 18:585-90.

Fahey M, Indelicato PA. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament replacement. *Am J Sports Med.* 1994; 22:410-4.

Fauno P, Kaalund S. Tunnel widening after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction is influenced by the type of graft fixation used: a prospective randomized study arthroscopy. *Arthroscopy.* 2005; 21:1337-41.

Feagin JA Jr. The syndrom of the torn anterior cruciate ligament. *Orthop Clin North Am.* 1979; 10:81-90.

Fetto JF, Marshall JL. The natural history and diagnosis of the anterior cruciate ligament insufficiency. *Clin Orthop Relat Res.* 1980; (147):29-38.

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; 17:138-43.

Fithian DC, Paxton LW, Goltz DH. Fate of the anterior cruciate ligament-injured knee. *Orthop Clin North Am.* 2002; 33:621-36.

Fitzgerald SW, Remer EM, Friedman H, Rogers LF, Hendrix RW, Schafer MF. MR evaluation of the anterior cruciate ligament: value of supplementing sagittal images with coronal and axial images. *AJR Am J Roentgenol.* 1993; 160:1233-7.

Forster MC, Forster IW. Patellar tendon or four-strand hamstring? A systematic review of autografts for anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee.* 2005; 12:225-30.

Frank CB, Jackson DW. The science of reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am.* 1997; 79:1556-76.

Fu FH, Bennett CH, Latterman C, Ma CB Current trends in anterior cruciate ligament. Part I: Biology and biomechanics of reconstruction. *Am J Sports Med.* 1999; 27:821-30.

Fu FH, Bennett CH, Ma CB, Menetrey J, Latterman C. Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. Part II. Operative procedures and clinical correlations. *Am J Sports Med.* 2000; 28:124-30.

Gabriel MT, Wong EK, Woo SL, Yagi M, Debski RE. Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. *J Orthop Res.* 2004; 22:85-9.

Graf BK, Vanderby R Jr. Autograft reconstruction of the anterior cruciate ligament. Placement, tensioning and preconditioning. In: Jackson DW, Arnoczsky SP, Woo SLY, Frank CB, Simon M. editors. *The anterior cruciate ligament. Current and future concepts.* New York: Raven Press; 1993. p. 281-9.

Grana WA, Egle DM, Mahnken R, Goodhart CW. An analysis of autograft fixation after anterior cruciate ligament reconstruction in a rabbit model. *Am J Sports Med.* 1994; 22:344-351.

Granata Jr 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].

Grood ES, Noyes FR, Butler DL, Suntay WJ. Ligamentous and capsular restraints preventing straight medial and lateral laxity in intact human cadaver knees. *J Bone Joint Surg.* 1981; 63: 1257-69.

Harner CD, Baek GH, Vogrin TM, Carlin GJ, Kashiwaguchi S, Woo SL. Quantitative analysis of human cruciate ligament insertions. *Arthroscopy.* 1999; 15:741-9.

Hefti F, Muller W, Jakob RP, Staubli HU. Evaluation of knee ligament injuries with the IKDC form. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1993; 1:226-34.

Hoher J, Moller HD, Fu FH. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction: fact or fiction? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1998; 6:231-40.

Iorio R, Vadala A, Argento G, Di Sanzo G, Ferretti A. Bone tunnel enlargement after ACL reconstruction using autologous hamstring tendons: a CT study. *Int Orthop.* 2007; 31:49-55.

Ito MM, Tanaka S. Evaluation of tibial bone-tunnel changes with X-ray and computed tomography after ACL reconstruction using a bone-patella tendon-bone autograft. *Int Orthop.* 2006;30:99-103.

Jackson DW, Windler GE, Simon TM. Intraarticular reaction associated with the use of freeze-dried, ethylene oxide-sterilized bone-patella tendon-bone allografts in the reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med.* 1990;18:1-10.

Jagodzinski M, Foerstemann T, Mall G, Krettek C, Bosch U, Paessler HH. Analysis of forces of ACL reconstructions at the tunnel entrance: is tunnel enlargement a biomechanical problem? *J Biomech.* 2005; 38:23-31.

Jansson KA, Harilainen A, Sandelin J, Karjalainen PT, Aronen HJ, Tallroth K. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with the hamstring autograft and

endobutton fixation technique: a clinical, radiographic and magnetic resonance imaging study with 2 years follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1999; 7:290–5.

Jo H, Jun DS, Lee DY, Lee SH, Seong SC, Lee Mc. Tibial tunnel area changes following arthroscopic anterior cruciate ligament reconstructions with autogenous patellar tendon graft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2004; 12:311-6.

Kawakami H, Shino K, Hamada M, Nakata K, Nakagawa S, Nakamura N, et al. Graft healing in a bone tunnel: bone-attached graft with screw fixation versus bone-free graft with extra-articular suture fixation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2004;12:384-90.

Kobayashi, M, Nakagawa Y, Suzuki, T. Okudaira S, Nakamura T. A retrospective review of bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendons fixed with a metal round cannulated interference screw in the femur. *Arthroscopy.* 2006; 22:1093-9.

Kubo S, Muratsu M, Yoshiya S, Mizuno K, Kurosaka M. reliability and usefulness of a new in vivo measurement system of the pivot shift. *Clin Orthop Relat Res.* 2007; (454):54-8.

Kurosaka M, Yoshiya S, Andrish JT. A biomechanical comparison of different surgical techniques of graft fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sport Med.* 1987; 15:225-9.

LaPrade RF, Burnett QM 2<sup>nd</sup>. Femoral intercondylar notch stenosis and correlation to anterior cruciate ligament injuries: a prospective study. *Am J Sports Med.* 1994; 22:198–202.

Lemaire M. Instabilité chronique du genou: technique et résultats des plasties ligamentaires en traumatologie sportive. *J Chir (Paris).* 1975; 110:281-94.

Levy IM, Torzilli PA, Warren RF. The effect of medial meniscectomy on anterior-posterior motion of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 1982; 64:883-8.

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; 5:234–8.

Liu SH, Panissian V, al-Shaikh GA, Tomin S, Sheperd E, Finerman GA, et al. Morphology and matrix composition during early tendon to bone healing. *Clin Orthop Relat Res.* 1997; (339):253-260.

Losee RE. The pivot shift. In: Feagin JA Jr, ed. *The crucial ligaments: diagnosis and treatment of ligamentous injuries about the knee* New York: Churchill Livingstone; 1988. p.1-14.

Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of the knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med.* 1982; 10:150-3.

Majors RA, Woodfin B. Achieving full range of motion after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 1996; 24:350-5.

Maletius W, Messner K. Eighteen to twenty-four year follow-up after complete rupture of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med.* 1999; 27:711-7.

Marshall JL, Warren RF, Wickiewicz TL, Reider B. The anterior cruciate ligament: a technique of repair and reconstruction. *Clin Orthop Relat Res.* 1979; (143):97-106.

Miyasaka KC, Daniel DM, Stone ML, Hirschman P. The incidence of knee ligament injuries in the general population. *Am J Knee Surg.* 1991; 4:43-8.

Murakami S, Muneta T, Furuya K, Saito I, Miyasaka N, Yamamoto H. Immunohistologic analysis of synovium in infrapatellar fat pad after anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med.* 1995; 23:763-8.

Nabors ED, Richmond JC, Vannah WM, McConville OW. Anterior cruciate ligament graft tensioning in full extension. *Am J Sports Med.* 1995; 23: 488-92.

Nakamura N, Shino K. The Clinical Problems of Ligament Healing of the Knee. Review Article. *Sports Med Arthrosc.* 2005; 13:118-26.

Nebelung W, Becker R, Merkel M, Ropke M. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with semitendinous tendon using Endobutton fixation on the femoral side. *Arthroscopy.* 1998; 14:810-5.

Norwood LA Jr, Cross MJ. The intercondylar shelf and the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med.* 1977; 5:171-6.

Noyes FR, Butler DL, Paulos LE, Grood ES. Intra-articular cruciate reconstruction. I: Perspectives on graft strength, vascularization, and immediate motion after replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 1983a; (172):71-7.

Noyes FR, Mooar PA, Matthews DS, Butler DL. The symptomatic anterior cruciate-deficient knee. Part I: the long-term functional disability in athletically active individuals. *J Bone Joint Surg Am.* 1983b; 65:154-62.

Noyes FR, Butler DL, Grood ES, Zernicke RF, Hefzy MS. Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee-ligament repairs and reconstructions. *J Bone Joint Surg Am.* 1984; 66:344-52.

O'Donoghue DH. An analysis of end results of surgical treatment of major injuries to the ligaments of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 1955;37-A:1-13.

Paessler HH, Mastrokalos DS. Anterior cruciate ligament reconstruction using semitendinosus and gracilis tendons, bone patellar tendon, or quadriceps tendon-graft with press-fit fixation without hardware. A new and innovative procedure. *Orthop Clin North Am.* 2003; 34:49-64.

Peccin MS, Ciconelli R, Cohen M. Questionário específico para sintomas do joelho "Lysholm knee scoring scale"- tradução e validação para a língua portuguesa. *Acta Ortop Bras.* 2006; 14:268-72.

Pereira PP, Camanho GL, Munhoz MAS, Lucheta CALuna. A integração do tendão do músculo semitendíneo como substituto do ligamento cruzado anterior: estudo experimental em coelhos. *Rev Bras Ortop.* 2000; 35:447-51.

Petersen W, Tillmann B. Structure and vascularization of the cruciate ligaments of the human knee joint. *Anat Embryol (Berl).* 1999; 200:325-34.

Petersen W, Zantop T. Anatomy of the anterior cruciate ligament with regard to its two bundles. *Clin Orthop Relat Res.* 2007; (454):35-47.

Peyrache MD, Djian P, Christel P, Witvoet J. Tibial tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction by autogenous bone-patellar tendon-bone graft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1996; 4:2-8.

Rezende UM, Camanho GL, Hernandez AJ. Alteração da atividade esportiva nas instabilidades crônicas do joelho. *Rev Bras Ortop;* 1993; 28:725-30.

Robinson J, Huber C, Jaraj P, Colombet P, Allard M, Meyer P. Reduced bone tunnel enlargement post hamstring ACL reconstruction with poly-L-lactic acid/hydroxyapatite bioabsorbable screws. *Knee.* 2006;13(2):127-31.

Rodeo SA, Arnoczky SP, Torzilli PA, Hidaka C, Warren RF. Tendon-healing in a bone tunnel. A biomechanical and histological study in the dog. *J Bone Joint Surg Am.* 1993; 75:1795-803.

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; 34:1790-800.

Romano VM, Graf BK, Keene JS, Lange RH. Anterior cruciate ligament reconstruction. The effect of tibial tunnel placement on range of motion. *Am J Sports Med.* 1993;21:415-8.

Rosenberg TD. Technique for endoscopic method of ACL reconstruction. Mansfield, MA: Acuflex Microsurgical; 1993. [Technical Bulletin].

Rosner B. Fundamentals of biostatistics. 2<sup>nd</sup> ed. Boston: PWS Publishers;1986. 584p.

Schmalzried TP, Callaghan JJ. Wear in total hip and knee replacements. *J Bone Joint Surg Am.* 1999; 81:115-36.

Schulte K, Majewski M, Errgang JJ, Fu FH, Flarner CD. Radiographic tunnel changes following arthroscopic ACL reconstruction. Autograft vs allograft. *Arthroscopy.* 1995; 11:372-3.

Schutte MJ, Dabezies EJ, Zimny ML, Happel LT. Neural anatomy of the human anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am.*1987;69:243-7.

Segawa H, Omori G, Tomita S, Koga Y. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendons. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2001; 9:206-10.

Severino NR, Camargo OPA, Aihara T, Cury RPL, Oliveira VM, Nishihara C. Utilização do parafuso "Bone Mulch" na reconstrução do ligamento cruzado anterior com tendões dos músculos semitendinoso e grácil. *Rev Bras Ortop.* 2001; 36:79-83.

Shelbourne KD, Foulk DA. Timing of surgery in acute anterior cruciate ligament tears on the return of quadriceps muscle strength after reconstruction using an autogenous patellar tendon graft. *Am J Sports Med.* 1995; 23:686-9.

Siliski JM. Joelho: lesões traumáticas. Rio de Janeiro: Revinter; 2002. 429p.

Slocum DB, Larson RL. Pes anserinus transplantation. A surgical procedure for control of rotatory instability of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 1968;50:226-42.

Springer J, Mastrokalos J, Kilger R, Paessler H. Sports and all-day-life ability following acl-reconstruction by using the hamstrings vs. the bpt graft in an implant free pressfit technique. *J Bone Joint Surg Br.* 2004; 86 (Suppl. 3):246. [European Federation of National Associations of Orthopaedics and Traumatology (EFORT): Oral Presentations: ACL 2 – Abstract 01173].

Strobel M, Stedtfeld HW. Joelho: procedimentos diagnósticos. Rio de Janeiro: Revinter; 2002.

Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res.* 1985; (198):43-9.

Tookuni KS, Bolliger Neto R, Pereira CAM, Souza DR, Greve JMD, Ayala AD. Análise comparativa do controle postural de indivíduos com e sem lesão do ligamento cruzado anterior do joelho. *Acta Ortop Bras.* 2005; 13:115-9.

Van Rens TJ, van den Berg AF, Huiskes R, Kuypers W. Substitution of the anterior cruciate ligament: a long-term histologic and biomechanical study with autogenous pedicled grafts of the iliotibial band in dogs. *Arthroscopy.* 1986; 2:139-54.

Viegas AC, Camanho GL. Avaliação biomecânica dos tendões dos músculos tibiais e proposta de sua utilização como aloenxertos nas reconstruções do ligamento cruzado anterior. *Acta Ortop Bras.* 2003; 11:170-5.

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;20:946-50.

Webster KE, Chiu JJ, Feller JA. Impact of measurement error in the analysis of bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2005;33:1680-7.

Wilson TC, Kantaras A, Atay A, Johnson DL. Tunnel enlargement after anterior cruciate ligament surgery. *Am J Sports Med.* 2004; 32:543-9.

Yasuda K, Tsujino J, Tanabe Y, Kaneda K. Effects of initial graft tension on clinical outcome after anterior cruciate ligament reconstruction. Autogenous doubled hamstring tendons connected in series with polyester tapes. *Am J Sports Med.* 1997; 25:99-106.

Youn I, Jones DG, Andrews PJ, Cook MP, Suh JK. Periosteal augmentation of a tendon graft improves tendon healing in the bone tunnel. *Clin Orthop Relat Res.* 2004; (419): 223-31.

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; 28:547-51.

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;12:98-103.

**FONTES CONSULTADAS**

Normatização para apresentação de dissertações e teses, Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo – Pós-Graduação. Aprovada pela Comissão de Pós-Graduação em 13 de julho de 2004.

## RESUMO

LEONARDI, A.B.A. Estudo O alargamento dos túneis ósseos tibiais na cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior com enxerto quádruplo de tendões isquiotibiais possui implicação clínica? São Paulo, 2009. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo.

Os autores estudaram a presença do alargamento dos túneis ósseos tibiais em 25 pacientes, com idade variando de 18 a 43 anos, no período de seis meses. O estudo baseou-se em radiografias realizadas no pós-operatório imediato, terceiro e sexto mês, e em tomografias computadorizadas feitas no pós-operatório imediato e no sexto mês 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 transversal metálico e, na tíbia, com parafuso de interferência. Os pacientes foram avaliados objetivamente por testes ligamentares, graduados de 0 a 4 cruces e subjetivamente pelo método de Lysholm, no período pré-operatório e sexto mês de evolução. Para evitar resultados viciados pela magnificação da radiografia, criamos um método de mensuração próprio realizado a 2 cm abaixo da linha articular. Os resultados indicaram aumento significativo dos diâmetros dos túneis: 20,56% para radiografias na incidência ântero-posterior, 26,48% na incidência de perfil e 23,22% nas tomografias computadorizadas. A estatística descritiva mostrou melhoria significativa dos parâmetros clínicos objetivos e subjetivos. Concluímos que o alargamento dos túneis ósseos é um fenômeno presente nos primeiros meses após a cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior não tem implicações nos resultados clínicos em curto prazo.

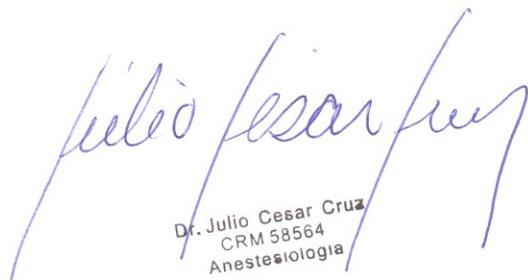
## ABSTRACT

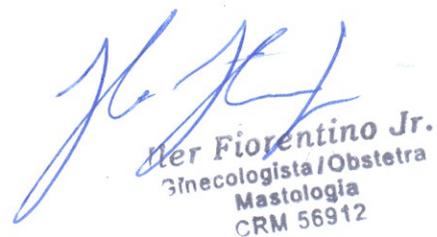
LEONARDI, A.B.A. Tibial bone tunnels enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendon graft has clinical implications? São Paulo, 2009. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo

The authors studied the presence of enlargement of the tibial bone tunnel in 25 patients during the period of 06 months. The patient's age varied from 18 to 43 years. The study was based on plain radiographs made in the immediate postoperative period, third and sixth month and computed tomography performed in the immediate postoperative period and sixth month of developments in the operations to reconstruct his anterior cruciate ligament. The surgery was performed using the tendon of the semitendinosus muscle and gracilis muscle as autografts, fixed in the femur with transverse metal screw and in the tibia with interference screw. Patients were evaluated objectively by laxitud tests, graduated from 0 up 4 and subjectively by Lysholm protocol preoperatively and sixth month of development. To avoid the vicious results of magnification plain radiographs, we created our own measurement method performed at 2 cm below the joint line. The results showed significant increase in the diameter of the tunnels, from 20.56% in the incidence X-ray anterior-posterior, on the lateral incidence of 26.48% and 23.22% in the computed tomography scans. The descriptive statistics showed significant improvement in objective and subjective clinical parameters. We conclude that enlargement of the bone tunnels is a phenomenon present in the first months after surgery to reconstruct the anterior cruciate ligament and has no clinical implications in a short term.

Nós, da comissão de ética médica do Hospital Nossa Senhora do Rosário declaramos que o estudo do alargamento de túneis ósseos tibial e femoral na cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior com enxerto quádruplo de tendões isquiotibiais para a obtenção do título de mestrado junto à pós-graduação da Faculdade de ciências médicas da Santa Casa de São Paulo não fere os princípios adotados pela comissão nacional de ética em pesquisa (CONEP).

Estando dentro dos padrões adotados por esta entidade, aprovamos a pesquisa a ser realizada.

  
Dr. Julio Cesar Cruz  
CRM 58564  
Anestesiologia

  
Her Fiorentino Jr.  
Ginecologista/Obstetra  
Mastologia  
CRM 56912

São Paulo, 04 de Dezembro de 2007.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)