

Tiago Lazzaretti Fernandes

Relação entre o posicionamento dos túneis na reconstrução do ligamento cruzado anterior e as avaliações funcionais em atletas

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Mestre em Ciências

Programa de Ortopedia e Traumatologia

Orientador: Prof. Dr. Arnaldo José Hernandez

**São Paulo
2012**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Fernandes, Tiago Lazzaretti

Relação entre o posicionamento dos túneis na reconstrução do ligamento cruzado anterior e as avaliações funcionais em atletas / Tiago Lazzaretti Fernandes. -- São Paulo, 2012.

Dissertação (mestrado) --Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Programa de Ortopedia e Traumatologia.

Orientador: Arnaldo José Hernandez.

Descritores: 1.Ligamento cruzado anterior/cirurgia 2.Ligamento cruzado anterior/lesões 3.Ligamento cruzado anterior/radiografia 4.Articulação do Joelho 5.Complicações pós-operatórias/radiografia 6.Traumatismo em atletas 7.Medicina Esportiva 8.Questionários

USP/FM/DBD-210/12

DEDICATÓRIAS

A **Deus**, pela vida.

Aos meus pais, **Alfredo** e **Sarita**, pelo amor, exemplo e formação.

À **Sabrina**, pelo amor e dedicação irrestritos.

AGRADECIMENTOS

Aos Profs. Drs. Olavo Pires de Camargo e Gilberto Luís Camanho, pela confiança.

Ao Prof. Dr. Tarcísio Eloy Pessoa de Barros Filho, pela tutoria e orientação em relação à vida acadêmica.

Ao Prof. Dr. Arnaldo José Hernandez, pela orientação nesta dissertação de mestrado e pela postura profissional e acadêmica que são referência para os seus discípulos.

Aos Profs. Drs. Júlia Maria D'Andrea Greve, André Pedrinelli e Raul Bolliger, membros da banca de qualificação, pelas correções e orientações fundamentais para o término desta dissertação.

Aos colegas Dr. Marco Antônio Ambrósio, Júlio Nardelli e Adriano Marques de Almeida, pela colaboração e convivência no grupo de Medicina do Esporte.

Ao Dr. Felipe Fregni, pela colaboração científica e apoio ilimitado.

À Srta. Diva da Silva Godoy, pelo auxílio na estruturação e formatação do texto.

À amiga Laura Rocha, pela editoração, revisão gramatical e semântica do texto.

Aos acadêmicos Rafael Braga Campiolo e João Flávio Rodante, pela dedicação e trabalho.

NORMALIZAÇÃO ADOTADA

Esta dissertação de mestrado está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Júlia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

Nomina anatômica (1980) do XI Congresso Internacional de Anatomia, México, 1980.

SUMÁRIO

Lista de abreviaturas, símbolos e siglas

Lista de figuras

Lista de tabelas

Lista de gráficos

Resumo

Summary

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivo.....	4
2. REVISÃO DA LITERATURA	5
2.1. Anatomia e biomecânica.....	6
2.2. Reconstrução do ligamento cruzado anterior.....	15
2.3. Avaliações funcionais.....	16
2.4. Mensurações radiográficas.....	21
2.5. Relação entre o posicionamento dos túneis e as avaliações funcionais.....	32
2.6. Relação entre a inclinação do enxerto, impacto no teto do intercôndilo e as avaliações funcionais.....	35
2.7. Relação entre o posicionamento dos túneis e complicações clínicas.....	37
3. CASUÍSTICA E MÉTODOS	39
3.1. Casuística.....	40
3.2. Métodos.....	43
3.2.1. Protocolo de coleta de dados.....	43
3.2.2. Procedimento cirúrgico.....	45
3.2.3. Protocolo de reabilitação.....	47
3.2.4. Protocolo de avaliação funcional.....	49
3.2.5. Protocolo de mensuração radiográfica.....	49
3.2.6. Análise estatística.....	53
4. RESULTADOS	55
5. DISCUSSÃO	71
6. CONCLUSÃO	88
7. ANEXOS	90
8. REFERÊNCIAS	100

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AM	anteromedial
AOSSM	<i>“American Orthopaedic Society for Sports Medicine”</i>
AP	anteroposterior
CAPPesq	Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa
DICOM	<i>“Digital Imaging Communications in Medicine”</i>
dp	desvio padrão
ESSKA	<i>“European Society of Sports Traumatology, Knee Surgery and Arthroscopy”</i>
Et al.	e outros
FMUSP	Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
HC	Hospital das Clínicas
ICRS	<i>“International Cartilage Repair Society”</i>
IKDC	<i>“International Knee Documentation Committee”</i>
InRad	Instituto de Radiologia
IOT	Instituto de Ortopedia e Traumatologia
LCA	ligamento cruzado anterior
LCP	ligamento cruzado posterior
LEM	Laboratório do Estudo do Movimento
mm	milímetros
N	Newton
OTP	<i>“over-the-top”</i>
p.e.	por exemplo
P	perfil
PL	posterolateral
USP	Universidade de São Paulo

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Representação do ligamento cruzado anterior – Plano coronal (esquerda) e plano sagital (direita).....	6
FIGURA 2 – Representação das relações topográficas do joelho. A: joelho em extensão. B: joelho fletido a 90°	7
FIGURA 3 – Relações topográficas entre os feixes AM e PL.....	8
FIGURA 4 – Côndilo femoral lateral – Representação das relações topográficas entre a crista lateral do intercôndilo e a posição central do LCA.....	10
FIGURA 5 – Visão superior do planalto tibial e relações topográficas entre a inserção do LCA e as espinhas tibiais.....	11
FIGURA 6 – Reconstrução tomográfica do côndilo femoral lateral e relações topográficas entre a linha de Blumensaat e o córtex posterior do fêmur.....	14
FIGURA 7 – Representação do centro do LCA pelo método dos quadrantes de Bernard e Hertel.....	22
FIGURA 8 – Posicionamento dos túneis femoral e tibia segundo o método de Jonsson e Pinczewski.....	24
FIGURA 9 – Projeção do túnel femoral por sobre a linha de Blumensaat pelas técnicas de Amis, Harner e Aglietti, respectivamente.....	25
FIGURA 10 – Representação do modelo do “relógio” em reconstrução tomográfica do intercôndilo do fêmur.....	26
FIGURA 11 – Método descrito por Amis e utilizado por Pinczewski para a mensuração do túnel tibial.....	28
FIGURA 12 – Mensuração pela técnica de Staubli e Rauschnig a partir do	

eixo da tíbia.....	29
FIGURA 13 – Inclinação do enxerto a partir das paredes mediais dos túneis nas incidências coronal e túnel a 30°	30
FIGURA 14 – Inclinação do enxerto no plano sagital no joelho em extensão máxima.....	31
FIGURA 15 – Classificação do impacto do enxerto no plano sagital. Ausente (1); moderado (2); grave (3).....	32
FIGURA 16 – Confecção do túnel tibial. Esquerda: reconstrução tomográfica do planalto tibial; direita: visão artroscópica do posicionamento do fio guia no centro da inserção do LCA na tíbia.....	46
FIGURA 17 – Confecção do túnel femoral. Esquerda: reconstrução tomográfica da parede medial do côndilo femoral lateral; direita: visão artroscópica do posicionamento do fio guia a 2mm da cortical posterior do fêmur.....	47
FIGURA 18 – Mensuração das projeções dos túneis no plano coronal (A) e da angulação do enxerto na incidência de túnel a 30° (B).....	51
FIGURA 19 – Cálculo da projeção dos túneis pelos métodos de Harner e Jonsson (A) e pelo método de Amis (B)	52
FIGURA 20 – Cálculo do impacto na radiografia em perfil a partir da linha de Blumensaat, com o joelho em extensão máxima.....	53
FIGURA 21 – Representação radiográfica dos pontos centrais dos túneis femoral e tibial nas incidências coronal (esquerda) e sagital (direita).....	57

FIGURA 22 – Representação radiográfica da média dos valores normalizados dos túneis. A: projeção dos túneis no plano coronal; B: túnel da tíbia e túnel do fêmur (técnica de Harner) no plano sagital; C: túnel do fêmur (técnica de Amis) no plano sagital.....	58
FIGURA 23 – Média dos valores da inclinação do enxerto no plano coronal (A) e incidência do túnel a 30 ⁰ (B).....	59

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Valores demográficos gerais dos pacientes selecionados para o estudo.....	40
TABELA 2 – Atividade esportiva dos pacientes com lesão do LCA.....	41
TABELA 3 – Lesões associadas identificadas no intraoperatório.....	41
TABELA 4 – Distribuição porcentual do tipo de enxerto e método de fixação empregados.....	42
TABELA 5 – Influência das variáveis demográficas e valores basais sobre o posicionamento dos túneis.....	56
TABELA 6 – Posicionamento radiográfico dos túneis nos planos coronal e sagital, e incidência de túnel.....	58
TABELA 7 – Correlação entre o posicionamento dos túneis vs. escala de atividade física de Tegner.....	63
TABELA 8 – Correlação entre o posicionamento dos túneis vs. escala do joelho de Lysholm.....	64
TABELA 9 – Correlação entre o posicionamento dos túneis vs. IKDC subjetivo.....	65
TABELA 10 – Relação entre o posicionamento dos túneis e o IKCD objetivo.....	66
TABELA 11 – Relação entre o posicionamento dos túneis e o retorno ao esporte.....	67
TABELA 12 – Relação entre o impacto no teto do intercôndilo no plano sagital e as avaliações funcionais.....	68
TABELA 13 – Regressão linear entre o posicionamento dos túneis e as intercorrências pós-operatórias.....	69

TABELA 14 – Resumo dos resultados significativos e tendências entre o posicionamento dos túneis e as avaliações funcionais.....	70
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Representação da variação da média ($\pm dp$) dos valores da escala do joelho de Lysholm nos períodos pré-lesão, seis e 12 meses.....	60
GRÁFICO 2 – Representação da variação da média ($\pm dp$) dos valores da escala de atividade física de Tegner nos períodos pré-lesão, seis e 12 meses.....	60
GRÁFICO 3 – Representação da média ($\pm dp$) dos valores do IKDC subjetivo nos períodos de seis e 12 meses.....	61
GRÁFICO 4 – Representação dos valores do IKDC objetivo, de seis e 12 meses, expressos como porcentagem conforme classificação dos subgrupos (A, B, C e D).....	61
GRÁFICO 5 – Exemplo de gráfico de dispersão e análise de correlação pelo método de Pearson ($p < 0,05$).....	62

RESUMO

Fernandes, TL. *Relação entre o posicionamento dos túneis na reconstrução do ligamento cruzado anterior e as avaliações funcionais em atletas* [Dissertação]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2012.

INTRODUÇÃO: A incidência de rotura do LCA aumentou, principalmente, entre atletas jovens. Além disso, esta população possui compromissos esportivos e necessidade de retornar às atividades em curto prazo. O posicionamento dos túneis é uma das variáveis mais importantes no sucesso da reconstrução do LCA em que o cirurgião pode intervir. Apesar de existirem trabalhos sobre reconstrução do LCA e avaliações funcionais, poucos estudos prospectivos avaliam a relação entre o posicionamento radiográfico dos túneis e os resultados clínicos. Portanto, o objetivo do presente estudo é avaliar a relação entre o posicionamento radiográfico dos túneis na reconstrução do LCA e as avaliações funcionais de atletas no período de retorno ao esporte. **MÉTODOS:** O estudo foi conduzido prospectivamente em 86 atletas ($23 \pm 5,9$ anos, 63 homens) com lesão do LCA submetidos à reconstrução artroscópica pela técnica transtibial no Grupo de Medicina do Esporte do IOT HC-FMUSP, de 2008 a 2010. Realizadas radiografias digitais (aparelho Duo Diagnost – InRad) nos planos coronal, sagital e incidência de túnel e mensurações no sistema iSite PACS HC-FMUSP (Philips). Coletados protocolos de Tegner, Lysholm, IKDC objetivo, IKDC subjetivo e retorno ao esporte aos seis e 12 meses (m). Avaliada força de associação pelo teste de correlação de Pearson, regressão logística e ANOVA, $p < 0,05$ (STATA 10). **RESULTADOS:** Radiografias – projeção plano coronal (fêmur $38 \pm 4\%$; tíbia $43 \pm 3\%$), projeção plano sagital (fêmur Amis $62 \pm 7\%$; fêmur Harner $74 \pm 8\%$; tíbia $39 \pm 6\%$), inclinação do enxerto (plano coronal $19^{\circ} \pm 4^{\circ}$; incidência túnel $19^{\circ} \pm 5^{\circ}$). Avaliações funcionais: Lysholm (6m = $87 \pm 10,7$; 12m = $91 \pm 12,2$), Tegner (6m = $5 \pm 1,4$; 12m = $7 \pm 1,8$), IKDC subjetivo (6m = $75 \pm 13,8$; 12m = $85 \pm 14,5$), retorno ao esporte em 12m (66,7%). Projeções sagitais de túneis femorais por sobre a linha de Blumensaat (ρ de Pearson = $-0,33$, $p = 0,02$), assim como túneis tibiais no plano coronal (ρ de Pearson = $0,35$, $p = 0,01$) e sagital ($F = 3,36$, $p = 0,04$) possuem associações significativas com as escalas funcionais. Estas relações não puderam ser explicadas por fatores basais ou demográficos. **CONCLUSÃO:** Nos atletas, as projeções dos túneis femorais mais posteriores, assim como projeções dos túneis tibiais mais mediais e posteriores, estão relacionadas a menores valores de avaliações funcionais.

Descritores: 1. Ligamento cruzado anterior / cirurgia, lesões, radiografia 2. Articulação do Joelho 3. Complicações pós-operatórias / radiografia. 4. Traumatismos em atletas 5. Medicina Esportiva 6. Questionários

SUMMARY

Fernandes, TL. *Correlation between tunnel placement and functional outcomes in anterior cruciate ligament reconstruction in athletes*. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2012.

There has been an increase of ACL injuries occurring in young athletes. Aside from this increase, athletes have intensive scheduling and must resume physical activity shortly after injury. Tunnel positioning is one of the most important variables in ACL reconstruction success in which surgeons can interfere. Although there are many studies on ACL reconstruction and functional assessments, few studies have prospectively investigated the relationship between radiographic tunnel positioning and clinical outcomes. **PURPOSE:** The aim of this study is to evaluate the relationship between tunnel positioning and functional assessments in athletes during return to sports. **METHODS:** A prospective study was conducted with 86 athletes (23 ± 5.9 years, 63 males) who underwent transtibial ACL reconstruction in the Sports Medicine Group (IOT-HC FMUSP) from 2008 to 2010. Digital radiographs were acquired (Duo diagnostic – InRad) in coronal, sagittal and tunnel incidence and analyzed at iSite PACS HC-FMUSP (Philips). Tegner, Lysholm, IKDC form and return to sports were collected at six and 12 months (m). Task force was assessed by Pearson correlation test, logistic regression and ANOVA, $p < 0.05$ (STATA 10). **RESULTS:** Radiographic coronal view (femur $38 \pm 4\%$, tibia $43 \pm 3\%$), sagittal view (femur Amis $62 \pm 7\%$; femur Harner $74 \pm 8\%$, tibia $39 \pm 6\%$), graft inclination (coronal $19^\circ \pm 4^\circ$; tunnel $19^\circ \pm 5^\circ$). Functional outcomes: Lysholm (6 m = 87 ± 10.7 , 12 m = 91 ± 12.2), Tegner (6 m = 5 ± 1.4 , 12 m = 7 ± 1.8), IKDC subjective (6m = 75 ± 13.8 ; 12m = 85 ± 14.5), return to sports (66.7%). Femoral tunnel projections along Blumensaat line on sagittal view (PCC = -0.33 , $p = 0.02$) and tibial tunnels on coronal view (PCC = 0.35 , $p = 0.01$) and sagittal view ($F = 3.36$, $p = 0.04$) are statistically correlated to functional outcomes. These correlations between tunnel positioning on functional outcomes could not be explained by demographic or baseline characteristics. **CONCLUSION:** Athlete population has lower values of functional outcomes related to more posterior femoral tunnel projections and more medial and posterior tibial tunnel projections.

Descriptors: 1. Anterior cruciate ligament / surgery, lesions, radiography 2. Knee joint 3. Postoperative complications / radiography 4. Athletics injuries 5. Sports medicine 6. Questionnaires

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Devido à crescente procura por atividades esportivas, a incidência de rotura do ligamento cruzado anterior (LCA) aumentou nos últimos anos, principalmente entre os atletas jovens¹.

O comprometimento da função, o elevado custo do tratamento e a obrigação de o atleta retornar ao compromisso esportivo em curto período de tempo também contribuem para que o ligamento cruzado anterior seja uma das estruturas mais estudadas do sistema musculoesquelético^{2,3,4}.

O diâmetro do LCA é três vezes maior nas áreas de interface com o osso do que no corpo do ligamento. O correto posicionamento dos túneis na origem femoral e na inserção tibial é trabalhoso e o mau posicionamento pode ser o motivo de resultados insatisfatórios^{5,6,7}.

Os túneis na reconstrução do LCA determinam o eixo de funcionamento do enxerto. O posicionamento dos túneis é, provavelmente, a variável mais importante no sucesso do tratamento da lesão do LCA em que o cirurgião pode intervir⁸.

Diversos estudos anatómicos concluíram que o LCA é definido por dois feixes funcionais distintos: o anteromedial (AM) e o posterolateral (PL)^{9,10}. Ambos os feixes, AM e PL, possuem função relevante na

manutenção da estabilidade anterior e rotacional do joelho, dependendo do ângulo de flexão^{3,9,10}.

Recentes publicações sobre a reconstrução do LCA também trouxeram à discussão questionamentos sobre a documentação do posicionamento dos túneis, a fim de que estes sejam relacionados de forma correta com os resultados clínicos.

Apesar de existirem evidências de que o enxerto alinhado à posição original do LCA no fêmur e na tíbia resulta em testes funcionais superiores^{1,11,12,13}, não há consenso na literatura em relação ao melhor posicionamento¹⁴.

A radiografia do joelho é uma ferramenta bastante simples, fácil de ser realizada e disponível para a maioria dos cirurgiões⁸. As incidências no plano coronal, sagital absoluto e túnel a 30⁰ permitem uma avaliação satisfatória do posicionamento pós-operatório dos túneis na reconstrução do LCA¹⁵.

A relevância clínica do presente estudo está em preencher uma lacuna dos poucos trabalhos publicados, tanto prospectivos¹⁶ quanto retrospectivos¹¹, que avaliam os resultados funcionais da reconstrução do LCA a partir de um método radiográfico simples e acessível^{15,17}. Além disso, o estudo avalia, exclusivamente, uma população de atletas.

A hipótese do estudo é a de que existam diferenças nos resultados funcionais e no retorno ao esporte nos pacientes com túneis que variam

entre as inserções anatômicas do LCA e posições não anatômicas representadas pelas diferentes projeções radiográficas.

1.1. Objetivo

Avaliar a relação entre o posicionamento radiográfico dos túneis na reconstrução do LCA e as avaliações funcionais de atletas no período de retorno ao esporte.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Anatomia e biomecânica

O LCA é composto por um tecido conectivo denso que liga o fêmur à tibia. Origina-se na parede medial do côndilo femoral lateral, percorre de forma oblíqua (distal, anterior e medial) a fossa intercondilar e se insere entre a eminência lateral e medial da tibia. (Figura 1) Ele está envolto por uma membrana sinovial na articulação do joelho, sendo, por definição, intra-articular e extrassinovial¹⁸.

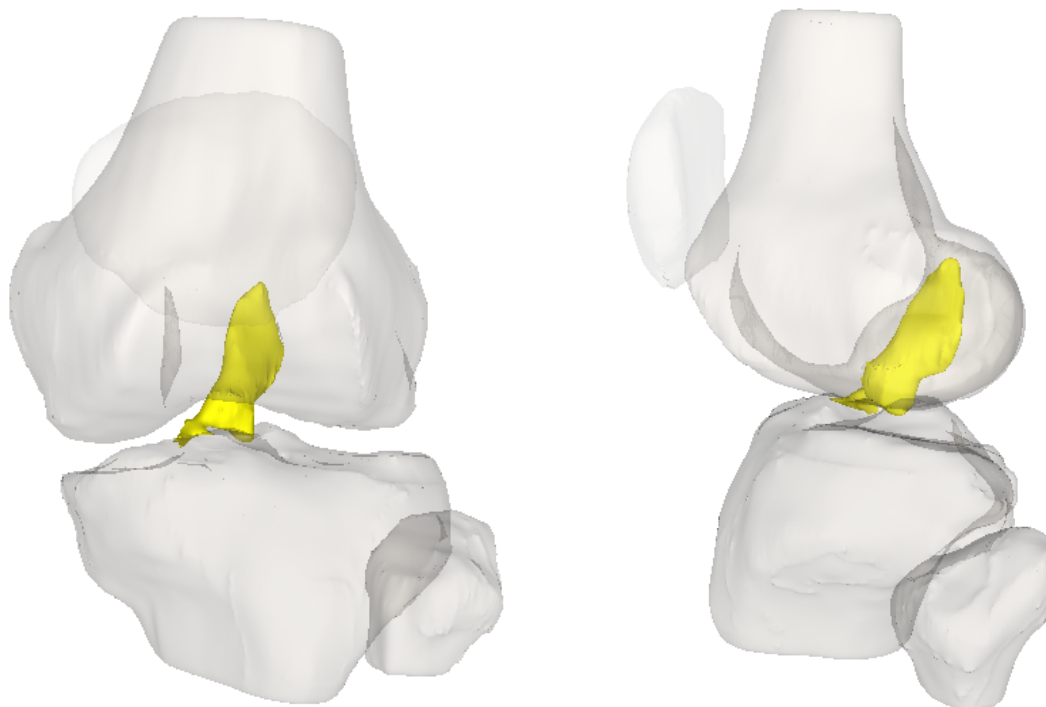


FIGURA 1. Representação do ligamento cruzado anterior – Plano coronal (esquerda) e sagital (direita).

Os trabalhos que utilizam a artroscopia de joelho como via de acesso possuem uma nomenclatura específica para as relações topográficas entre os reparos anatômicos, visto que o joelho se encontra em flexão de 90°. O teto do intercôndilo é considerado superior (nômina anatômica: anterior), a borda anterior do intercôndilo é considerada superficial, o fim do intercôndilo é considerado profundo e a região posterior do côndilo femoral é considerada inferior, conforme ilustrado na figura abaixo. (Figura 2)

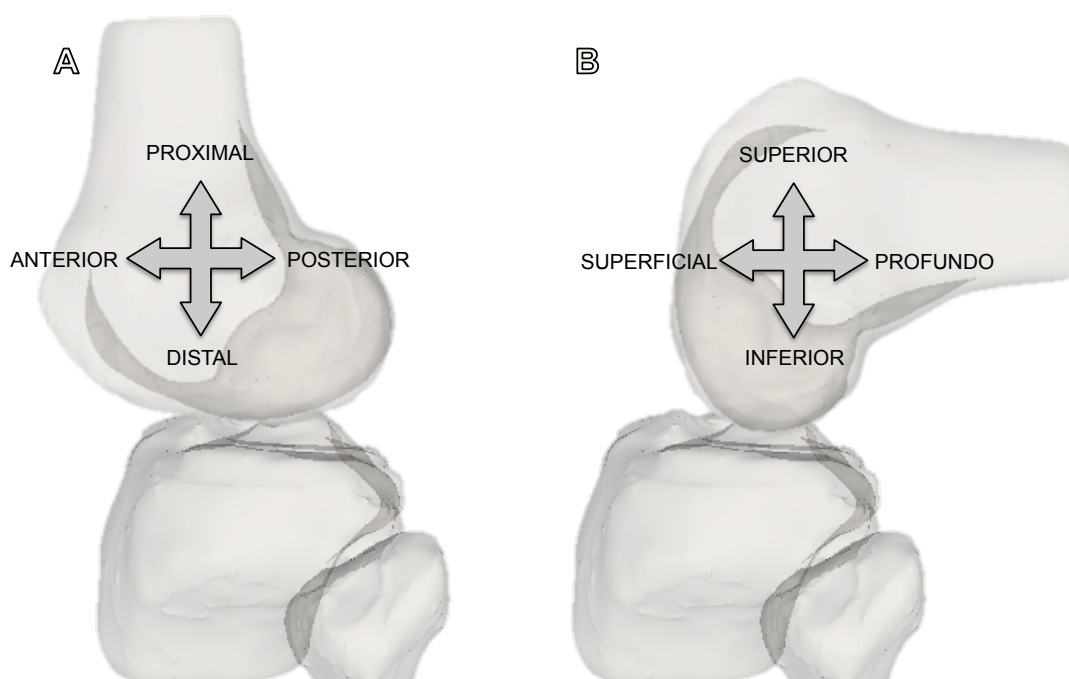


FIGURA 2. Representação das relações topográficas do joelho. A: joelho em extensão. B: joelho fletido a 90° .

2.1.1. Feixes do LCA

Em 1975, Girgis et al.¹⁹ descreveram o LCA como dois feixes, chamados anteromedial (AM) e posterolateral (PL). A terminologia adotada segue as relações entre si das inserções dos feixes AM e PL na tíbia. O

feixe ou banda AM possui origem mais proximal no fêmur e inserção anteromedial no planalto tibial. Já a banda PL possui origem mais distal no fêmur e inserção posterolateral no planalto tibial¹⁸. (Figura 3)

Embora existam divergências em relação à divisão anatômica do LCA, é consenso entre os pesquisadores que o LCA possui duas bandas funcionais distintas que variam de tensão ao longo das diferentes amplitudes do movimento¹⁸.

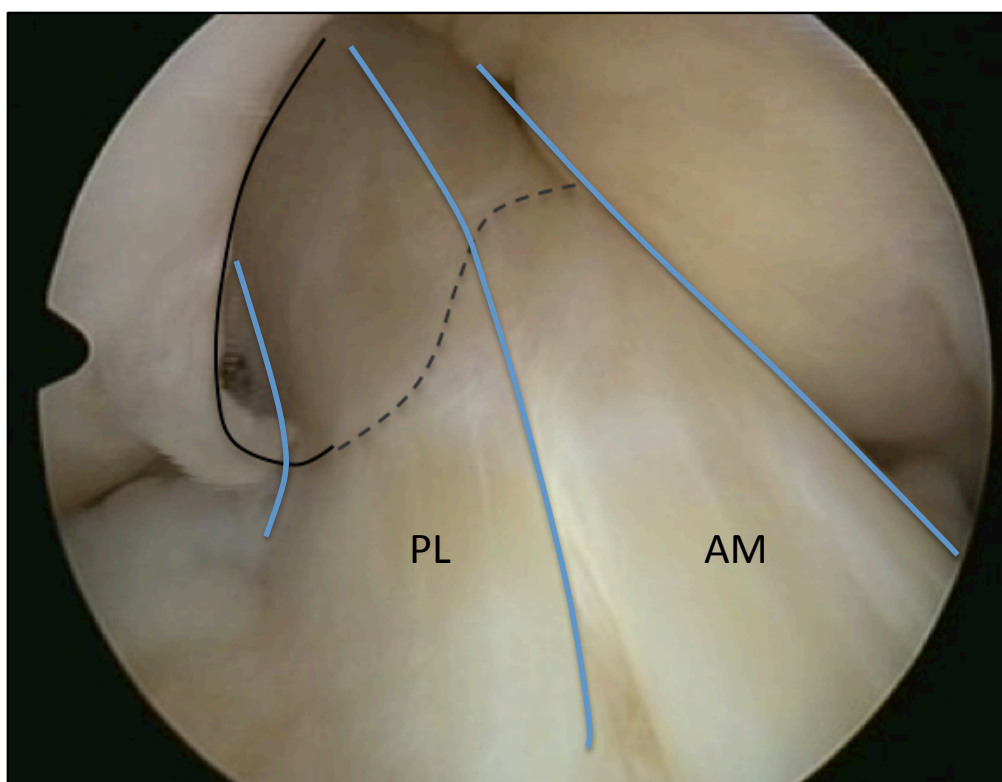


FIGURA 3. Relações topográficas entre os feixes AM e PL.

2.1.2. Origem femoral

Girgis et al.¹⁹ descreveram a origem femoral do ligamento como a secção de um círculo com o lado anterior reto e o posterior convexo. Outros

autores utilizaram métodos a laser de digitalização e mostraram inserções no fêmur mais circulares⁶ ou elípticas, com comprimento médio de 18 mm e largura de 11 mm¹⁸.

Na prática clínica, é importante interpretar o formato tridimensional da origem do LCA, que se estende desde o teto do intercôndilo até o contorno da cartilagem da parede inferior do côndilo femoral lateral. O cirurgião deve estar atento à localização bastante posterior da inserção do túnel femoral¹⁸.

A origem femoral do LCA tem início na face medial e mais posterior do côndilo femoral lateral¹⁰ e repousa atrás de uma pequena saliência óssea também conhecida como “crista do residente”. Nos casos em que esta saliência é erroneamente interpretada como a posição “*over-the-top*” ou final do teto do intercôndilo, o túnel femoral pode ser posicionado muito anterior^{7,18}.

A crista do residente, ou crista lateral do intercôndilo está localizada a aproximadamente 75% posterior do aspecto anterior do côndilo femoral lateral^{20,21} e representa a borda superior do LCA no joelho fletido a 90°²². (Figura 4)

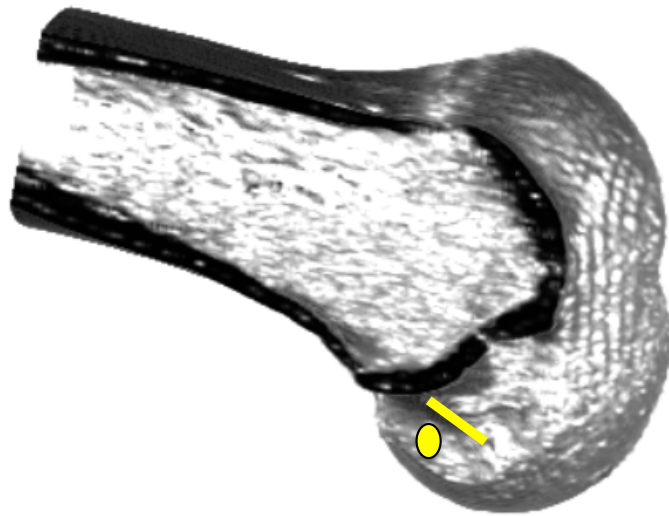


FIGURA 4. Côndilo femoral lateral – Representação das relações topográficas entre a crista lateral do intercôndilo e a posição central do LCA.

A crista lateral bifurcada separa a inserção dos feixes AM e PL^{9,22}. A origem do feixe AM está localizada na porção anterior e superior da origem femoral do LCA no joelho em extensão total¹⁰.

2.1.3. Inserção tibial

A área de inserção do LCA na tíbia está localizada entre as espinhas tibiais medial e lateral (Figura 5). Por causa da expansão do ligamento por sobre a tíbia, sua inserção é mais larga do que o corpo e a origem femoral. Harner et al.⁶ descreveram que a inserção tibial do LCA é 120% maior do que a origem femoral. Girgis et al.^{18,19} identificaram uma área elíptica larga de, aproximadamente, 11 mm no plano coronal e 17 mm no plano sagital.

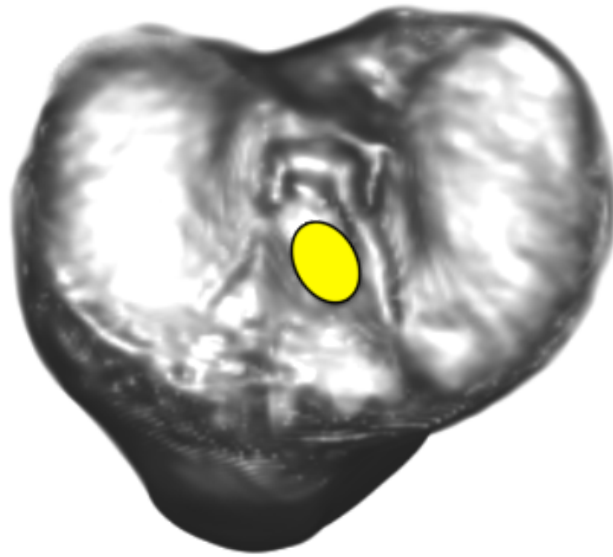


FIGURA 5. Visão superior do planalto tibial e relações topográficas entre a inserção do LCA e as espinhas tibiais.

Em alguns indivíduos, as fibras do feixe AM se aproximam do menisco lateral em sua porção anterior, ao passo que o feixe PL envia fibras para a porção posterior do menisco lateral¹⁸.

2.1.4. Corpo do ligamento

O comprimento intra-articular do LCA varia de 22 a 41 mm, com média de 32 mm²³. Em um estudo com 50 cadáveres, o comprimento descrito da banda PL foi de 17,8 mm²¹.

O maior diâmetro do LCA varia de 7 a 12 mm²³. No corpo do ligamento, o ponto mais estreito possui formato oval e área de 44 e 36 mm² nos homens e mulheres, respectivamente^{21,24}.

Harner et al.^{21,25} quantificaram a área da inserção do LCA e relataram que as inserções tibial e femoral são 3,5 vezes maiores do que o corpo do ligamento.

2.1.5. Espaço e teto intercondilar

O espaço intercondilar possui o desenho de um arco gótico, no qual o teto é conhecido como linha de Blumensaat e que pode ser facilmente observado na radiografia do joelho no plano sagital²⁶.

O teto do intercôndilo é mais largo em sua porção posterior e convergente na porção anterior. A insuficiência do LCA pode provocar a formação precoce de osteófitos e estenose da porção anterior do intercôndilo.

Na extensão máxima do joelho, as fibras mais anteriores do LCA estão em contato com a margem anterior do teto do intercôndilo. Este contato é considerado como “impacto fisiológico” do LCA²⁶.

2.1.6. Reparos anatômicos

O cirurgião deve estar atento às lesões relacionadas que possam distorcer os pontos de referência e ocasionar a falsa impressão de que os túneis estejam corretamente posicionados²⁷.

Alguns cirurgiões preferem se orientar pela inserção da margem anterior do ligamento cruzado posterior (LCP) na tíbia. Muitos estudos revelam que a distância entre este ponto e a fixação do LCA é de aproximadamente 7 mm²³. Entretanto, alguns autores têm criticado a

escolha do túnel tibial a partir da posição do LCP, pois este ligamento se encontra encoberto por membrana sinovial e tecido adiposo¹⁸. Siebold et al.²⁸ não utilizam como referência o diâmetro do planalto tibial, visto que a largura e o comprimento não são acessíveis durante a artroscopia.

Como discutido anteriormente, o corno anterior do menisco lateral é um reparo facilmente acessível e provê boa orientação para o posicionamento do túnel tibial. O corno posterior do menisco lateral também é um reparo adicional para o posicionamento do túnel PL²⁸.

A posição *“over-the-top”* (OTP) está localizada entre a intersecção posterior da linha de Blumensaat e o córtex posterior do fêmur²⁹. A OTP era descrita no passado como a referência artroscópica mais importante para o posicionamento do feixe AM²⁹. (Figura 6)

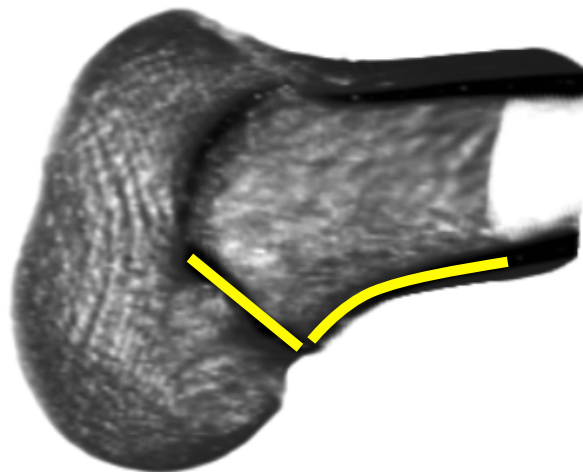


FIGURA 6. Reconstrução tomográfica do côndilo femoral lateral e relações topográficas entre a linha de Blumensaat e o córtex posterior do fêmur.

Um importante reparo anatômico a ser considerado é a área previamente ocupada pelo ligamento original quando este não é totalmente absorvido. As fibras remanescentes são, definitivamente, uma referência artroscópica importante para o posicionamento dos túneis^{1,10,28}.

2.1.7. Biomecânica

Devido a sua orientação na articulação do joelho, o LCA é um restritor primário da translação anterior e um restritor secundário da rotação interna da tíbia, tanto na deambulação quanto em movimentos sem carga¹⁸.

Quando o joelho está em extensão, a banda PL encontra-se tensa e a banda AM moderadamente relaxada. Já na flexão do joelho, a origem femoral do LCA encontra-se em uma orientação mais horizontal, ocasionando maior tensão da banda AM e relaxamento da banda PL¹⁸.

Amis e Dawkins²³ descreveram que a rotação interna da tíbia alonga mais as fibras do LCA do que a rotação externa, especialmente a 30⁰ de flexão do joelho, e que nenhum dos dois feixes apresentavam comportamento absolutamente isométrico. Zaffagnini et al.¹⁸ realizaram uma análise qualitativa e quantitativa em joelhos de cadáveres e demonstraram que a rotação interna a 90⁰ de flexão alongou a banda PL em $2,7 \pm 1,7$ mm.

Um estudo recente utilizando um sensor de força angular enfatizou a importância do feixe PL³⁰. O estudo demonstrou que as forças *“in situ”* da banda PL, em resposta a uma carga anterior na tíbia de 134N, foram maiores na extensão máxima, e que diminuía conforme a flexão gradual. O estudo também mostrou que o feixe PL possui uma importante contribuição

para a estabilização do joelho em oposição a uma carga rotatória combinada^{18,30}.

Acredita-se que a banda PL possua uma participação maior no controle da estabilidade rotacional quando comparada à banda AM⁹.

2.2. Reconstrução do ligamento cruzado anterior

Na técnica de reconstrução isométrica do ligamento, a distância entre a origem e inserção do enxerto durante a flexão e extensão do joelho é descrita como constante³¹. Acreditava-se que se a posição isométrica não fosse alcançada, as forças de tração nas amplitudes máximas do movimento poderiam alongar ou romper o enxerto, ou restringir a mobilidade da articulação^{32,33}.

Nesta técnica, o túnel femoral é confeccionado em um ponto isométrico próximo à linha de Blumensaat em uma posição mais alta em relação ao feixe AM (não anatômica) na parede do côndilo femoral lateral^{1,22}. Já o túnel tibial é, usualmente, posicionado na porção posteromedial da inserção original do ligamento a fim de não provocar impacto no teto do intercôndilo¹³.

Com o tempo, alguns autores identificaram que a reconstrução mais tradicional ou “isométrica” do LCA não restaurava completamente a estabilidade rotacional e translação anterior do joelho, e que havia perda da amplitude do movimento. A seguir, uma abordagem mais “anatômica” foi

proposta, sendo os túneis tibial e femoral posicionados por sobre a origem e inserção originais do LCA^{1,9,10,11,14,34,35}.

A banda AM, quando comparada à banda PL, é relativamente isométrica durante a flexão e extensão do joelho³⁶. Por este motivo, a partir dos conceitos da reconstrução “anatômica” com banda única¹, a banda AM é considerada, atualmente, o “padrão ouro” para a reconstrução do ligamento cruzado anterior^{3,36,37}. Esta posição, segundo diversos autores, resulta em melhores percentuais de retorno ao esporte, assim como melhores avaliações funcionais^{3,36,37}.

2.3. Avaliações funcionais

Existem mais de 50 diferentes avaliações funcionais disponíveis na literatura para medir a deficiência do LCA no joelho. Cada vez mais, a confiabilidade e validade destes testes são questionadas. Recentemente, estas indagações tornaram-se imprescindíveis na especialidade ortopédica³⁸.

A escala final de mensuração é testada para confiabilidade a fim de garantir que medições repetidas em ocasiões diferentes (teste e reteste) pelo mesmo examinador (intraobservador), ou por diferentes examinadores (interobservadores), sejam reprodutíveis. Os testes de validação dependem do uso da medida para a finalidade que ela foi concebida. Habitualmente, realizam-se comparações em relação ao padrão ouro e verifica-se a capacidade da escala em avaliar pacientes com diferentes diagnósticos³⁸.

Avaliações funcionais, escalas de atividade física e testes de função são importantes formas de avaliação das lesões ligamentares do joelho, antes, durante e após a reabilitação. Contudo, a importância de cada sistema de avaliação pode variar de acordo com o período ou fase de tratamento³⁹.

A grande maioria das avaliações funcionais combina sintomas, habilidades e achados do exame físico³⁸. As pontuações finais geralmente são uma somatória das questões individuais. Por outro lado, algumas escalas utilizam pontuações agrupadas em categorias (p.e. sintomas, função e achados do exame físico) ou são apresentadas separadamente em diferentes itens. Mais recentemente, foram desenvolvidas escalas que consideram como valor final o pior item mensurado. A teoria por trás desta mensuração é a de que apenas com uma pontuação máxima o joelho pode ser considerado normal³⁸.

2.3.1. IKDC subjetivo e objetivo

Em 1987, os membros da “*European Society of Sports Traumatology, Knee Surgery and Arthroscopy*” (ESSKA) e da “*American Orthopaedic Society for Sports Medicine*” (AOSSM) fundaram o “*International Knee Documentation Committee*” (IKDC). Um formulário foi produzido em um encontro em 1991, sendo modificado em 1993³⁸.

O IKDC consiste em um formulário subjetivo e outro objetivo. O IKDC subjetivo é um questionário que avalia sintomas, atividade esportiva, habilidades e funções (Anexo A). O IKDC objetivo gradua sete campos

relacionados ao joelho, refletindo deficiências e incapacidades. A pior graduação entre os três primeiros campos (presença de derrame articular, amplitude do movimento e estabilidade ligamentar) determina o valor final do IKDC objetivo para avaliações de doenças agudas. Os pacientes são alocados em quatro diferentes grupos (A, B, C e D) – normal, próximo do normal, anormal e gravemente anormal, respectivamente⁴⁰ (Anexo B).

O exame pós-operatório do joelho pode ser realizado seguindo o formulário do IKDC objetivo. Dentre os exames integrantes do IKDC, o pivot-shift é considerado fundamental para a avaliação da instabilidade ligamentar, visto que a sua presença é sinal patognomônico da insuficiência do LCA⁴¹.

A tradução do IKDC original para a versão brasileira foi realizada de acordo com as recomendações da “*American Orthopaedic Society for Sports Medicine*” (AOSSM). A validação foi determinada correlacionando os valores da versão brasileira do IKDC com os outros questionários, e a reprodutibilidade foi avaliada através da consistência interna e concordância⁴².

2.3.2. Retorno ao esporte

O retorno ao esporte é definido como o retorno do atleta à atividade física no mesmo nível de rendimento anterior ao aparecimento da lesão.

Revisando a literatura, observa-se que os estudos publicados apresentam diferentes índices de retorno ao esporte após a reconstrução do LCA. Eles variam entre 53% e 100%, segundo os trabalhos de Kvist, Gobbi, Smith, Nakayama e Fabbriciani⁴⁰.

Em 1986, Satku et al.⁴³ notaram que, em um intervalo de seis anos após a lesão do LCA, 46% do grupo sem tratamento da lesão do LCA pôde retornar ao esporte prévio. Kostogiannis et al.⁴⁰, em outro estudo, observaram resultados semelhantes, em que 42% dos pacientes tratados de forma conservadora retornaram ao nível esportivo pré-lesão no prazo de três anos.

Smith et al.³⁸ apresentaram dados interessantes em relação ao retorno ao esporte: 21,8% dos atletas analisados voltaram a competir, independentemente da disfunção ligamentar pós-operatória. Este estudo evidenciou que a motivação para o retorno ao esporte em atletas competitivos pode ser a responsável pelas porcentagens mais elevadas de retorno. A literatura sugere que os atletas profissionais possuem melhores índices de retorno ao esporte no mesmo nível de atividade física⁴⁰.

Apesar disto, no grupo dos atletas profissionais, os autores observaram que um número significativo (28,6%) não retornou ao esporte após a reconstrução do LCA³⁸.

2.3.3. Escala de graduação do joelho de Lysholm e escala de atividade física de Tegner

A escala de graduação do joelho de Lysholm foi a primeira escala a ser adequadamente testada⁴⁴. Está presente em duas versões, sendo que a mais recente possui a vantagem de omitir os achados do exame físico.

A escala de atividade física de Tegner foi desenvolvida conjuntamente e para complementar a escala de Lysholm. Embora elas possuam deficiências, ambas são aceitas pela comunidade científica^{38,39}.

A escala de Lysholm é composta por oito questões com alternativas de respostas fechadas, cujo resultado final é expresso de forma nominal e ordinal, sendo "excelente" de 95 a 100 pontos; "bom", de 84 a 94 pontos; "regular", de 65 a 83 pontos; e "ruim", quando os valores forem iguais ou inferiores a 64 pontos⁴⁵ (Anexo C).

A tradução e a adaptação cultural da versão em português da escala do joelho de Lysholm possuem as propriedades de medida e reprodutibilidade validadas. Foi demonstrado que a escala de Lysholm em português é um instrumento útil para avaliação específica dos sintomas do joelho em pacientes brasileiros⁴⁵.

A escala de Tegner permite comparar o nível de atividade pré-lesão e determinar se o paciente retornou ao nível prévio de atividade⁴⁰. Esta escala é graduada de 0 a 10, e abrange desde atividades de vida diária até esportes competitivos. Níveis de atividade entre cinco e 10 podem ser alcançados se o paciente praticar atividades esportivas competitivas ou recreativas³⁹ (Anexo D).

Termos como "retorno ao esporte" são rotineiramente utilizados para a avaliação de pacientes com lesões ligamentares do joelho. Diferentes atividades esportivas exigem diferentes habilidades e graus de estabilidade do joelho, e o termo "retorno ao esporte" pode se tornar muito amplo. Por

isso, uma escala numérica com graus de atividade física crescente foi padronizada. Os níveis de atividade física pré-lesão, atual e desejável podem ser mensurados com a escala de atividade física de Tegner³⁹.

2.4. Mensurações radiográficas

2.4.1. Fêmur

Good e Gillquist⁴⁶, em 1987, utilizaram marcadores metálicos e estudaram a localização do LCA nativo em joelhos de cadáveres. Determinaram que a projeção do centro da origem do LCA no fêmur em uma radiografia sagital localizava-se a 66% da linha de Blumensaat (ou teto do intercôndilo), de anterior para posterior.

Bernard e Hertel⁴⁷, em 1996, descreveram o método dos quadrantes, definindo o centro da origem femoral do LCA em radiografias convencionais. Estes autores mostraram que o centro do LCA nativo na parede medial do côndilo femoral lateral estava inserido a 24,8% da distância definida entre a intersecção da linha de Blumensaat e o contorno do côndilo femoral lateral na radiografia em perfil. Já a altura do centro do LCA em relação à linha de Blumensaat no côndilo lateral femoral era de 28,5%. Concluíram que, dividindo a fossa intercondilar em quatro quadrantes, o centro estava localizado inferior ao quadrante mais posterior e superior^{18,47}. (Figura 7)

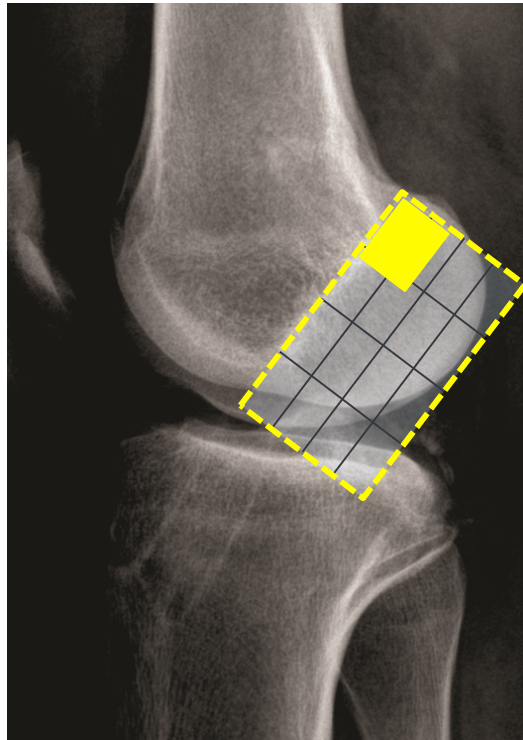


FIGURA 7. Representação do centro do LCA pelo método dos quadrantes de Bernard e Hertel⁴⁷.

O posicionamento do enxerto em relação aos parâmetros anatômicos no fêmur pode ser facilmente identificado nas radiografias do plano sagital. Os métodos descritos por Harner⁴⁸ e Khalfayan⁴⁹, em 1994 e 1996, respectivamente, têm como referência a projeção do túnel femoral por sobre a linha de Blumensaat ou teto do intercôndilo no plano sagital e são expressos como porcentagens. De forma semelhante, o método de Aglietti^{50,51} utiliza o maior diâmetro do côndilo femoral lateral de anterior para posterior, passando por sobre a linha de Blumensaat.

O método descrito por Jonsson³³, em 1994, também identifica o centro das projeções dos túneis e expressa porcentagens de valores ao longo de referências anatômicas que podem ser mensuradas a partir de

radiografias. A projeção do túnel femoral na incidência sagital é medida em relação ao córtex posterior do fêmur e expressa como porcentagem do comprimento total do fêmur por sobre a linha de Blumensaat. Já no plano coronal, Jonsson et al.³³ descreveram a medida como a projeção do túnel por sobre o maior diâmetro do fêmur a partir do côndilo femoral medial. (Figura 8)

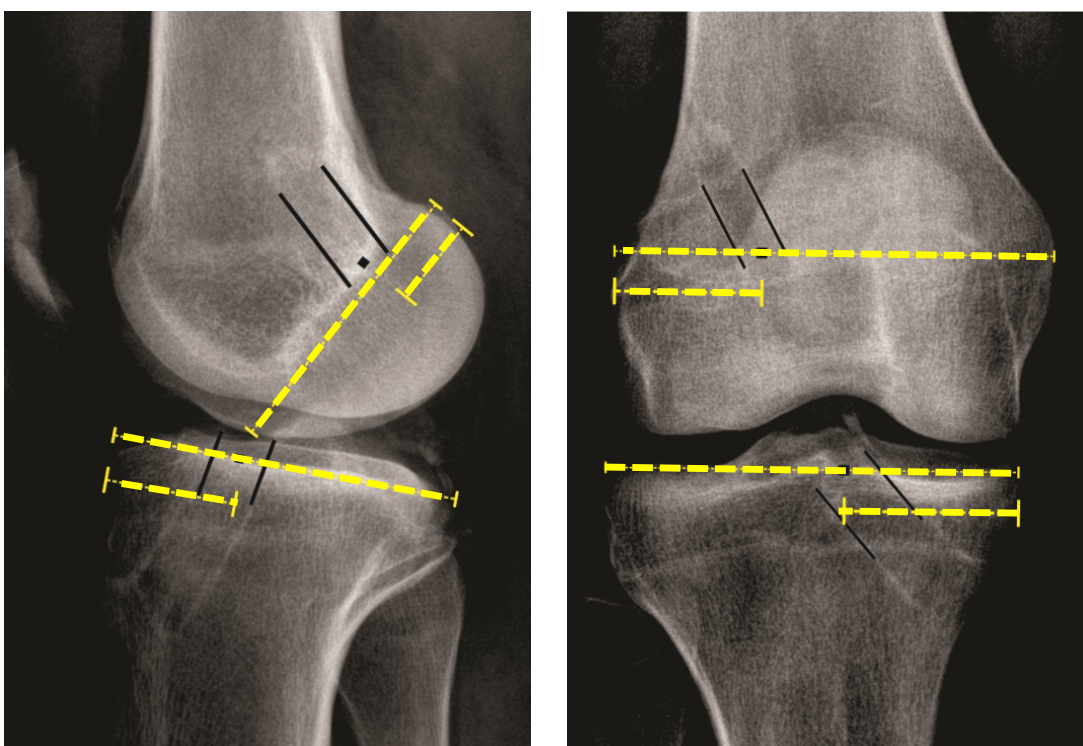


FIGURA 8. Posicionamento dos túneis femoral e tibial segundo o método de Jonsson³³ e Pinczewski¹⁵.

O trabalho de Pinczewski, que utiliza como mensuração o método de Jonsson, considera como parâmetros ideais projeções dos túneis femorais nos planos sagital e coronal de 86% e 43%, respectivamente¹⁵.

A linha de Blumensaat, entretanto, possui algumas limitações: pode modificar-se após a realização de uma intercondiloplastia ou apresentar

diferentes angulações em relação à diáfise do fêmur, de paciente para paciente⁵².

O método de Amis⁵¹, por sua vez, está menos suscetível a alterações da linha de Blumensaat. Este método tem como referência um círculo desenhado por sobre o contorno do côndilo femoral lateral e uma extensão da linha de Blumensaat até às margens anterior e posterior deste círculo.

Quando comparados os métodos de Amis, Harner e Aglietti para a mensuração da projeção do enxerto femoral, apenas o método de Amis não apresentou diferença significativa entre observadores e foi o único com sólida concordância interobservador⁵¹. Klos et al.⁵¹ observaram, a partir do método de Amis, que o a projeção do túnel femoral está localizada entre 60% e 61% da margem anterior do círculo de referência. (Figura 9) O método de Amis provou ser o mais reproduzível e parece ser uma boa ferramenta para pesquisas⁸.

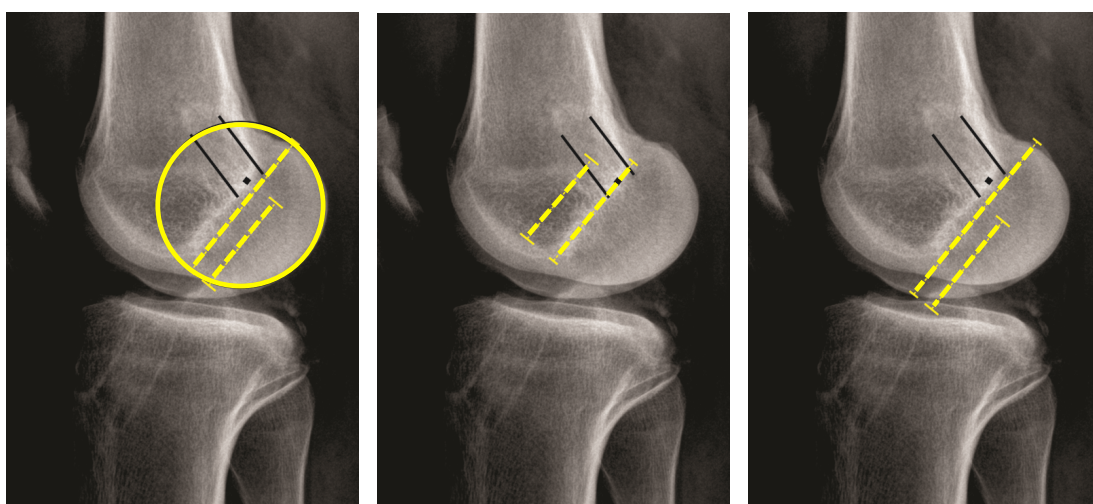


FIGURA 9. Projeção do túnel femoral por sobre a linha de Blumensaat pelas técnicas de Amis, Harner e Aglietti, respectivamente⁵¹.

O comitê científico da ESSKA propôs que a origem femoral do LCA fosse descrita no plano frontal a partir do desenho de um círculo com formato de relógio na fossa do intercôndilo. A posição do ponteiro foi definida a partir da parede lateral da fossa do intercôndilo. A posição às 12 horas representava o final do teto do intercôndilo e, às 6 horas, representava a base do côndilo femoral lateral do joelho em flexão⁵³. (Figura 10)

Durante o procedimento cirúrgico, esta classificação é bastante prática para orientar os túneis²¹.

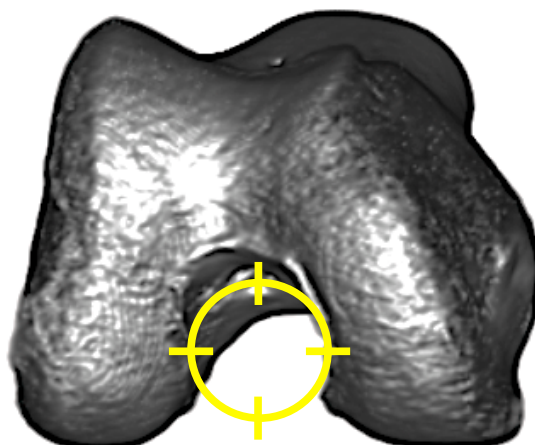


FIGURA 10. Representação do modelo do “relógio” em reconstrução tomográfica do intercôndilo do fêmur.

A radiografia do joelho é uma ferramenta bastante utilizada na prática clínica e no controle pós-operatório da reconstrução do LCA. Entretanto, mesmo as radiografias digitais ou realizadas com o auxílio de fluoroscopia possuem limitações na sua fase de execução. Apesar de bem realizadas tecnicamente, podem apresentar rotações ou translações em diversos eixos, ao passo que exames como a ressonância magnética ou tomografia

computadorizada permitem processar imagens em qualquer plano desejado após o término do exame.

Klos et al.⁵¹ estudaram os erros secundários de mensuração referentes às radiografias com projeções laterais subótimas, em que um discreto componente rotacional provocava a não sobreposição perfeita dos côndilos femorais medial e lateral.

Topliss et al.⁸ avaliaram 56 radiografias disponíveis para revisão e observaram que 65% dos túneis femorais na incidência em perfil estavam fora da posição considerada ideal.

2.4.2. Tíbia

Good et al.⁴⁶, em 1987, observaram nos joelhos de cadáveres que a inserção tibial estava posicionada a 33% do comprimento total da tíbia de anterior para posterior na radiografia sagital. De acordo com o trabalho de Zantop⁵ que utilizou a técnica descrita por Staubli e Rausching, o centro da inserção da banda AM no maior diâmetro da tíbia no plano sagital estava a 30% da cortical anterior da tíbia e a banda PL a 44%.

A posição do túnel tibial é mais fácil de ser mensurada, pois na maioria das técnicas a interface entre a superfície articular e o túnel é preenchida por tendão em vez de osso^{51,54}.

Amis, em um estudo, e Jonsson em outro, descreveram em 1994 a metodologia empregada no trabalho de Pinczewski para medir o comprimento da superfície articular tibial no plano coronal^{52,55}. O ponto

médio do túnel tibial era mensurado a partir do córtex anterior da tibia e expresso como porcentagem do comprimento anteroposterior total no plano sagital, e a partir do córtex lateral até o centro do túnel e expresso como porcentagem do comprimento total do platô tibial no plano coronal⁸ (Figura 11). O estudo de Pinczewski¹⁵ considerou como posicionamentos ideais do túnel tibial 48% e 47% nos planos sagital e coronal, respectivamente.

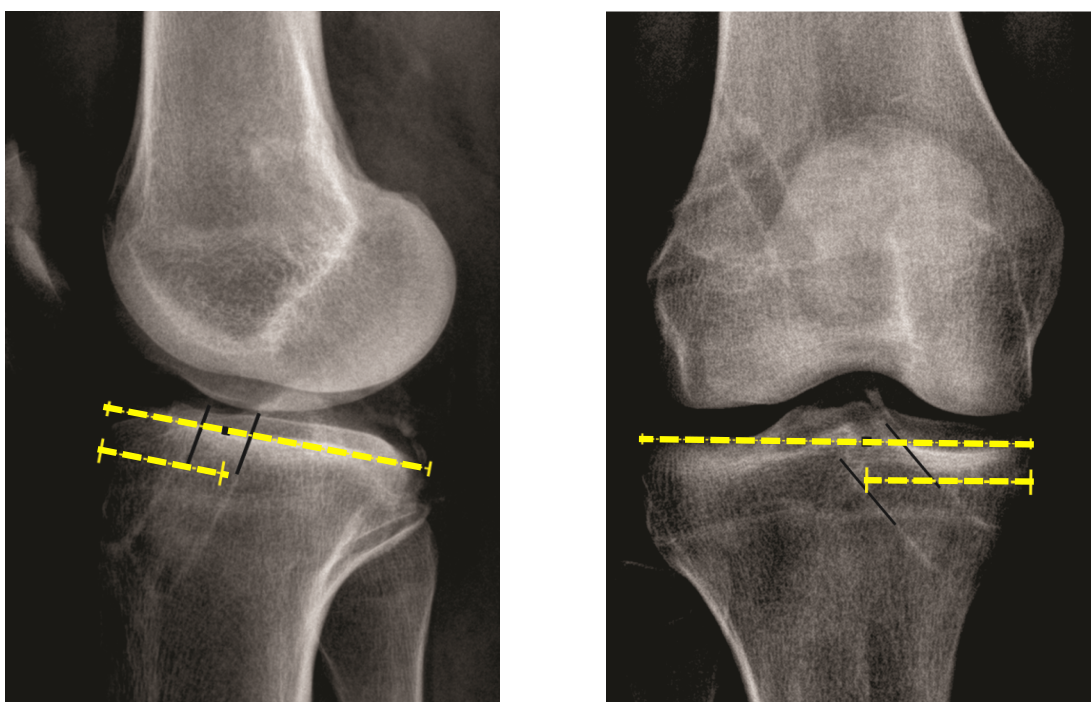


FIGURA 11. Método descrito por Amis e utilizado por Pinczewski para a mensuração do túnel tibial.

De acordo com a técnica descrita por Staubli e Rauschnig^{8,54}, o centro do túnel da tibia é expresso por uma porcentagem, de anterior para posterior, do maior diâmetro da tibia no plano sagital a partir de uma linha perpendicular ao eixo da tibia. (Figura 12)

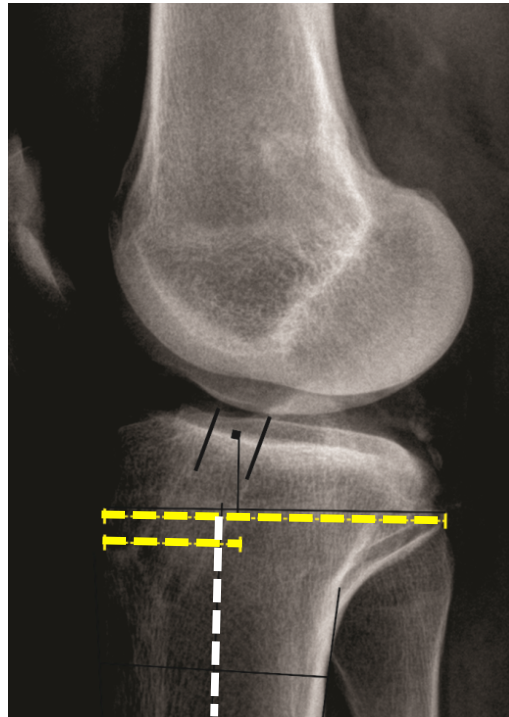


FIGURA 12. Mensuração pela técnica de Staubli e Rauschning⁵⁴ a partir do eixo da tíbia.

Zantop⁵, utilizando o método descrito por Staubli e Rauschning⁵⁴, determinou que a inserção do LCA se encontrava entre 25% e 62% do maior diâmetro sagital da tíbia, e recomendou a confecção do túnel tibial a 43% da região cortical anterior.

Topliss et al.⁸ observaram que 59% dos túneis tibiais no plano sagital e 28% dos túneis no plano coronal estavam fora da posição considerada ideal, $44\pm 4\%$ e $45\pm 4\%$, respectivamente.

2.4.3. Inclinação do enxerto e impacto no teto do intercôndilo

A inclinação do enxerto pode ser calculada no plano coronal com o joelho em extensão máxima ou fletido a 30° (incidência do túnel). Uma linha

é desenhada conectando a parede medial do túnel da tibia à parede medial do túnel femoral. Define-se o ângulo a partir de uma linha perpendicular ao planalto tibial¹⁵. (Figura 13)

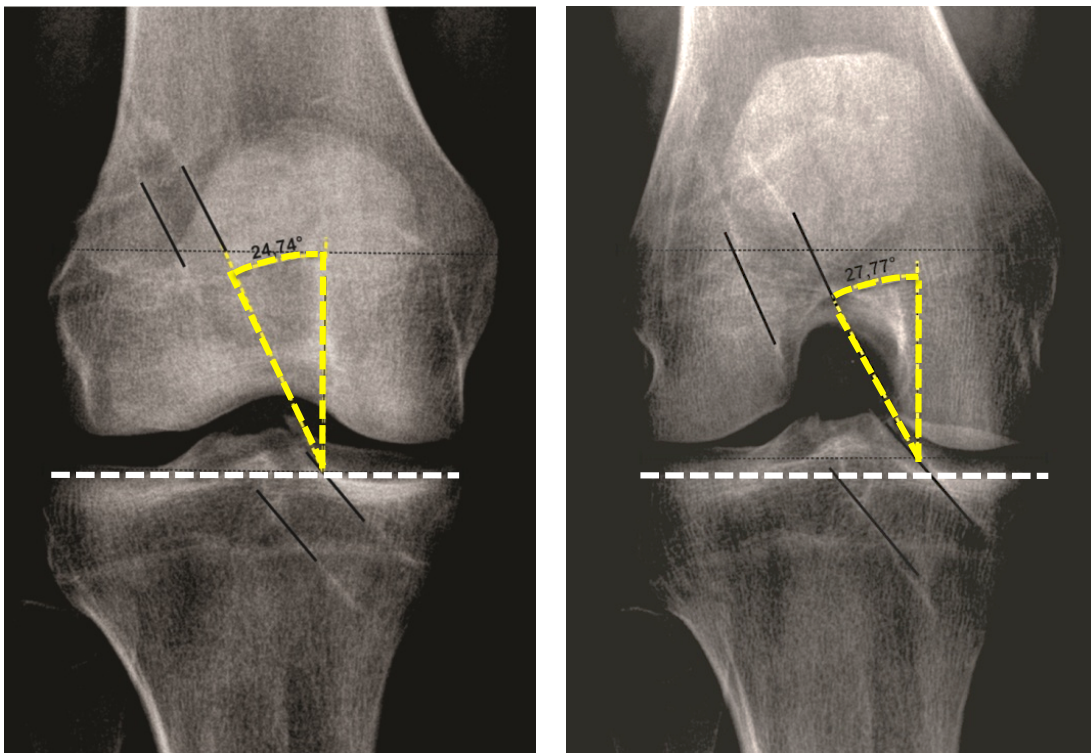


FIGURA 13. Inclinação do enxerto a partir das paredes mediais dos túneis nas incidências coronal e túnel a 30°.

A radiografia em extensão máxima no plano sagital é um método sensível e pouco dispendioso para diagnosticar o impacto no teto do intercôndilo. O ângulo sagital do LCA é definido entre uma linha paralela ao enxerto e uma linha de referência perpendicular ao eixo longo da tibia⁵⁶. (Figura 14)

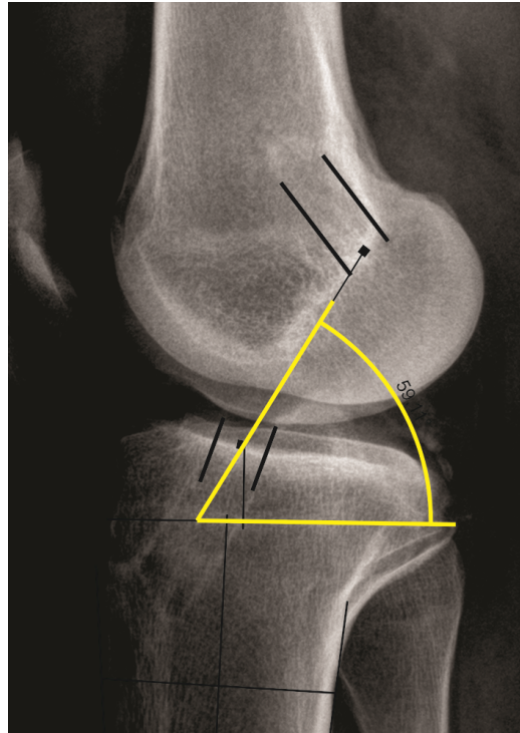


FIGURA 14. Inclinação do enxerto no plano sagital no joelho em extensão máxima.

De acordo com os trabalhos de Ahn et al.⁵⁶ as médias da inclinação do LCA original no plano sagital e coronal são de 58,7° e 24,5°, respectivamente. Pinczewski et al.¹⁵ definiram a inclinação ideal do enxerto no plano coronal como sendo de 19°.

A extensão total e a estabilidade do joelho podem ser verificadas a partir da radiografia em perfil e extensão máxima do joelho calculando-se a porcentagem do comprimento do túnel da tíbia que repousa anterior à projeção do teto do intercôndilo²⁷. (Figura 15)

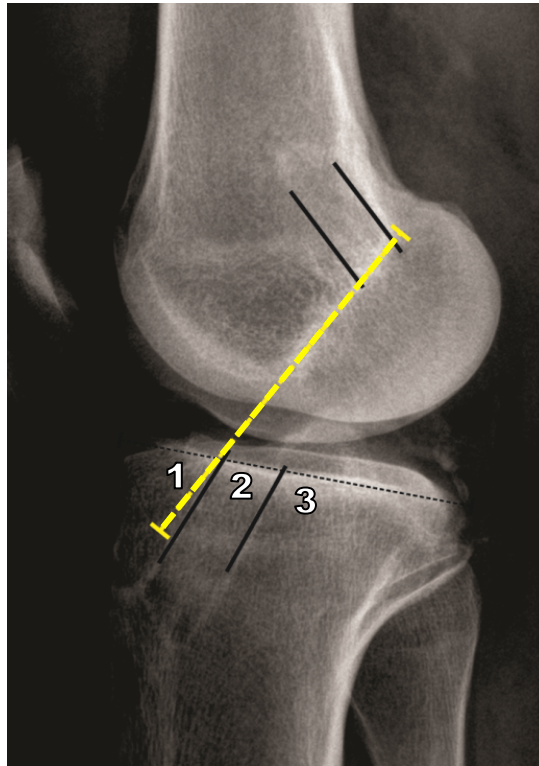


FIGURA 15. Classificação do impacto do enxerto no plano sagital. Ausente (1); moderado (2); grave (3).

2.5. Relação entre o posicionamento dos túneis e as avaliações funcionais

Howell et al.^{7,56}, em 1991, apresentaram dados de melhora significativa dos índices de estabilidade e extensão máxima do joelho quando o centro do túnel tibial estava de 2 a 3 mm posterior ao centro original do LCA. Os autores recomendam a utilização de um ponto localizado a 43,7% da cortical tibial anterior em relação ao comprimento total sagital⁷.

Khalfayan et al.⁴⁹, em 1996, observaram correlação significativa entre os resultados clínicos e a orientação dos túneis nas radiografias pós-operatórias. Evidenciaram que a confecção do túnel tibial no centro do

“footprint” original do LCA na tíbia estava associada ao impacto no teto do intercôndilo. A posição posterior do túnel tibial nas radiografias em perfil estava relacionada positivamente aos resultados funcionais, ao passo que a anteriorização excessiva estava relacionada de forma negativa.

Especificamente quando o túnel femoral era realizado a pelo menos 60% da linha de Blumensaat e o túnel tibial a 20% posterior ao longo do planalto tibial, Khalfayan et al.⁴⁹ observaram que 69% dos pacientes obtiveram resultados bons ou excelentes na Escala de Lysholm e 79% dos pacientes obtiveram resultados máximos no artrômetro KT-1000. Quando o critério descrito acima não era atingido, somente 50% dos pacientes apresentaram resultados bons ou excelentes na Escala de Lysholm e apenas 22% de resultados máximos com o artrômetro.

Esta correlação indica que uma posição radiográfica satisfatória dos túneis influencia os resultados funcionais da reconstrução do LCA.

Sernert et al.⁵⁷, em 1999, notaram que a Escala de Lysholm possuía graduações significativamente menores na medida em que a orientação do túnel femoral fosse mais vertical no grupo de indivíduos com pivot-shift residual, quando comparado com o grupo sem pivot-shift. A orientação mais vertical do túnel estava intimamente relacionada ao pivot-shift residual, embora não houvesse frouxidão anteroposterior. Os autores observaram que a Escala de Lysholm estava associada principalmente à satisfação do paciente com o tratamento e menos à frouxidão ligamentar testada pelo pivot-shift.

Sommer et al.⁵⁸, em 2000, também observaram uma correlação significativa entre o posicionamento do enxerto no fêmur e os resultados clínicos. Houve piora da função do joelho, segundo o formulário IKDC, quanto mais anterior o enxerto a partir da posição considerada "isométrica".

Loh et al.⁵⁹, em 2003, realizaram um estudo biomecânico que identificou maior translação anterior da tíbia nos casos em que o túnel femoral foi posicionado às 11 horas, quando comparado à posição de 10 horas e com carga rotatória no joelho semifletido⁴¹.

A confecção do túnel na posição ideal é de difícil execução. Alguns estudos demonstraram que em mais de 50% dos casos os túneis estavam mal posicionados^{8,15,60}. Nos casos de revisão, o erro mais comum observado era o posicionamento anterior à inserção anatômica do LCA no fêmur.

Pinczewski¹⁵, em 2008, testou a frouxidão ligamentar com artrômetro e não identificou relação com o posicionamento dos túneis na análise de regressão linear (túnel femoral no plano sagital e coronal, $p = 0,38$ e $p = 0,10$, respectivamente; túnel tibial no plano sagital e coronal, $p = 0,41$ e $p = 0,21$, respectivamente; inclinação do enxerto no plano coronal, $p = 0,44$).

Neste mesmo estudo, a graduação do IKDC para frouxidão ligamentar, que inclui o teste com artrômetro, pivot-shift e Lachman, não apresentou diferença significativa para a associação com qualquer parâmetro do posicionamento dos túneis a partir da regressão linear (túnel femoral no plano sagital e coronal, $p = 0,73$ e $p = 0,09$, respectivamente; túnel tibial no plano sagital e coronal, $p = 0,54$ e $p = 0,86$, respectivamente; inclinação do

enxerto, $p = 0,19$). A perda de flexão do joelho estava significativamente associada à posição mais posterior do túnel tibial ($p = 0,003$). As radiografias com evidência de osteoartrose estavam associadas ao posicionamento mais vertical do enxerto no plano coronal após sete anos ($p = 0,01$) pela regressão linear¹⁵.

2.6. Relação entre a inclinação do enxerto, impacto no teto do intercôndilo e as avaliações funcionais

Loh et al.⁵⁹, em 2003, descreveram que os túneis posicionados às 10 horas resistiram às cargas rotatórias mais eficientemente do que túneis na posição de 11 horas, como observado pela menor translação anterior da tibia e maior tensão no enxerto. Howell et al. relataram que um túnel tibial com angulação de 15° ou menos no plano coronal estava associado a uma maior perda de flexão e frouxidão do joelho. Os autores recomendavam que os túneis fossem posicionados entre 25° e 30° no plano coronal⁵⁶.

Para se criar um túnel femoral oblíquo a partir da técnica transtibial, a angulação do túnel foi descrita como crucial, visto que o posicionamento era limitado pela borda lateral do túnel da tibia. Simmons et al.⁶¹, em 2003, alertam para a possibilidade de um posicionamento femoral vertical e impacto do enxerto no teto do intercôndilo a partir da técnica transtibial.

Pinczewski et al.¹⁵, em 2008, observaram que a média de inclinação no plano coronal para pacientes com teste do pivot-shift grau 0 (0 - 3 mm) era de $19^\circ \pm 5,3$, e que para aqueles com pivot-shift grau I (3 - 6 mm) era de

16° ± 5,4. Entre estes grupos, houve diferença significativa favorável ao grupo com média de 19° ± 5,3 (Mann-Whitney U test, p = 0,04).

Com relação ao plano sagital, Ayerza et al.⁶², em 2003, selecionaram pacientes com avaliação de IKDC normal ou próximo do normal com “*end-point*” firme no teste de Lachman, ausência de pivot-shift e translação anterior pelo artrômetro KT-1000 menor que 3 mm. A obliquidade do enxerto no plano sagital após a reconstrução do LCA era de 67°, variando entre 55° e 81°. Nos pacientes do grupo controle, o LCA original possuía inclinação de 51° e alcance de 45° a 55°, e a diferença estatística entre os grupos foi significativa (P<0,0001)

Ahn et al.⁵⁶, em 2007, descreveram que a perfuração do túnel mais vertical do que a posição habitual do LCA original e, por conseguinte, do enxerto pela técnica transtibial, quando comparada a um curso mais horizontal, poderia resultar em boa estabilidade no plano anteroposterior, mas sem a restauração da estabilidade rotacional.

Saowaprut et al.⁶³, em 2009, também observaram que apesar de a posição do enxerto na reconstrução ser não anatômica, a estabilidade anteroposterior e a Escala de Lysholm ainda apresentavam bons resultados em 88% dos pacientes. Saowaprut et al.⁶³ não identificaram correlação entre a Escala de Lysholm e a obliquidade no plano sagital do enxerto. Também não identificaram relação entre os testes funcionais de pivot-shift, gaveta anterior e artrômetro KT-1000.

De acordo com estudos de Hamada⁶⁴, o diâmetro do enxerto aumenta entre 7% e 9% de 3 a 24 meses após a cirurgia, assim como no estudo de Saowaprut⁶³ (8%). Hamada⁶⁴ descreveu como necessários 1,3 mm de distância entre o enxerto e o teto do intercôndilo a fim de evitar o impacto sobre o mesmo.

2.7. Relação entre o posicionamento dos túneis e complicações clínicas

A revisão da literatura mostra que a reconstrução do LCA realizada isoladamente conduz a resultados insatisfatórios, em longo prazo, entre 11% e 30% dos pacientes. Adicionalmente, Kocher et al.^{56,65}, em 2002, mostraram que a reconstrução do LCA manteve um pivot-shift residual em mais de 15% dos casos

Em 2003, Simmons mostrou que a confecção do túnel femoral mais próximo da posição “*over-the-top*” poderia causar impacto do enxerto contra o LCP, aumentando a tensão por sobre o enxerto⁶¹. Já a posição do túnel femoral mais anterior e acima da “crista do residente” estaria associada a resultados clínicos desfavoráveis como limitação excessiva do movimento e alongamento do enxerto¹⁵.

Pinczewski¹⁵, em 2008, mostrou que novas rupturas foram estatisticamente significativas apenas para a análise da posição do túnel tibial no plano sagital. Com o túnel tibial colocado a mais de 50% do comprimento total do planalto tibial, a incidência de ruptura aumentou para

17%, ante 7% com o enxerto a menos de 50% do planalto tibial (Teste U de Mann-Whitney U, $p = 0,04$).

Lewis et al.⁶⁶, em 2008, realizaram uma revisão sistemática que incluiu 1024 pacientes, e observaram 13,6% de complicações gerais, 4% de re-roturas do LCA, 4% de novas lesões meniscais e 1% de infecção.

3. CASUÍSTICA E MÉTODOS

3. CASUÍSTICA E MÉTODOS

3.1. Casuística

Estudo prospectivo realizado com 92 atletas selecionados consecutivamente com primeiro episódio de lesão do ligamento cruzado anterior e submetidos à reconstrução artroscópica do LCA pelo Grupo de Medicina do Esporte do IOT HC-FMUSP, entre janeiro de 2008 e junho de 2010 (Tabela 1). Oitenta e seis atletas foram incluídos no presente estudo. Os demais indivíduos que não participaram do estudo possuíam critérios de exclusão.

TABELA 1 – Casuística dos pacientes selecionados para o estudo (n=86).

Idade (anos)		Sexo		Lado	
Média	dp	Masculino	Feminino	Direito	Esquerdo
23	5,9	62 (72,1%)	24 (27,9%)	51 (59,3%)	35 (40,7%)

Fonte: Dados da pesquisa – Grupo de Medicina do Esporte IOT HC-FMUSP, jan/2008 a jun/2010

Nota: dp = desvio padrão

As modalidades esportivas estavam distribuídas principalmente entre futebol, handebol, artes marciais e vôlei. (Tabela 2)

TABELA 2 – Atividade esportiva dos pacientes com lesão do LCA.

<u>Esportes</u>	<u>N</u>	<u>Porcentagem</u>
Futebol	47	55%
Handebol	9	11%
Artes marciais	9	11%
Basquete	8	9%
Vôlei	5	6%
Rugby	4	3%
Outros	4	5%

Fonte: dados da pesquisa - IOT HC-FMUSP, jan/2008 a jun/2010

Nota: N = número de sujeitos

As lesões associadas meniscais e condrais identificadas no intraoperatório estão discriminadas na Tabela 3.

TABELA 3 – Lesões associadas identificadas no intraoperatório.

		<u>N</u>	<u>Porcentagem</u>
Lesão	Menisco	43/86	50,0%
	Cartilagem	14/86	16,3%

Fonte: dados da pesquisa - IOT HC-FMUSP, jan/2008 a jun/2010

Nota: N = número de sujeitos

Os túneis femorais e tibiais possuíam diâmetro médio e desvio padrão de $10 \pm 1,2$ mm e $10 \pm 1,4$ mm, respectivamente. Os enxertos utilizados

foram do ligamento da patela e tendões flexores (gracilis e semitendíneo), e os métodos de fixação do enxerto no fêmur foram: parafuso de interferência, duplo pino transverso e parafuso transverso. (Tabela 4)

TABELA 4 – Distribuição porcentual do tipo de enxerto e método de fixação empregado.

Enxerto		Fixação		
Patelar	Flexores	Interferência	Duplo pino	Transverso
67 (78,8%)	18 (21,2%)	37 (44%)	37 (44%)	10 (12%)

Fonte: dados da pesquisa - IOT HC-FMUSP, jan/2008 a jun/2010

O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa (CAPPesq: 799/2008) (Anexo E) do Hospital das Clínicas da FMUSP e obedece os princípios éticos da Declaração de Helsinki (2000)⁶⁷. Todos os pacientes assinaram o termo de consentimento informado antes do início do estudo.

Crítérios de inclusão

- Ausência de outras lesões ligamentares associadas no joelho operado
- Ausência de re-ruptura do LCA ou cirurgia prévia de reconstrução do LCA no joelho em questão
- Ausência de lesões não tratadas do joelho oposto

- Ausência de alteração evidente do alinhamento do eixo mecânico que necessitasse de correção cirúrgica
- Atletas de ambos os sexos com idade mínima de 15 anos e máxima de 45 anos
- Assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido
- Nível de atividade física classificada pela Escala de Tegner ≥ 5
- Não estar grávida

Critérios de exclusão

- Solicitação de desligamento do estudo pelo paciente a qualquer momento
- Fratura não associada ao procedimento cirúrgico
- Não realizar o protocolo de reabilitação conforme orientado pelo Grupo de Medicina do Esporte
- Gravidez durante o estudo

3.2. Métodos

3.2.1 Protocolo de coleta de dados

Pré-operatório

- Dados gerais do paciente
- Esporte realizado
- Lado da lesão
- Termo de consentimento informado
- Pré-lesão - Escala de atividade física de Tegner
- Pré-lesão - Escala do joelho de Lysholm

Centro cirúrgico

- Exame físico anestesiado
- Documentação das lesões associadas e tratamento realizado (cartilagem e menisco)
- Tipo e tamanho do enxerto (ligamento da patela ou tendões flexores)
- Método de fixação do enxerto

Pós-operatório imediato

- Radiografia digital do joelho operado no plano coronal e sagital absoluto sem carga

Coleta de dados aos seis e 12 meses

- Radiografia digital do joelho operado nos planos coronal e sagital absoluto com apoio monopodálico em extensão máxima, e incidência do túnel a 30⁰
- Escala de atividade física de Tegner

- IKDC subjetivo
- IKDC objetivo
- Escala do joelho de Lysholm
- Tempo de retorno ao esporte
- Intercorrências: infecção, novas lesões meniscais ou condrais, re-rotura do LCA

3.2.2. Procedimento cirúrgico

Todos os atletas foram operados pela mesma equipe e conforme a rotina do serviço do Grupo de Medicina do Esporte. Todos os pacientes foram submetidos ao exame físico anestesiado antes do procedimento e tiveram a estabilidade ligamentar do LCA e demais ligamentos avaliados e documentados pelos testes de Lachman, gavetas, “*pivot-shift*” e estresse em varo ou valgo.

A lesão do LCA foi confirmada através da inspeção artroscópica. As lesões meniscais e condrais também foram identificadas e tratadas neste momento.

Os pacientes foram submetidos à reconstrução artroscópica do LCA pela técnica transtibial.

O guia tibial foi posicionado por sobre a área original do ligamento no planalto tibial entre os feixes AM e PL. O túnel foi perfurado de acordo com o diâmetro do enxerto. (Figura 16)

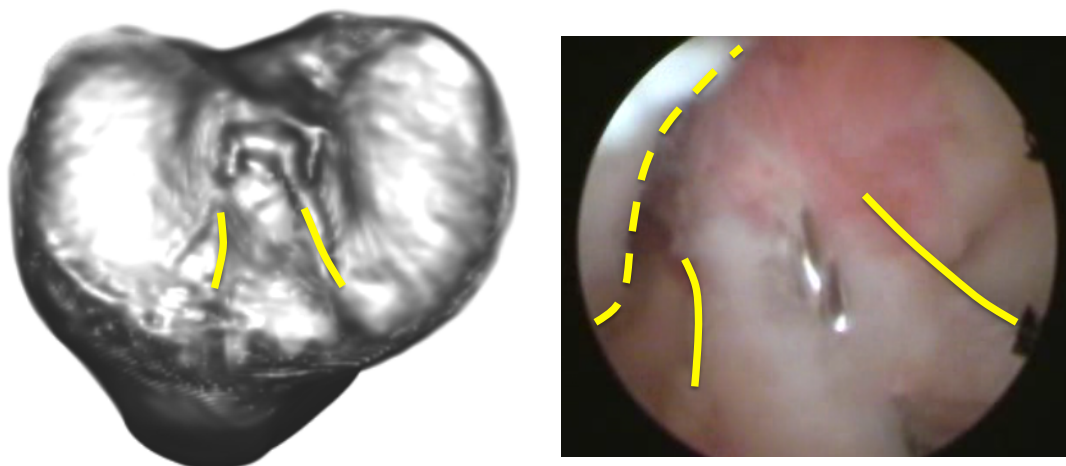


Figura 16. Confeção do túnel tibial. Esquerda: reconstrução tomográfica do planalto tibial; direita: visão artroscópica do posicionamento do fio guia no centro da inserção do LCA na tibia.

O ponto de entrada do túnel tibial foi realizado anterior ao ligamento colateral medial, resultando em um túnel mais oblíquo e permitindo ao cirurgião posicionar o fio guia para a confecção do túnel femoral em uma posição mais inferior e horizontal⁶⁸.

O túnel femoral foi perfurado a 2 mm da parede posterior do côndilo lateral⁹, próximo à posição AM e AM alta. (Figura 17)

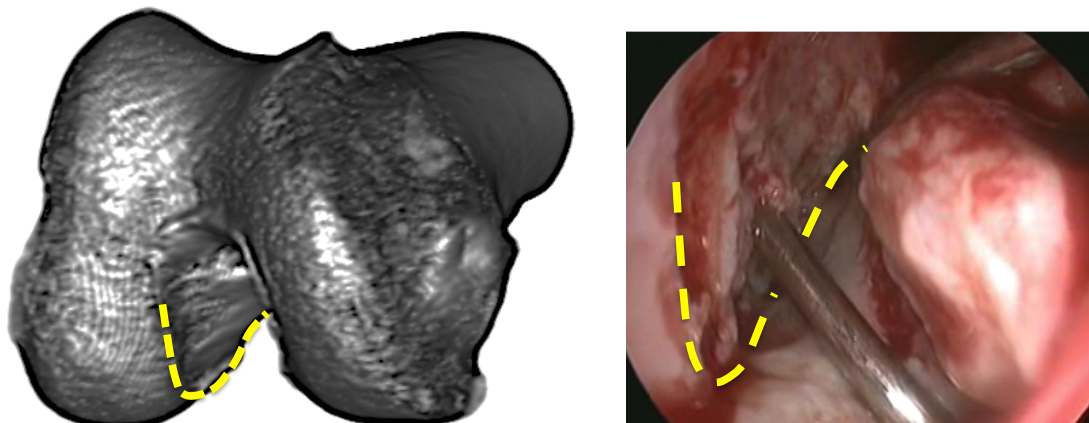


Figura 17. Confeção do túnel femoral. Esquerda: reconstrução tomográfica da parede medial do côndilo femoral lateral; direita: visão artroscópica do posicionamento do fio guia a 2 mm da cortical posterior do fêmur.

A intercondiloplastia foi realizada nos casos de impacto do enxerto no teto do intercôndilo.

A isometricidade do enxerto foi verificada por visão direta do mesmo junto ao orifício externo do túnel tibial.

A fixação final do enxerto com o parafuso de interferência na tíbia foi realizada com 10° de flexão do joelho, 15° de rotação externa da perna e gaveta posterior por sobre a tíbia.

No caso de limitação de extensão total, uma nova fixação do enxerto era realizada com o joelho mais estendido.

3.2.3. Protocolo de reabilitação

Todos os atletas receberam a mesma orientação de reabilitação conforme protocolo do grupo de Medicina do Esporte do IOT HC-FMUSP

(Anexo F). Não houve diferença de tratamento entre atletas profissionais ou amadores.

Os atletas eram orientados a realizar o trabalho de fisioterapia e treinamento físico sob supervisão no Laboratório do Estudo do Movimento (LEM) do IOT- HC FMUSP por, no mínimo, três vezes por semana.

A carga precoce era enfatizada conforme tolerância e com o auxílio de muletas, se necessário, nos 15 primeiros dias.

Os atletas eram estimulados a realizar exercícios isométricos e atingir a extensão máxima do joelho desde o início do tratamento. Tinham como objetivo alcançar 90° de flexão do joelho aos 15 dias de cirurgia.

Os exercícios de propriocepção com apoio bipodálico eram iniciados aos dois meses e, com apoio monopodálico, aos três meses.

Aos três meses, os atletas iniciavam trabalhos na bicicleta ergométrica com carga e, aos quatro meses, corrida em linha reta na esteira.

A partir do sexto mês, os atletas eram autorizados a realizar movimentos relacionados ao esporte sem contato físico e com bola. Exercícios como mudança brusca de direção eram realizados sob supervisão do fisioterapeuta, conforme a confiança e segurança de cada atleta.

Os atletas eram liberados para o treino coletivo conforme os objetivos de fortalecimento muscular, propriocepção e agilidade fossem alcançados.

3.2.4. Protocolo de avaliação funcional

Os atletas possuíam retorno ambulatorial pré-agendado após uma, duas, quatro, oito, 16, 24 e 32 semanas da cirurgia. Quaisquer intercorrências eram documentadas nessas datas. Os protocolos de coleta de dados eram realizados aos seis e 12 meses de pós-operatório.

Testes de desempenho do joelho e questionários de função foram selecionados pela qualidade metodológica¹. Foram utilizados neste estudo protocolos validados para a língua portuguesa e aqueles que independiam de validação por serem exames clínicos, conforme mencionado na revisão da literatura:

- Escala de graduação do joelho de Lysholm³⁹
- Escala de atividade física de Tegner³⁹
- IKDC subjetivo⁴²
- IKDC objetivo (A, B, C e D)⁵⁶

3.2.5. Protocolo de mensuração radiográfica

Para este estudo foram selecionados os métodos de mensuração radiográfica que apresentavam maior reprodutibilidade interobservador, definidos pela literatura e compatíveis com as técnicas da radiografia digital^{15,51}.

As radiografias digitais foram realizadas através do aparelho Philips Duo Diagnostic do Instituto de Radiologia (InRad) do Hospital das Clínicas da FMUSP, e as mensurações a partir do programa Philips iSite e de arquivos DICOM (*“Digital Imaging Communications in Medicine”*). Os dados mensurados foram armazenados em um sistema de *“back-up”* em arquivos *“.tif”*.

As radiografias eram consideradas adequadas quando as paredes posteriores dos côndilos femorais se sobrepunham em, no mínimo, 90% na incidência sagital e se a sobreposição tíbio-fibular estivesse entre 5 e 15 mm no plano coronal⁴⁹. Todas as mensurações radiográficas foram revisadas por um pesquisador sênior.

As metodologias que possibilitavam a conversão de valores absolutos em proporções foram selecionadas a fim de evitar viés em relação à magnificação da imagem e variações biométricas de cada joelho. As mensurações foram calculadas a partir do centro dos túneis e expressas como porcentagem da distância total de estruturas anatômicas do côndilo femoral ou do planalto tibial¹⁵.

As técnicas radiográficas apresentadas a seguir foram discriminadas com detalhes no tópico *“revisão da literatura”*.

Mensuração no plano coronal

- Projeção do túnel femoral: técnica descrita por Jonsson e utilizada por Pinczewski¹⁵. (Figura 18-A)

- Projeção do túnel tibial: técnica descrita por Amis e Jonsson e utilizada por Pinczewski^{15,33,52}. (Figura 18-A)

- Cálculo da inclinação do enxerto na incidência de túnel a 30° e no plano coronal: técnica utilizada por Pinczewski¹⁵. (Figura 18-B)

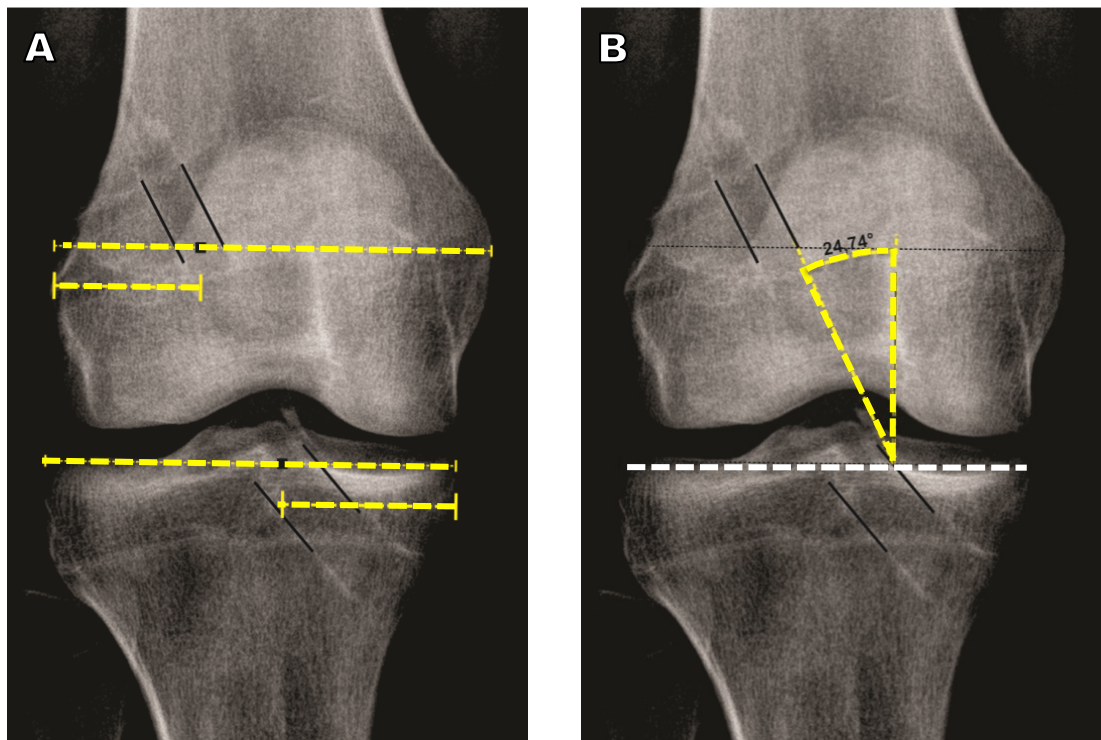


FIGURA 18. Mensuração da projeção dos túneis no plano coronal (A) e da angulação do enxerto na incidência de túnel a 30° (B).

Mensuração no plano sagital

- Projeção do túnel femoral: técnica descrita por Amis e Harner^{51,52}. (Figura 19-A)

- Projeção do túnel tibial: técnica descrita por Amis e Jonsson e utilizada por Pinczewski^{15,33,52}. (Figura 19-B)

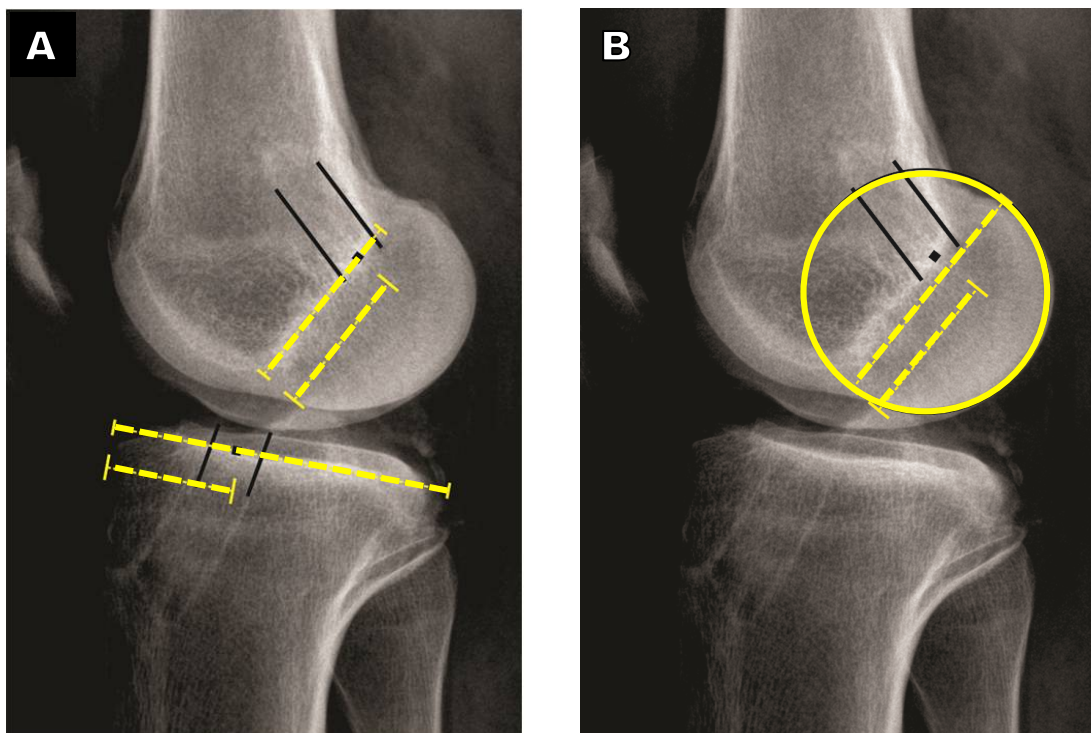


FIGURA 19. Cálculo da projeção dos túneis pelos métodos de Harner e Jonsson (A) e pelo método de Amis (B).

- Cálculo do impacto do enxerto no teto intercondilar: método descrito por Howell²⁷. (Figura 20)

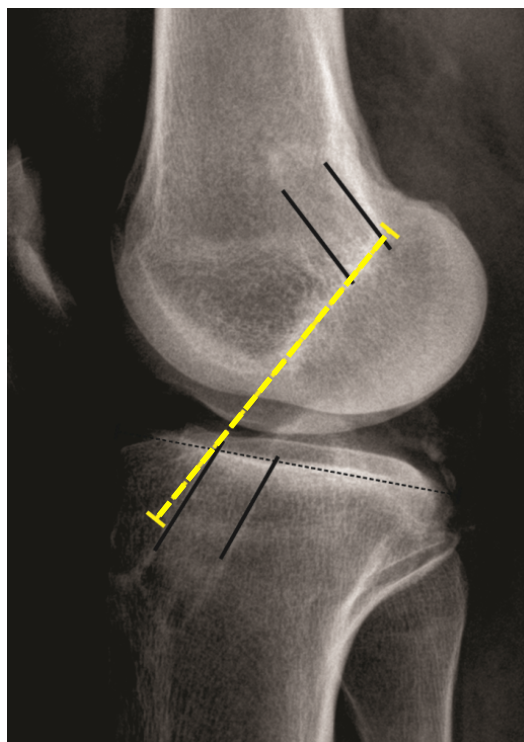


FIGURA 20. Cálculo do impacto na radiografia em perfil a partir da linha de Blumensaat, com o joelho em extensão máxima.

3.2.6. Análise estatística

Os dados demográficos foram analisados e descritos através de tabelas e gráficos. Também foram analisadas as associações entre os dados basais ou demográficos e o posicionamento dos túneis, a fim de identificar potenciais fatores de confusão que poderiam explicar os resultados obtidos.

A força da associação entre as variáveis contínuas (posicionamento dos túneis e inclinação do enxerto) foi avaliada pelo teste de correlação de Pearson. Quando não havia distribuição normal dos dados, o Teorema do Limite Central foi utilizado, pois nossa amostra possuía número maior que 70 sujeitos. As variáveis binárias agrupadas foram avaliadas através do teste de regressão logística múltipla, no qual o modelo foi construído com a

variável dependente como variável categórica e a variável independente como os outros fatores a serem relacionados. Para a correlação entre variáveis ordinais ou categóricas com mais de duas categorias e variáveis contínuas, usamos a análise de variância (ANOVA) na qual a variável dependente foi a variável contínua. Finalmente, para a correlação de duas variáveis categóricas usamos o teste exato de Fisher. Como este estudo deve ser considerado exploratório, não corrigimos o valor de P para comparações múltiplas.

A significância estatística foi considerada como $P < 0,05$ (duas caudas) e a análise foi realizada com o programa STATA-9 (College Station, Texas, US).

4. RESULTADOS

4. RESULTADOS

- Dados demográficos

Anterior à investigação das relações entre o posicionamento dos túneis e as avaliações funcionais, foram realizadas análises de associação entre o posicionamento dos túneis e as características basais dos atletas, como idade, gênero, lesão meniscal associada, lesão condral associada, escala de atividade física de Tegner pré-lesão e Lysholm pré-lesão. Esta análise mostrou que nenhuma característica demográfica influenciou no posicionamento dos túneis. (Tabela 5 - $p > 0,05$ para todos os cálculos).

TABELA 5 – Influência das variáveis demográficas e valores basais sobre o posicionamento dos túneis

Variáveis	Valor de P*
Homem / mulher	p=0,34
Idade	p=0,68
Lesão meniscal associada	p=0,53
Lesão condral associada	p=0,47
Tegner pré-lesão	p=0,97
Lysholm pré-lesão	p=0,41

Fonte: dados da pesquisa - IOT HC-FMUSP, jan/2008 a jun/2010
 Nota: * = one-way ANOVA

As posições centrais dos túneis de cada paciente nos planos coronal e sagital estão representadas na figura 21.

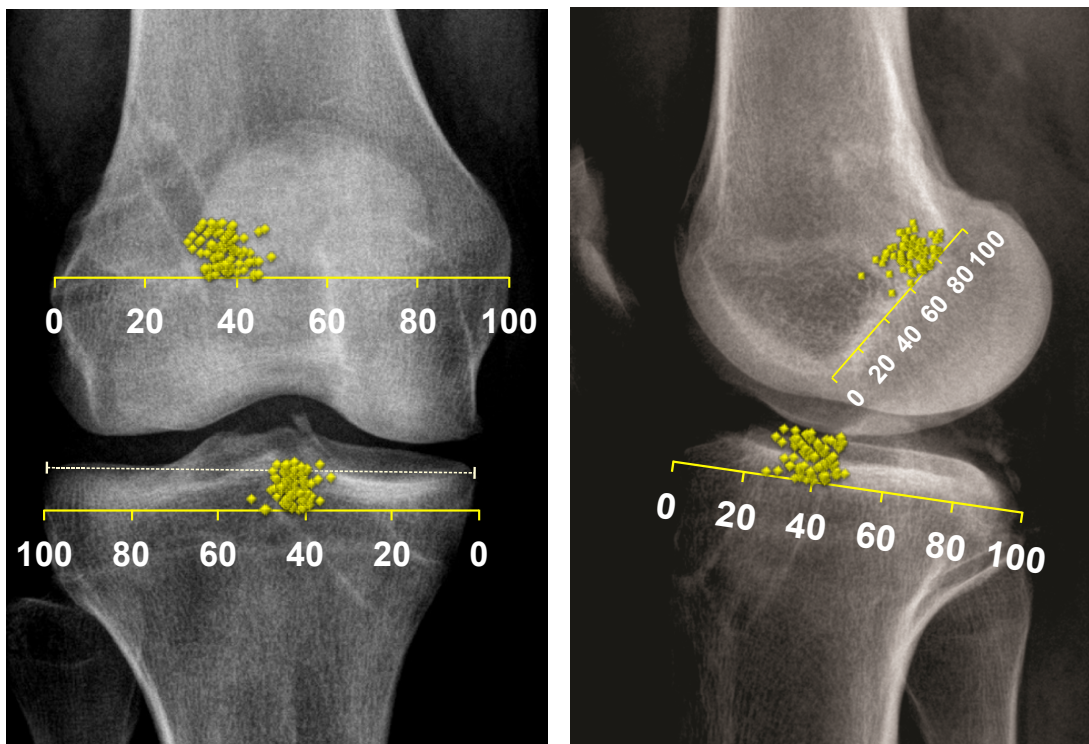


FIGURA 21. Representação radiográfica dos pontos centrais dos túneis femoral e tibial nas incidências coronal (esquerda) e sagital (direita).

Os dados radiográficos relativos à projeção dos túneis nos planos coronal e sagital, e inclinação do enxerto na incidência de túnel e coronal estão apresentados a seguir, na Tabela 6, e sob forma de figura conforme as técnicas de mensuração descritas. (Figuras 22 e 23)

TABELA 6 - Posicionamento radiográfico dos túneis nos planos coronal e sagital, e incidência de túnel.

		<u>Medida</u>	<u>dp</u>	<u>Mín.</u>	<u>Máx.</u>
Coronal	tíbia (%)	42,8	3,1	33,8	52,3
	fêmur (%)	37,6	3,9	29,5	46,2
	inclinação (graus)	19,1	4,4	9	28
Túnel	inclinação (graus)	19,4	5,5	7	35
Sagital	tíbia (%)	39,3	5,7	22,1	51,4
	fêmur (%) Amis	62,4	7,3	46,8	77,5
	fêmur (%) Harner	74,4	8,3	48,6	91,7

Fonte: dados da pesquisa - IOT HC-FMUSP, jan/2008 a jun/2010

Nota: dp = desvio padrão; Mín. = valor mínimo; Máx. = valor máximo

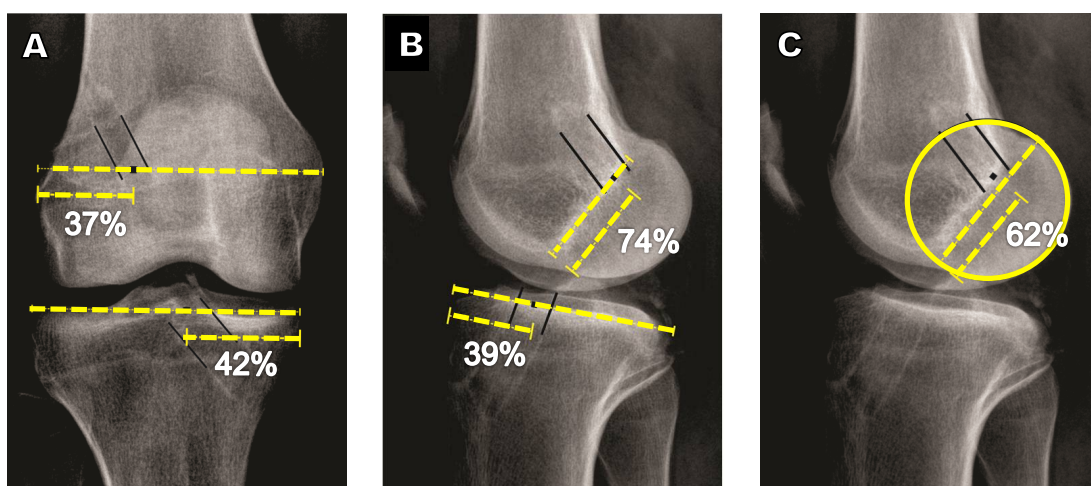


FIGURA 22. Representação radiográfica da média dos valores normalizados dos túneis. A: projeção dos túneis no plano coronal; B: túnel da tíbia e túnel do fêmur (técnica de Harner) no plano sagital; C: túnel do fêmur (técnica de Amis) no plano sagital.

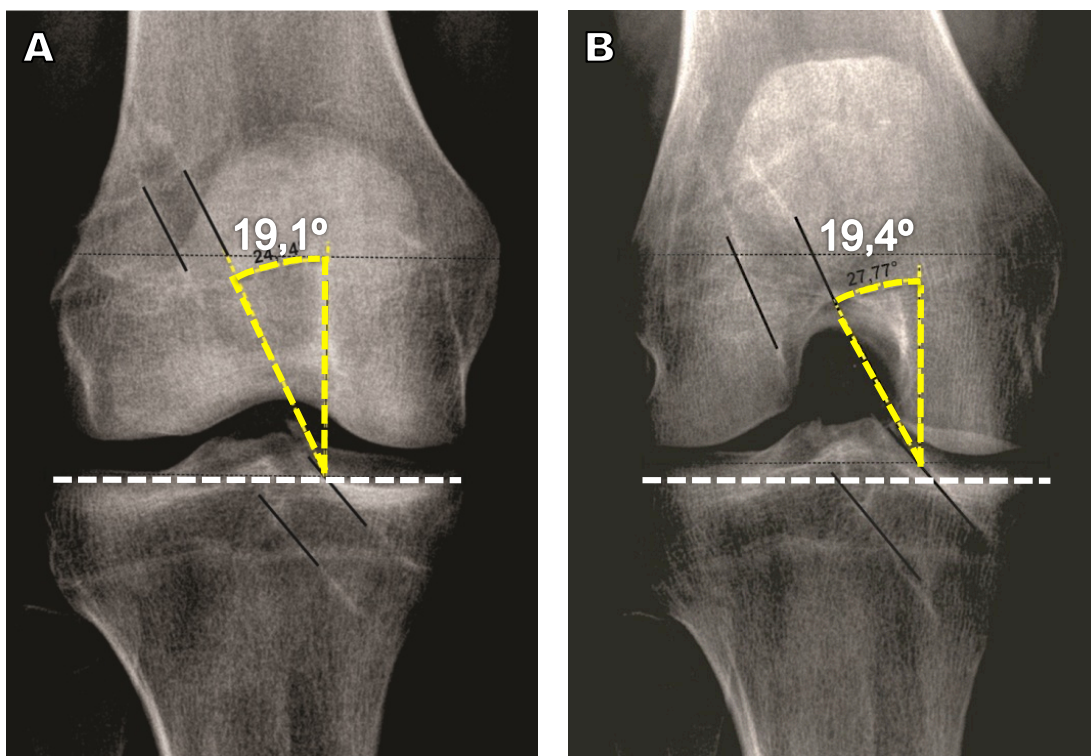


FIGURA 23. Média dos valores da inclinação do enxerto no plano coronal (A) e incidência do túnel a 30° (B).

As escalas do joelho de Lysholm e de atividade física de Tegner foram mensuradas no período pré-lesão (retrospectivamente), e prospectivamente aos seis e 12 meses. (Gráficos 1 e 2)

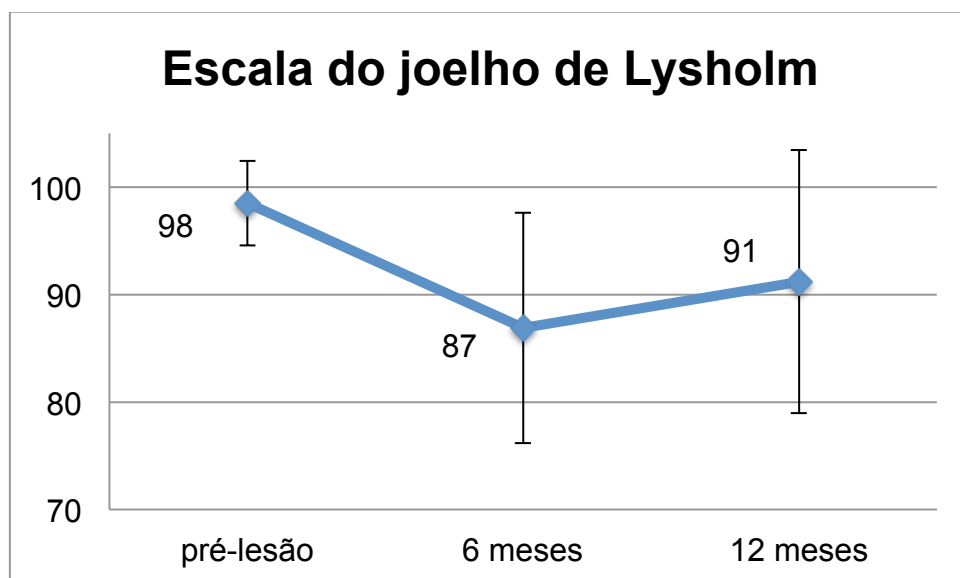


GRÁFICO 1. Representação da variação da média ($\pm dp$) dos valores da escala do joelho de Lysholm nos períodos pré-lesão, seis e 12 meses.

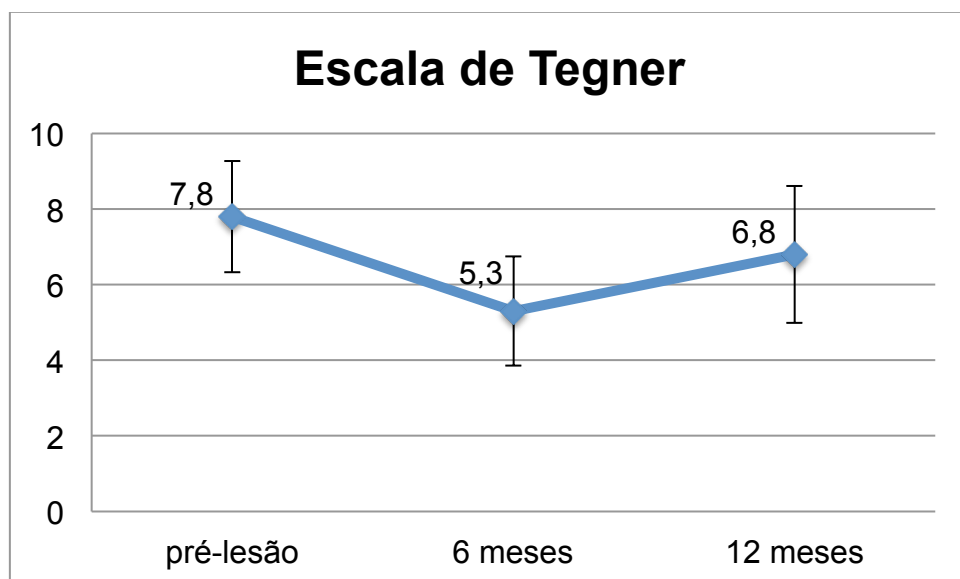


GRÁFICO 2. Representação da variação da média ($\pm dp$) dos valores da escala de atividade física de Tegner nos períodos pré-lesão, seis e 12 meses.

A seguir, são apresentados os valores mensurados do IKDC subjetivo e objetivo nos períodos de seis e 12 meses. (Gráficos 3 e 4)

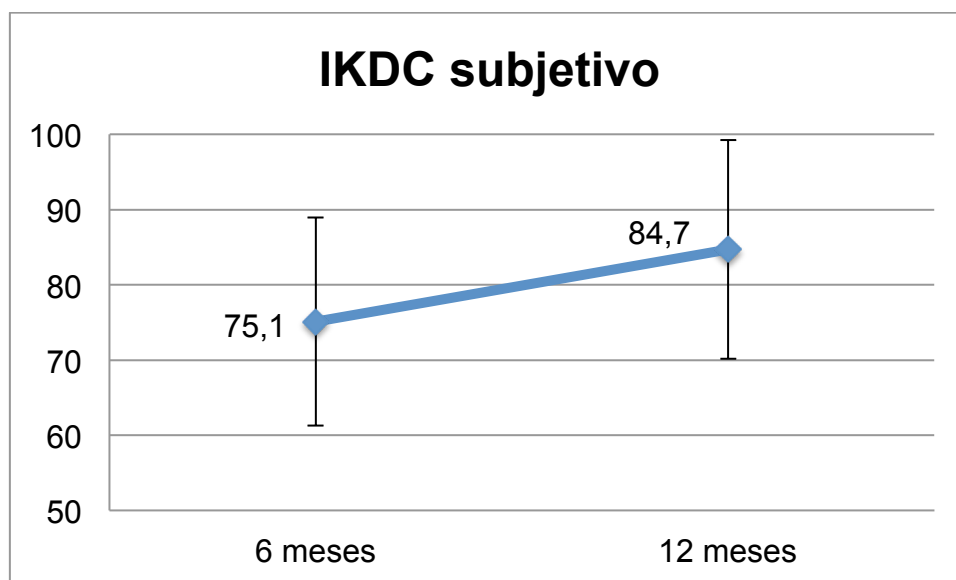


GRÁFICO 3. Representação da média ($\pm dp$) dos valores do IKDC subjetivo nos períodos de seis e 12 meses.

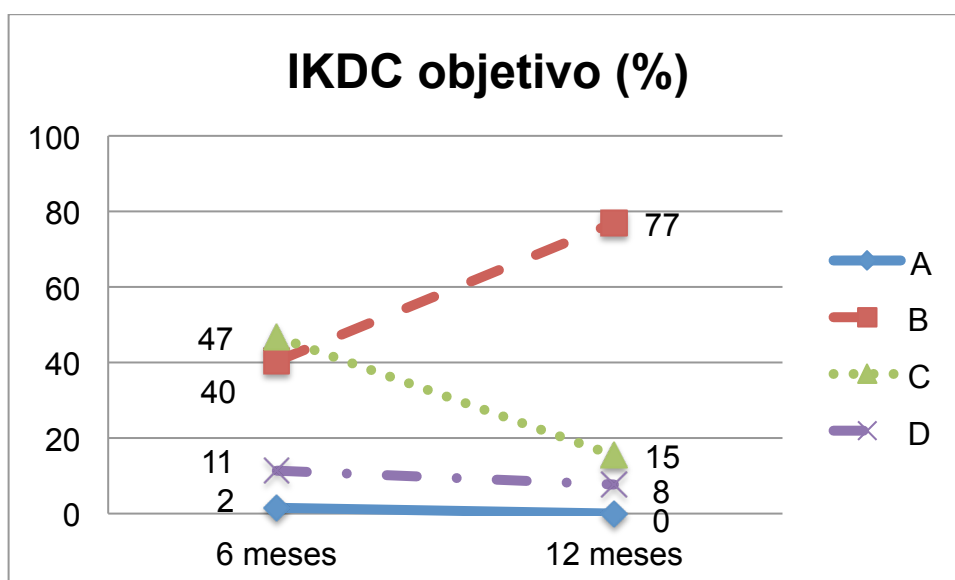


GRÁFICO 4. Representação dos valores do IKDC objetivo, de seis e 12 meses, expressos como porcentagem conforme classificação dos subgrupos (A, B, C e D).

A perda de seguimento dos atletas após 12 meses da realização das cirurgias foi de 30,2%. Os motivos da perda foram: mudança de cidade, mudança de clube e abandono da prática esportiva não relacionada ao procedimento cirúrgico.

- Relação entre o posicionamento dos túneis, inclinação do enxerto e as avaliações funcionais

Os dados obtidos das radiografias nos planos coronal, sagital e incidência de túnel foram correlacionados com as avaliações funcionais, e são apresentados a seguir. O estudo de correlação é exemplificado pelo Gráfico 5.

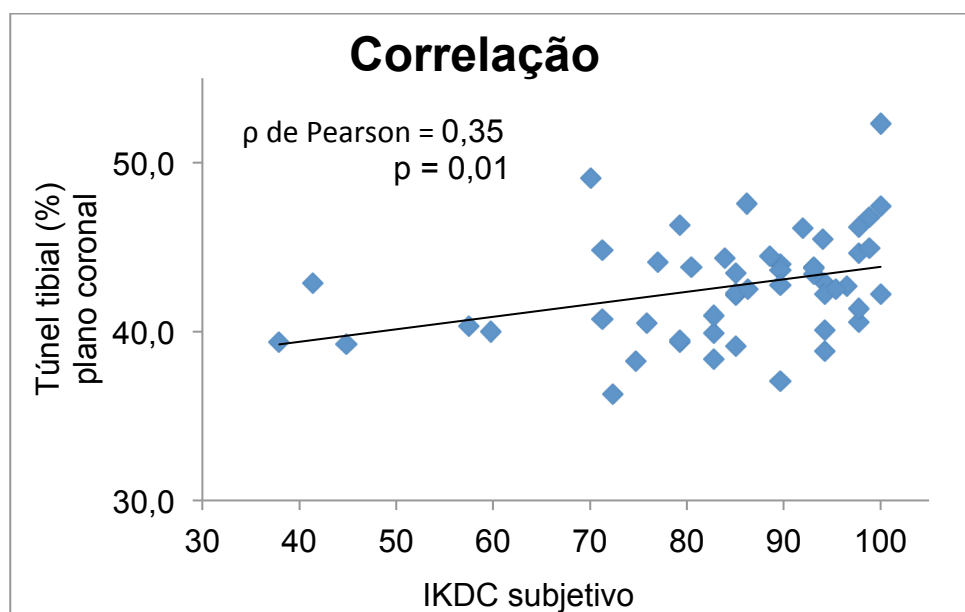


GRÁFICO 5. Exemplo de gráfico de dispersão e análise de correlação pelo método de Pearson ($p < 0,05$).

Houve correlação moderada (ρ de Pearson $> 0,30$) e significativa ($p < 0,05$) em todos os períodos avaliados entre a Escala de Tegner e o posicionamento do túnel femoral na incidência sagital pelos métodos de Amis e Harner. Valores menores da projeção do túnel femoral estavam relacionados a valores maiores da Escala de Tegner. (Tabela 7)

A projeção do túnel tibial no plano coronal apresentou apenas tendência positiva para a Escala de Tegner no período de 12 meses. (Tabela 7)

TABELA 7 – Correlação entre o posicionamento dos túneis vs. escala de atividade física de Tegner.

Incidências	Tegner 6 meses	Tegner 12 meses
Coronal tibia	0,10 p=0,41	0,24 p=0,08
Coronal fêmur	-0,02 p=0,83	-0,16 p=0,25
Coronal inclinação	-0,07 p=0,58	-0,02 p=0,84
Túnel inclinação	-0,27 p=0,0504	-0,22 p=0,16
Sagital tibia	-0,02 p=0,84	-0,16 p=0,26
Sagital fêmur Amis	-0,26* p=0,04	-0,33* p=0,02
Sagital fêmur Harner	-0,27* p=0,02	-0,28* p=0,04

Fonte: dados da pesquisa - IOT HC-FMUSP, jan/2008 a jun/2010

Nota: obs. = observação; Teste de correlação de Pearson (ρ de Pearson), * = $p < 0,05$

Houve correlação moderada (ρ de Pearson $> 0,30$) e positiva (mesma direção) entre a projeção do túnel tibial no plano coronal e a Escala de Lysholm do joelho em todos os períodos mensurados. Porcentagens maiores da projeção do túnel tibial no plano coronal estavam relacionadas a valores maiores da Escala de Lysholm. (Tabela 8)

TABELA 8 – Correlação entre o posicionamento dos túneis vs. escala do joelho de Lysholm.

Incidências	Lysholm 6 meses	Lysholm 12 meses
Coronal tibia	0,26* p=0,03	0,28* p=0,04
Coronal fêmur	0,08 p=0,50	0,08 p=0,55
Coronal inclinação	-0,22 p=0,06	-0,19 p=0,18
Túnel inclinação	-0,19 p=0,17	-0,19 p=0,23
Sagital tibia	-0,04 p=0,71	-0,15 p=0,30
Sagital fêmur Amis	-0,16 p=0,19	-0,18 p=0,23
Sagital fêmur Harner	-0,16 p=0,18	-0,13 p=0,35

Fonte: dados da pesquisa - IOT HC-FMUSP, jan/2008 a jun/2010

Nota: obs. = observação; Teste de correlação de Pearson (ρ de Pearson), * = $p < 0,05$

A projeção do túnel femoral no plano sagital pelo método de Amis apresentou correlação moderada (ρ de Pearson $> 0,30$) e significativa com o IKDC subjetivo em todos os períodos mensurados. A relação mostrou-se

inversamente proporcional a valores maiores da projeção femoral no plano sagital (quanto maior o valor da projeção do túnel femoral, menor o valor mensurado do IKDC subjetivo). Também apresentou relação inversa a mensuração no plano sagital pelo método de Harner, aos 12 meses. (Tabela 9)

Houve correlação moderada entre a projeção do túnel tibial no plano coronal aos 12 meses e o IKDC subjetivo. (Tabela 9)

TABELA 9 – Correlação entre o posicionamento dos túneis vs. IKDC subjetivo.

Incidências	IKDC subjetivo 6 meses	IKDC subjetivo 12 meses
Coronal tibia	0,05 p=0,68	0,35* p=0,01
Coronal fêmur	-0,03 p=0,50	-0,01 p=0,98
Coronal inclinação	-0,12 p=0,32	-0,22 p=0,11
Túnel inclinação	-0,17 p=0,24	-0,22 p=0,16
Sagital tibia	-0,14 p=0,25	-0,18 p=0,21
Sagital fêmur Amis	-0,25* p=0,04	-0,28* p=0,05
Sagital fêmur Harner	-0,18 p=0,11	-0,30* p=0,03

Fonte: dados da pesquisa - IOT HC-FMUSP, jan/2008 a jun/2010

Nota: obs. = observação; Teste de correlação de Pearson (ρ de Pearson), * = $p < 0,05$

A avaliação da relação entre o posicionamento dos túneis e inclinação do enxerto e o IKDC objetivo foi realizada a partir da análise de variáveis categóricas pelo método ANOVA. Houve significância entre valores do IKDC objetivo de 12 meses e a projeção do túnel no planalto tibial na incidência sagital. (Tabela 10)

TABELA 10 – Relação entre o posicionamento dos túneis e o IKDC objetivo

Incidências	IKDC objetivo 6 meses	IKDC objetivo 12 meses
	F	F
Coronal tibia	0,97 p=0,41	0,58 p=0,56
Coronal fêmur	0,07 p=0,98	0,63 p=0,54
Coronal inclinação	0,19 p=0,90	0,15 p=0,86
Túnel inclinação	0,75 p=0,53	0,95 p=0,40
Sagital tibia	0,49 p=0,69	3,63* p=0,04
Sagital fêmur Amis	0,77 p=0,52	0,28 p=0,75
Sagital fêmur Harner	0,45 p=0,72	0,66 p=0,52

Fonte: dados da pesquisa - IOT HC-FMUSP, jan/2008 a jun/2010

Nota: ANOVA, * = $p < 0,05$

Houve 66,7% de atletas que atingiram os níveis prévios de atividade física aos 12 meses de seguimento ambulatorial. A média e o erro padrão da projeção do túnel, pelo método de Harner, nos atletas que retornaram e

nos que não retornaram à atividade física prévia aos 12 meses foram $73 \pm 1,4\%$ e $79 \pm 1,7\%$, respectivamente. Esta diferença foi estatisticamente significativa ($F = 6,04$, $p = 0,02$, one-way ANOVA).

Valores menores da projeção do túnel femoral por sobre a linha de Blumensaat na incidência sagital estavam associados a um aumento do número de retornos ao esporte. (Tabela 11)

Também houve tendência positiva de retorno ao esporte aqueles atletas que apresentavam valores menores nas projeções radiográficas dos túneis nas incidências coronal do fêmur, sagital da tíbia e sagital do fêmur, pelo método de Harner. (Tabela 11)

TABELA 11 – Relação entre o posicionamento dos túneis e o retorno ao esporte

Incidências	Retorno ao Esporte	
	F	Significância
Coronal tíbia	1,05	p=0,31
Coronal fêmur	3,45	p=0,07
Coronal inclinação	0,20	p=0,65
Túnel inclinação	1,60	p=0,21
Sagital tíbia	3,18	p=0,08
Sagital fêmur Amis	3,19	p=0,08
Sagital fêmur Harner	6,04*	p=0,02

Fonte: dados da pesquisa - IOT HC-FMUSP, jan/2008 a jun/2010

Nota: ANOVA; * = $p < 0,05$

- Relação entre o impacto do enxerto no teto intercondilar e as avaliações funcionais

O impacto do enxerto no teto do intercôndilo estava presente em 26,3% das radiografias em extensão máxima mensuradas.

Contudo, não houve diferença estatisticamente significativa entre o impacto do enxerto no teto do intercôndilo no plano sagital e as avaliações funcionais. (Tabela 12)

TABELA 12 – Relação entre o impacto do enxerto no teto do intercôndilo e as avaliações funcionais

Avaliações	Impacto	
	F	Significância
Tegner 6 meses*	0,94	p=0,34
Tegner 12 meses*	0,17	p=0,68
Lysholm 6 meses*	0,53	p=0,47
Lysholm 12 meses*	0,00	p=0,97
IKCD subjetivo 6 meses*	0,14	p=0,71
IKDC subjetivo 12 meses*	0,37	p=0,55
IKCD objetivo 6 meses**	0,81	p=0,85
IKDC objetivo 12 meses**	1,07	p=0,59

Fonte: dados da pesquisa - IOT HC-FMUSP, jan/2008 a jun/2010
 Nota: obs = observação; * = ANOVA; **=Teste exato de Fisher

- Relação entre o posicionamento dos túneis e intercorrências pós-operatórias

Com relação às intercorrências pós-operatórias, foram observadas 5,6% de re-roturas do LCA e 4,2% de novas lesões de menisco. A média da projeção do túnel femoral no grupo sem intercorrências e no grupo com intercorrências foi de $73 \pm 1.3\%$ e $78 \pm 1.6\%$, respectivamente. Houve correlação significativa entre a projeção dos túneis por sobre a linha de Blumensaat (método de Harner) e a somatória das intercorrências (regressão linear, $p = 0,03$). Já as complicações relacionadas a infecção superficial de pele totalizaram 12,7% dos pacientes.

As relações existentes entre as intercorrências e o posicionamento dos túneis foram analisadas a partir da regressão linear e estão discriminadas na Tabela 13. Não houve correlação nas demais projeções ou no plano coronal.

Tabela 13 – Regressão linear entre o posicionamento dos túneis e as intercorrências pós-operatórias

	Complicações		
	Geral	Re-rotura LCA	Nova lesão meniscal
Método de Harner	0,08* p=0,03	-0,02 p=0,78	0,10 p=0,22

Fonte: Grupo de Medicina do Esporte IOT HC-FMUSP, jan/2008 a jun/2010

Nota: Regressão linear, * $p < 0,05$

O resumo dos resultados significativos relacionados às avaliações funcionais e ao posicionamento dos túneis é apresentado na Tabela 14.

Tabela 14 – Resumo dos resultados significativos e tendências entre o posicionamento dos túneis e as avaliações funcionais

Variável	Plano Coronal			Plano Sagital	
	Fêmur	Tíbia	Inclinação	Fêmur	Tíbia
Tegner	NS	↑ T	↓ T	↓ S	NS
Lysholm	NS	↑ S	↓ T	NS	NS
IKDC subjetivo	NS	↑ S	NS	↓ S	NS
IKDC objetivo	NS	NS	NS	NS	↓ S
Retorno	↓ T	NS	NS	↓ S	↓ T
Intercor- rências	NS	NS	NS	↓ S	NS

Fonte: dados da pesquisa - IOT HC-FMUSP, jan/2008 a jun/2010

Nota: ↑ = relação diretamente proporcional entre as variáveis e os túneis; ↓ = relação inversamente proporcional entre as variáveis e os túneis; S = significativa; NS = Não Significante; T = Tendência

5. DISCUSSÃO

5.DISCUSSÃO

O desafio para o correto posicionamento dos túneis está relacionado ao diâmetro do enxerto e ao amplo sítio de inserção do ligamento original^{6,7}.

As fibras paralelas de colágeno dos enxertos doadores do ligamento da patela, ou tendões flexores, não traduzem o movimento de torção do LCA original. Por causa destas diferenças no formato e comprimento do enxerto, selecionar o local para a confecção dos túneis requer uma decisão acurada do cirurgião.

Uma limitação apresentada pelos estudos anatômicos relacionados na revisão da literatura está em avaliar o posicionamento das áreas de impressão do LCA na tíbia e no fêmur. As peças anatômicas são de doadores com mais de 60 anos, que podem apresentar alterações degenerativas do ligamento e deformidades ósseas associadas. Alguns estudos possuem média de idade das peças de 82 anos, variando de 61 a 100 anos²⁸.

Os túneis criados cirurgicamente mudam a biomecânica da distribuição de força ao redor da perfuração, quando submetidos à carga. O alargamento dos túneis é um dos motivos de revisão do LCA, e a provável causa é o “*stress shielding*”, ou depleção de forças compressivas ao redor dos túneis, levando à osteopenia⁶⁹.

Alguns pesquisadores podem se sentir atraídos em desenvolver seus próprios métodos de mensuração devido a falhas nas escalas funcionais disponíveis³⁸. Entretanto, essa iniciativa pode ser errática, visto que o campo de desenvolvimento de escalas de mensuração na saúde é altamente especializado.

A escolha do método de avaliação deve ser criteriosa, pois pode perpetuar a utilização de uma escala inadequada³⁸. Há crescente preocupação da comunidade científica em desenvolver questionários que avaliem estados de saúde validados para línguas e culturas específicas de cada país⁴⁵.

Os testes de função ou desempenho do joelho (p.e. formulário do IKDC objetivo) medem de forma objetiva atividades que simulam o movimento do esporte (movimento do joelho, tempo de corrida, comprimento do salto, etc.), ao passo que as avaliações funcionais (p.e. formulário do IKDC subjetivo e escala do joelho de Lysholm) podem ser utilizadas para se avaliar alterações clínicas em atividades esportivas ou no dia a dia. A importância dos testes de desempenho físico está em monitorar a fase de reabilitação nos primeiros meses da cirurgia. Já as avaliações funcionais são menos aplicáveis para este período, pois comumente os pacientes possuem restrições prescritas pelos médicos e fisioterapeutas. Nas situações em que restrições não são aplicadas, os escores funcionais avaliam a função do joelho adequadamente³⁹.

Recentemente, os autores do IKDC reconheceram algumas deficiências no documento original e foi confeccionado um novo formulário de avaliação subjetiva³⁸. Hoje, o novo formulário do IKDC tornou-se pré-requisito para publicações devido à abrangência internacional do mesmo³⁸. As propriedades psicométricas mensuradas no estudo de Metsavaht et al.⁴² demonstram que a versão brasileira do IKDC é uma ferramenta adequada para ser aplicada nos pacientes brasileiros.

O método do relógio é um sistema de coordenadas cilíndrico que requer uma medida circular (ponteiro do relógio) e outra medida ao longo da fossa do intercôndilo, em milímetros, a partir da posição “*over the top*”²¹. O método do relógio proposto possui a deficiência de representar uma medida bidimensional em um modelo com características tridimensionais da origem do LCA^{21,70} que pode variar de acordo com o portal artroscópico, sendo pouco preciso para trabalhos científicos. Por este motivo, não utilizamos o método do relógio em nosso trabalho.

A maioria dos trabalhos publicados nos periódicos internacionais relacionados à reconstrução do LCA avalia, os desfechos funcionais após seguimento mínimo de dois anos. Entretanto, a população selecionada para o nosso estudo é formada por atletas, e o retorno precoce ao esporte é um dos objetivos dos mesmos. Por este motivo, avaliamos os desfechos clínicos aos seis e 12 meses, que coincide com o período habitual de retorno ao esporte para esta população. Além disso, o presente estudo foi realizado com indivíduos selecionados consecutivamente e de forma prospectiva.

Neste estudo foram utilizados tanto enxertos do ligamento da patela quanto enxertos dos tendões flexores. Não são observadas na literatura diferenças nos resultados funcionais destas duas técnicas, mesmo após cinco anos de seguimento⁷¹. Muitos autores mostraram que pacientes com reconstrução do LCA tanto com ligamento da patela quanto com tendões flexores apresentavam resultados normais ou próximos do normal em relação ao formulário do IKDC^{72,73}. Outros autores, por sua vez, não identificaram diferenças entre a utilização destes dois enxertos e as escalas de Tegner e Lysholm^{71,73,74}.

As lesões da cartilagem e do menisco foram abordadas com procedimentos pouco agressivos (resseccção de menisco, regularização de lesões da cartilagem e microfraturas) ou de forma conservadora. Por se tratar de uma população de atletas, períodos maiores de restrição de carga foram evitados.

A confecção do túnel femoral a partir da técnica transtibial possui a desvantagem de não ser possível sua realização em qualquer posição⁵⁶. Entretanto, podemos prever a inclinação do enxerto e a melhor posição do túnel femoral e confeccionar um túnel tibial mais inclinado e medial no córtex da tibia.

A escala de função do joelho de Lysholm e o formulário do IKDC subjetivo são validados para a língua portuguesa^{42,45}. Já a escala de atividade física de Tegner não possui validação para a língua portuguesa, apesar de apresentar boa reprodutibilidade. Por se tratar da definição ou

descrição do tipo de esporte que o atleta pratica, e não depender de dados subjetivos, consideramos que esta escala é bastante precisa para a mensuração da atividade física.

O IKDC objetivo é um bom método para a avaliação direta da estabilidade do ligamento cruzado anterior no período pós-operatório. Entretanto, apresenta variações individuais de mensuração por ser examinador-dependente e ter diferenças de milímetros entre diferentes graduações que não são perceptíveis ao exame físico convencional. Apesar de os testes deste estudo terem sido realizados sempre por um mesmo examinador sênior, este fato pode ser responsável pelo aumento do erro de mensuração da amostra e a não identificação de correlações com o posicionamento dos túneis. Talvez por este motivo, Pinczewski et al.¹⁵ também não tenham observado muitas correlações entre o posicionamento dos túneis e o IKDC objetivo.

As análises individuais do exame físico, tais como limitação da amplitude do movimento e testes de estabilidade do joelho, foram realizadas durante o protocolo do IKDC objetivo. O IKDC objetivo abrange todos os testes de função e avalia o pior cenário encontrado. Por este motivo possui maior significado quando associações positivas são identificadas.

No presente trabalho, obtivemos baixa porcentagem do escore A do IKDC objetivo (Gráfico 4), à semelhança do estudo de Lee et al.⁴⁰. Apesar disso, o percentual de retorno ao esporte, em um ano, foi satisfatório (66,7%).

A capacidade do atleta em retornar ao esporte após uma cirurgia de reconstrução do LCA é influenciada por diversos fatores que incluem, além da função pós-operatória do joelho, motivações sociais e obstáculos psicológicos como o receio de novas lesões e até considerações financeiras no caso dos atletas profissionais⁴⁰.

Gobbi et al.⁷⁵ evidenciaram que não houve diferença significativa nos diferentes métodos de avaliação funcional (IKDC, Lysholm e Tegner) entre os atletas que retornaram ao esporte no mesmo nível pré-lesão (65%) e aqueles que não retornaram. Ou seja, muitos pacientes com joelhos estáveis após a reconstrução do ligamento não retornaram à atividade esportiva após a cirurgia. Isto significa que os instrumentos de avaliação funcional, como o Lysholm e o IKDC, não foram suficientes para prever o retorno ao esporte após a reconstrução do LCA⁴⁰.

As escalas de atividade física são um importante complemento para as avaliações funcionais. Tegner et al.³⁹, em seu estudo clássico de 1985, descreveram que 20% dos pacientes com nível de atividade física entre zero e três obtiveram avaliação funcional de Lysholm com pontuação alta (>83, 0-100), indicando uma limitação na função do joelho, mascarada por um baixo nível de atividade física.

A determinação de diferentes níveis de atividade física é de difícil mensuração. Embora um grande número de indivíduos retorne ao nível de atividade pré-lesão, não é possível determinar se os atletas estão jogando com o mesmo comportamento ou atitude. Em alguns casos o atleta pode

retornar a sua atividade esportiva apesar de ter um joelho instável ou doloroso⁴⁰.

As mensurações radiográficas dependem do correto alinhamento dos reparos ósseos. Por este motivo, a técnica de obtenção da imagem radiográfica pode acarretar certo grau de erro¹⁴. Entretanto, como as medidas dos túneis são aferidas na região central da imagem, o erro costuma ser minimizado⁸.

Apesar da melhor qualidade de imagem da tomografia computadorizada, a radiografia pós-operatória é barata e disponível para todos os cirurgiões. Além disso, não expõe o paciente a radiação excessiva³⁷.

Topliss et al.⁸ identificaram que em apenas 10% das radiografias as medidas pretendidas estavam aceitáveis. No presente estudo, também tivemos esta dificuldade técnica e algumas mensurações deixaram de ser realizadas, diminuindo, por conseguinte, o tamanho da amostra.

Hefzy e Grood^{18,76} demonstraram que para a reconstrução do LCA, a posição da fixação do túnel femoral pode alterar o comprimento das fibras do enxerto. As variações no posicionamento femoral apresentavam um grande efeito por sobre o comprimento do enxerto. Já o deslocamento do túnel tibial apresentava pequeno efeito sobre o comprimento total do enxerto.

Alguns autores compararam os resultados funcionais com o posicionamento do túnel femoral. Contudo, não mencionam se estes túneis foram realizados sobre o *“footprint”* do LCA ou anterior a ele^{15,49,58}.

Na ocasião da publicação do trabalho de Sommer et al.⁵⁸ em 2000, a posição considerada ideal era próxima à posição “*over-the-top*”, em que o enxerto possuía orientação mais vertical. Hoje, preconiza-se que os túneis femorais sejam mais horizontais e localizados na porção inferior do côndilo femoral lateral¹.

As posições dos túneis a 74% da linha de Blumensaat (técnica de Harner) e a 62% pela técnica de Amis apresentadas neste trabalho estão bem próximas às encontradas na literatura. Klos et al.⁵¹ descreveram valores para o túnel femoral, pelas técnicas de Harner e Amis, de 80% e 60%, respectivamente.

Good, Odensten e Gillquist⁴⁶, por exemplo, identificaram com marcadores metálicos posições da origem do LCA a 66% da linha de Blumensaat, de anterior para posterior.

Em um estudo com reconstrução anatômica do túnel femoral, Moisala et al.¹⁶ mostraram que a posição ideal do enxerto encontra-se entre 71% e 75% do comprimento da linha de Blumensaat de anterior para posterior. Estes dados são consistentes com os achados de Gougoulas et al.¹¹ com 72%. Com base no comprimento total do côndilo femoral lateral, a projeção do túnel estava a 85% ao longo da linha de Blumensaat¹¹.

Uma avaliação tomográfica da posição anatômica do túnel femoral de Silva et al. mostrou que o centro do túnel variou entre 70% e 87%, com mediana de 76% ao longo da linha de Blumensaat⁷⁷

Bernard e Hertel⁴⁷ descreveram em seu estudo anatômico a posição do “*foot-print*” original do LCA a 75,2% da linha de Blumensaat a partir da parede medial do côndilo femoral lateral. Já Khalfayan et al.⁴⁹ mostraram que os melhores resultados clínicos estavam associados a túneis femorais a pelo menos 40% da superfície posterior do côndilo femoral lateral.

O presente trabalho mostrou que atletas com túneis femorais posicionados mais posteriores por sobre a linha de Blumensaat possuíam avaliações do IKDC subjetivo, Escala de Tegner e retorno ao esporte diminuídos. Não houve diferença com relação ao IKDC objetivo.

Moisala et al.¹⁶ mostraram, em um estudo com reconstrução anatômica e seguimento mínimo de dois anos, escore de Lysholm e Tegner de 92 e seis, respectivamente. Também relataram IKDC objetivo com valores de A+B e C+D de 83% e 17%, respectivamente. Em nosso estudo, foram observados valores de 77% e 23% para IKDC objetivo A+B e C+D, respectivamente.

Jepsen et al.⁶⁸ evidenciaram que existe uma pequena diferença entre as posições AM e AM alta (não anatômica). Um estudo randomizado, evidenciou que uma posição mais inferior do túnel no côndilo femoral lateral era responsável por valores de IKDC subjetivo melhores (82.8 vs. 70.4, respectivamente)⁶⁸.

Pinczewski et al.¹⁵ consideraram como projeção ideal do posicionamento do túnel femoral na incidência coronal o valor de $43 \pm 2,3\%$. Nosso estudo apresentou valor médio de $37 \pm 3,9\%$ e não identificamos

correlação com as avaliações funcionais testadas. Simmons et al.⁶¹ observaram que a confecção do túnel femoral muito medial poderia causar impacto do enxerto contra o ligamento cruzado posterior.

O menor valor da projeção do túnel femoral no plano coronal encontrado em nosso estudo reflete a tendência atual de confeccionar o túnel femoral em uma posição mais horizontal¹. Loh e cols.^{41,59} mostraram em um estudo biomecânico que havia maior translação anterior da tíbia nos casos em que o túnel femoral era posicionado às 11 horas, quando comparado com a posição às 10 horas.

Good et al.^{15,46} descreveram, em um estudo com cadáveres, túneis tibiais posicionados a 33% do comprimento total da tíbia no plano sagital. Zantop et al.⁵, em seu estudo anatômico, determinaram os centros das bandas AM e PL a 30% e 44% da cortical anterior da tíbia pelo método de Staubli e Rauching⁵⁴ e recomendaram a confecção do túnel a 43%. Em nosso estudo, observamos o túnel tibial a $39 \pm 5,7\%$ da porção anterior do planalto tibial.

Staubli e Rauschning⁵⁴ realizaram cortes de congelação “*in vitro*” e ressonâncias “*in vivo*” para se determinar a localização do túnel tibial. Os autores concluíram que os túneis deveriam ser perfurados a 44% do diâmetro anteroposterior da tíbia.

Em 2009, Saowaprut et al.⁶³ verificaram em seu estudo que a inclinação do enxerto no plano sagital, a partir de uma linha perpendicular ao eixo da tíbia, era de 58° . Já no lado contralateral, o ligamento íntegro

possuía inclinação de 50° . Também mostraram que o túnel tibial era confeccionado mais posterior do que o “*footprint*” original e que, mesmo assim, os resultados funcionais eram satisfatórios.

Segundo os conceitos da reconstrução isométrica, Howell et al.²⁷, em 1998, recomendavam que o túnel tibial fosse posicionado na metade distal da inserção do LCA original, a fim de que o enxerto não repousasse anterior ao teto do intercôndilo no joelho em extensão total.

Segundo o conceito atual da reconstrução anatômica, o túnel femoral deve ser posicionado abaixo da crista do residente e em uma posição mais superficial e inferior da parede medial do côndilo femoral lateral. Esta posição não ocasiona impacto do enxerto no teto do intercôndilo, mesmo que uma posição mais central do túnel tibial seja pretendida²².

Pinczewski et al.¹⁵ definiram como posicionamento ideal do túnel tibial no plano sagital $48,4 \pm 4,8\%$ da porção anterior do planalto tibial. Já Topliss et al.⁸ e Howell et al.⁷ descreveram a posição ideal como $45 \pm 4\%$ e $42 \pm 3\%$, respectivamente. Apesar de a nossa mensuração por este mesmo método ter sido de $39 \pm 5,7\%$ e apresentarmos impacto radiográfico em 26,3% dos exames no plano sagital, não houve relação entre o impacto do teto do intercôndilo e as avaliações funcionais. Podemos explicar estes resultados satisfatórios porque visualizamos em todos os casos a presença ou não do impacto no teto do intercôndilo antes do término do procedimento cirúrgico e realizamos a intercondiloplastia quando necessário. Além disso, nas reconstruções em que o posicionamento do túnel está mais próximo do

“*footprint*” original do LCA no fêmur, o enxerto encontrava-se distante do teto do intercôndilo.

Outro ponto a ser observado é que obtivemos melhores resultados do formulário IKDC objetivo relacionados a túneis tibiais mais anteriores. Ou seja, apesar de o túnel não poder ser confeccionado muito anterior, a fim de evitar o impacto no teto do intercôndilo⁴⁹, quanto mais próximo do teto ele estiver, melhor será a avaliação pelo IKDC objetivo.

Pinczewski et al.¹⁵ consideraram ideal o posicionamento do túnel tibial no plano coronal a $47 \pm 2,4\%$ da cortical medial da tíbia. O nosso estudo identificou o posicionamento do túnel nesta incidência a $43 \pm 3,1\%$ da cortical medial da tíbia.

Observamos correlação moderada entre o escore de Lysholm e a projeção do túnel tibial no plano coronal em todos os períodos mensurados. Também houve correlação com o formulário IKDC subjetivo aos 12 meses e estas projeções. Quanto maior o valor da projeção do túnel, melhor o escore funcional. Já a escala de atividade física de Tegner, aos 12 meses, apresentou tendência positiva.

Ahn et al.⁵⁶ definiram a média da inclinação do LCA original no plano coronal em $24,5^\circ$. Já Pinczewski et al.¹⁵ definiram a inclinação ideal do enxerto como $19 \pm 5,2^\circ$. O presente estudo evidenciou inclinações no plano coronal e na incidência de túnel muito semelhantes, com médias de $19^\circ \pm 4,4^\circ$ e $19^\circ \pm 5,5^\circ$, respectivamente.

Lewis et al.⁶⁶, em uma revisão sistemática, observaram 13,6% de complicações gerais, 4% de re-roturas do LCA, 4% de novas lesões meniscais e 1% de infecção. No nosso estudo, obtivemos valores semelhantes de re-rotura do LCA (5,6%) e novas lesões de menisco (4,2%). Contudo, a taxa de infecção pós-operatória foi elevada (12,7%) em relação à literatura.

Houve relação estatisticamente significativa entre o posicionamento do túnel na incidência sagital pelo método de Harner e a somatória das intercorrências. Quanto maior o valor da projeção do túnel pelo método de Harner na linha de Blumensaat, maior foi o índice de intercorrências. Contudo, não evidenciamos relação significativa para a mesma análise quando isolamos a variável re-rotura do LCA. Acreditamos que este achado possa estar relacionado ao tamanho da amostra, visto que estas intercorrências são menos frequentes e necessitaríamos de mais casos para aumentar o poder do estudo e diminuir o erro tipo II.

Pinczewski et al.¹⁵ mostraram que túneis alocados a mais de 50% do planalto tibial no plano sagital apresentavam maiores índices de re-rotura do LCA. No outro extremo, túneis muito anteriores no platô tibial seriam responsáveis pelo impacto do enxerto no teto do intercôndilo e diminuição da amplitude de movimento do joelho. Nosso estudo, através da regressão linear múltipla, não identificou relações entre complicações clínicas e a posição do túnel tibial no plano sagital.

Como mencionado ao longo da discussão, o presente estudo possui algumas limitações metodológicas que devem ser pontuadas.

A principal limitação deste estudo está em seu desenho, por não ser randomizado. Optamos por realizar um estudo prospectivo observacional de longa duração e com bom tamanho da amostra, com o intuito de identificar a nossa população sem modificar os protocolos vigentes no grupo de Medicina do Esporte do IOT HC-FMUSP.

Este estudo foi desenhado para avaliar a função do joelho aos seis e 12 meses da reconstrução do LCA. As publicações internacionais sugerem acompanhamento mínimo de dois anos. Todavia, a população analisada no presente estudo é composta por atletas e o retorno precoce ao esporte é um dos principais objetivos do tratamento preconizado para estes indivíduos.

Outra limitação refere-se à utilização da técnica transtibial para a confecção do túnel femoral. Possuímos com esta técnica menor liberdade para a escolha do ponto de entrada do túnel femoral. Entretanto, vimos que o planejamento correto da inclinação do túnel tibial nos permite uma perfuração adequada do túnel femoral.

Apesar de o teste do IKDC objetivo não exigir o artrômetro para a execução do teste de Lachman, sabemos que a avaliação instrumentada poderia nos trazer medidas mais apuradas e reduzir ao máximo os erros de mensuração.

Mesmo a radiografia digital possui limitações relacionadas à sua execução. Por ser uma técnica bidimensional, não nos permite a escolha do

plano de corte e necessitamos trabalhar com erros de mensuração devido ao método. Em contrapartida, a radiografia é um exame pouco dispendioso e disponível para a maioria dos cirurgiões.

Os túneis radiográficos representam uma medida indireta do posicionamento do enxerto. Podem não refletir de fato o centro do enxerto, que por sua vez pode estar desviado para o ponto de inflexão por sobre a superfície articular ou estar descentralizado por causa do tipo do enxerto ou método de fixação.

5.1. Considerações finais

Os recentes estudos sobre a reconstrução do LCA sugerem que os túneis devam ser realizados na localização original do LCA¹⁶. Contudo, o posicionamento correto dos túneis na reconstrução do LCA ainda é um desafio para os cirurgiões.

Novos estudos biomecânicos comparando o comportamento do enxerto fixado entre as posições AM e central do ligamento original são desejáveis, visto que há evidências de que a cinemática do joelho pode ser melhorada a partir da utilização de túneis realizados na posição central^{1,34}.

A radiografia do joelho nos permite inferir o posicionamento dos túneis e suas relações com as avaliações funcionais. Contudo, este método não nos permite medir com exatidão a intersecção entre a superfície articular e o ponto de entrada dos túneis. Estudos radiológicos futuros com métodos que

possibilitem a reconstrução tridimensional do enxerto e a análise de cortes específicos da superfície articular do fêmur e da tíbia seriam importantes para confirmar os achados radiográficos do presente estudo.

O estudo da posição dos túneis a partir de reconstruções tomográficas tridimensionais permitiria analisar os erros metodológicos das radiografias do joelho quando estas se encontram em diferentes graus de rotação.

6. CONCLUSÃO

6. CONCLUSÃO

Na reconstrução do ligamento cruzado anterior em atletas, as projeções dos túneis femorais mais posteriores, assim como as projeções dos túneis tibiais mais mediais e posteriores, estão relacionadas a menores valores de avaliações funcionais.

7. ANEXOS

7. ANEXOS

Anexo A. IKDC subjetivo

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO SUBJETIVA DO JOELHO																								
COMITÊ INTERNACIONAL DE DOCUMENTAÇÃO DO JOELHO (IKDC, 2000)																								
Nome: _____	Sexo: F ___ M ___																							
Data: _____	Data de Nascimento: _____																							
Lesão: _____																								
Data da Lesão: _____																								
<p>As respostas devem ser graduadas no mais alto nível de atividade que você acha que pode executar sem sintomas significativos, mesmo que você não esteja realizando-as regularmente.</p> <p><i>SINTOMAS</i></p>																								
<p>1. Qual é o mais alto nível de atividade física que você pode realizar sem sentir dor significativa no joelho?</p>																								
<input type="checkbox"/>	Atividade muito vigorosa (como saltar ou girar o tronco como no basquete ou futebol)																							
<input type="checkbox"/>	Atividade vigorosa (como realizar exercícios físicos intensos como surfe, jogar vôlei ou tênis)																							
<input type="checkbox"/>	Atividade moderada (como realizar exercícios físicos moderados na academia, correr ou trotar)																							
<input type="checkbox"/>	Atividade leve (como andar, realizar trabalhos domésticos ou jardinagem)																							
<input type="checkbox"/>	Incapaz de realizar qualquer uma das atividades acima em virtude da dor no joelho																							
<p>2. Desde sua lesão ou durante <u>as últimas quatro semanas</u>, com que frequência você tem sentido dor?</p>																								
Nunca	<table style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 0 5px;">0</td><td style="padding: 0 5px;">1</td><td style="padding: 0 5px;">2</td><td style="padding: 0 5px;">3</td><td style="padding: 0 5px;">4</td><td style="padding: 0 5px;">5</td><td style="padding: 0 5px;">6</td><td style="padding: 0 5px;">7</td><td style="padding: 0 5px;">8</td><td style="padding: 0 5px;">9</td><td style="padding: 0 5px;">10</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												Constantemente
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10														
<p>3. Se você tiver dor, qual a intensidade?</p>																								
Sem dor	<table style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 0 5px;">0</td><td style="padding: 0 5px;">1</td><td style="padding: 0 5px;">2</td><td style="padding: 0 5px;">3</td><td style="padding: 0 5px;">4</td><td style="padding: 0 5px;">5</td><td style="padding: 0 5px;">6</td><td style="padding: 0 5px;">7</td><td style="padding: 0 5px;">8</td><td style="padding: 0 5px;">9</td><td style="padding: 0 5px;">10</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												Pior dor imaginável
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10														

4. Desde a sua lesão ou durante as quatro últimas semanas quão rígido ou inchado esteve seu joelho?

- Nem um pouco
- Pouco
- Moderado
- Muito
- Extremamente

5. Qual é o mais alto nível de atividade física que você pode realizar sem que cause inchaço significativo no joelho?

- Atividade muito vigorosa (como saltar ou girar o tronco como no basquete ou futebol)
- Atividade vigorosa (como realizar exercícios físicos intensos como surfe, jogar vôlei ou tênis)
- Atividade moderada (como realizar exercícios físicos moderados na academia, correr ou trotar)
- Atividade leve (como andar, realizar trabalhos domésticos ou jardinagem)
- Incapaz de realizar qualquer uma das atividades acima em virtude do inchaço no joelho

6. Desde a sua lesão ou durante as últimas quatro semanas seu joelho já travou?

- Sim Não

7. Qual é o mais alto nível de atividade física que você pode realizar sem falseio significativo no joelho?

- Atividade muito vigorosa (como saltar ou girar o tronco como no basquete ou futebol)
- Atividade vigorosa (como realizar exercícios físicos intensos como surfe, jogar vôlei ou tênis)
- Atividade moderada (como realizar exercícios físicos moderados na academia, correr ou trotar)
- Atividade leve (como andar, realizar trabalhos domésticos ou jardinagem)
- Incapaz de realizar qualquer uma das atividades acima em virtude do falseio no joelho

ATIVIDADES ESPORTIVAS

8. Qual é o mais alto nível de atividade física que você pode participar de forma regular?

- Atividade muito vigorosa (como saltar ou girar o tronco como no basquete ou futebol)
- Atividade vigorosa (como realizar exercícios físicos intensos como surfe, jogar vôlei ou tênis)
- Atividade moderada (como realizar exercícios físicos moderados na academia, correr ou trotar)
- Atividade leve (como andar, realizar trabalhos domésticos ou jardinagem)
- Incapaz de realizar qualquer uma das atividades acima em virtude do joelho

9. Quanto o seu joelho afeta a sua habilidade de:

		Sem Dificuldade	Fácil	Moderado	Difícil	Incapaz
a	Subir escadas					
b	Descer escadas					
c	Ajoelhar de frente					
d	Agachar					
e	Sentar com os joelhos dobrados					
f	Levantar-se de uma cadeira					
g	Correr para frente					
h	Saltar e aterrissar com a perna lesionada					
i	Frear e acelerar rapidamente					

FUNÇÃO

10. Em uma escala de 0 a 10 (sendo 10 normal e 0 incapaz de realizar suas atividades diárias), como você avaliaria o seu joelho?

Funcionalidade anterior a lesão no joelho:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Não consegue executar nenhuma atividade da vida diária												Sem limitações nas atividades da vida diária

Funcionalidade atual do joelho:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Não consegue executar nenhuma atividade da vida diária												Sem limitações nas atividades da vida diária

Metsavaht L, Leporace G, Riberto M, Mello Sposito MM de, Batista LA. Translation and cross-cultural adaptation of the brazilian version of the international knee documentation committee subjective knee form: validity and reproducibility. Am J Sports Med. 2010 (9):1894-1899.

Anexo B. IKDC objetivo.

2000 IKDC KNEE EXAMINATION FORM									
Patient Name: _____		Date of Birth: ____/____/____ Day Month Year							
Gender: F M	Age: _____	Date of Examination: ____/____/____ Day Month Year							
Generalized Laxity:	tight	normal	lax						
Alignment:	obvious varus	normal	obvious valgus						
Patella Position:	obvious baja	normal	obvious alta						
Patella Subluxation/Dislocation:	centered	subluxable	subluxed	dislocated					
Range of Motion (Ext/Flex):	Index Side:	passive: ____/____/____	active: ____/____/____						
	Opposite Side:	passive: ____/____/____	active: ____/____/____						
SEVEN GROUPS	FOUR GRADES				*Group Grade				
	A Normal	B Nearly Normal	C Abnormal	D Severely Abnormal	A	B	C	D	
1. Effusion	None	Mild	Moderate	Severe					
2. Passive Motion Deficit									
ΔLack of extension	<3°	3 to 5°	6 to 10°	>10°					
ΔLack of flexion	0 to 5°	6 to 15°	16 to 25°	>25°					
3. Ligament Examination (manual, instrumented, x-ray)									
ΔLachman (25° flex) (134N)	-1 to 2mm	3 to 5mm(1*) <-1 to -3	6 to 10mm(2*) <-3 stiff	>10mm(3*)					
ΔLachman (25° flex) manual max Anterior endpoint:	-1 to 2mm firm	3 to 5mm	6 to 10mm soft	>10mm					
ΔTotal AP Translation (25° flex)	0 to 2mm	3 to 5mm	6 to 10mm	>10mm					
ΔTotal AP Translation (70° flex)	0 to 2mm	3 to 5mm	6 to 10mm	>10mm					
ΔPosterior Drawer Test (70° flex)	0 to 2mm	3 to 5mm	6 to 10mm	>10mm					
ΔMed Joint Opening (20° flex/valgus rot)	0 to 2mm	3 to 5mm	6 to 10mm	>10mm					
ΔLat Joint Opening (20° flex/varus rot)	0 to 2mm	3 to 5mm	6 to 10mm	>10mm					
ΔExternal Rotation Test (30° flex prone)	<5°	6 to 10°	11 to 19°	>20°					
ΔExternal Rotation Test (90° flex prone)	<5°	6 to 10°	11 to 19°	>20°					
ΔPivot Shift	equal	+glide	++(clunk)	+++ (gross)					
ΔReverse Pivot Shift	equal	glide	gross	marked					
4. Compartment Findings			crepitation with						
ΔCrepitus Ant. Compartment	none	moderate	mild pain	>mild pain					
ΔCrepitus Med. Compartment	none	moderate	mild pain	>mild pain					
ΔCrepitus Lat. Compartment	none	moderate	mild pain	>mild pain					
5. Harvest Site Pathology	none	mild	moderate	severe					
6. X-ray Findings									
Med. Joint Space	none	mild	moderate	severe					
Lat. Joint Space	none	mild	moderate	severe					
Patellofemoral	none	mild	moderate	severe					
Ant. Joint Space (sagittal)	none	mild	moderate	severe					
Post. Joint Space (sagittal)	none	mild	moderate	severe					
7. Functional Test									
One Leg Hop (% of opposite side)	≥90%	89 to 76%	75 to 50%	<50%					
**Final Evaluation									

IKDC COMMITTEE AOSSM: Anderson, A., Bergfeld, J., Boland, A. Dye, S., Feagin, J., Harner, C. Mohtadi, N. Richmond, J. Shelbourne, D., Terry, G. ESSKA: Staubli, H., Hefti, F., Hoher, J., Jacob, R., Mueller, W., Neyret, P. APOSSM: Chan, K., Kurosaka, M.

Anexo C. Avaliação funcional – Escala de graduação do joelho de Lysholm validada para a língua portuguesa.

Quadro 1 - Questionário Lysholm (Escala).	
<p>Mancar (5 pontos) Nunca = 5 Leve ou periodicamente = 3 Intenso e constantemente = 0</p> <p>Apoio (5 pontos) Nenhum = 5 Bengala ou muleta = 2 Impossível = 0</p> <p>Travamento (15 pontos) 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>Instabilidade (25 pontos) 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>Dor (25 pontos) 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>Inchaço (10 pontos) Nenhum = 10 Com exercícios pesados = 6 Com exercícios comuns = 2 Constante = 0</p> <p>Subindo escadas (10 pontos) Nenhum problema = 10 Levemente prejudicado = 6 Um degrau cada vez = 2 Impossível = 0</p> <p>Agachamento (5 pontos) Nenhum problema = 5 Levemente prejudicado = 4 Não além de 90 graus = 2 Impossível = 0</p> <p>Pontuação total: _____</p>
<p>Quadro de pontuação: Excelente: 95 – 100; Bom: 84 – 94; Regular: 65 – 83; Ruim: < 64</p>	

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(5): 268-272.

Anexo D. Escala de atividade física de Tegner

Level 10	<u>Competitive sports</u> - soccer, football, rugby (national elite)
Level 9	<u>Competitive sports</u> - soccer, football, rugby (lower divisions), ice hockey, wrestling, gymnastics, basketball
Level 8	<u>Competitive sports</u> - racquetball or bandy, squash or badminton, track and field athletics (jumping, etc.), down-hill skiing
Level 7	<u>Competitive sports</u> - tennis, running, motorcars speedway, handball <u>Recreational sports</u> - soccer, football, rugby, bandy, ice hockey, basketball, squash, racquetball, running
Level 6	<u>Recreational sports</u> - tennis and badminton, handball, racquetball, down-hill skiing, jogging at least 5 times per week
Level 5	<u>Competitive sports</u> - cycling, cross-country skiing, <u>Recreational sports</u> - jogging on uneven ground at least twice weekly <u>Work</u> - heavy labor (construction, etc.)
Level 4	<u>Work</u> - moderately heavy labor (e.g. truck driving, etc.)
Level 3	<u>Work</u> - light labor (nursing, etc.)
Level 2	<u>Work</u> - light labor Walking on uneven ground possible, but impossible to back pack or hike
Level 1	<u>Work</u> - sedentary (secretarial, etc.)
Level 0	Sick leave or disability pension because of knee problems

Tegner Y, Lysholm J et al. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. Clin Orthop. 1985 198:43-49,

Johnson DS, Smith RB et al. Outcome measurement in the ACL deficient knee--what's the score? Knee. 2001 Mar;8(1):51-7. Review.

Anexo E. Aprovação da Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa – CAPPesq 0799/08



Carta datada de 02/04/2009.

Ao

Departamento de Ortopedia e Traumatologia

A Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 20.05.09, tomou conhecimento das solicitações abaixo relacionadas do Protocolo de Pesquisa nº **0799/08**, intitulado: **“CORRELAÇÃO DO POSICIONAMENTO DOS TÚNEIS NA RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR COM OS RESULTADOS FUNCIONAIS”**.

- Inclusão do pesquisador executante **Tiago Lazzaretti Fernandes**
- Relatório Parcial.
- Notificação que o estudo passara a ser dissertação de mestrado do aluno **Tiago Lazzaretti Fernandes**.

Pesquisador responsável: Prof. Dr. Arnaldo José Hernandez

CAPPesq, 20 de maio de 2009.

PROF. DR. EDUARDO MASSAD
Presidente da Comissão Ética para Análise
de Projetos de Pesquisa

Anexo F. Protocolo de reabilitação da reconstrução do LCA – Grupo de Medicina Esportiva do Instituto de Ortopedia e Traumatologia (IOT) HC FMUSP

Enfermaria / Pós-operatório imediato

- Posicionamento no leito: manter o membro operado elevado e em extensão
- Crioterapia por 20 minutos quatro vezes ao dia (diminuição da dor e edema)
- Exercícios ativos do tornozelo
- Exercícios isométricos para quadríceps e musculatura do quadril (glúteos, abdutores e adutores)
- Iniciar movimentos ativos assistidos do quadril e joelho (flexão sem restrição, extensão 0°)
- Treino de marcha com muletas axilares, sem carga, durante quatro dias

4° ao 14° dia – Domicílio / Ambulatório

- Manter cuidados anteriores
- Mobilização patelar
- Alongamento de isquiotibiais utilizando faixa
- Trabalho de flexão, extensão, abdução e adução de quadril
- Treino de marcha com carga parcial, muletas axilares ou canadenses

14° dia ao 1° mês

- Flexão de 110° - movimentação na parede
- Alongamento do quadríceps a partir da extensão do quadril, manter alongamento dos isquiotibiais e mobilização patelar
- Exercícios resistidos com elástico
- Exercícios com resistência manual - sentado realizando isométrico entre 10° a 60° para quadríceps e em decúbito ventral para isquiotibiais
- Fortalecimento com peso, conforme tolerância do paciente e aumento gradativo
- Marcha com uma muleta (durante uma semana) e apoio total (final do 1° mês)
- Pedalar com membro contralateral e banco da bicicleta alto

1° mês ao 2° mês

- Amplitude do movimento completa (forçar gradativamente)
- Bicicleta sem carga e após com carga
- Alongamento global
- Aumento de carga dos exercícios resistidos
- Acrescentar exercícios de cadeia cinética fechada
- Evitar exercícios de cadeia cinética aberta
- Exercícios de flexão do joelho entre 0o a 60°
- Propriocepção em dois apoios - prancha e almofada
- Elevação na ponta dos pés
- Liberado para dirigir carro (após seis semanas)
- Liberado para natação (após seis semanas)

3° mês

- Bicicleta com carga
- Aumento da carga dos exercícios resistidos
- Treino de resistência com elástico na cintura
- Corrida estacionaria no colchão
- Propriocepção com apoio unipodálico – chão, colchão, prancha e cama elástica
- Marcha em oito
- Fortalecer os últimos graus de extensão com elástico no joelho
- Programa de caminhada

4° ao 5° mês

- Trote
- Correr em linha reta
- Saltos sem mudanças bruscas
- Apoio unipodálico na cama elástica com movimento

6° ao 7° mês

- Correr com freadas bruscas
- Correr em 8 e em Z
- Pliometria - trabalho excêntrico seguido de concêntrico (saltos)

8° mês

- Liberação para o esporte se sem queixas

8. REFERÊNCIAS

8. REFERÊNCIAS

1. Karlsson J, Irrgang JJ, van Eck CF, Samuelsson K, Meija H a, Fu FH. Anatomic Single- and Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, Part 2: Clinical Application of Surgical Technique. *Am J Sports Med.* 2011:1–11.
2. Fernandes TL, Prota TR, Fregni F, Neto RB, Pedrinelli A, Camanho GL, Hernandez AJ. Isokinetic muscle strength and knee function associated with double femoral pin fixation and fixation with interference screw in anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012 20(2):275-80.
3. Fu FH, Shen W, Starman JS, Okeke N, Irrgang JJ. Primary anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a preliminary 2-year prospective study. *Am J Sports Med.* 2008 36(7):1263–74.
4. Hootman JM, Dick R, Agel J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *J Athl Train.* 2007 42(2):311-9. Review.
5. Zantop T, Wellmann M, Fu FH, Petersen W. Tunnel positioning of anteromedial and posterolateral bundles in anatomic anterior cruciate ligament reconstruction: anatomic and radiographic findings. *Am J Sports Med.* 2008 36(1):65-72.
6. Harner CD, Baek GH, Vogrin TM, Carlin GJ, Kashiwaguchi S, Woo SL. Quantitative analysis of human cruciate ligament insertions. *Arthroscopy.* 1999 15(7):741-9.
7. Howell SM, Clark JA, Farley TE. A rationale for predicting anterior cruciate graft impingement by the intercondylar roof. A magnetic resonance imaging study. *Am J Sports Med.* 1991 19(3):276-82.
8. Topliss C, Webb J. An audit of tunnel position in anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee.* 2001 8(1):59-63.
9. Kopf S, Musahl V, Tashman S, Szczodry M, Shen W, Fu FH. A systematic review of the femoral origin and tibial insertion morphology of the ACL. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009 17(3):213–9.

10. Bicer EK, Lustig S, Servien E, Selmi TAS, Neyret P. Current knowledge in the anatomy of the human anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010 18(8):1075–84.
11. Gougoulas N, Khanna A, Griffiths D, Maffulli N. ACL reconstruction: can the transtibial technique achieve optimal tunnel positioning? A radiographic study. *Knee* 2008 15(6):486–90.
12. Musahl V, Plakseychuk A, VanScyoc A, et al. Varying femoral tunnels between the anatomical footprint and isometric positions: effect on kinematics of the anterior cruciate ligament-reconstructed knee. *Am J Sports Med.* 2005 33(5):712–8.
13. Kopf S, Pombo MW, Shen W, Irrgang JJ, Fu FH. The ability of 3 different approaches to restore the anatomic anteromedial bundle femoral insertion site during anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2011 27(2):200–6.
14. Forsythe B, Kopf S, Wong AK, et al. The location of femoral and tibial tunnels in anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction analyzed by three-dimensional computed tomography models. *J Bone Joint Surg Am.* 2010 92(6):1418–26.
15. Pinczewski LA, Salmon LJ, Jackson WF, von Bormann RB, Haslam PG, Tashiro S. Radiological landmarks for placement of the tunnels in single-bundle reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Br.* 2008 90(2):172-9.
16. Moisala A-S, Järvelä T, Harilainen A, Sandelin J, Kannus P, Järvinen M. The effect of graft placement on the clinical outcome of the anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 15(7):879–87.
17. Beynon BD, Johnson RJ, Abate JA, Fleming BC, Nichols CE. Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part 2. *Am J Sports Med.* 2005 33(11):1751-67. Review.
18. Zantop T, Petersen W, Fu Freddie. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Oper Tech Orthop.* 2005 15(1):20-28
19. Girgis FG, Marshall JL, Monajem A. The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop Relat Res.* 1975 (106):216-31.
20. Hutchinson MR, Ash SA. Resident's ridge: assessing the cortical thickness of the lateral wall and roof of the intercondylar notch. *Arthroscopy.* 2003 19(9):931-5.
21. Zantop T, Petersen W, Sekiya JK, Musahl V, Fu FH. Anterior cruciate ligament anatomy and function relating to anatomical reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006 14(10):982-92.

22. Colvin AC, Shen W, Musahl V, Fu FH. Avoiding pitfalls in anatomic ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 17(8):956–63.
23. Amis AA, Dawkins GP. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. *J Bone Joint Surg Br.* 1991 73(2):260-7.
24. Andersen HN, Dyhre-Poulsen P. The anterior cruciate ligament does play a role in controlling axial rotation in the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1997 5(3):145-9.
25. Harner CD, Baek GH, Vogrin TM, Carlin GJ, Kashiwaguchi S, Woo SL. Quantitative analysis of human cruciate ligament insertions. *Arthroscopy.* 1999 15(7):741-9.
26. Zantop T, Petersen W, Fu F. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Operative Techniques in Orthopaedics.* 2005 15(1):20–8.
27. Howell SM. Principles for placing the tibial tunnel and avoiding roof impingement during reconstruction of a torn anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1998 6 Suppl 1:S49-55. Review.
28. Siebold R, Ellert T, Metz S, Metz J. Tibial insertions of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament: morphometry, arthroscopic landmarks, and orientation model for bone tunnel placement. *Arthroscopy.* 2008 24(2):154-61.
29. Siebold R, Ellert T, Metz S, Metz J. Femoral insertions of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament: morphometry and arthroscopic orientation models for double-bundle bone tunnel placement—a cadaver study. *Arthroscopy.* 2008 24(5):585-92.
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(1):85-9.
31. Odensten M, Gillquist J. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. *J Bone Joint Surg Am.* 1985 67(2):257-62.
32. Arms SW, Pope MH, Johnson RJ, Fischer RA, Arvidsson I, Eriksson E. The biomechanics of anterior cruciate ligament rehabilitation and reconstruction. *Am J Sports Med.* 1984 12(1):8-18.
33. Jonsson H, Elmqvist LG, Kärrholm J, Tegner Y. Over-the-top or tunnel reconstruction of the anterior cruciate ligament? A prospective randomised study of 54 patients. *J Bone Joint Surg Br.* 1994 76(1):82-7.

34. Heming JF, Rand J, Steiner ME. Anatomical limitations of transtibial drilling in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2007 35(10):1708-15.
35. Dargel J, Pohl P, Tzikaras P, Koebke J. Morphometric side-to-side differences in human cruciate ligament insertions. *Surg Radiol Anat.* 2006 28(4):398-402.
36. Misonoo G, Kanamori A, Ida H, Miyakawa S, Ochiai N. Evaluation of tibial rotational stability of single-bundle vs. anatomical double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction during a high-demand activity - a quasi-randomized trial. *Knee.* 2012 19(2):87-93.
37. Dargel J, Schmidt-Wiethoff R, Fischer S, Mader K, Koebke J, Schneider T. Femoral bone tunnel placement using the transtibial tunnel or the anteromedial portal in ACL reconstruction: a radiographic evaluation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009 17(3):220–7.
38. Johnson DS, Smith RB. Outcome measurement in the ACL deficient knee--what's the score? *Knee.* 2001 8(1):51-7. Review.
39. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res* 1985 (198):43–9.
40. Lee DY, Karim SA, Chang HC. Return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction - a review of patients with minimum 5-year follow-up. *Ann Acad Med Singapore.* 2008 37(4):273-8.
41. Lee MC, Seong SC, Lee S, Chang CB, Park YK, Jo H, et al. Vertical femoral tunnel placement results in rotational knee laxity after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2007 23(7):771-8.
42. Metsavaht L, Leporace G, Riberto M, Mello Sposito MM de, Batista LA. Translation and cross-cultural adaptation of the brazilian version of the international knee documentation committee subjective knee form: validity and reproducibility. *Am J Sports Med.* 2010 (9):1894-1899.
43. Satku K, Kumar VP, Ngoi SS. Anterior cruciate ligament injuries. To counsel or to operate? *J Bone Joint Surg Br.* 1986 68(3):458-61.
44. Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med.* 1982 10(3):150-154.
45. 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(5): 268-272.

46. Good L, Odensten M, Gillquist J. Precision in reconstruction of the anterior cruciate ligament. A new positioning device compared with hand drilling. *Acta Orthop Scand*. 1987 58(6):658-61.
47. Bernard M, Hertel P. [Intraoperative and postoperative insertion control of anterior cruciate ligament-plasty. A radiologic measuring method (quadrant method)]. *Unfallchirurg*. 1996 99(5):332-40
48. Harner CD, Marks PH, Fu FH, Irrgang JJ, Silby MB, Mengato R. Anterior cruciate ligament reconstruction: endoscopic versus two-incision technique. *Arthroscopy*. 1994 10(5):502-12.
49. Khalfayan EE, Sharkey PF, Alexander AH, Bruckner JD, Bynum EB. The relationship between tunnel placement and clinical results after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 1996 24(3):335-41
50. Aglietti P, Zaccherotti G, Menchetti PP, De Biase P. A comparison of clinical and radiological parameters with two arthroscopic techniques for anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 1995 3(1):2-8
51. Klos TV, Harman MK, Habets RJ, Devilee RJ, Banks SA. Locating femoral graft placement from lateral radiographs in anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison of 3 methods of measuring radiographic images. *Arthroscopy*. 2000 16(5):499-504.
52. Amis AA, Beynon B, Blankevoort L, Chambat P, Christel P, Durselen L, et al. Proceedings of the ESSKA Scientific Workshop on Reconstruction of the Anterior and Posterior Cruciate Ligaments. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 1994 2(3):124-32.
53. Mochizuki T, Muneta T, Nagase T, Shirasawa S, Akita KI, Sekiya I. Cadaveric knee observation study for describing anatomic femoral tunnel placement for two-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. 2006 22(4):356-361
54. Staubli H-U, Rauschning W. Tibial attachment area of the anterior cruciate ligament in the extended knee position. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 1994 2(3):138-146.
55. Jackson DW, Gasser SI. Tibial tunnel placement in ACL reconstruction. *Arthroscopy: the journal of arthroscopic & related surgery: official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 1994 10(2):124-31.
56. Ahn JH, Lee SH, Yoo JC, Ha HC. Measurement of the graft angles for the anterior cruciate ligament reconstruction with transtibial technique using postoperative magnetic resonance imaging in comparative study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2007 15(11):1293-1300.

57. Sernert N, Kartus J, Köhler K, Stener S, Larsson J, Eriksson BI, et al. Analysis of subjective, objective and functional examination tests after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1999 7(3):160-165.
58. Sommer C, Friederich NF, Müller W. Improperly placed anterior cruciate ligament grafts: correlation between radiological parameters and clinical results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000 8(4):207-13.
59. Loh JC, Fukuda Y, Tsuda E, Steadman RJ, Fu FH, Woo SLY. Knee stability and graft function following anterior cruciate ligament reconstruction: Comparison between 11 o'clock and 10 o'clock femoral tunnel placement. *Arthroscopy.* 2003 19(3):297-304.
60. Behrend H, Stutz G, Kessler MA, Rukavina A, Giesinger K, Kuster MS. Tunnel placement in anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction: quality control in a teaching hospital. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006 14(11):1159-65.
61. Simmons R, Howell SM, Hull ML. Effect of the angle of the femoral and tibial tunnels in the coronal plane and incremental excision of the posterior cruciate ligament on tension of an anterior cruciate ligament graft: an in vitro study. *J Bone Joint Surg Am.* 2003 85-A(6):1018-29.
62. Ayerza MA, Muscolo DL, Costa-Paz M, Makino A, Rondon L. Comparison of sagittal obliquity of the reconstructed anterior cruciate ligament with native anterior cruciate ligament using magnetic resonance imaging. *Arthroscopy.* 2003 19(3):257-261.
63. Saowaprut S, Tanpowpong T, Piyaskulkaew C. Correlation of Graft Position, Knee Laxity and Clinical Outcome: Comparison with Native Anterior Cruciate Ligament Using Magnetic Resonance Imaging Study. *J Med Assoc Thai* 2009 92(4):510-6
64. Hamada M, Shino K, Horibe S, Mitsuoka T, Toritsuka Y, Nakamura N. Changes in cross-sectional area of hamstring anterior cruciate ligament grafts as a function of time following transplantation. *Arthroscopy.* 2005 21(8):917-22.
65. Kocher MS, Steadman JR, Briggs K, Zurakowski D, Sterett WI, Hawkins RJ. Determinants of patient satisfaction with outcome after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Bone Joint Surg Am.* 2002 84-A(9):1560-72.
66. Lewis PB, Parameswaran AD, Rue JP, Bach BR Jr. Systematic review of single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction outcomes: a baseline assessment for consideration of double-bundle techniques. *Am J Sports Med.* 2008 36(10):2028-36.

67. World Medical Association Declaration of Helsinki. Ethical principles for medical research involving human subjects. *Bulletin of the World Health Organization* 2001 79(4):373–4.
68. Jepsen CF, Lundberg-Jensen AK, Faunoe P. Does the position of the femoral tunnel affect the laxity or clinical outcome of the anterior cruciate ligament-reconstructed knee? A clinical, prospective, randomized, double-blind study. *Arthroscopy*. 2007 23(12):1326–33.
69. Au AG, Raso VJ, Liggins AB, Otto DD, Amirfazli A. A three-dimensional finite element stress analysis for tunnel placement and buttons in anterior cruciate ligament reconstructions. *J Biomech*. 2005 38(4):827-832.
70. Yasuda K, Kondo E, Ichiyama H, Kitamura N, Tanabe Y, Tohyama H, et al. Anatomic reconstruction of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament using hamstring tendon grafts. *Arthroscopy* 2004 20(10):1015-25
71. Lautamies R, Harilainen A, Kettunen J, Sandelin J, Kujala UM. Isokinetic quadriceps and hamstring muscle strength and knee function 5 years after anterior cruciate ligament reconstruction: comparison between bone-patellar tendon-bone and hamstring tendon autografts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2008 16(11):1009-16.
72. Aglietti P, Giron F, Buzzi R, Biddau F, Sasso F. Anterior cruciate ligament reconstruction: bone-patellar tendon-bone compared with double semitendinosus and gracilis tendon grafts. A prospective, randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2004 86-A(10):2143-55.
73. Jansson KA, Linko E, Sandelin J, Harilainen A. A prospective randomized study of patellar versus hamstring tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2003 31(1):12-8.
74. Eriksson K, Anderberg P, Hamberg P, Löfgren AC, Bredenberg M, Westman I, Wredmark T. A comparison of quadruple semitendinosus and patellar tendon grafts in reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Br*. 2001 83(3):348-54.
75. Gobbi A, Francisco R. Factors affecting return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon and hamstring graft: a prospective clinical investigation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006 14(10):1021-8.
76. Hefzy MS, Grood ES. Sensitivity of insertion locations on length patterns of anterior cruciate ligament fibers. *J Biomech Eng*. 1986 108(1):73-82.

77. Silva A, Sampaio R, Pinto E. Placement of femoral tunnel between the AM and PL bundles using a transtibial technique in single-bundle ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010 18(9):1245–51.