

**CÉSAR JANOVSKY**

**INSERÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR:  
NOVOS CONCEITOS**

**Dissertação apresentada a Universidade  
Federal de São Paulo – Escola Paulista  
de Medicina para obtenção do Título de  
Mestre em Ciências.**

**São Paulo**

**2016**

**CÉSAR JANOVSKY**

**INSERÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR:  
NOVOS CONCEITOS**

**Dissertação apresentada a Universidade  
Federal de São Paulo – Escola Paulista  
de Medicina para obtenção do Título de  
Mestre em Ciências.**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. MOISES COHEN**

**COORIENTADOR: Prof. MARIO FERRETTI**

**São Paulo**

**2016**

Janovsky, César.

**Inserção do ligamento cruzado anterior: novos conceitos./** Cesar Janovsky.

São Paulo, 2015.

L, 50f

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Paulo. Programa de Pós-Graduação em Cirurgia Translacional.

Título em inglês: New concepts of anterior cruciate ligament footprints.

1. Ligamento cruzado anterior. 2. Joelho 3. Anatomia. 4. Reconstrução . 5. Inserção.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIRURGIA  
TRANSLACIONAL**

**COORDENADOR: Prof. Dr. MIGUEL SABINO NETO**

## **DEDICATÓRIA**

A minha esposa, Carolina Castro Porto Silva Janovsky, pelo incentivo, pelo exemplo e apoio incondicional em todos os momentos.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao **PROF. Dr. MOISÉS COHEN**, CIRURGIÃO ORTOPÉDICO, ORIENTADOR DO PROGRAMA DE CIRURGIA TRANSLACIONAL DA UNIFESP, PROFESSOR TITULAR E CHEFE DO DEPARTAMENTO DE ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA DA UNIFESP, por orientar esse estudo, por ser uma referência de dedicação e capitanear a formação médica de inumeros outros especialistas da área;

Ao **PROF. MARIO FERRETTI**, CIRURGIÃO ORTOPÉDICO, CO-ORIENTADOR DO PROGRAMA DE CIRURGIA TRANSLACIONAL DA UNIFESP, PROFESSOR ADJUNTO DO DEPARTAMENTO DE ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA DA UNIFESP, por co-orientar esse estudo, por ser uma referência na área e por ajudar a a desenvolver a pesquisa básica na espacialidade;

Ao **PROF. Dr. MIGUEL SABINO NETO**, COORDENADOR DO PROGRAMA DE CIRURGIA TRANSLACIONAL DA UNIFESP, por coordenar este Programa e ter a capacidade de estimular a ciência nos mais altos níveis;

Aos **DOCENTES DA DISCIPLINA DE CIRURGIA PLÁSTICA E DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIRURGIA TRANSLACIONAL DA UNIFESP**, pelas contribuições realizadas;

Aos **MEMBROS DO CENTRO DE TRAUMATO-ORTOPEDIA DO ESPORTE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO**, pela colaboração e auxílios no desenvolvimento do estudo.

Gostaria especialmente de agradecer todas as pessoas que participaram deste estudo. Não só auxiliaram nos meus objetivos acadêmicos e profissionais como pesquisador, mas também contribuíram para inúmeros outros pesquisadores e clínicos.

“Descobrir consiste em olhar para o que todo mundo está vendo e pensar uma coisa diferente”. (Roger Von Oech)

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

LCA	Ligamento cruzado anterior
AM, PL	Bandas anteromedial e posterolateral
HNO <sub>3</sub>	Ácido nítrico
H & E:	Hematoxilina-Eosina

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1. Observação Microscópica da Abreviação.....	18
--	----

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1:** Visão posterior do LCA com a inserção em formato de “C”. .5
- FIGURA 2:** Visão anterior do LCA. Área da inserção foi dividida em 4 fatias paralelas longitudinais. 1 (0-25%), 2 (25%-50%), 3 (50%-75%) and 4 (75%-100%) para o estudo histológico..... 12
- FIGURA 3:** Aspecto histológico das lamínas. H&E (a) e alcian blue (b). Note que as fibras ligamentares ( estrela) estão apresentadas envolvidas com tecido sinovial ( triângulo) . ..... 13
- FIGURA 4:** Medidas microscópicas: (A+B) distância de toda a inserção do LCA. (A) distância da inserção ligamentar e (B) distância da inserção sinovial..... 14
- FIGURA 5:** (A) Inserção do LCA corado com H&E. Várias Bandas do LCA e o aspecto do tecido sinovial posterior são mostrados. (B) Visão de um corte axial com tecido sinovial (estrela) e bandas ligamentares (triângulo) ( X 100). (C) (seta) Estruturas neurovasculares (X 400). (D) (diamante) Limite do ligamento/tecido ligamentar; (oval) Tecido ligamentar. .... 17
- FIGURA 6:** Inserção da área ligamento-osso (X 100) mostrando tecido ligamentar, fibrocartilagem não calcificada ( arrow)..... 19
- FIGURA 7:** A análise por microscopia de luz polarizada com picrossírius ( X 100 e X 400 ). (A) região ligamentar com maior quantidade de colágeno tipo 1. (B) região de transição do ligamento e tecido sinovial mostrando menor quantidade de colágeno tipo 1. ( C) região posterior do ligamento, presença de maior quantidade de colágeno tipo 3 ..... 20
- FIGURA 8:** Aspector posterior da inserção em formato de “C” mostrando as bandas AM e PL. .... 24

## SUMÁRIO

DEDICATÓRIA .....	iv
AGRADECIMENTOS .....	v
LISTA DE ABREVIATURAS .....	viii
LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	x
Resumo .....	xii
1. Introdução .....	2
2. Objetivos .....	5
3. Literatura .....	7
4. Métodos .....	11
5. Resultados .....	16
6. Discussão .....	22
7. Conclusão .....	26
8. Referências .....	28
Normas adotadas .....	33
Abstract .....	35
ANEXOS .....	36

## **Resumo**

**Objetivos:** Investigação macroscópica e histológica da atual controvérsia sobre a localização e morfologia da inserção tibial do ligamento cruzado anterior (LCA).

**Métodos:** Dezoito joelhos frescos foram retirados após necropsia de cadáveres e as inserções tibiais do LCA foram dissecadas com cuidado. A inserção tibial do LCA foi dividida em 4 fatias paralelas longitudinais. Foram preparadas lâminas para análise histológica. Adicionalmente, foi utilizada coloração de picrossírius para avaliação das fibras de colágeno.

**Resultados:** Os 18 espécimes de joelho mostraram que a inserção tibial do LCA tinha uma forma semelhante a uma letra “ C ”. Além da forma em “ C ” houve uma rotação entre os tubérculos intercondilares medial e lateral, com o LCA apontando para a região de inserção femoral. A avaliação microscópica mostrou uma clara divisão entre o LCA (colágeno tipo 1) e o tecido sinovial (colágeno tipo 3) no tecido posterior ao ligamento e entre as bandas do LCA. As medições mostraram que o ligamento ocupado apenas 30,8 % da inserção completa.

**Conclusão:** O nosso estudo confirmou macroscopicamente que a inserção do LCA tibial tem uma forma da letra “C”, demonstrando histologicamente pela presença de tecido sinovial que preenche a maior parte do local de inserção.

## **INTRODUÇÃO**

## 1. Introdução

O ligamento cruzado anterior (LCA) está sendo intensamente estudados, e os resultados da cirurgia de LCA têm recebido atenção considerável, porque esta cirurgia é um dos procedimentos mais comuns realizados por cirurgiões ortopédicos e além disso, apresenta efeitos devastadores sobre as carreiras de atletas profissionais ou simplesmente na qualidade de vida de esportistas em geral. O resultado satisfatório final pós operatório depende de fatores técnicos, como a posição do túnel, as escolhas de enxerto, métodos de fixação e protocolos de reabilitação (AMIS, 2012).

Desde Claudio Galeno (médico romano em 150 d.C.) que atendia os gladiadores e teve a oportunidade de estudar a anatomia do LCA, passando pelos irmãos Weber (1856) e muitos outros, o interesse pelo estudo do LCA vem crescendo devido principalmente ao fato de que a compreensão exata da anatomia e biomecânica possa melhorar o estado atual do tratamento e evitar complicações ou desfechos desfavoráveis que temos nos dias atuais (BATTLEHNER *et al.*, 1996; BUONCRISTIANI *et al.*, 2006; COHEN *et al.*, 2011; CRAWFORD *et al.*, 2007; YTM *et al.*, 2013; DIENST *et al.*, 2002; FERRETTI *et al.*, 2007).

Atualmente o LCA é descrito como um ligamento com duas bandas funcionais com base na inserção tibial chamadas: anteromedial (AM) e posterolateral (PL). As fibras do feixe AM chegam a inserção tibial na posição anteromedial da porção proximal da parede medial do côndilo femoral lateral. Do mesmo modo, as fibras de a inserção feixe PL na parte posterolateral da inserção tibial, e ocupam uma posição mais distal perto da superfície da cartilagem articular anterior do côndilo femoral lateral

(CRAWFORD *et al.*, 2007; YTM *et al.*, 2013; DIENST *et al.*, 2002; FERRETTI *et al.*, 2007; FERRETI *et al.*, 2007; GIRGIS, MARSHALL, MONAJEM, 1975).

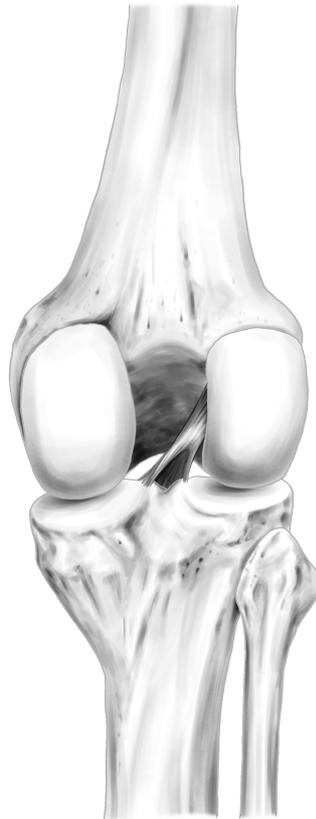
Estudos histológicos sobre a morfologia do LCA vem sendo realizados e alguns não encontram nenhuma evidência de diferentes subdivisões anatômicas do LCA, enquanto outros mostram um septo bem definido dividindo os bandas AM e PL (GIRGIS, MARSHALL, MONAJEM, 1975; HARA *et al.*, 2009; IWAHASHI *et al.*, 2010)

Assim como sobre as bandas, a literatura recente não fornece informações muito atualizadas que possa mudar nossa compreensão sobre as inserções da tíbia e do fêmur do LCA. Estudos anatômicos prévios investigaram os locais de inserção reais dos ligamentos cruzados e os suas morfologias. No entanto, os pontos anatômicos que reproduzem perfeitamente a anatomia e funções da LCA ainda estão sendo procurados. Um estudo recente propõe que as fibras do LCA são em formato de fita e a inserção em formato da letra “C”, indo ao encontro do conceito de LCA em formato cilíndrico e com inserção em elipse.

**OBJETIVOS**

## 2. Objetivos

O objetivo deste estudo anatômico utilizando joelhos de cadáveres é macroscopicamente e histologicamente investigar a controvérsia existente a respeito da localização e morfologia da inserção tibial do LCA (MOCHIZUKI *et al.*, 2006; MORGAN, KALMAN, GRAWL, 1995; MUNETA *et al.*, 2015; NAGAI *et al.*, 2015; ODENSTEN & GILLQUIST, 1985; PETERSEN & TILLMANN, 2002; SASAKI *et al.*, 2012; SIEBOLD *et al.*, 2014). (Figura 1)



**FIGURA 1:** Visão posterior do LCA com a inserção em formato de “C”.

**LITERATURA**

### 3. Literatura

AMIS *et al.* (1991) descreveram a divisão do LCA em bandas com cada uma delas apresentando funções distintas de acordo com o grau de flexo extensão do joelho , assim como dividindo em estabilidade rotacional ou unidirecional.

ANDERSON *et al.* (2001) correlacionaram o formato das estruturas ósseas ao redor do LCA (espinhas, intercôndilo e bordas da tibia) com as lesões ligamentares de homens e mulheres, demonstrando que características do formato do intercôndilo feminino sendo mais estreito, apresentam maiores taxas de lesões.

ARNOCZKY *et al.* (1983) mostraram o que a maioria dos autores descreve sobre a inserção tibial do LCA: com formato oval e tendo a inserção da banda AM com relação direta com a espinha tibial e a inserção da banda PL relatada como próxima a espinha lateral, em frente a inserção do menisco lateral.

BUONCRISTIANI *et al.* (2006) descreveram a reconstrução das duas bandas isoladamente do LCA com propósito de melhora da estabilidade rotacional.

COLOMBET *et al.* (2006) apresentaram um estudo anatômico correlacionando achados em peças cadavéricas com imagens de radiografia, propondo uma reconstrução do LCA com características individuais para cada indivíduo.

DARGEL *et al.* (2006) mediram através de metodologia morfométrica as inserções do LCA e demonstraram diferenças significativas nos achados.

EDWARDS *et al.* (2007) demonstraram as inserções isoladamente das bandas AM e PL de forma mais específica e propondo pontos para a reconstrução cirúrgica.

FERRETTI (2007) mediram com metodologia a laser a inserção e propuseram marcos anatômicos para a reconstrução cirúrgica.

FU *et al.* (2010) publicou um revisão sobre os conceitos de reconstrução anatômica, propondo a reconstrução com dupla banda isoladas como a melhor opção.

HARNER *et al.* (1999) mostraram que a inserção tíbia é relatada como apresentando largura de 10-11mm e 17-18 mm de comprimento com área media de  $136 \pm 33 \text{mm}^2$ . Área de visualização macroscópica.

IWAHASHI *et al.* (2010) demonstraram através de tomografia volumétrica em 3 dimensões a inserção de fibras de forma direta no osso.

OTSUBO *et al.* (2012) Demonstraram a presença de três bandas funcionais compondo o LCA.

SADOGUI *et al.* (2012) propuseram uma reconstrução utilizando um sistema de coordenadas validado em peças cadavéricas.

SASAKI *et al.* (2012) mostraram histologicamente apresentando as fibras do LCA com formato afilado.

SIEBOLD *et al.* (2014) introduziu o conceito em que a inserção femoral do LCA é direta na região femoral e em formato de fita e não oval na tíbia. Foi descrito que as fibras ligamentares se apresentam como uma borracha, e a inserção na tibia tem formato em “C”. Esse estudo tinha a limitação de não apresentar magnificação dos achados podendo ter

provocado um erro sistemático durante as dissecções.

STARMAN *et al.* (2007) visualizaram em cortes padrões de ressonância magnéticas a divisão das bandas AM e PL, propondo que não são divisões funcionais e sim divisões anatômicas.

## **MÉTODOS**

#### 4. Métodos

Estudo aprovado pelo comitê de ética da EPM/UNIFESP.

Estudo em cadáveres conduzido de acordo com as diretrizes éticas da Associação Médica Mundial de Helsinki.

Foram utilizados 20 joelhos de cadáveres frescos congelados para este estudo ( todos Homens,  $68,8 \pm 5,4$  anos (faixa de 55-80 ), peso (  $78 \pm 6,6$  kg) ( faixa de 45-93 ). Os joelhos foram retirados de cadáveres após a autorização da autópsia pela família, dentro de 7 a 48 horas da morte. Para o estudo contamos com 18 joelhos, pois dois joelhos, um com osteoartrite grave e outro com cirurgia anterior no local foram excluídos. As estruturas de tecidos moles em torno dos joelhos foram removidas para expor a articulação . Uma serra oscilante foi usado para cortar o ligamento LCA com as inserções dos ossos (fêmur e tíbia) para evitar qualquer dano à inserção ou membrana fibrosa superficial que cobre as inserções do LCA e LCA.

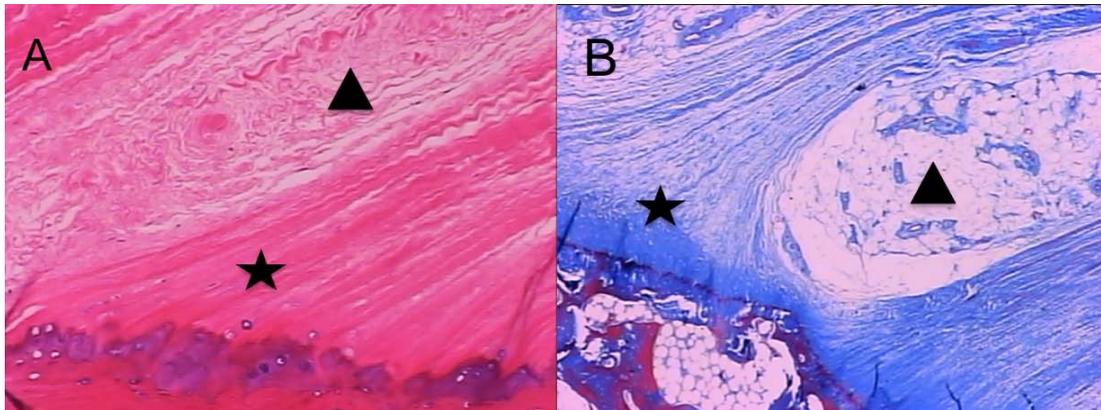
Todas as inserções do LCA tibiais foram dissecados cuidadosamente pelo mesmo pesquisador.

Os espécimes de cadáveres foram fixadas em solução de formalina ( 10 % neutra tamponada ) durante 2 dias , seguido por descalcificação com  $\text{HNO}_3$  ( 1/1 v / v ) durante 72 h , independentemente da qualidade do osso . A inserção do LCA tibial foi observada, e estas áreas foram longitudinalmente dividido em quatro fatias paralelas ( 0-25 % , 25-50 % , 50-75 % e 75-100 %) da inserção completa macroscópica ( Figura 2).



**FIGURA 2:** Visão anterior do LCA. Área da inserção foi dividida em 4 fatias paralelas longitudinais. 1 (0-25%), 2 (25%-50%), 3 (50%-75%) e 4 (75%-100%) para o estudo histológico.

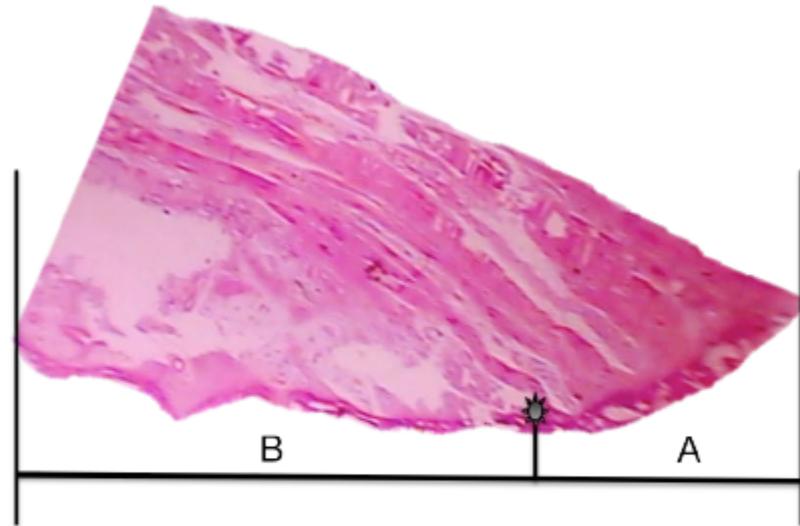
As fatias foram designadas como mostrado na Figura 3. Em seguida, os blocos foram incluídos em parafina e cortado em cortes de 5 m de espessura. As seções que estavam mais perto do local de inserção foram então coradas com H & E ( Figura 3 a ) e alcian-blue em pH 2.5( Figura 3b ). H & E foi usado para observar a morfologia da inserção do LCA .



**FIGURA 3:** Aspecto histológico das laminas. H&E (a) e alcian-blue (b). Note que as fibras ligamentares ( estrela) estão apresentadas envolvidas com tecido sinovial ( triângulo) .

As inserções do LCA foram cuidadosamente observados com um microscópio (Olympus ,Tóquio, Japão) em 40X , 100X e 400X ampliações. Todos os blocos também foram analisados , comparando a imagem ultra estrutural com os resultados obtidos utilizando o método específico para fibras contendo colágeno (picrossírius - polarização) por microscopia de luz .

Em seguida , as amostras foram medidas usando um microscópio (Olympus , Tóquio, Japão) em 40X para determinar a distância da borda anterior da inserção até a região final do LCA e a distancia da borda posterior da inserção até a região final do LCA. (Figura 4 )



**FIGURA 4:** Medidas microscópicas: (A+B) distância de toda a inserção do LCA. (A) distância da inserção ligamentar e (B) distância da inserção sinovial.

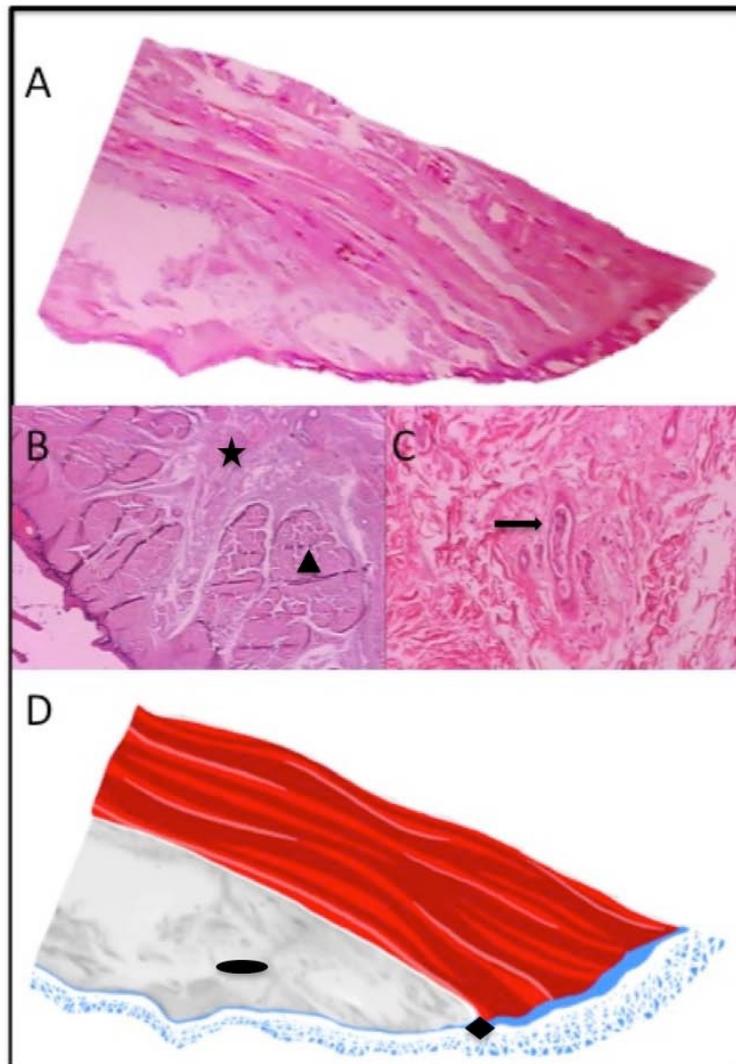
### **Análise estatística**

Não existe comparações entre grupos. O valor  $p \leq 0,05$  foi considerado significativo. Média e mediana foram calculadas para cada peça. Desvios padrão e desvios de distribuição normal foram calculados para todas as variáveis do resultado.

## **RESULTADOS**

## 5. Resultados

Os 18 espécimes de joelho mostrou que a inserção tibial do LCA tinha uma forma semelhante a uma letra “C”. Além da forma em “C” houve uma rotação entre os tubérculos intercondilares medial e lateral , com o LCA apontando para a região de inserção femoral. A avaliação microscópica mostrou uma clara divisão entre o LCA e o tecido sinovial (Figuras 5A e 5D).



**FIGURA 5:** (A) Inserção do LCA corado com H&E. Várias Bandas do LCA e o aspecto do tecido sinovial posterior são mostrados. (B) Visão de um corte axial com tecido sinovial (estrela) e bandas ligamentares (triângulo) ( X 100). (C) (seta) Estruturas neurovasculares (X 400). (D) (diamante) Limite do ligamento/tecido ligamentar; (oval) Tecido ligamentar.

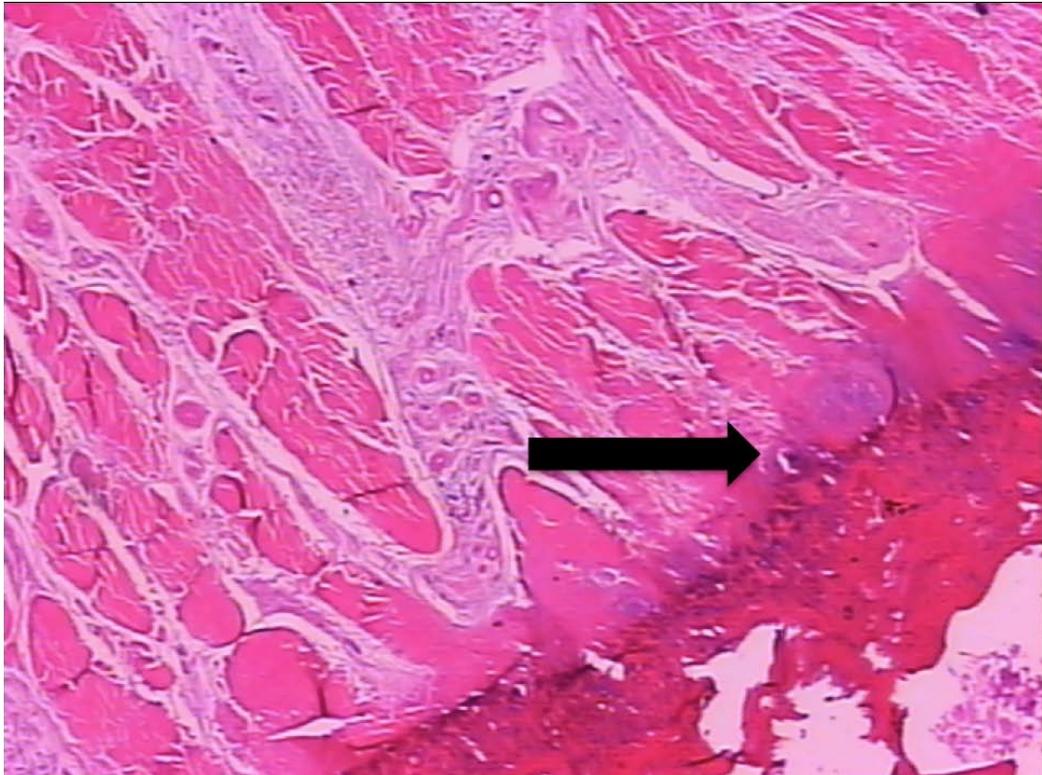
**TABELA 1. Observação Microscópica da Abreviação**

<b>Joelhos</b>	<b>A(mm)</b>	<b>B(mm)</b>
<b>1</b>	5,15	12,08
<b>2</b>	5,02	11,43
<b>3</b>	4,73	12,83
<b>4</b>	5,12	12,7
<b>5</b>	4,74	11,71
<b>6</b>	5,87	12,17
<b>7</b>	4,56	10,99
<b>8</b>	5,75	10,03
<b>9</b>	4,81	13,08
<b>10</b>	5,37	11,41
<b>11</b>	4,98	9,75
<b>12</b>	5,21	11,37
<b>13</b>	4,04	13,48
<b>14</b>	5,29	11,05
<b>15</b>	5,11	10,38
<b>16</b>	4,98	11,5
<b>17</b>	5,49	10,41
<b>18</b>	6,23	11,26
<b>AV</b>	5,1361	11,535
<b>SD</b>	0,5056	1,0178

Observação Microscópica da Abreviação: A, comprimento do limite anterior da inserção para o limite posterior do LCA; B, comprimento do limite posterior do LCA ( início do tecido sinovial) até o limite posterior da inserção( fim do tecido sinovial ) inserção tibial do LCA.

Outro achado importante foi a presença de bandas de tecido histológico ligamentar dividido pelo mesmo tecido sinovial encontrado dentro da área de inserção do LCA. (FIGURA 5B) Estruturas neurovasculares sobre este tecido sinovial. ( Figura 5C).

Foi achado que a área de inserção ligamento-osso existe tecido ligamentar, fibrocartilagem não calcificada e fibrocartilagem calcificada (Figura 6).

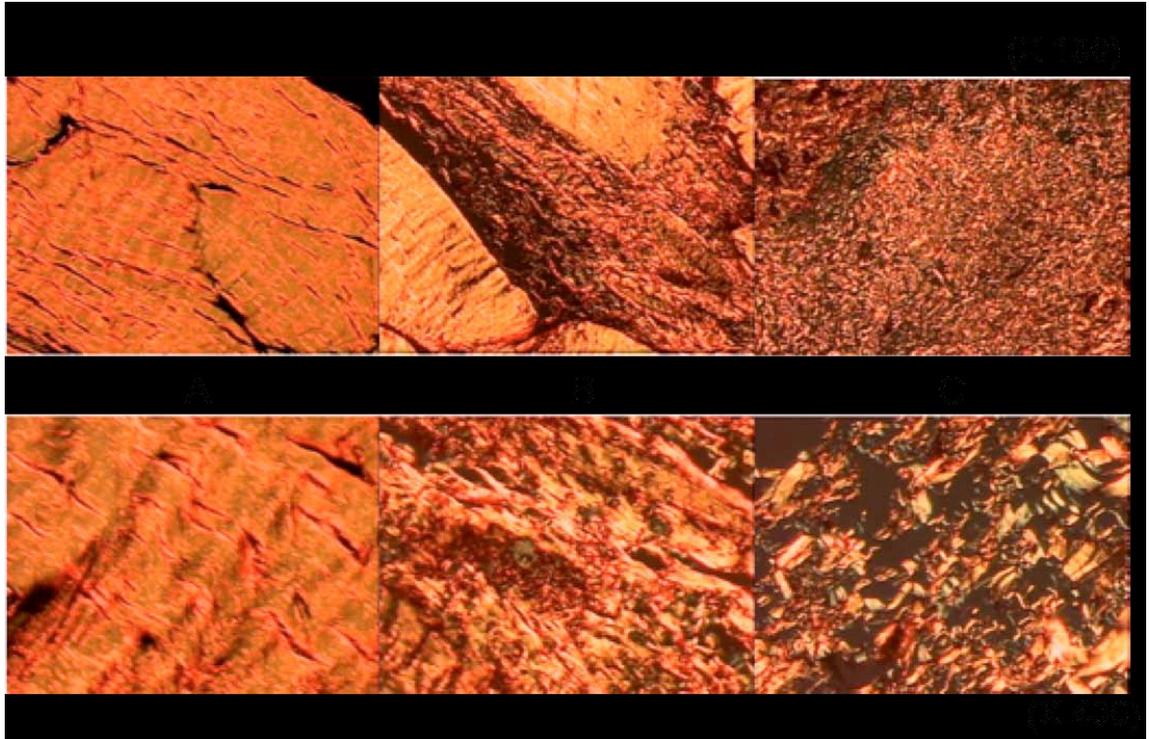


**FIGURA 6:** Inserção da área ligamento-osso (X 100) mostrando tecido ligamentar, fibrocartilagem não calcificada (flecha).

As medições mostraram que o ligamento ocupado apenas 30,8 % da inserção completa. A área restante foi preenchido com tecido sinovial (Figura 4).

A análise por microscopia de luz com picrossírius - polarização mostrou uma maior concentração de um tipo de colágeno nas fibras do ligamento, o qual está em contraste com a concentração de colágeno de tipo 3 superior observada no tecido ligamento cruzado na região posterior (colágeno tipo 1 aparece em vermelho, e o tipo 3 em verde). O tecido

sinovial entre as bandas de LCA foi semelhante a este último, em vez de mostrar a semelhança esperado para o ligamento (MORGAN, KALMAN, GRAWL, 1995) ( Figura 7 ) .



**FIGURA 7:** A análise por microscopia de luz polarizada com picrosirius ( X 100 e X 400 ). (A) região ligamentar com maior quantidade de colágeno tipo 1. (B) região de transição do ligamento e tecido sinovial mostrando menor quantidade de colágeno tipo 1. (C) região posterior do ligamento, presença de maior quantidade de colágeno tipo 3

**DISCUSSÃO**

## 6. Discussão

Reconstrução do LCA é, sem dúvida, um dos procedimentos mais comuns na prática clínica ortopédica, assim, um interesse em estudos sobre as funções e morfologia da LCA é continuamente levantada. Baseado em cirurgia artroscópica de rotina, anterior para posterior observações do LCA e publicações passadas inúmeras, nós acreditamos que a LCA apresenta uma estrutura sólida e cilíndrico (MUNETTA *et al.*, 2015). No entanto, após um estudo recente (NAGAI *et al.*, 2015), a ideia de um ligamento funcionalmente cilíndrica com uma morfologia plana ganhou a atenção.

A introdução de reconstrução do LCA com feixe duplo promoveu o estudo da tíbia e inserções femorais, principalmente examinando a região anatômica mais de perto (AMIS, 2012; ARNOCKY, 1983; ODENSTEN & GILLQUIST, 1985).

Estudos anatômicos através de dissecação de cadáveres são fontes inigualáveis de conhecimento (PETERSEN & TILLMANN, 2002). Durante a nossa pesquisa, percebemos que a presença de um espaço vazio na inserção tibial da região do LCA estava presente em todas as dissecações. Este espaço foi nomeado como formato da letra "C". A partir da tíbia com uma forma grande e oco, os chefes do ligamento para o fêmur, modificando sua forma e transformando-se em uma estrutura cilíndrica fina antes de inserir na parede bifurcada lateral ("parede do residente") (SASAKI *et al.*, 2012; SIEBOLD *et al.*, 2014).

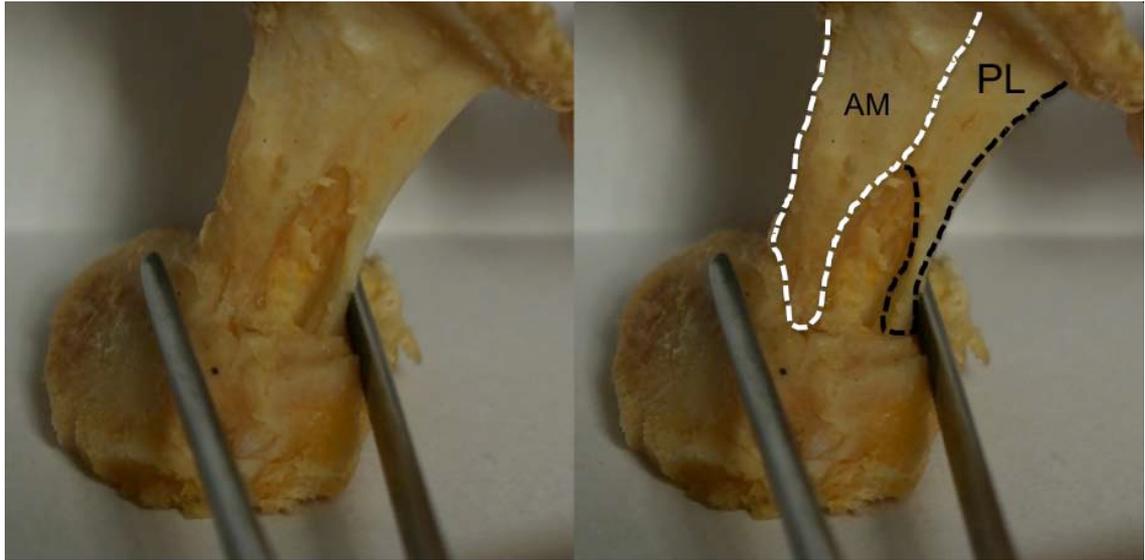
Os cortes histológicos, que foram transversal ao ligamento, mostraram uma diferença distinta entre o ligamento e do tecido sinovial como visto nas figuras 2,3 e 5. Macroscopicamente, a diferença entre a região do ligamento e o tecido sinovial foi facilmente detectável. A busca

por métodos de reconstrução do LCA que melhor preservar a posição real anatômica justifica e destaca nossos achados. Agora, será possível propor métodos e técnicas para o formato em “C”.

Análises Picrossírius - polarização são amplamente usados em estudos que avaliam histoquímicas colágeno. Imunohistoquímica também é usado para essa finalidade, mas picrossírius foi escolhido porque é um método fácil , reprodutível e de baixo custo para atingir os mesmos resultados. Estes estudos histoquímica mostrando o padrão de distribuição de colágeno apoiado a nossa hipótese . A razão de colágeno tipo 1/tipo 3 encontrado no ligamento, na área entre as bandas e na região posterior do ligamento diminuiu gradualmente, com uma maior concentração de colágeno do tipo 3 na região posterior .

Embora não fazendo parte do ligamento, o tecido que se encontra por trás do ligamento LCA, na área central do “C”, tem uma função primordial como dando origem ao tecido conjuntivo que liga as bandas dos ligamentos dando suporte além de conter as estruturas vasculho- nervosas do LCA. Esses achados são comprovados por estudos recentes sobre o tecido remanescente do LCA (BATTLEHNER *et al.*, 1996; MUNETA *et al.*, 2015)

Nos dias de hoje, a reconstrução com dupla banda vem sendo usada como uma alternativa de reconstrução mais funcional do LCA (BUONCRISTIANI *et al.*, 2006; CRAWFORD *et al.*, 2007; ZHAO, HE, WANG, 2007). Após nossos achados, esse tipo de reconstrução ganha mais credibilidade, uma vez que tanto as bandas AM e PL são representadas no conceito em “C” (Figura 8).



**FIGURA 8:** Aspecto posterior da inserção em formato de “C” mostrando as bandas AM e PL.

Novas perspectivas sobre a reconstrução do LCA podem estar disponíveis em futuros trabalhos, incluindo novos métodos de perfuração da tíbia (pequenas brocas, osteotomia curvas ou novos sistemas de guias) e formatos de enxertos para reproduzir a inserção do LCA com a maior precisão possível.

**CONCLUSÃO**

## **7. Conclusão**

O estudo confirmou macroscopicamente que a inserção do LCA tibial tem uma forma da letra “C”, demonstrando histologicamente pela presença de tecido sinovial que preenche a maior parte do local de inserção.

## **REFERÊNCIAS**

## 8. Referências

1. Amis AA. The functions of the fibre bundles of the anterior cruciate ligament in anterior drawer, rotational laxity and the pivot shift. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012, 20:613–620.
2. 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, 73:260–267
3. Arnoczky SP. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 1983, 19–25
4. Battlehner CN, Carneiro Filho M, Ferreira Júnior JM, Saldiva PH, Montes GS. Histochemical and ultrastructural study of the extracellular matrix fibers in patellar tendon donor site scars and normal controls. *J. Submicrosc. Cytol. Pathol.* 1996, 28:175–186
5. Buoncristiani AM, Tjoumakaris FP, Starman JS, Ferretti M, Fu FH. Anatomic Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* 2006, 22:1000–1006
6. Cohen M, da Costa Astur D, Kaleka CC, Arliani GG, Cohen C, Jalikjian W, Golano P. Introducing 3-Dimensional Stereoscopic Imaging to the Study of Musculoskeletal Anatomy. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery Elsevier Inc.* 2011, 27:593–596
7. Crawford C, Nyland J, Landes S, Jackson R, Chang HC, Nawab A, Caborn DNM. Anatomic double bundle ACL reconstruction: a literature review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2007, 15:946–964
8. D YTM, D TIM, D TTM, D KKM, D TGM, D KFM, D ANM.

- Comparison of Tunnel Orientation Between Transtibial and Anteromedial Portal Techniques for Anatomic Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using 3-Dimensional Computed Tomography. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* Arthroscopy Association of North America. 2013, 29:195–204
9. Dienst M, Burks RT, Greis PE. Anatomy and biomechanics of the anterior cruciate ligament. *Orthop. Clin. North Am.* 2002, 33:605–20– v
  10. Ferretti M, Ekdahl M, Shen W, Fu FH. Osseous landmarks of the femoral attachment of the anterior cruciate ligament: an anatomic study. *Arthroscopy.* 2007, 23:1218–1225
  11. Ferretti M, Levicoff EA, Macpherson TA, Moreland MS, Cohen M, Fu FH. The fetal anterior cruciate ligament: an anatomic and histologic study. *Arthroscopy.* 2007, 23:278–283
  12. Girgis FG, Marshall JL, Monajem A. The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 1975, 216–231
  13. Hara K, Mochizuki T, Sekiya I, Yamaguchi K, Akita K, Muneta T. Anatomy of Normal Human Anterior Cruciate Ligament Attachments Evaluated by Divided Small Bundles. *Am J Sports Med.* 2009, 37:2386–2391
  14. Iwahashi T, Shino K, Nakata K, Otsubo H, Suzuki T, Amano H, Nakamura N. Direct Anterior Cruciate Ligament Insertion to the Femur Assessed by Histology and 3-Dimensional Volume-Rendered Computed Tomography. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* Elsevier Inc. 2010, 26:S13–S20
  15. Mochizuki T, Muneta T, Nagase T, Shirasawa S-I, Akita K-I, Sekiya

- I. Cadaveric Knee Observation Study for Describing Anatomic Femoral Tunnel Placement for Two-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2006, 22:356–361
16. Morgan CD, Kalman VR, Grawl DM. Definitive landmarks for reproducible tibial tunnel placement in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 1995, 11:275–288
  17. Muneta T, Koga H, Nakamura T, Horie M, Watanabe T, Sekiya I. Behind-remnant arthroscopic observation and scoring of femoral attachment of injured anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015 Mar 13. Doi: 10.1007/s00167-015-3574-z
  18. Nagai M, Aoyama T, Ito A, Tajino J, Iijima H, Yamaguchi S, Zhang X, Kuroki H. Alteration of cartilage surface collagen fibers differs locally after immobilization of knee joints in rats. *J. Anat.* 2015, 226:447–457
  19. Odensten M, Gillquist J. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. *J Bone Joint Surg Am.* 1985, 67:257–262
  20. Petersen W, Tillmann B. [Anatomy and function of the anterior cruciate ligament]. *Orthopade.* 2002, 31:710–718
  21. Sasaki N, Ishibashi Y, Tsuda E, Yamamoto Y, Maeda S, Mizukami H, Toh S, Yagihashi S, Tonosaki Y. The Femoral Insertion of the Anterior Cruciate Ligament: Discrepancy Between Macroscopic and Histological Observations. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery Elsevier Inc.* 2012, 28:1135–1146
  22. Siebold R, Schuhmacher P, Fernandez F, Śmigielski R, Fink C, Brehmer A, Kirsch J. Flat midsubstance of the anterior cruciate

- ligament with tibial “C-”shaped insertion site. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014, May 20. Doi: 10.1007/s00167-014-3058-6
23. Tállay A, Lim M-H, Bartlett J. Anatomical study of the human anterior cruciate ligament stump’s tibial insertion footprint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2008, 16:741–746
24. 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, 14:982–992
25. Zhao J, He Y, Wang J. Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Four Versus Eight Strands of Hamstring Tendon Graft. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2007, 23:766–770

**NORMAS ADOTADAS**

### **Normas adotadas**

Ferreira LM, Goldenberg S, Nahas FX, Barbosa MVJ, Ely PB, Blanes L, Bretos JLG. Orientação Normativa para Elaboração e Apresentação de Teses. Programa de Pós-Graduação em Cirurgia Plástica UNIFESP-EPM. 1.ed. São Paulo: Livraria Médica Paulista Editora, 2008.

**ABSTRACT**

## Abstract

**Introduction:** Although numerous anatomical studies about the ACL structure and attachments have been performed, these studies have not reached a consensus on the ACL footprint. **Objectives:** Investigate the existing controversy regarding the morphology of the tibial anterior cruciate ligament (ACL) insertion (footprint) and confirm histologically that the tibial ACL footprint is not completely filled with ligament tissue. **Methods:** Tibial ACL footprints were dissected from eighteen fresh-frozen cadaveric knees (all male,  $68.8 \pm 5.4$  years old (range 55-80), weight  $78 \pm 6.6$  kg range 45-93). The tibial ACL insertion was observed and this area was longitudinally divided into four parallel slices (0-25%, 25-50%, 50-75% and 75-100%), were embedded in paraffin wax and then stained with H&E, alcian blue and picrosirius-polarization. The specimens were measured using the microscope to determine the distances of ACL ligament tibial insertions. **Results:** The eighteen evaluated knee specimens confirmed the finding of a C-shaped tibial insertion of the ACL. The measurements showed that the ligament occupied only 30.8% of the complete insertion. The remaining area was filled with synovial tissue, demonstrating histologically the C-shape. **Conclusions:** Our study confirmed macroscopically the ACL “C-shaped” tibial insertion and showed histologically that synovial tissue fills the major part of the footprint.

**ANEXOS**