

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
CIRÚRGICAS**

**Rotação Interna Tibial no Diagnóstico
Clínico de Associação de Lesão do
Ligamento Anterolateral e do Ligamento
Cruzado Anterior**

TESE DE DOUTORADO

Geraldo Luiz Schuck de Freitas

**PORTO ALEGRE
2019**

Rotação Interna Tibial no Diagnóstico Clínico de Associação de Lesão do Ligamento Anterolateral e do Ligamento Cruzado Anterior

Geraldo Luiz Schuck de Freitas

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Cirúrgicas,
Área de Concentração em Ortopedia e Traumatologia/Cirurgia do Joelho, da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), como requisito para obtenção do
grau de **Doutor em Ciências Cirúrgicas/Ortopedia e Traumatologia**

Orientador: Prof. Dr. João Luiz Ellera Gomes

**Porto Alegre, RS, Brasil
2019**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDO DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
CIRÚRGICAS**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a
Tese de Doutorado**

**Rotação Interna Tibial no Diagnóstico
Clínico de Associação de Lesão do
Ligamento Anterolateral e do Ligamento
Cruzado Anterior**

Elaborada por
Geraldo Luiz Schuck de Freitas

Como requisito para obtenção do grau de
Doutor em Ciências Cirúrgicas/Ortopedia e Traumatologia

COMISSÃO EXAMINADORA:

João Luiz Ellera Gomes, Dr. (UFRGS)
(Presidente/Orientador)

Manoel Trindade, Dr. (UFRGS)

Adriana Raffone, Dra (UFCSPA)

Leandro de Freitas Spinelli, Dr. (UFCSPA)

Carlos Roberto Schwartzmann, Dr. (UFCSPA)

Porto Alegre, 15 de Julho de 2019.

DEDICATÓRIA

A Deus pela inspiração, pela fortaleza e pelo Amor.

À minha esposa Janaína, pelo apoio incondicional, pelo amor dedicado e pela paciência, por compartilhar o precioso tempo da nossa família, o tratamento do nosso filho e a construção da nossa casa com o desenvolvimento deste projeto. Obrigado por toda a felicidade que me trazes e por fazer meu caminho mais florido.

Aos meus filhos Thomas e Thales, por me fazerem querer viver mais, ultrapassar barreiras, me esforçar para ser exemplo de caráter, persistência, resiliência e de fazerem me redescobrir como pai. Que este trabalho, bem como a busca do conhecimento, possa lhes servir de exemplo para a vida e que lhes seja motivo de orgulho.

Aos meus pais, Carlos, (Maria de Lourdes - in memoriam) e Traudi, pela educação, amor e estímulo que sempre me fizeram querer ir mais longe.

Aos meus avôs, Olmiro e Alice, Edmundo e Flora, Carlos e Arlinda, que me ensinaram o valor da família.

Aos meus irmãos, (Gerson-in memoriam), César, Carlos, Cezar, Eduardo, (Paulo Sérgio-in memoriam) e Fabiane, que me ensinaram que juntos somos grandes e que se pode dividir sem ficar menor.

Aos meus Sogros Mauro e Sônia -in memoriam, pelo amor e carinho, pelo companheirismo, pelo encorajamento e pelo acolhimento na sua família.

AGRADECIMENTOS

Quando somos jovens buscamos inspirações em nossos mestres e nos que estão à nossa frente, admiramos suas virtudes e criticamos seus defeitos, vemos o que atingiram e os caminhos que percorreram. São seus exemplos e os valores que carregamos que forjam nosso modelo de ser.

O profissional que sou hoje é resultado das minhas vivências e personalidade, mas também da influência que sofri de diversas pessoas ao longo do caminho. Deixo aqui o meu agradecimento especial àqueles que foram e ainda são exemplos para mim, e que influenciaram significativamente minha formação profissional.

Ao professor João Luiz Ellera Gomes, pelo exemplo de grande cirurgião na habilidade e no conhecimento, de busca incessante da inovação, de querer responder as questões através da ciência e da pesquisa, pela amizade, pelo estímulo e pela confiança a mim dedicados. Contribuindo também com ideias e experiências que muito me auxiliaram na minha vida. Sou-lhe imensamente grato pela oportunidade de realizar este Doutorado.

A esta Universidade, direção e coordenação do curso de pós-graduação e seus professores pelo excelente trabalho realizado em prol da ciência e da excelência acadêmica, o qual pude testemunhar neste curso de Doutorado.

Ao Dr. César Augusto Mércio Ferreira, diretor do Instituto Médico Legal de Porto Alegre, e ao Dr. Eduardo André Kupper Turner, que acreditaram em nosso projeto e ajudaram a criar condições para que se realizasse.

Ao professor Carlos Roberto Schwartsmann, pelo voto de confiança, pelo estímulo à carreira acadêmica e pela pesquisa. E em seu nome, como chefe do Serviço da Santa Casa de Porto Alegre, também agradeço a todos os mestres daquela casa, pelo empenho, abnegação, e ensinamento que me deram na minha formação, e que hoje tento passar aos residentes.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	8
LISTA DE TABELAS.....	10
LISTA DE SIGLAS.....	11
LISTA DE ANEXOS	12
RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	14
1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 JUSTIFICATIVA	17
2 HIPÓTESE	19
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	20
4 OBJETIVOS.....	29
4.1 Objetivo geral.....	29
4.2 Objetivos específicos.....	29
5 MÉTODOS	29
5.1 Delineamento.....	29
5.2 Amostra.....	30
5.3 Período de coleta de dados.....	30
5.4 População-alvo	30
5.4.1 Critérios de inclusão.....	30
5.4.2 Critério de exclusão.....	30
5.5 Variáveis coletadas	31
5.6 Registro e processamento dos dados.....	31
5.7 Estruturação do banco de dados e análise estatística.....	32
5.8 Aspectos éticos	32
6 CONCLUSÃO	32
7 REFERÊNCIAS.....	33
8 ARTIGO ORIGINAL.....	38
8.1 Artigo em português	38
8.2 Artigo em inglês	55
9. ANEXOS.....	72

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

ARTIGO

- Figura 1 – Dissecção anatômica por uma remoção da pele nas faces anterior e Anterolateral do joelho, criando uma grande janela retangular. O Tracto Ílio-Tibial (TIT) foi então identificado.....40
- Figura 2 - Colocação dos dois fios de kirschner 2.0 paralelos, um no teto do intercôndilo femoral e outro sobre a tuberosidade anterior da tibia.....40
- Figura 3 - Uma liberação sequencial Ligamento Cruzado Anterior e das estruturas anterolaterais do joelho, iniciando pelo do Tracto Ílio-Tibial e depois o Ligamento Anterolateral.....40
- Figura 4 A - Medida da rotação Interna tibial.....41
- Figura 4 B - Medida da rotação externa tibial.....41
- Figura 5 - Liberação do LCA.....42
- Figura 6 - Tracto Ílio-Tibial foi cortado em sua porção proximal e refletida inferiormente.....42
- Figura 7 A - LAL com suas inserções preservadas.....42
- Figura 7 B - Liberação proximal do LAL refletido anterior e inferiormente.....42

ARTICLE

- Figure 1 - Anatomical dissection by a removal of the skin on the anterior and anterolateral surfaces of the knee, creating a large rectangular window. The Iliotibial band (ITB) was then identified.....56
- Figure 2 - Placement of the two kirschner 2.0 parallel wires, one on the roof of the intercondylar femoral and another on the anterior tuberosity of the tibia.....57
- Figure 3 - A sequential release Anterior Cruciate Ligament and structures anterolaterais of the knee, beginning with the Iliotibial band and then the Anterolateral Ligament.....57
- Figure 4 A - Measurement of tibial internal rotation.....58
- Figure 4 B - Measurement of tibial external rotation.....58
- Figure 5 - ACL release.....59
- Figure 6 - Iliotibial band was cut in its proximal portion and reflected inferiorly.....59
- Figure 7 A - ALL with its inserts preserved.....59
- Figure 7 B - Proximal release of the ALL reflected anteriorly and inferiorly.....59

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

ARTIGO

Tabela 1 – Dados demográficos coletados no DML de Porto Alegre de 2016 a 2017	43
Tabela 2 – Diferenças Rotacionais após secção seriada em 90 ⁰ em Rotações externa e Interna.....	45
Tabela 3 – Quantidade de deslocamento rotacional anterolateral comparado com o LCA INT (integro), a medida em foram feitas a liberações ligamentar	47
Gráfico 1 - Quantidade de deslocamento rotacional anterolateral comparado com o LCA INT (integro), a medida em foram feitas a liberações ligamentares.....	47
Gráfico 2 - Comparação entre média/desvio padrão entre os grupos com lesão Isolada do LCA (LCA LES) e lesão do LCA associada a liberação das estruturas anterolaterais (LCA FL ALL)	48

ARTICLE

Table 1 - Demographic data collected in the DML of Porto Alegre from 2016 to 2017	60
Table 2 - Rotational Differences after serial section at 900 in External and Internal Rotations	62
Table 3 - Amount of anterolateral rotational displacement compared to INT (integral) LCA, as measured at ligament releases	64
Graph 1 - Amount of anteroposterior rotational displacement compared to INT (integral) LCA, the extent to which ligament releases were made	64
Graph 2 - Comparison between mean / standard deviation between groups with ACL isolated lesion and ACL lesion associated with the release of anterolateral structures (ACL FL ALL)	65

LISTA DE SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância (<i>Analysis of Variance</i>)
AM	Anteromedial
CONEP	Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
CUT	Cortado/ <i>Cut</i>
DML	Departamento de Medicina Legal
DP	Desvio Padrão
FL	Fáscia Lata
GPPG	Grupo de Pesquisa e Pós-Graduação
HCPA	Hospital de Clínicas de Porto Alegre
LAL	Ligamento Anterolateral
LCA	Ligamento Cruzado Anterior
LCL	Lateral Colateral ligament
LCP	Ligamento Cruzado Posterior
LES	Lesado
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia
INT	Íntegro
IRB	<i>Institutional Review Board</i>
ITB	Ileotibial band
MS	Ministério da Saúde
OHRP	<i>Office for Human Research Protections</i>
N	Newtons
PCL	Posterior Cruciate Ligament
PL	Posterolateral
PLT	Popliteus tendon
PVC	Policloreto de Vinil
RS	Rio Grande do Sul
SD	<i>Standard Deviation</i>
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
TAT	Tuberosidade Anterior da Tíbia
TIT	Tracto Iliotibial
TC	Termo de Confidencialidade
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TPL	Tendão do Poplíteo
UFCSPA	Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

LISTA DE ANEXOS

Anexo A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).....	72
---	-----------

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Ciências Cirúrgicas
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Rotação Interna Tibial no Diagnóstico Clínico de Associação de Lesão do Ligamento Anterolateral e do Ligamento Cruzado Anterior

AUTOR: GERALDO LUIZ SCHUCK DE FREITAS
ORIENTADOR: JOÃO LUIZ ELLERA GOMES

Porto Alegre, 15 de Julho de 2019

A restauração da instabilidade anteroposterior do joelho tem mostrado resultados reprodutíveis com as técnicas atuais de reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior, abertas ou por via artroscópica. Entretanto, o controle da instabilidade rotacional tem sido difícil de conseguir, apesar de usar técnicas de reconstrução anatômicas. Portanto, várias técnicas têm surgido com utilização de reforços nas reconstruções intra-articulares (dupla-banda) ou por reconstrução de estruturas na face lateral do joelho. Recentemente, tem reacendido o interesse no Ligamento Anterolateral como sendo este um importante contribuinte no controle rotacional em joelhos com deficiência do Ligamento Cruzado Anterior. Estudos recentes têm surgido para avaliar a anatomia e a biomecânica do Ligamento Anterolateral do joelho, tentando definir sua importância e a necessidade de ser reconstruído, a fim de se obter um melhor controle da instabilidade rotacional. Porém, ainda faltam dados de imagem e testes de exame físico que orientem o cirurgião a definir quais pacientes teriam indicação de submeterem-se à reconstrução do Ligamento Anterolateral, associada à reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior. Este estudo aborda uma avaliação laboratorial em cadáveres da correlação da rotação interna tibial com o diagnóstico de lesão do Ligamento Anterolateral e estruturas anterolaterais no controle rotacional em joelhos com insuficiência do Ligamento Cruzado Anterior.

Palavras-chave: Reconstrução, Ligamento Anterolateral, Joelho, instabilidade rotatória, Lesão, Ligamento Cruzado Anterior.

ABSTRACT

Ph.D. Thesis
Postgraduate Programme in Surgical Sciences
Federal University of Rio Grande do Sul

Tibial Internal Rotation in the Clinical Diagnosis of Association of Anterolateral Ligament and Anterior Cruciate Ligament Injury

AUTHOR: GERALDO LUIZ SCHUCK DE FREITAS
SUPERVISOR: JOÃO LUIZ ELLERA GOMES

Porto Alegre, July 15th, 2019

The restoration of anteroposterior instability of the knee has shown reproducible results with the current techniques of Anterior Cruciate Ligament reconstruction, either open or arthroscopic. However, the control of rotational instability has been difficult to achieve, despite using anatomical reconstruction techniques. Therefore, several techniques have arisen with the use of reinforcement in the intra-articular reconstructions (double-bundle) or reconstruction of lateral structures of the knee. Recently, interest in the Anterolateral Ligament has been revived as one being an important contributor in rotational control in knees with Anterior Cruciate Ligament deficiency. Recent studies have emerged to evaluate the anatomy and biomechanics of the Anterolateral Ligament of the knee trying to define its importance, and its need to be reconstructed to obtain a better control of rotational instability, but still lack imaging data and physical examination tests that advise the surgeon to define which patients would be indicated to undergo reconstruction of the Anterolateral Ligament associated with the reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament. This study addresses a laboratory evaluation in corpses of the correlation of internal tibial rotation with the diagnosis of Anterolateral Ligament insufficiency and anterolateral structures in rotational control in knees with anterior Cruciate Ligament insufficiency.

Keywords: Reconstruction, Anterolateral Ligament, Knee, Rotational Instability, Anterior Cruciate Ligament Injury

1. INTRODUÇÃO

O tratamento cirúrgico da instabilidade anterolateral rotatória do joelho evoluiu consideravelmente nos últimos 30 anos. Tal fato se deve principalmente ao melhor entendimento da anatomia do Ligamento Cruzado Anterior (LCA) e suas corretas inserções femoral e tibial. Enquanto avanços tecnológicos permitiram a reconstrução endoscópica do LCA, estas lesões eram historicamente tratadas através de tenodeses (ligamentoplastias extra-articulares) para prevenir, ambas, a translação anteroposterior e a instabilidade rotatória do joelho lesado.¹ Nos anos 1980, o tratamento “ouro” era reconstruir o fascículo anteromedial do LCA usando o terço central do tendão patelar como enxerto livre. Insuficiência em obter um controle rotatório eficaz levou à busca da reconstrução com “dois” fascículos. Nesta linha de pensamento, combinado ao crescente interesse em preservar o coto remanescente do LCA roto, levou ao desejo de realizar a reconstrução seletiva (um ou outro fascículo) nos casos de rupturas parciais do LCA, e mais recentemente em reconstrução biológica com a conservação do LCA remanescente. Atualmente, as técnicas de reconstrução do LCA no tratamento da instabilidade anterolateral do joelho não são uniformes e dependem de uma análise de vários fatores. Apesar de um entusiasmo inicial com estas técnicas, elas acabaram não atingindo plenamente os objetivos de controle da translação anterior e correção da instabilidade rotacional, devido ao fato de não reproduzirem completamente a anatomia do LCA, e, a longo termo, estudos mostrarem instabilidade residual, sobrecarga do compartimento lateral e falência do enxerto.²⁻⁵ Entretanto, publicações recentes reacenderam a discussão em relação a estruturas anatômicas anterolaterais do joelho que teriam um papel importante no controle da instabilidade rotatória, descrito como Ligamento Anterolateral (LAL) do joelho.⁶ O objetivo deste estudo é avaliar a correlação da rotação interna do joelho com o diagnóstico de insuficiência do Ligamento Anterolateral, em cadáveres, e

tentar desenvolver uma manobra de exame físico que possa auxiliar no diagnóstico e orientação terapêutica desta condição.

1.1 JUSTIFICATIVA

A instabilidade anterolateral do joelho está presente nos casos de deficiência do Ligamento Cruzado Anterior, e apresenta dois componentes, um no sentido anteroposterior e outro rotacional anterolateral da tibia em relação ao fêmur. A cinemática do joelho demonstra que, devido à morfologia do côndilo femoral lateral, o movimento de rolamento do fêmur em relação à tibia deveria ocorrer dentro do compartimento lateral, enquanto que o movimento de deslizamento ocorreria predominantemente no compartimento medial. Isto ficou bem evidenciado por vários estudos^{7 9} e, portanto, a combinação destes movimentos produz rotação externa da tibia em extensão e rotação interna da tibia em flexão. Quando existe insuficiência do Ligamento Cruzado Anterior, um significativo aumento da rotação interna da tibia tem sido relatado, enquanto uma secção adicional do ligamento colateral lateral não produz um aumento progressivo da rotação interna.^{10 11} Com o início da flexão, as estruturas capsulo-ligamentares anterolaterais são recrutadas, enquanto que o Ligamento Cruzado Anterior sofre um relaxamento. A insuficiência do Ligamento Cruzado Anterior causa uma deterioração do mecanismo de rolamento-deslizamento femoro-tibial, resultando em aumento da translação anterior da tibia em relação ao fêmur, bem como um aumento da rotação interna da tibia. De acordo com o conceito de restritores primários e secundários, ao ocorrer a falha de um restritor primário, ocorrerá o recrutamento de estruturas secundárias de estabilização, a fim de resistir as forças externas objetivando estabilizar o movimento articular.^{12 14} Recentes estudos enfatizaram sobre a existência de uma estrutura ligamentar distinta na face anterolateral do joelho, o Ligamento Anterolateral (LAL),^{6 15 16} e sua possível contribuição no controle rotacional do joelho. Portanto, surge a necessidade de um estudo mais aprofundado que avalie a correlação da rotação interna tibial com a

insuficiência das estruturas anterolaterais em controlar rotação no joelho com deficiência do Ligamento Cruzado Anterior. Desta forma auxiliando no diagnóstico e na indicação de sua reconstrução cirúrgica associada à reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior.

2. HIPÓTESE

A hipótese conceitual proposta encontra-se abaixo:

H0 - Não há correlação entre a rotação interna tibial e a insuficiência do Ligamento Anterolateral no joelho com deficiência do Ligamento Cruzado Anterior.

H1 - Há correlação entre a rotação interna tibial e a insuficiência do Ligamento Anterolateral no joelho com deficiência do Ligamento Cruzado Anterior.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 LESÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR

O Ligamento Cruzado Anterior (LCA) se origina na face medial do côndilo femoral lateral e se insere na eminência tibial, próximo ao corno anterior do menisco lateral. O LCA está anatomicamente dividido em dois fascículos: Os fascículos anteromedial (AM) e o posterolateral (PL).¹⁷ Estes dois fascículos têm distintos papéis na promoção da estabilização anteroposterior e rotacional do joelho.^{18 19 20} Muitos estudos avaliaram funcionalmente a anatomia dos fascículos AM e PL do LCA,^{18 20 21} e assim muitas técnicas cirúrgicas foram desenvolvidas a partir de então. A forma ovalada dos côndilos femorais faz com que o eixo do joelho varie no plano sagital durante a sua flexo-extensão.²² A morfologia oval e achatada do LCA tem, nos diferentes ângulos de flexo-extensão, papel importante na estabilização do joelho, compensando os diferentes eixos de flexão do joelho.^{20 21 23} O fascículo PL tem papel mais importante na estabilização de forças anteroposteriores e rotacionais em posições mais próximas da extensão, até 30° de flexão, enquanto que o fascículo AM passa a ser mais tensionado acima destes 30° de flexão.^{18 20 23}

Em um joelho normal, o LCA é capaz de promover o suporte necessário para controlar a translação anterior da tíbia (TAT) e a rotação interna. Esse suporte se dá devido às características morfológicas da anatomia dos côndilos femorais e de tensão do LCA.²² Em um joelho com insuficiência do LCA, a TAT aumenta em até 10 a 15 milímetros ao redor de 30° de flexão, sob ação de uma força de anteriorização da tíbia de 134 N.^{20 21 24} Se considerarmos a anatomia do LCA, o trajeto das fibras principais deste ligamento que atravessam diagonalmente o joelho de lateral para medial e de posterior para anterior, ela poderia nos ajudar compreender sua capacidade de resistir as forças

complexas de rotação interna. A rotação interna varia de um valor menor do que 4°, em um joelho com LCA intacto,²² até 30° quando o LCA está completamente roto,^{21 25} da mesma forma que outras estruturas extra-articulares passam a ter mais importância na estabilização contra a rotação interna. Após a rotura do LCA, o eixo rotacional do joelho migra do centro para dentro do compartimento medial, próximo ao terço central do menisco medial,²⁶ consequentemente aumentando o movimento no compartimento lateral. Kanamori et al²⁷ concluíram que os efeitos da medialização do centro de rotação do joelho para dentro do compartimento medial, com o subsequente aumento do movimento radial do compartimento lateral após a ruptura do LCA, aumentaram em 413% as tensões sobre as estruturas lateral do joelho à 15° de flexão. Existem diferentes relatos sobre o efeito da lesão isolada do LCA sobre a instabilidade rotatória. O maior aumento na instabilidade rotatória, após deficiência do LCA, é causado por tração anterior da tibia em 90° de flexão: de 31° a 44° em resposta à torque de +/- 3 Nm em 90° de flexão.²⁸

Em um joelho com deficiência do LCA, quando próximo da extensão, a combinação da rotação interna com carga em valgo induz uma subluxação da tibia anteriormente em relação ao fêmur. Iniciando a flexão, as estruturas laterais, principalmente o Tracto Ilio-Tibial, tornam-se tensas ao redor de 30° de flexão e reduzem a subluxação tibial,²⁹ o que pode ser evidenciado pelo conhecido teste de *Pivot-Shift*.

3.2 LIGAMENTO ANTEROLATERAL DO JOELHO

As primeiras descrições a respeito do Ligamento Anterolateral (LAL) do joelho podem ser creditadas a Paul Segond. Anatomista francês, que em 1879 descreveu o que assim chamou de “Banda fibrosa resistente e perolada” na face anterolateral do joelho e que mostrava extrema tensão durante movimento de rotação interna, eventualmente

resultando em fratura avulsão da face anterolateral da tíbia, sítio de inserção do LAL.³⁰ Estudos posteriores demonstraram que a “fratura de Segond” representava um sinal indireto de ruptura do LCA.^{31 32} Hughston et al. descreveram o LAL em 1976, que na época chamou de “terço médio do ligamento capsular lateral”, como sendo “tecnicamente resistente” e tendo o papel de suporte estático lateral mais importante do joelho ao redor de 30° de flexão.³³ Ruptura desta estrutura levaria à instabilidade anterolateral rotatória, que poderia ser revelada pelo teste de resalto (*Jerk test*).

Müller em 1982,³⁴ descreveu a mesma estrutura anterolateral previamente referenciada por Hughston, a qual chamou de “Ligamento Femoro-Tibial Anterolateral”. Ele descreveu este ligamento como sendo responsável pela estabilização rotacional passiva do joelho. Müller também sugeriu que a lesão desta estrutura, no contexto da lesão aguda do LCA, também necessitaria de reparo cirúrgico para correção da instabilidade rotatória. Posteriormente, Feagin em 1988,³⁵ relatou os mesmos achados de Hughston e Müller, e responsabilizando o LAL pela fratura avulsão da face anterolateral do platô tibial nos casos de lesão do LCA, desta forma, promovendo a explicação anatômica à descrição feita por Segond um século antes.

Em 1993, foi relatado por Terry et al.³⁶ uma extensão capsulo-óssea do Tracto Ilio-Tibial que agia como um “ligamento anterolateral do joelho” e apresentava uma função importante, junto ao LCA, no controle rotatório anterolateral do joelho.

Outros autores conjuntamente com os acima citados, assim como Irvine et al.,³⁷ Puddu et al.,³⁸ Campos et al.,³⁹ Vieira et al.,⁴⁰ e Vincent et al.,⁴¹ descreveram o LAL em seus estudos e demonstraram a sua provável importância no controle rotacional do joelho, dando suporte ao LCA nesta função.

Recentemente, um estudo realizado por Claes et al.⁶ forneceu uma descrição mais acurada da anatomia do LAL, levando à redescoberta do mesmo, lançando luz à sua

função e relevância no controle rotatório anterolateral do joelho. Estudos biomecânicos subsequentes têm confirmado a importância do LAL na estabilidade rotatória do joelho.

De acordo com Daggett,⁴² o LAL pode ser bem identificado em uma dissecação anatômica em cadáver. Devendo inicialmente se rebater cuidadosamente o Tracto Ilio-Tibial (TIT) até o tubérculo de Gerdy, seguido da reflexão do tendão do bíceps femoral. Após esse acesso, ao se produzir uma combinação de flexão e rotação interna da tíbia, as margens anterior e posterior do LAL são então identificadas. A chave para o sucesso da identificação do LAL⁴² inclui cuidadosa dissecação e separação do TIT das estruturas mais profundas.

A análise da anatomia do LAL revelou alguma variabilidade entre os espécimes cadavéricos dissecados, mas a origem femoral do LAL costumou variar posterior e proximalmente em relação ao epicôndilo lateral.⁴³ A origem femoral inicia diretamente no osso, e tem um diâmetro de 11.85 mm. O LAL segue um trajeto distal imediatamente sobrepondo a porção proximal do ligamento colateral lateral.⁶ À medida em que se aproxima da interlinha articular, algumas fibras do ligamento se dirigem e se inserem no menisco lateral e cápsula lateral.^{16 44} Entretanto, a maioria das fibras continua em direção anteroinferior, vindo a se inserir na face anterosuperior da tíbia ligeiramente posterior ao tubérculo de Gerdy. A inserção tibial do LAL é de 11,7 mm de largura⁴⁵ e está situado a 21.6 mm atrás do tubérculo de Gerdy, e 4-10 mm da interlinha articular.

3.3 Instabilidade Anterolateral Rotatória do Joelho

Durante o movimento do trauma torcional que causa a ruptura do Ligamento Cruzado Anterior (LCA), o fêmur faz um movimento (cisalhamento) de posteriorização e rotação externa sobre a perna que está fixa ao solo pelo pé e tornozelo, associado a momento em valgo do joelho, levando à distensão e ruptura das estruturas ligamentares

que se opõem a este movimento, tais como o LCA e o Ligamento Anterolateral do Joelho, que fica junto à cápsula anterolateral.^{46 47 48} Com a lesão do Ligamento Cruzado Anterior, que é um restritor primário da rotação interna da tíbia em relação ao fêmur, as forças que promovem a rotação interna tibial promovem a sollicitação das estruturas ligamentares anterolaterais, que são por sua vez os restritores secundários, a fim de resistir às forças externas, objetivando estabilizar o avanço do platô lateral.^{12 14}

No joelho normal, o centro rotacional está localizado próximo às espinhas tibiais. Ao redor deste eixo, os compartimentos medial e lateral possuem semelhantes graus de rotação. Em caso de ruptura do LCA, este eixo de rotação se desloca para dentro do compartimento medial do joelho, o qual faz com que aumente não só a translação anterior da tíbia sobre o fêmur, como também a rotação interna da tíbia em relação ao fêmur dentro do compartimento lateral da articulação femoro-tibial.²⁶ O que caracteriza os dois componentes da instabilidade femoro-tibial, sendo um anteroposterior e o outro rotacional anterolateral, em um joelho com deficiência do LCA.

Estudos sobre a biomecânica do LCA^{7 8} mostraram que a relação entre deslizamento e rolamento difere entre os côndilos medial e lateral do fêmur, e que o rolamento do fêmur em relação a tíbia ocorre dentro do compartimento lateral, enquanto que o deslizamento ocorreria predominantemente no compartimento femoro-tibial medial. Após seccionar o LCA, um significativo aumento da rotação interna tem sido relatado, enquanto que um subsequente seccionamento dos ligamentos colaterais não produz aumento da rotação interna da tíbia quando próximo da extensão do joelho.^{10 11} Com o joelho em flexão, estruturas capsulares anterolaterais e posteromediais são recrutadas durante a rotação interna, enquanto o LCA afrouxa e o LCP se tensiona. A insuficiência do LCA, como bem demonstrada por Dargel et al.,⁴⁹ causa deterioração do mecanismo fisiológico de rolamento-deslizamento da articulação femorotibial e resulta

em aumento da translação anterior e da rotação interna da tíbia em relação ao fêmur. De acordo com o conceito de restritores primários e secundários, a falência de um restritor primário causará o recrutamento de estruturas secundárias, a fim de resistir às forças externas e estabilizar o movimento articular. Em um estudo sobre o LAL, Dodds et al.¹⁵ mostraram que a rotação interna da tíbia em relação ao fêmur aumenta a distância entre os pontos de inserção femoral e tibial deste ligamento, tensionando o mesmo, mostrando sua importância como restritor secundário à rotação interna da tíbia. Os autores descrevem que é possível, através de exame manual, colocar em tensão o LAL, manipulando a tíbia em manobra de gaveta anterior, varo e rotação interna em todos os graus de flexão. Os autores relatam que a persistência de instabilidade rotatória após reconstrução do LCA pode resultar de uma falha de correção de insuficiência das estruturas anterolaterais

3.4 Reconstrução do Ligamento Anterolateral

O insuficiente controle rotatório pós-operatório, em alguns casos, verificado após a clássica reconstrução do LCA, poderia ser causado pela modificação do centro de rotação do joelho, mas também pela associação de lesões de estruturas anterolaterais do joelho no momento do trauma e muitas vezes negligenciadas.²⁸

Segundo alguns autores, as estruturas anterolaterais são frequentemente lesadas juntamente com o LCA em casos de rupturas do mesmo.^{50 51 52} Desta forma, desenvolveu-se o conceito de que a tenodese lateral tem sido considerada como uma maneira de reduzir a instabilidade rotacional do joelho.³⁰ A tenodese lateral extra-articular, a qual é periférica ao centro de rotação do joelho, tem melhor braço de alavanca para promover o controle rotacional do joelho.²⁸ A capacidade da tenodese lateral em controlar a rotação interna da

tíbia e o *Pivot-Shift* tem sido bem documentada.^{51 53 54} Entretanto, este procedimento que não se baseia na reconstrução anatômica das estruturas laterais, foi abandonado devido às complicações associadas, como a diminuição do arco de movimento.^{2 55 56} O elo que falta nestas reconstruções extra-articulares empíricas para o controle da rotação interna e do *Pivot-Shift* do joelho, deve ser com certeza o LAL. Spencer et al.,⁵⁷ em estudo recente, relataram que a tenodese extra-articular teve efeito somatório no controle da translação anterior e da instabilidade rotacional do joelho, e também demonstraram que o LAL tem papel muito importante em auxiliar o LCA no controle da rotação anterolateral.

Uma publicação recente relatando a reconstrução associada do LCA com o LAL, com mais de dois anos de seguimento, demonstra resultados promissores em termos de resultados clínicos e controle rotacional.⁵⁸ Nestas séries, interessante, a taxa de lesão do LCA contralateral (6,6%) foi similar ao que foi descrito na literatura, porém, a taxa de ruptura do enxerto do LCA associada a reconstrução do LAL (1,1%) foi menor do que previamente publicado.^{59 60 61} Portanto, mostrando que em alguns casos essa associação pode ser extremamente benéfica. Quando há lesão ou insuficiência de estruturas anterolaterais, seja por lesão aguda que não cicatriza adequadamente ou pelo afrouxamento resultante de lesão não tratada do LCA, a reconstrução isolada do LCA não restabelece a cinemática normal do joelho. Assim, algo mais é necessário para tratar esses pacientes, ou seja, a reconstrução do Ligamento Anterolateral.⁶² Trojani et al.⁶³ demonstraram que a adição de uma reconstrução extra-articular à reconstrução do LCA, diminui a taxa de re-ruptura em mais de 50%. Considerando que, segundo Inderhaug et al., a realização de reconstrução extra-articular restabelece a biomecânica normal do joelho com lesão do LCA combinada com lesão das estruturas anterolaterais, e, segundo Engbretsen et al., esta reconstrução combinada, promove a diminuição das forças sobre

o enxerto do LCA em aproximadamente 43%, esses resultados parecem consistentes.⁶²

64

3.5 Diagnóstico de lesão do Ligamento Anterolateral do Joelho

O diagnóstico de lesão do LAL pode ser desafiador mesmo para cirurgiões experientes, sendo que até o momento não há testes clínicos validados para fornecer este diagnóstico. A anamnese, buscando a descrição do mecanismo do trauma, um exame físico cuidadoso e apropriadas imagens de radiografias, ultrassonografia e de ressonância magnética, fazem parte do arsenal investigatório a ser usado.⁶⁶

O mecanismo do trauma é semelhante ao das lesões do LCA,⁶⁷ sendo que a lesão do LAL está sempre associada à lesão do LCA, não ocorrendo de forma isolada. Portanto, no exame físico, os testes para identificar lesão do LCA são sempre positivos. Na fase aguda, alguma dor na face anterolateral do platô tibial e um leve aumento da instabilidade em varo podem ser encontrados. Monaco et al. demonstraram que um teste de *Pivot-Shift* grau III, dito *Pivot* “explosivo”, só estaria presente em casos de associação de rupturas entre o LCA e o LAL.⁶⁸ Segundo autores,⁶⁶ o teste de *Pivot-Shift* seria o teste, até o momento, que mais dados forneceria para o diagnóstico clínico de lesão do LAL, desde que, fosse em grau III, e quando apresentasse uma característica “explosiva”. Por outro lado, há autores que alertam para um grande potencial de fatores de confusão neste teste em relação ao diagnóstico de lesão associada de LAL, pois um teste de *Pivot-Shift* grau III, também poderia ser provocado por outros fatores, tais como, pela deficiência do menisco lateral, ruptura de raiz meniscal,^{69 70} aumento da inclinação posterior do platô tibial maior do que 10.6 graus,⁷¹ ruptura do Tracto Ilio-Tibial e hiperlassidão ligamentar constitucional.⁷²

A análise de imagens no diagnóstico de lesão do LAL pode ser útil. Primeiramente, como previamente descrito, a fratura de Segond representa uma avulsão óssea da face anterolateral do platô tibial pela inserção do LAL,³⁰ sendo patognomônico de lesão do mesmo.

Subsequentemente, estudos demonstraram a possibilidade de visualizar o LAL em cortes coronais de ressonância magnética do joelho em sequências de T2 e densidade de prótons com supressão de gordura, principalmente em sua porção tibial.^{73 74} Apesar disto, as rupturas do LAL são difíceis de diagnosticar através do exame de ressonância magnética.⁷⁵ À medida em que o conhecimento avança sobre o LAL, radiologistas estão se tornando mais familiarizados com a sua avaliação e protocolos têm surgido para facilitá-la.⁷⁶

Finalmente, as imagens de ultrassonografia também poderiam auxiliar no diagnóstico de lesão LAL. Novamente, assim como na ressonância magnética, a porção tibial do ligamento poderia ser melhor visibilizada do que sua porção femoral.⁷⁷ Uma vez que as lesões do LAL são mais frequentes em sua porção tibial, a ultrassonografia viria a ser uma ferramenta útil no seu diagnóstico.^{78 79}

Embora estes estudos mostrem que o LAL intacto possa ser visibilizado pelos exames de ressonância magnética e ultrassonografia, uma avaliação confiável do ponto de vista de exames de imagem, no que tange o diagnóstico de lesão deste ligamento, requer futuras pesquisas e refinados protocolos de investigação. Não há nos dias de hoje, exames de imagem que suportem o diagnóstico de lesão do LAL.⁶⁶

O valor da ressonância magnética na avaliação das lesões do Ligamento Anterolateral do joelho em joelhos com lesão crônica do LCA ainda é limitado, pois o potencial de cicatrização e o aspecto cicatricial dessa estrutura não é conhecida. Nessas situações, embora a ressonância magnética possa servir como guia, a indicação final da

reconstrução combinada deve se basear nos achados do exame físico e nas características de atividade física de cada paciente.⁶⁵

4. Objetivos

4.1 Objetivo Geral

Avaliar em estudo experimental em cadáveres, o papel do Ligamento Cruzado Anterior, Tracto Ilio-Tibial e Ligamento Anterolateral do joelho no controle rotacional do joelho.

4.2 Objetivos Específicos

Avaliar a correlação da rotação interna tibial com:

- Deficiência do Ligamento Cruzado Anterior.
- Deficiência do Tracto Ilio-Tibial
- Deficiência do Ligamento Anterolateral do Joelho
- Estabelecer um teste diagnóstico para auxiliar na indicação cirúrgica de reconstrução do Ligamento Anterolateral do joelho.

5. MÉTODOS

5.1 Delineamento

Estudo experimental de caráter transversal, em cadáveres, para avaliar a associação/correlação da rotação interna da tibia com a deficiência do LAL em joelhos com lesão do LCA.

5.2 Amostra

Foram selecionados dezenove espécimes de cadáveres humanos frescos inteiros, perfazendo trinta e oito joelhos, do sexo masculino com idade entre 18 e 50 anos, sem evidências de lesão ligamentar, condral ou meniscal, com amplitude de movimento mínima de 0° a 130°. Os cadáveres foram obtidos junto ao Departamento Médico Legal de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, (DML) obedecendo ao protocolo de aprovação do comitê de Ética.

5.3 Período de coleta

O período de coleta de dados foi de Abril de 2016 à Dezembro de 2017.

5.4 População-Alvo

A população-alvo deste estudo abrangeu cadáveres humanos frescos, masculinos, com membros inferiores intactos, coletados junto a Departamento de Medicina Legal de Porto Alegre.

5.4.1 Critério de Inclusão

- Cadáveres inteiros, frescos, que não haviam sido congelados.
- Membros inferiores intactos e inteiros e normoeixo.
- Ausência de lesões ligamentares, condrais ou meniscais.
- Ausência de cirurgias prévias nos membros inferiores
- Idade entre 18 e 50 anos.
- Familiares que concordassem e assinassem TCLE.

5.4.2 Critério de Exclusão

- Familiares que não concordassem em participar do estudo.
- Cadáveres com membros inferiores lesados, deformados ou com cicatrizes prévias.

- Joelhos com lesões condrais, ligamentares ou meniscais.
- Joelhos com cirurgias prévias.
- Cadáveres menores de 18 anos ou maiores de 50 anos.
- Traumas de alta energia como causa da morte.
- Mortes violentas (por questões legais).

5.5 Variáveis Coletadas

5.5.1 Variáveis coletadas junto ao Boletim dos cadáveres no DML.

Os boletins foram avaliados com a permissão do médico legista de plantão, onde coletamos dados demográficos tais como idade, sexo, peso e altura. Foram obtidas também informações sobre a causa da morte e se houve trauma de alta energia envolvido, afim de enquadrar os critérios de inclusão e exclusão.

5.5.2 Variáveis coletadas junto ao cadáver

Após acesso cirúrgico em ambos os joelhos do cadáver, procedemos a tomada das medidas de rotação interna e externa da tíbia em relação ao fêmur em 20 e 90 graus de flexão, com as estruturas ligamentares íntegras. A medida era realizada com a utilização de goniômetro de PVC de 35 cm, e a força de rotação interna e externa era medida através de dinamômetro (modelo STC-02–Tomate. São Paulo - Brasil) regulamentado pelo INMETRO. Após, iniciamos a secção escalonada das estruturas ligamentares (LCA, Tracto Ilio-Tibial e LAL) e a cada liberação ligamentar as medidas de rotação interna e externa eram tomadas, obedecendo o mesmo protocolo.

5.6 Registro e processamento de Dados

Para coleta de dados foi utilizada planilha Excel, e armazenados no computador pessoal.

5.7 Estruturação do Banco de Dados e Análise Estatística

O banco de dados foi estruturado com o programa estatístico *Statistical Package for The Social Sciences* (SPSS 21.0). A análise dos dados também foi realizada com o programa estatístico *Statistical Package for The Social Sciences* (SPSS 21.0).

As variáveis foram descritas por média e desvio padrão. Para comparar a amplitude de movimento entre os procedimentos, a Análise de Variância (ANOVA) para as medidas repetidas, complementada pelo teste de Bonferroni, foi aplicada. Foi aplicado o teste “t” para amostras pareadas para comparar as medidas de rotação interna na presença de lesão do LCA e da adição da secção do LAL, sendo adotado o nível de significância de 1% ($p < 0.01$).

5.8 Aspectos Éticos

Esta pesquisa foi submetida e aprovada pela Comissão Científica e Comitê de ética em Pesquisa do HCPA e grupo de Pesquisa e Pós-Graduação (GPPG), que é reconhecido pela Comissão Nacional de ética em Pesquisa (CONEP) / Ministério da Saúde (MS) e pelo Office for Human Research Protections (OHRP) USDHHS com Institutional Review Board (IRB) nº IRB00000921.

Todos os familiares dos Cadáveres estudados foram convidados a autorizarem a pesquisa em seus familiares e foram esclarecidos sobre os seus objetivos antes da realização do procedimento e coleta de material para o experimento. Os mesmos concordantes assinaram os termos de Consentimento Livre e esclarecido (TCLE) (Anexo A).

6. CONCLUSÃO

Nossos resultados confirmam que há uma correlação estatisticamente significativa entre o aumento da rotação interna da tíbia, em joelhos com deficiência do LCA, com associação de lesão de estruturas anterolaterais.

7. REFERÊNCIAS

1. Chambat, Guier C, Sonnery-Cottet B, Fayard JM, Thunat M. The evolution of ACL reconstruction over the last fifty years. *Int Orthop* 2013;37:181-186.
2. Strum GM, Fox JM, Ferkel RD, et al. Intraarticular versus intraarticular and extraarticular reconstruction for chronic anterior cruciate ligament instability. *Clin Orthop Relat Res* 1989:188-198.
3. Andrews JR, Sanders RA, Morin B. Surgical treatment of anterolateral rotatory instability. A follow up study. *Am J Sports Med* 1985;13:112-119.
4. Benum P. Anterolateral rotatory instability of knee joint. Results after stabilization by extraarticular transposition of the lateral part of patellar ligament. A preliminary report. *Acta Orthop Scand* 1982;53:613-617.
5. Amirault JD, Cameron JC, MacIntosh DL, Marks P. Chronic anterior cruciate ligament deficiency. Long term results of MacIntosh's lateral substitution reconstruction. *J Bone Joint Surg Br* 1988;70:622-624.
6. Claes S, Vereecke E, Maes M, Victor J, Verdonk P, Bellemans J. Anatomy of the anterolateral ligament of the knee. *J Anat* 2013;233(4):321-328.
7. Smith PN, Refshauge KM, Scarvell JM (2003) Development of concepts of knee kinematics. *Arch Phys Med Rehabil* 84:1895-1902.
8. Iwaki H, Pinskerova V, Freeman MA (2000) Tibiofemoral movement 1: the shapes and relative movements of the femur and tibia in the unloaded cadaver knee. *J Bone Joint Surg Br* 82:1189-1195.
9. Freeman MA, Pinskerova V (2005) The movement of the normal tibio-femoral joint. *J Biomech* 38:197-208.
10. Grood ES, Stower SF, Noyes FR (1988) Limits of movement in the human knee. Effect of sectioning the posterior cruciate ligament and posterolateral structures. *J Bone Joint Surg Am* 70:88-97.
11. Lipke JM, Janecki CJ, Nelson CL et al (1981) The role of incompetence of anterior cruciate and lateral ligaments in anterolateral and anteromedial instability. A biomechanical study of cadaver knees. *J Bone Joint Surg Am* 63:954-960.
12. Bray RC, Dandy DJ (1989) Meniscal lesions and chronic anterior cruciate ligament deficiency. Meniscal tears occurring before and after reconstruction. *J Bone Joint Surg Br.* 71:128-130.
13. Conteducca F, Ferreti A, Mariani PP et al (1991) Chondromalacia and chronic anterior instabilities of the knee. *Am J Sports Med* 19:119-123.
14. Noyes FR, Mooar PA, Matthews DS, Butler DL (1983) The symptomatic anterior cruciate-deficient knee. Part I: the long-term functional disability in athletically active individuals. *J Bone J Surg Am* 65:154-162.
15. Dodds AL, Halewood C, Gupte CM, Willians A, Amis AA. The anterolateral ligament: anatomy, length changes and association with the Segond fracture. *Bone Joint J.* 2014;96(3):325-331.
16. Helito CP, Demange MK, Bonadio MB, et al. Anatomy and histology of the knee anterolateral ligament. *Orthop J Sports Med.* 2013;1(7):2325-2362.
17. Weber W, Weber E. *Mechanics of the Human Walking Apparatus.* Springer Verlag 1992: 75-92.
18. Herbolt M, Lenschow S, Fu FH, Petersen W, Zantop T. ACL mismatch reconstructions: influence of different tunnel placement strategies in single-

- bundle ACL reconstructions on the knee kinematics. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2010;18:1551-1558.
19. Petersen W, Zantop T. Anatomy of anterior cruciate ligament with regard to its two bundles. *Clin Orthop Relat Res* 2007; 454:35-47.
 20. Zantop T, Herbort M, Raschke MJ, Fu FH, Petersen W. The role of the anteromedial and posterolateral bundles of anterior cruciate ligament in anterior tibial translation and internal rotation. *AMJ Sports Med* 2007;35:223-227.
 21. Sasaki N, Ishibashi Y, Tsuda E, Yamamoto Y, Maeda S, Misukami H, Toh S, Yagihashi S, Tonosaki Y. The femoral insertion of the anterior cruciate ligament: discrepancy between macroscopic and histological observations. *Arthroscopy* 2012;28:1135-1146.
 22. Freeman MA, Pinskerova V. The movement of the normal tibiofemoral joint. *J Biomech* 2005;38:197-208.
 23. Kato Y, Maeyama A, Lertwanich P, Wang JH, Ingham SJ, Kramer S, Martins CQ, Smolinski P, Fu FH. Biomechanical comparison of different graft positions for single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013; 21:816-823.
 24. Kondo E, Merican AM, Yasuda K, Amis AA. Biomechanical comparison of anatomic double-bundle, and nonanatomic single-bundle anterior cruciate ligament reconstructions. *Am J Sports Med* 2011;39:279-288.
 25. Diermann N, Schumacher T, Schanz S, Raschke MJ, Petersen W, Zantop T. Rotational instability of the knee: internal tibial rotation under simulated pivot shift test. *Arch Orthop Trauma Surg* 2009;129:353-358.
 26. Amis AA, Bull AMJ, Lie DTT. Biomechanics of rotational instability and anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Oper Tech Orthop* 2005;15:29-35.
 27. Kanamori A, Sakane M, Zeminski J, Rudy TW, Woo SL. In situ forces in the medial and lateral structures of intact and ACL-deficient knees. *J Orthop Sci* 2000;5:567-571.
 28. Amis AA, Scammell BE. Biomechanics of intraarticular and extraarticular reconstructions of anterior cruciate ligament. *J Bone Jt Surg Br* 75B: 812-817.1993.
 29. Galway HR, MacIntosh DL. The lateral pivot shift: symptom and sign of anterior cruciate ligament insufficiency. *Clin Orthop Relat Res* 1980;(147) 45-50.
 30. Segond P (1879) Recherches cliniques et experimentales sur les epanchements sanguins du genou par entorse. *Progress medical* 7:297-299, 319-321,340-341.
 31. De Maeseneer M, Boulet C, Willekens I, Lenchik L, De Mey J, Cattrysse E, Shahabpour M (2015) Segond fracture: Involvement of iliotibial band, anterolateral ligament, and anterior arm of the biceps femoris in the knee trauma. *Skeletal Radiol* 44(3):413-421.
 32. Dietz GW, Wilcox DM, Montgomery JB (1986) Segond tibial condyle fracture: lateral capsular ligament avulsion. *Radiology* 159(2): 467-469.
 33. Hughston JC, Andrews JR, Cross MJ, Moschi A (1976) Classification of the knee ligament instabilities. Part II. The lateral compartment. *J Bone Joint Surg Am* 58(2): 173-179.
 34. Müller W (1982) The knee: form, function and ligamentous reconstruction surgery. Springer, Berlin
 35. Feagin JA (1988) The crucial ligaments: diagnosis and treatment of ligamentous injuries about the knee. Churchill Livingstone, New York.

36. Terry GC, Norwood LA, Hughston JC, Caldwell KM (1993) How iliotibial tract injuries of the knee combine with acute anterior cruciate ligament tears to influence abnormal anterior tibial displacement. *Am J Sports Med* 21(1):55-60.
37. Irvine GB, Dias JJ, Finlay DB (1987) Segond fractures of the lateral tibial condyle: brief report. *J Bone Joint Surg Br* 69(4):613-614.
38. Puddu GF, Mariani PP, Conteducca F (1987) Lesioni combinate anteriori acute. *Il Ginocchio* 6:302-306.
39. Campos JC, Chung CB, Lektrakul N, Pedowitz R, Trudell D, Yu J, Resnick D (2001) Pathogenesis of Segond fracture: anatomic and MR imaging evidence of an iliotibial tract or anterior oblique band avulsion. *Radiology* 219(2):381-386.
40. Vieira EL, Vieira EA, da Silva RT, Berlfein PA, Abdalla RJ, Cohen M (2007) An anatomic study of iliotibial tract. *Arthrosc J Arthrosc Related Surg Off Publ Arthrosc Assoc Nam Int Arthrosc Assoc* 23(3):269-274.
41. Vincent JP, Magnussen RA, Gezmez F, Uguen A, Jacobi M, Weppe F, Al Saati MF, Lustig S, Demey G, Servien E, Neyret P (2012) The anterolateral ligament of human knee: an anatomic and histologic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc off J ESSKA* 20(1):147-152.
42. Daggett M, Busch K, Sonnery-Cottet B (2016) Surgical dissection of anterolateral ligament. *Arthrosc Tech* 5 (1): e 185-e 188.
43. Daggett M, Ockuly AC, Cullen M, Busch K, Lutz C, Imbert P, Sonnery-Cottet B (2016) Femoral origin of the anterolateral ligament: an anatomic analysis. *Arthrosc Related Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc* 32(5):835-841.
44. Helito CP, Bonadio MB, Soares TQ, da Mota e Albuquerque RF, Natalino RJ, Pecora JR, Camanho GL, Demange MK (2016) The meniscal insertion of the knee anterolateral ligament. *Surg Radiol Anat SRA* 38(2):223-228.
45. Caterine S, Litchfield R, Johnson M, Chronik B, Getgood A (2015) A cadaveric study of the anterolateral ligament: re-introducing the lateral capsular ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA* 23(11):33186-3195.
46. Boden BP, Dean GS, Feagin JA. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics* 2000;23:573-578.
47. Feagin JA Jr, Lambert KL. Mechanism of injury and pathology of anterior cruciate ligament injuries. *Orthop Clin North Am* 1985;(1):41-45.
48. Ferreti A, Frankel U, Matan Y et al. Knee Ligaments injuries in volleyball players. *Am J Sports Med* 1992;20:203-207.
49. Dargel J, Gotter M, Mader K, Penning D, Koebke J. Biomechanics of the anterior cruciate ligament and implications for surgical reconstruction. *Strat Traum Limb Recon.* 2007;2:1-12.
50. Claes S, Bartholomeeusen S, Bellemans J. High prevalence of anterolateral ligament abnormalities in magnetic resonance images of anterior cruciate ligament-injured knees. *Acta Orthop Belg.* 2014;80(1):45-49.
51. Gibson M, Milkosz R, Reider B, Andriacchi T. Analysis of the Muller anterolateral femorotibial ligament reconstruction using a computerized knee model. *Am Knee Sports Med.* 1986;14(6):371-375.
52. MacIntosh DL, Darby TA. Lateral substitution reconstruction: in proceedings of Canadian Orthopaedic Association. *J Bone Joint Surg Br.* 1976;58:142.
53. Monaco E, Maestri B, Conteducca F, Mazza D, Iorio C, Ferreti A. Extra-articular ACL reconstruction and pivot shift: In vivo dynamic evaluation with navigation. *Am J Sports Med.* 2014;42(7):1669-1674.

54. Samuelson M, Draganich LF, Zhou X, Krumins P, Reider B. The effects of knee reconstruction on combined anterior cruciate ligament and anterolateral capsular deficiencies. *Am J Sports Med.* 1996;24(4):492-497.
55. Anderson AF, Snyder RB, Lipscomb AB. Anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective randomized study of three surgical methods. *Am J Sports Med.* 2001;29(3):272-279.
56. Anderson AF, Snyder RB, Lipscomb AB. Anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective randomized study of three surgical methods. *Am J Sports Med.* 2001;29(3):272-279.
57. Kennedy MI, Claes S, Fuso FA, et al. The anterolateral ligament: an anatomic, radiographic, and biomechanical analysis. *Am J Sports Med.* 2015;43(7):1606-1615.
58. Hettrich CM, Dunn WR, Reinke EK, Spindler KP. The rate of subsequent surgery and predictors after anterior cruciate ligament reconstruction: two- and 6-year follow-up results from a multicenter cohort. *Am J Sports Med.* 2013;41(7):1534-1540.
59. Webster KE, Feller JA, Leigh WB, Richmond AK. Younger patients are at increased risk for graft rupture and contralateral injury after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2014;42:641-647.
60. Wright RW, Magnussen RA, Dunn WR, Spindler KP. Ipsilateral graft and contralateral ACL rupture at five years or more following ACL reconstruction: a systematic review. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93:1159-1165.
61. Clancy WG Jr, Nelson DA, Reider B, Narechania RG. Anterior cruciate ligament reconstruction using one-third of the patellar ligament, augmented by extra-articular tendon transfers. *J Bone Joint Surg Am.* 1982 Mar;64(3):352-9.
62. Inderhaug E, Stephen JM, Williams A, Amis AA (2017) Bio-mechanical comparison of anterolateral procedures combined with anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 45:347-354.
63. Trojani C, Beau ls P, Burdin G et al (2012) Revision ACL reconstruction: Influence of a lateral tenodesis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 20:1565-1570.
64. Engebretsen L, Lew WD, Lewis JL, Hunter RE (1990) The effect of an iliotibial tenodesis on intraarticular graft forces and knee joint motion. *Am J Sports Med* 18:169-176.
65. Helito CP, Camargo DB, Sobrado MF, Bonadio MB, Giglio PN, Pecora JR, Camanho GL, Demange MK (2018). Combined reconstruction of the anterolateral ligament in chronic ACL injuries leads to better clinical outcomes than isolated ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018 Dec; 26(12):3652-3659.
66. Sonnery-Cottet B, Dagget M, Fayard JM, Ferreti A, Helito CP, Lind M, Monaco E, Padua VB, Thauinat M, Wilson A, Zaffagnini S, Zijl J, Claes S. Anterolateral Ligament Expert Group consensus paper on the management of internal rotation instability of the anterior cruciate ligament-deficient knee. *J Orthop Traumatol.* 2017 Jun; 18(2):91-106.
67. Sonnery-Cottet B, Thauinat M, Freychet B, Pupim BH, Murphy CG, Claes S. Outcome of a combined anterior cruciate ligament and anterolateral ligament reconstruction technique with a minimum 2-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2015; 43:1598-1605.

68. Monaco E, Ferreti A, Labianca L, Maestri B, Speranza A, Kelly MJ, D'Arrigo C (2012). Navigated knee kinematics after cutting of the ACL and its secondary restraints. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off ESSKA* 20(5):870-877.
69. Musahl V, Hoshiro Y, Ahlden M, Araujo P, Irrgang JJ, Zaffagnini S, Karlsson J, Fu FH (2012) The pivot shift: a global user guide. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA* 20(4):724-731.
70. Shybut TB, Vega CE, Haddad J, Alexander JW, Gold JE, Noble PC, Lowe WR (2015) Effect of lateral meniscal root tear on the instability of the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Am J Sports Med* 43(4):905-911.
71. Song GY, Zhang H, Wang QQ, Zhang J, Li Y, Feng H (2016) Risk factors associated with grade 3 Pivot shift after acute anterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med* 44(2):362-369.
72. Tanaka M, Vyas D, Moloney G, Bedi A, Pearle AD, Musahl V (2012) What does it take to have a high-grade pivot shift? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA* 20(4):737-742.
73. Helito CP, Helito PV, Costa HP, Bordalo-Rodrigues M, Pecora JR, Camanho GL, Demange MK (2014) MRI evaluation of the anterolateral ligament of the knee: assessment in routine 1.5-T scans. *Skeletal Radiol* 43(10):1421-1427.
74. Taneja AK, Miranda FC, Braga CA, Gill CM, Hartmann LG, Santos DC, Rosemberg LA (2015) MRI features of the anterolateral ligament of the knee. *Skeletal Radiol* 44(3): 403-410.
75. Hartigan DE, Carroll KW, Kosarek FJ, Piasecki DP, Fleischli JF, D'Alessandro DF (2016) Visibility of anterolateral ligament tears in anterior cruciate ligament-deficient knees with standard 1.5-Tesla magnetic resonance imaging. *Arthrosc J Arthrosc Related Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. doi:10.1016/j.arthro.2016.02.012
76. Van Dyck P, De Smet E, Lambrecht V, Heusdens CH, Van Glabbeek F, Vanhoenacher FM, Gielen JL, Parizen PM (2016) The anterolateral ligament of the knee: what the radiologist needs to know. *Semin Musculoskelet Radiol* 20(1):26-32.
77. Cianca J, Pandit S, Chiou-Tan FY, (2014) Musculoskeletal ultrasound imaging of the recently described anterolateral ligament of the knee. *Am J Phys Med Rehabil Assoc Acad Physiatr* 93(2):186. Doi:10.1097/phm000000000000070.
78. Capo J, Kaplan Dj, Fralinger DJ, Adler RS, Campbell KA, Jazrawi LM, Alaia MJ (2016) Ultrasonographic visualization and assessment of the anterolateral ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off ESSKA*. Doi:10.1007/s00167-016-4215-x
79. Oshima T, Nakase J, Numata H, Tanaka Y, Tsuchiya H (2016) Ultrasonography imaging of the anterolateral ligament using real-time virtual sonography. *Knee* 23(2):198-202.

8. ARTIGO ORIGINAL

8.1 *Artigo em Português*

8.2 *Artigo em Inglês*

9. Anexos:



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Estamos realizando um estudo para avaliar as funções de ligamentos do joelho. Entendemos o momento delicado pelo qual você está passando, mas gostaríamos de sua colaboração pois este é um estudo impossível de ser realizado em pacientes, portanto, está sendo realizado no DML. O objetivo deste estudo é melhorar os resultados de futuros tratamentos e desta forma ajudar a muitas pessoas no futuro. Se você autorizar a participação do seu familiar neste estudo, serão realizados os seguintes procedimentos:

Primeiro será realizada uma avaliação do joelho do seu familiar para ver se ele pode participar do estudo. Caso possa participar, será feito um corte de 20 centímetros na parte da frente dos joelhos, em ambos os lados. A seguir, será medida a estabilidade do joelho após a falha provocada de alguns ligamentos. Depois, em cada um dos joelhos, será feita uma medida desta instabilidade.

O principal dano que estes procedimentos podem causar é estético, resultando em uma marca de cerca de 20 centímetros no joelho. Além disso, estimamos que o tempo de liberação do corpo de seu familiar aumente em apenas 45 minutos.

Os dados obtidos pelos testes que seu familiar estará participando nesta pesquisa serão publicados em revistas científicas independentemente dos resultados alcançados. Os resultados serão divulgados sem que o nome dos participantes apareça.

A qualquer momento você poderá desistir da participação do seu familiar nesta pesquisa sem que isto modifique os procedimentos do DML.

Declaro que entendi todas as explicações, podendo requisitar outras informações a qualquer momento desta pesquisa e aceito que meu familiar seja submetido a avaliação da estabilidade patelar conforme descrito. Desta forma, autorizo o prof. Dr. João Luiz Ellera Gomes (210185250), O médico Geraldo Luiz Schuck de Freitas (996793913) e colaboradores, indicados por eles, a realizar os procedimentos descritos acima, em meu familiar como parte de um estudo científico do Hospital de Clínicas de Porto Alegre -HCPA realizado no Departamento Médico-Legal.

Assinatura do familiar: _____

Assinatura do pesquisador: _____

Data: