

**PAULO VICTOR PARTEZANI HELITO**

**Correlação entre alterações do ligamento anterolateral na ressonância magnética e sinais clínicos de instabilidade ao exame físico sob anestesia em pacientes com lesão aguda do ligamento cruzado anterior**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Programa de Radiologia Orientador: Dr. Marcelo Bordalo Rodrigues.

**São Paulo**

**2022**

**PAULO VICTOR PARTEZANI HELITO**

**Correlação entre alterações do ligamento anterolateral na ressonância magnética e sinais clínicos de instabilidade ao exame físico sob anestesia em pacientes com lesão aguda do ligamento cruzado anterior**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Programa de Radiologia Orientador: Dr. Marcelo Bordalo Rodrigues.

**São Paulo**

**2022**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

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

©reprodução autorizada pelo autor

Helito, Paulo Victor Partezani  
Correlação entre alterações do ligamento  
anterolateral na ressonância magnética e sinais  
clínicos de instabilidade ao exame físico sob  
anestesia em pacientes com lesão aguda do ligamento  
cruzado anterior / Paulo Victor Partezani Helito. --  
São Paulo, 2022.  
Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da  
Universidade de São Paulo.  
Programa de Radiologia.  
Orientador: Marcelo Bordalo Rodrigues.

Descritores: 1.Luxação do joelho 2.Lesões do  
ligamento cruzado anterior 3.Instabilidade  
articular 4.Imagem por ressonância magnética  
5.Diagnóstico por imagem

USP/FM/DBD-003/22

Responsável: Erinalva da Conceição Batista, CRB-8 6755

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais **Camilo** e **Maria Lúcia**, exemplos de dedicação e amor, responsáveis pela minha formação de caráter e educação. Ambos estiveram e estão ao meu lado em cada passo, desafio, tropeço e conquista. Admiro e sou eternamente grato por todo o esforço e renúncias que fizeram pelo bem estar de seus filhos. Agradeço com todo o amor do mundo por criarem a fundação daquilo em que me tornei hoje.

Ao meu irmão **Camilo**, meu maior amigo, de amor fraterno incondicional. Um protetor e guia desde a minha infância. Meu amigo de faculdade, que se tornou um companheiro na profissão e na ciência. Grande exemplo de profissional, professor e pesquisador. Ao lado dos meus pais, ajudou a moldar meu caráter e a superar os maiores desafios desde o início da minha vida.

À minha esposa **Ana Luiza**, de amor, bondade e doçura infinitos. Um exemplo e guia para mim. A cada minuto com você me torno uma pessoa melhor. Obrigado por me abençoar com seu companheirismo e amor. Obrigado pela paciência e compreensão. Nossa família, você e nossas duas filhas, são as maiores preciosidades da minha vida.

Às minhas filhas **Giulia** e **Laura**, que mudaram a forma de eu ver o mundo. O imenso amor que tenho por vocês me faz entender as renúncias dos meus pais. Vocês são o meu motivo de viver e de tentar me tornar uma pessoa melhor a cada dia.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Dr. **Marcelo Bordalo Rodrigues**, meu grande professor na radiologia musculoesquelética e mentor para a vida. Agradeço ao constante apoio nos momentos difíceis, aos muitos conselhos e a confiança que sempre depositou em mim.

Ao professor **Giovani Guido Cerri** pela oportunidade de realizar toda a minha formação em radiologia e pós-graduação no Instituto de Radiologia do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo.

Ao Professor **Carlos Alberto Buchpiguel** e aos Ds. **Ellison Fernando Cardoso** e **Leandro Einjsman** pelos conselhos e sugestões para aprimorar minha tese.

Aos inúmeros colegas médicos que colaboraram direta e indiretamente com esta pesquisa, ortopedistas e radiologistas, incluindo os residentes de radiologia e diagnóstico por imagem e residentes de especialização em radiologia musculoesquelética do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo e do Hospital Sírio Libanês.

À **Lia De Melo Souza Neta** pela imprescindível ajuda durante toda a pós-graduação.

## NORMALIZAÇÃO ADOTADA

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

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

Estrutura e apresentação: 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 Julia 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*.

Nomes das estruturas anatômicas baseados na Terminologia Anatômica, aprovada em 1998 e traduzida pela Comissão de Terminologia Anatômica da Sociedade Brasileira de Anatomia - CTA-SBA. 1a ed. (Brasileira) São Paulo, Editora Manole; 2001. 248p

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	3
2.1 OBJETIVO PRINCIPAL .....	3
2.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS.....	3
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	4
3.1 ANATOMIA DO LIGAMENTO ANTEROLATERAL .....	4
3.2 BIOMECÂNICA E FUNÇÃO DO LIGAMENTO ANTEROLATERAL .....	5
3.3 AVALIAÇÃO POR IMAGEM DO LIGAMENTO ANTEROLATERAL .....	6
3.3.1 Avaliação anátomo-radiológica.....	6
3.3.2 Avaliação por RM do ligamento anterolateral normal.....	7
3.3.3 Avaliação por RM do ligamento anterolateral com rotura do ligamento cruzado anterior.....	8
3.3.4 Correlação da RM do Ligamento Anterolateral com rotura do ligamento cruzado anterior e exame físico.....	9
3.4 JUSTIFICATIVA .....	9
4 MÉTODOS.....	11
4.1 PACIENTES.....	11
4.1.1 Critérios de inclusão .....	11
4.1.2 Critérios de exclusão .....	11
4.2.1 Desenho do estudo.....	11
4.2.2 Procedimentos .....	12
4.2.2.1 RM de Joelho.....	12
4.2.2.2 Análise das imagens .....	12
4.2.2.3 Avaliação de Instabilidade do Joelho .....	15
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	15
4.4 ASPECTOS ÉTICOS E FINANCEIROS .....	16
5 RESULTADOS .....	17
5.1 CARACTERÍSTICAS DOS PACIENTES .....	17
5.2 ACHADOS DE RM .....	17
5.3 EXAME FÍSICO COM O PACIENTE ANESTESIADO .....	19
5.4 ASSOCIAÇÃO DOS ACHADOS DE RM DO LAL COM ACHADOS DE EXAME FÍSICO.....	20
5.5 ASSOCIAÇÃO DAS OUTRAS VARIÁVEIS COM ACHADOS DE EXAME FÍSICO.....	22

5.6 MODELO DE REGRESSÃO LOGÍSTICA PARA AVALIAÇÃO DA ASSOCIAÇÃO DE TODAS AS VARIÁVEIS COM OS RESULTADOS DO TESTE DE PIVOT SHIFT .....	23
5.7 ANÁLISE DE PODER ESTATÍSTICO .....	25
6 DISCUSSÃO .....	26
7 CONCLUSÕES .....	30
8 REFERÊNCIAS .....	31



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%	Porcentagem
<	Menor que
=	Igual
>	Maior que
±	Mais ou menos
≤	Menor ou igual
≥	Maior ou igual
cm	Centímetros
mm	Milímetros
DP	Densidade de Prótons
CPL	Canto Posterolateral
LAL	Ligamento Anterolateral
LCA	Ligamento Cruzado Anterior
LCL	Ligamento Colateral Lateral
LCM	Ligamento Colateral Medial
LCP	Ligamento Cruzado Posterior
ML	Menisco Lateral
MM	Menisco Medial
RM	Ressonância magnética
STARD	<i>Standards for reporting studies of diagnostic accuracy initiative requirements</i>
TC	Tomografia computadorizada
VPN	Valor preditivo negativo
VPP	Valor preditivo positivo

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Parâmetros das seqüências de ressonância magnética com os intervalos dos parâmetros utilizados.....	12
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Desenho ilustrativo da anatomia do ligamento anterolateral com o joelho visto de frente.....	4
Figura 2 – Exemplo de imagem de ressonância magnética do ligamento anterolateral normal.....	7
Figura 3 – Imagens de ressonância magnética no plano coronal ponderadas em T2 demonstrando exemplos dos achados do ligamento anterolateral.....	14
Figura 4 – Fluxograma de pacientes elegíveis, excluídos e analisados no estudo.....	17

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo dos achados por imagem das estruturas avaliadas.....	18
Tabela 2 – Resumo dos resultados dos testes de Pivot Shift e Lachman com o paciente anestesiado, graduados de 0 a III.....	20
Tabela 3 – Distribuição das alterações do ligamento anterolateral (LAL) e graus do teste de Pivot Shift com o paciente anestesiado.....	21
Tabela 4 – Distribuição das alterações do ligamento anterolateral (LAL) e graus do teste de Lachman com o paciente anestesiado.....	21
Tabela 5 – Avaliação estatística da associação entre as demais variáveis com os resultados do teste de Pivot Shift (dicotomizado em alto grau – II e III – e baixo grau - 0 e I) por meio do teste exato de Fischer.....	22
Tabela 6 — Resultados do desempenho de cada variável no modelo logístico para o desfecho do teste de Pivot Shift dicotomizado em baixo e alto grau .....	24
Tabela 7 – Resumo do modelo logístico descrito na tabela 08 .....	25

## RESUMO

Helito, PVP. *Correlação entre alterações do ligamento anterolateral na ressonância magnética e sinais clínicos de instabilidade ao exame físico sob anestesia em pacientes com lesão aguda do ligamento cruzado anterior* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2021.

**Introdução:** o ligamento anterolateral (LAL) é um estabilizador secundário do joelho, contribuindo para a estabilidade rotacional em sinergia com ligamento cruzado anterior (LCA). A avaliação por imagem do LAL é realizada principalmente por ressonância magnética (RM), sendo capaz de identificar o LAL normal e alterado. Em pacientes com rotura de LCA, a avaliação do LAL por RM pode ser útil no planejamento cirúrgico de reconstruções do LCA por estar associada a maiores graus de instabilidade aos testes clínicos realizados com o paciente anestesiado no momento da cirurgia. **Métodos:** estudo retrospectivo incluindo 95 pacientes com rotura do LCA submetidos a RM na fase aguda da rotura (<3 semanas do trauma). Dois avaliadores acessaram o LAL por RM, classificando como normal, anormal sem descontinuidade ou anormal com descontinuidade. Um dos avaliadores também avaliou lesões em outras estruturas ligamentares do joelho e nos meniscos. Resultados de testes de instabilidade (*Pivot Shift* e Lachmann) com o paciente anestesiado para reconstrução artroscópica do LCA foram obtidos de prontuários e descrições cirúrgicas dos pacientes. A análise estatística foi realizada no IBM SPSS 22. Para avaliação da relação entre as anormalidades do ligamento anterolateral com os testes de instabilidade foi utilizado o teste Exato de Fisher. O LAL também foi avaliado estatisticamente de forma dicotômica (sem anormalidade e com anormalidade). Os testes de *Pivot Shift* e Lachman foram agrupados em graus baixos (0,I) vs altos (II,III) para análise. Um modelo logístico para avaliar o peso de todas as variáveis analisadas com os resultados do teste de *Pivot Shift* foi realizado. **Resultados:** as alterações do LAL, do trato iliotibial (TIT) e dos ligamentos colaterais lateral (LCL) e medial (LCM) na RM apresentaram associação estatisticamente significativa com o teste de *Pivot Shift*. O LAL dicotomizado em normal e anormal apresentou associação com teste de *Pivot Shift* de alto grau ( $p < 0,0005$ ), com razão de chance de 55,9 (IC 95%: 14,3 a 218,0) para graus altos de *Pivot Shift* em pacientes com LAL anormal a RM. O LAL também apresentou associação estatisticamente significativa com teste de Lachman de alto grau ( $p = 0,013$ ), com razão de chance de 5,1 (IC 95%: 1,3 a 19,6) para graus altos do teste de Lachman em pacientes com anormalidade do LAL na RM. O modelo logístico de todas as variáveis analisadas para os resultados do teste de *Pivot Shift* demonstrou que o LAL dicotomizado foi a única variável com associação estatisticamente significativa no modelo ( $p < 0,0005$ ) e demonstrou uma razão de chance de 81,0 (IC 95%: 9,7 a 675,2). **Conclusão:** as anormalidades do LAL na RM em pacientes com rotura de LCA apresentam associação significativa com os testes de Lachman e, principalmente, *Pivot Shift* com o paciente sob anestesia. As lesões do TIT, LCL e LCM também apresentam associação com os resultados do teste de *Pivot Shift*. O modelo logístico para resultado de alto grau no teste de *Pivot Shift* demonstrou que as anormalidades do LAL foram a única variável com associação significativa.

Descritores: luxação do joelho; lesões do ligamento cruzado anterior; instabilidade articular; imagem por ressonância magnética; diagnóstico por imagem.

## **ABSTRACT**

*Helito, PVP. Correlation between anterolateral ligament magnetic resonance imaging abnormalities and clinical signs of instability on physical examination under anesthesia in patients with acute anterior cruciate ligament injury [thesis]. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2021.*

**Introduction:** the anterolateral ligament (ALL) is a secondary knee stabilizer, contributing to rotational stability in synergy with the anterior cruciate ligament (ACL). The ALL imaging evaluation is mainly performed by magnetic resonance imaging (MRI), being able to identify the normal and abnormal ALL. In patients with ACL injuries, ALL MRI evaluation may be useful in surgical planning as it is associated with greater degrees of instability in clinical tests performed with the patient anesthetized at the time of surgery. **Methods:** retrospective study including 95 patients with ACL tear who underwent MRI in the acute phase of the injury (<3 weeks after trauma). Two readers accessed the LAL, classifying it as normal, abnormal without discontinuity, or abnormal with discontinuity. One of the readers also evaluated injuries in other knee ligament structures and menisci. Results of instability tests (Pivot Shift and Lachmann) with the patient anesthetized for arthroscopic ACL reconstruction were obtained from medical records and surgical descriptions. Statistical analysis was performed using the IBM SPSS 22. Fisher's exact test was used to assess the relationship between anterolateral ligament abnormalities and instability tests. The ALL was also statistically evaluated in a dichotomous way (no abnormality and with abnormality). Pivot Shift and Lachman tests were grouped into low (0,I) vs high (II,III) degrees for analysis. A logistic model was performed to assess the weight of all variables in the results of the Pivot Shift test. **Results:** ALL abnormalities and iliotibial band (ITB), lateral (LCL) and medial (MCL) collateral ligaments injuries on MRI showed a statistically significant correlation with the Pivot Shift test. The LAL dichotomized into normal and abnormal correlated with the high-grade Pivot Shift test ( $p < 0.0005$ ), with an odds ratio of 55.9 (95% CI: 14.3 to 218.0) for high degrees of Pivot Shift in patients with abnormal ALL on MRI. The dichotomized LAL also showed a statistically significant correlation with the high-grade Lachman test ( $p = 0.013$ ), with an odds ratio of 5.1 (95% CI: 1, 3 to 19.6) for high grades of the Lachman test in patients with ALL abnormality on MRI. The logistic model for all variables analyzed with the results of the Pivot Shift test demonstrated that the dichotomized LAL was the only variable with a statistically significant correlation ( $p < 0.0005$ ) and demonstrated an odds ratio of 81.0 (CI 95%: 9.7 to 675.2). **Conclusion:** MRI ALL abnormalities in patients with ACL injuries have a significant correlation with Lachman tests and, mainly, Pivot Shift test in the patient under anesthesia. ITB, LCL and MCL lesions also correlate with Pivot Shift test results. The logistic model for high-grade results in the Pivot Shift test demonstrated that ALL abnormalities were the only variable with significant correlation.

**Keywords:** knee dislocation; anterior cruciate ligament injuries; joint instability; magnetic resonance imaging; diagnostic imaging.

## 1 INTRODUÇÃO

Lesões anterolaterais do joelho são estudadas na literatura desde o século XIX, quando Segond descreveu um padrão de fratura avulsiva da tíbia na inserção de uma estrutura capsuloligamentar (1), nomeada mais de 100 anos depois como ligamento capsular lateral (2). O interesse nessa estrutura se limitou à grande associação da avulsão da sua inserção na tíbia, conhecida como fratura de segond, com as roturas do ligamento cruzado anterior (LCA) (3).

Antes conhecido como ligamento capsular lateral, o ligamento anterolateral foi estudado e nomeado em um estudo anatômico do trato iliotibial, realizado por Vieira et al., em 2007 (4). Em seguida, em 2012, Vincent et al. (5) publicaram um estudo anatômico e histológico descrevendo esse ligamento com detalhes. Com base nesses estudos, o nome ligamento anterolateral passou a ser adotado pela maioria dos autores, homogeneizando a nomenclatura antes variável, que, às vezes, o descrevia como estrutura independente (2,6) ou como parte do trato iliotibial (4).

Além das mudanças de nomenclatura, desde 2012, o LAL tem sido amplamente estudado para a caracterização de sua anatomia, histologia e biomecânica. Em virtude de seu caráter biomecânico, foi considerado um estabilizador no joelho com papel sinérgico ao LCA, atuando, principalmente, para a estabilidade rotacional e, em menor grau, para a estabilidade anteroposterior (7–11). Além disso, a associação de uma lesão do LAL foi considerada condição necessária para instabilidades rotacionais graves nas roturas do LCA (8). Dessa forma, há grande interesse na avaliação das lesões do LAL em combinação com as lesões de LCA, devido, potencialmente, ao fato de estas relacionarem-se a maiores graus de instabilidade.

Na literatura radiológica, destacam-se os estudos de anatomia radiológica em cadáveres (12–14) e *in vivo* (15–18), e a avaliação das alterações do LAL nos entorses de joelho (17,18,27–33,19–26), com ênfase na ressonância magnética (RM). Embora a RM seja amplamente utilizada no planejamento cirúrgico da entorse de joelho com rotura do LCA e a literatura tenha boas evidências de que a imagem pode avaliar o LAL, pouco está estabelecido em relação ao valor das anormalidades do LAL e seu impacto no planejamento cirúrgico. Atualmente, a maioria das alterações por imagem do LAL não constituem critério para associação de uma reconstrução ou reforço anterolateral na reconstrução do LCA. Segundo o consenso de especialistas, apenas as fraturas de Segond

(34), que representa uma minoria das alterações relacionadas ao LAL, favoreceriam a combinação de uma técnica cirúrgica anterolateral. Além disso, os critérios cirúrgicos primários para a reconstrução ou reforço anterolateral em casos de rotura do LCA incluem cirurgia de revisão do LCA, teste de *Pivot Shift* grau II ou III, e a já mencionada fratura de Segond (em atletas de alto nível que praticam esportes com movimentos em pivot e pacientes com frouxidão ligamentar).

Alguns estudos já identificaram associações de alterações do LAL com graus maiores no teste de *Pivot Shift* com o paciente anestesiado, o que poderia, de forma indireta, colocar as alterações do LAL como critério cirúrgico ou, ao menos, facilitar a preparação cirúrgica, uma vez que o paciente somente é avaliado com anestesia no momento da reconstrução do LCA. Vários autores encontraram maior prevalência de alterações do LAL na RM em pacientes com LCA roto e graus altos de *Pivot Shift* e, de forma complementar, um maior índice de *Pivot Shift* grau II e III em pacientes com LCA roto e LAL com alterações na RM (23,28,29). No entanto, os resultados para essa associação são controversos, provavelmente por critérios heterogêneos relativos à classificação do LAL como lesado ou anormal, além de muito provável variabilidade em relação à experiência dos observadores e aos protocolos de identificação do LAL nos estudos de imagem. Ademais, é de praxe, na literatura, a associação de anormalidades por RM do LAL com outras lesões internas do joelho (23,31), que poderiam atuar como fator de confusão para o desfecho de instabilidade.

Dessa forma, o objetivo principal desta tese é avaliar a associação entre a RM do LAL, com critérios de anormalidade bem definidos, com os resultados de testes clínicos de instabilidade (com ênfase no teste de *Pivot Shift*) realizados com o paciente anestesiado no momento da artroscopia para reconstrução do LCA. Tal avaliação inclui uma análise multivariada, com o objetivo de isolar os achados do LAL de possíveis fatores de confusão. A hipótese é que as anormalidades do LAL na RM apresentarão alta associação com maiores graus de instabilidade nos testes e serão o fator que poderá melhor prever o teste de *Pivot Shift* de alto grau em relação a outras lesões internas do joelho.



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO PRINCIPAL

Avaliar se há associação entre anormalidades do LAL nos estudos de RM com sinais de instabilidade rotacional pelo teste de *Pivot Shift* de pacientes anestesiados e com lesões do LCA.

### 2.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

Avaliar, por meio de um modelo logístico multivariado, incluindo dados demográficos, anormalidades do LAL e outras lesões internas do joelho no estudo de RM, o peso de cada variável para o desfecho de instabilidade rotacional pelo teste de *Pivot Shift* de pacientes anestesiados e com lesões do LCA;

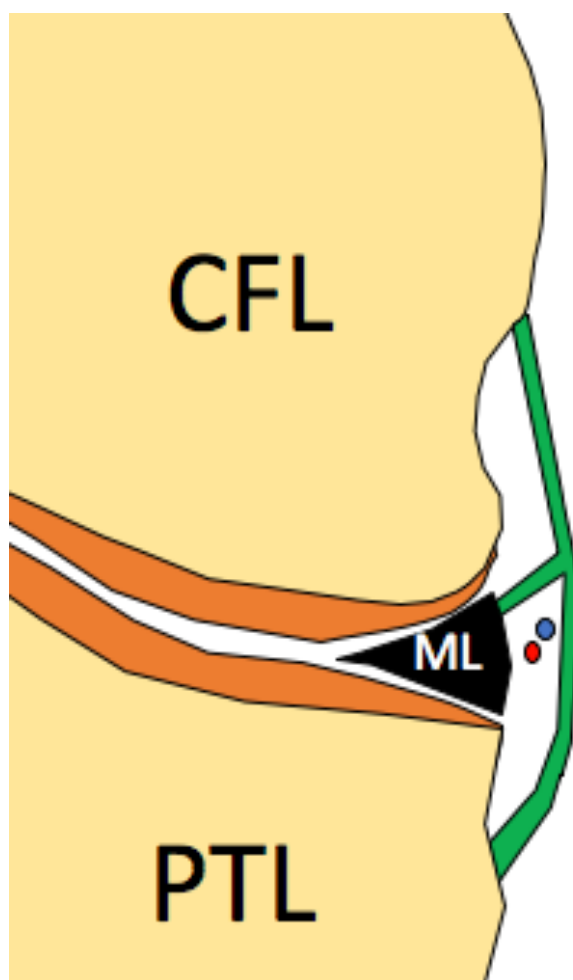
Avaliar se há associação entre anormalidades do LAL, nos estudos de RM, e a instabilidade anterior com base no teste de Lachman de pacientes anestesiados e com lesões do LCA;

Identificar se há diferença nos resultados do teste de *Pivot Shift* entre os pacientes com anormalidades com e sem descontinuidade de fibras do LAL na RM.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 ANATOMIA DO LIGAMENTO ANTEROLATERAL

O ligamento anterolateral é uma estrutura ligamentar distinta, extrassinovial e intra-articular, com origem no fêmur, trajeto anteroinferior com bifurcação acima dos vasos geniculares inferiores laterais e dupla inserção, uma no corpo do menisco lateral e outra na tíbia (figura 1). Tem comprimento de 30-59 mm, espessura de 1-2mm e largura de 4-7 mm (35).



**Figura 1** – Desenho ilustrativo da anatomia do ligamento anterolateral com o joelho visto de frente

O ligamento anterolateral (em verde) tem origem no côndilo femoral lateral (CFL) e inserções no menisco lateral (ML) e no platô tibial lateral (PTL). As imagens circulares em vermelho e azul

ilustram a artéria e uma veia genicular inferior lateral, acima das quais se encontra a bifurcação do LAL.

De acordo com a revisão sistemática de Ariel de Lima et al., realizada em 2019 (35), o LAL foi caracterizado em 100% das disseções em 29 dos 53 estudos avaliados e em mais de 80% dos disseções em 41 dos 53 estudos. Estudos com disseções de cadáveres frescos e em adultos, em sua maioria, apresentam o ligamento anterolateral com maior frequência. Isso indica, por outro lado, que estudos com disseções não realizadas em cadáveres frescos e crianças podem subestimar a frequência do LAL, o que pode favorecer a tese de que o LAL é presente na maioria das pessoas.

A origem do LAL no fêmur tem como referências anatômicas o epicôndilo femoral lateral e a origem do ligamento colateral lateral (LCL). Em relação ao epicôndilo femoral lateral, a origem do LAL no fêmur é descrita como posterior e proximal ou no centro. Em relação ao LCL, a origem do LAL no fêmur é descrita como posterior e proximal, juntamente ao LCL ou anterior e distal. Apesar dessas variações, estudos mais recentes descrevem a origem do LAL como posterior e proximal ao epicôndilo femoral e o LCL (35).

A inserção tibial é o parâmetro menos variável na literatura, localizando-se entre o tubérculo de Gerdy e a cabeça da fíbula e de 4-7 mm da superfície articular do platô tibial (35).

A presença de uma inserção meniscal é controversa na literatura, embora seja descrita na maioria dos estudos anatômicos (35) e já tenha sido caracterizada como ligamento em estudos histológicos (36). Essa inserção tem um aspecto em formato de leque. Ocorre na porção mais anterior do corpo do menisco lateral e na sua transição com o corno anterior. Quatro tipos de inserção meniscal foram descritos na literatura: completo, central, bipolar e somente inferior (16).

### 3.2 BIOMECÂNICA E FUNÇÃO DO LIGAMENTO ANTEROLATERAL

Embora tenha pequenas dimensões em comparação aos demais ligamentos do joelho e em virtude de haver estudos que não demonstram contribuição significativa do LAL para a estabilidade do joelho (37), há evidências na literatura de que o LAL é um estabilizador importante, que contribui, principalmente, para a estabilidade rotacional e em joelhos com LCA insuficiente.

Demonstrou-se que o ligamento não tem comportamento isométrico com a mobilização do joelho e apresenta aspecto tensionado e, por consequência, maior dimensão com o joelho fletido, com estresse em rotação interna e, sobretudo, com a associação de ambos (7,38–40). Estudos com joelhos de cadáveres com LCA seccionado evidenciaram que uma lesão associada do LAL contribui para a instabilidade rotacional e, com menor importância, para instabilidade anteroposterior (7–11). Além disso, a associação de uma lesão do LAL foi considerada condição necessária para um teste de *Pivot Shift* grau III (8), sendo o teste de *Pivot Shift* a manobra semiológica mais específica para a estabilidade rotacional, na qual o grau III indicaria o maior grau de instabilidade (41). Complementando o raciocínio, estudos em cadáveres demonstraram, também, que o LAL recebe maior carga em joelhos com LCA lesionado em comparação a joelhos com LCA intacto (42,43).

As evidências da literatura indicam que o LAL atua como estabilizador secundário, com papel sinérgico ao LCA, contribuindo, principalmente, para a estabilidade rotacional.

### 3.3 AVALIAÇÃO POR IMAGEM DO LIGAMENTO ANTEROLATERAL

Desde que houve maior interesse a respeito do LAL, do ponto de vista anatômico e biomecânico, passou-se a estudar a capacidade de identificação do ligamento nos exames de imagem, com enfoque na ressonância magnética (RM). O LAL foi analisado em estudos com cadáveres, com correlação com disseções, e em estudos *in vivo* em pacientes sem e com trauma e rotura do LCA.

#### 3.3.1 Avaliação anátomo-radiológica

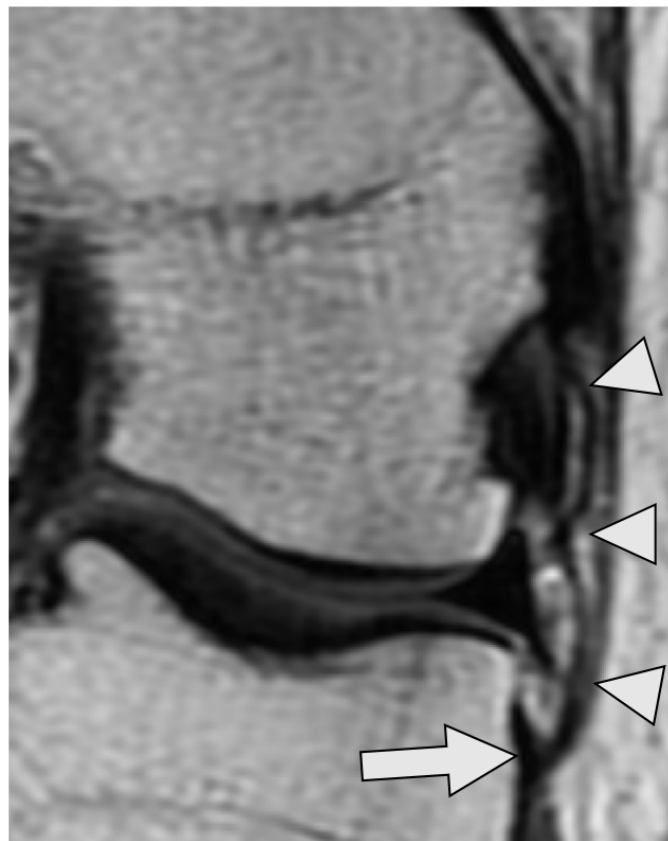
Em 2015, Helito *et al.* (13) avaliaram 13 joelhos de cadáveres adquirindo exames de RM com sequências multiplanares em cortes finos (0,6 a 1,5 mm) e, em seguida, realizaram a disseção anatômica do ligamento anterolateral. Assim, obteve-se associação estatisticamente significativa nas variáveis analisadas (com exceção da espessura), que incluíam distâncias entre pontos anatômicos de referência e medidas do próprio ligamento. Catherine *et al.* (12) e Macchi *et al.* (14) também realizaram estudos de RM em cadáveres, e, embora não tenham realizado correlação com disseções nos

mesmos espécimes, apresentaram características topográficas e medidas de extensão e espessura semelhantes ao estudo de Helito e a estudos de dissecções anatômicas.

### 3.3.2 Avaliação por RM do ligamento anterolateral normal

Realizaram-se alguns estudos com exames de ressonância magnética em pacientes para visualização do LAL, fora do contexto de trauma, para a determinação da quantidade de pacientes em que é possível visualizar o ligamento.

Helito *et al.* (15), em 2014, e Kosy *et al.* (16), em 2015, avaliaram exames de RM em pacientes com joelhos não lesionados e identificaram alguma porção do LAL em 97% e 94%, respectivamente. Todo o ligamento foi identificado em 71% e 57% dos exames.



**Figura 2** – Exemplo de imagem de ressonância magnética do ligamento anterolateral normal.

Ligamento anterolateral do joelho identificado em imagem de ressonância magnética no plano coronal e ponderada em densidade de prótons como a imagem linear de baixo sinal, apontada pelas cabeças de seta, com origem no côndilo femoral lateral e inserções no menisco lateral e na tibia proximal (seta).

Em contraste, outros autores identificaram o LAL em uma menor proporção de pacientes. Devitt *et al.* (17), em 2017, identificaram alguma parte do ligamento em, apenas, 64% dos joelhos sem trauma avaliados e a totalidade do ligamento em 23%, enquanto Marschall *et al.* (18), na média dos observadores, tiveram taxas de visualização de 58% de alguma porção do ligamento e 8% da totalidade.

### 3.3.3 Avaliação por RM do ligamento anterolateral com rotura do ligamento cruzado anterior

O LAL é um estabilizador secundário do joelho sinérgico ao LCA e contribui para a estabilidade rotacional especialmente quando o LCA é insuficiente. Por esse motivo, diversos autores passaram a estudar a capacidade da RM de identificar o LAL e suas lesões em casos de rotura do LCA. É importante mencionar que, no trauma agudo do joelho, é frequente a ocorrência de derrame articular, e distensão da cápsula e dos recessos articulares, o que, potencialmente, facilita a identificação e avaliação de estruturas ligamentares como o LAL.

O LAL foi estudado diversas vezes em pacientes com rotura do LCA e, na maioria dos estudos, ele foi identificado em grande parte dos pacientes. Alguns autores visualizaram o LAL em, praticamente, todos os joelhos analisados (19,21,24,33); enquanto outros visualizaram o LAL com frequência variando de 71 a 87% (17,22,23,31),.

Quanto à frequência das anormalidades por ressonância magnética do LAL, estas foram reportadas como presente em 32 a 66% dos joelhos avaliados nos diferentes estudos (17–19,22–25,28,31,33). Ressalta-se que os achados de ressonância magnética considerados como lesão do LAL são extrapolações dos critérios estabelecidos para outros ligamentos e que, uma vez que o LAL é uma estrutura extracapsular, a correlação cirúrgica desses achados não é possível com a técnica artroscópica utilizada para reconstrução do LCA. Os estudos que avaliaram concordância para anormalidades do LAL tiveram resultados controversos. Alguns autores demonstraram boas correlações (Helito *et al.* (23) com valores de Kappa para interobservador de 0,724 e para intraobservador de 0,819 e 0,855; Lee *et al.* (24) com valores de Kappa para as correlações intra e interobservador de 0,85 e 0,84, respectivamente) e outros outras evidenciando correlações mais fracas (Marschall *et al.* (18) com valores de Kappa para correlação

interobservador inferiores a 0,4 em todas as porções do LAL; Miyaji *et al.* (25) com índice de Kappa para correlação de lesões da cápsula anterolateral de 0,25; e Young *et al.* (33) com valor de Kappa para correlação interobservador de 0,38).

Lesões internas do joelho foram associadas a anormalidades do LAL na RM, com associações positivas para lesões do menisco lateral, dos ligamentos colaterais lateral e medial, do tendão poplíteo e do trato iliotibial (23,31).

### 3.3.4 Correlação da RM do Ligamento Anterolateral com rotura do ligamento cruzado anterior e exame físico

Uma vez que o LAL é considerado um estabilizador rotacional secundário do joelho, alguns autores investigaram se anormalidades por RM do LAL em pacientes com LCA roto teriam associação com maiores graus no teste de *Pivot Shift*. O teste de *Pivot Shift* é o principal teste clínico para avaliação de instabilidade rotacional, sendo graduado de zero a III (em que II e III constituem graus maiores de instabilidade, e um dos critérios para reconstrução ou reforço anterolateral combinado a reconstrução do LCA).

Inicialmente, Song *et al.* (28) e Helito *et al.* (23) identificaram correlações entre anormalidades do LAL e graus II e III do exame de *Pivot Shift*. Outro trabalho de Song *et al.* (29), um estudo caso controle comparando grupos com *Pivot Shift* grau II e III *versus Pivot Shift* graus normal e I (grupo controle), encontrou uma frequência maior de mais anormalidades do LAL e anormalidade mais severas (roturas parciais e completas) no grupo *Pivot Shift* grau II e III. No entanto, Lee *et al.* (24), Barrera *et al.* (19) e Miyaji *et al.* (25) não encontraram associação entre graus II e III do teste de *Pivot Shift* com anormalidades do LAL.

## 3.4 JUSTIFICATIVA

O LAL tem importância crescente para o planejamento cirúrgico das reconstruções do ligamento cruzado anterior, considerando-se a realização de reconstruções cirúrgicas ou realização de reforços anterolaterais em combinação com reconstrução do ligamento cruzado anterior (44,45). Essas técnicas têm como objetivo a diminuição da instabilidade residual e das taxas de insucesso cirúrgico e re-rotura, embora o seu impacto clínico, ainda, seja controverso (34,46–48).

Embora a maioria dos estudos tenha demonstrado que o LAL pode ser acessado por RM, inclusive em um contexto de trauma com rotura do LCA, alguns pontos em relação a lesões do LAL são controversos na literatura. Ainda se encontram resultados heterogêneos em relação à incidência das anormalidades do LAL e a importância clínica dessas anormalidades, especialmente para prever maior instabilidade em casos de rotura do LCA, traduzida como graus maiores do teste de *Pivot Shift* com o paciente anestesiado no momento da artroscopia para a reconstrução do LCA.

Uma vez que pacientes com maior instabilidade são candidatos à associação de uma técnica anterolateral à reconstrução do LCA, a possibilidade de identificar, previamente, quais seriam esses pacientes agrega valor ao planejamento cirúrgico. Adicionalmente, a oportunidade de identificação desses indivíduos, com base em achados de RM, seria extremamente interessante e oportuna, uma vez que estudos de RM são realizados, rotineiramente, para pacientes com rotura do LCA.

Portanto, o presente estudo tem como objetivo correlacionar os achados de RM do LAL com resultados do teste de *Pivot Shift* com pacientes anestesiados no momento da artroscopia para a reconstrução do LCA. Secundariamente, o estudo também tem como objetivo analisar a associação da RM do LAL com o teste de Lachman e avaliar outras lesões do joelho possivelmente também relacionadas aos testes de instabilidade. As hipóteses são: (1) as anormalidades do LAL na RM apresentarão associação com maiores graus de *Pivot Shift* e não apresentarão uma associação significativa com o teste de Lachman, (2) além de serem o melhor fator para predizer *Pivot Shift* grau II e III em relação a outras lesões internas do joelho.



## 4 MÉTODOS

### 4.1 PACIENTES

A população do estudo compreende pacientes que realizaram artroscopia para a reconstrução do ligamento cruzado anterior do joelho por uma mesma equipe cirúrgica nos hospitais Hospital Sírio-Libanês e no Hospital das Clínicas da FMUSP no período de julho de 2015 a dezembro de 2019 com exames de ressonância magnética realizado nestas instituições.

#### 4.1.1 Critérios de inclusão

- Idade maior que 17 anos;
- exame de ressonância magnética com rotura do ligamento cruzado anterior na fase aguda (menos de 3 semanas após o trauma).

#### 4.1.2 Critérios de exclusão

- Pacientes submetidos, anteriormente, a cirurgias de ligamentos do joelho.
- Pacientes com antecedentes de infecção ou artrite inflamatória no joelho.
- Protocolos de RM incompletos ou com qualidade insatisfatória (artefatos de movimento, sequências faltando).

## 4.2 MÉTODOS

### 4.2.1 Desenho do estudo

Trata-se de um estudo retrospectivo transversal de acurácia de um procedimento diagnóstico, comparativo e observacional, delineado de acordo com a metodologia *Standards for reporting studies of diagnostic accuracy initiative requirements* (STARD)(49).

## 4.2.2 Procedimentos

### 4.2.2.1. RM de Joelho

Os exames de ressonância magnética foram realizados com protocolo de rotina dos hospitais Sírio-Libanês e Hospital das Clínicas, sem sequências com administração do meio de contraste endovenoso.

No hospital Sírio-Libanês, os exames foram realizados em aparelhos de 1,5 e 3,0 Tesla e no Hospital das Clínicas os exames foram realizados em aparelhos de 1,5 Tesla.

Os protocolos foram realizados de forma semelhante, respeitando as particularidades de cada aparelho, com sequências conforme quadro 01. Os exames foram realizados com, ao menos, sequências ponderadas T2 com saturação de gordura nos planos axial, sagital e coronal, além de uma sequência ponderada em T1 no plano sagital ou coronal.

**Quadro 1** – Parâmetros das sequências de ressonância magnética com os intervalos de cada um dos parâmetros utilizados

Sequência	FOV (mm)	TR (ms)	TE (ms)	Espessura (mm)	Espaçamento (mm)
Sagital T2 FS	150-170	2.900-5.900	40-50	3,0-3,5	0,3-0,4
Coronal T2 FS	150-170	2.200-4.500	40-50	3,0-3,5	0,3-0,4
Axial T2 FS	150-160	2.900-5.000	38-45	3,0-3,5	0,3-0,4
Coronal T1	150-170	340-740	9-12	3,0-3,5	0,3-0,4
Sagital T1	150-170	400-600	9-12	3,0-3,5	0,3-0,4
Sagital DP	150-170	2.150-2.900	30-40	3,0-3,5	0,3-0,4

FOV: *field of view* (campo de visão); TR: tempo de repetição; TE: tempo de eco

### 4.2.2.2. Análise das imagens

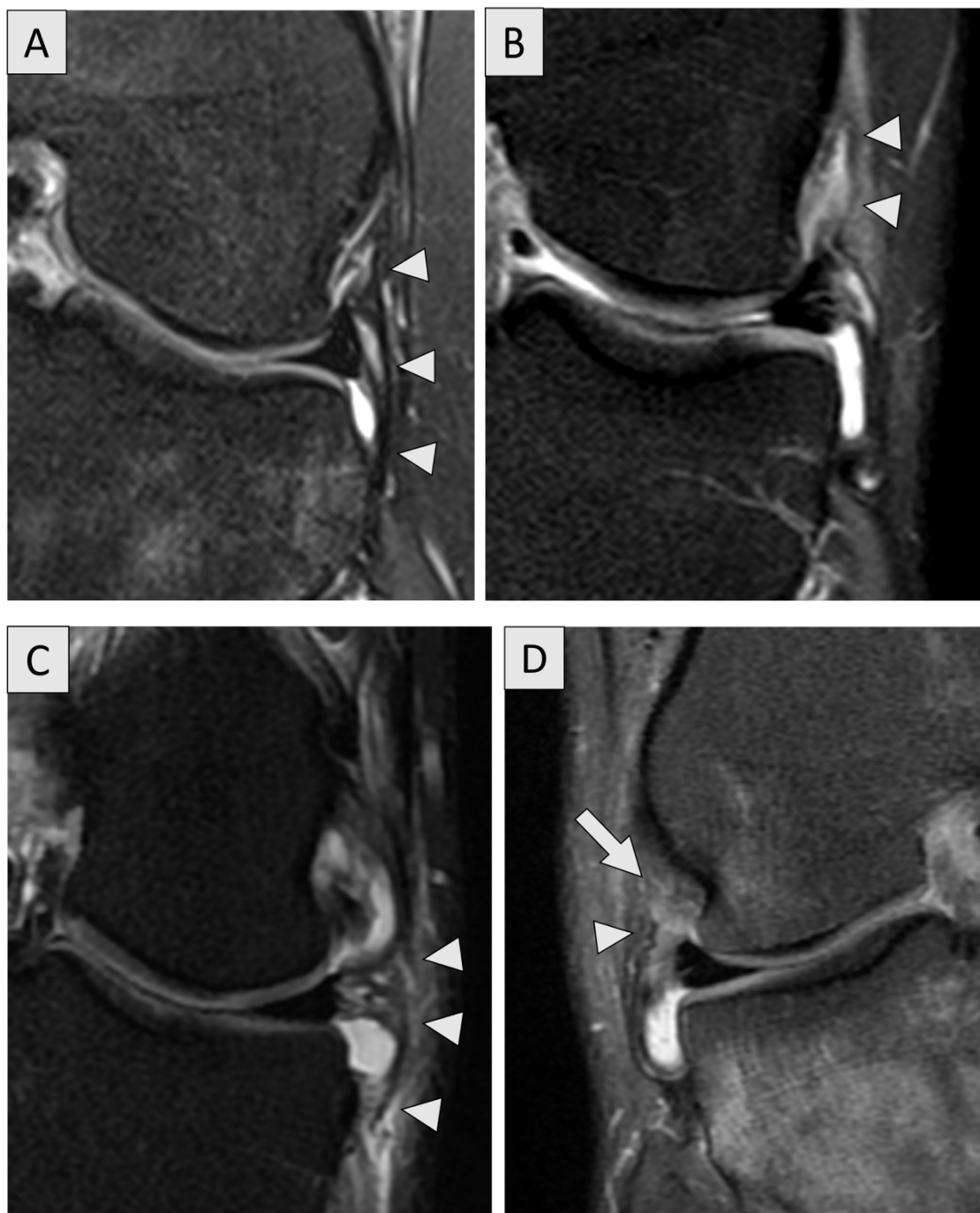
A avaliação das imagens de RM de joelho foi realizada por um observador principal, radiologista especialista em imagem do sistema musculoesquelético (7 anos de experiência) e experiente na imagem e anatomia do ligamento anterolateral. Esse

observador estava cego para os dados clínicos e para os resultados de teste de instabilidade do joelho.

O observador principal avaliou as imagens de acordo com os seguintes parâmetros:

- a) Ligamento Cruzado Anterior (LCA): rotura parcial ou rotura completa;
- b) Ligamento Anterolateral (LAL): sem anormalidade (ligamento de contornos regulares, finos e sinal homoganeamente baixo), anormalidade sem descontinuidade (aumento ou redução da espessura; e/ou elevação de sinal em T2 inferindo edema das fibras ligamentares; e/ou irregularidade de contornos; sem descontinuidade evidente do ligamento), anormalidade com descontinuidade evidente. Quando encontrado apenas edema periligamentar, sem alterações das fibras do LAL, o LAL foi considerado normal (conforme figura 01 );
- c) Fratura de Segond: ausente ou presente.
- d) Trato Iliotibial (TIT), Ligamento Cruzado Posterior (LCP), Ligamento Colateral Lateral (LCL), Ligamento Colateral Medial (LCM), demais estruturas do Canto Posterolateral (CPL): íntegro ou com lesão;
- e) Meniscos Medial (MM) e Lateral (ML): normal, lesão.

Um segundo observador, ortopedista e com experiência em avaliação do ligamento anterolateral por ressonância magnética do ligamento anterolateral avaliou as imagens para concordância interobservador dos achados do LAL, classificando, da mesma forma, o observador principal em: sem anormalidade, anormalidade sem descontinuidade e anormalidade com descontinuidade evidente.



**Figura 3** – Imagens de ressonância magnética no plano coronal ponderadas em T2 demonstrando exemplos dos achados do ligamento anterolateral

A) Paciente de 19 anos, sexo feminino, joelho esquerdo. LAL normal, com baixo sinal e contornos regulares (cabeças de seta). B) Paciente de 41 anos, sexo masculino, joelho esquerdo. LAL com edema (elevação de sinal em T2) periligamentar, elevação de sinal e irregularidade das suas fibras na porção proximal (cabeças de seta). Não foi caracterizada descontinuidade. C) Paciente de 45 anos, sexo masculino, joelho esquerdo. LAL com edema (elevação de sinal em T2) periligamentar, alteração de sinal e espessamento das suas fibras na porção distal (cabeças de

seta). Não foi caracterizada descontinuidade. D) Paciente de 47 anos, sexo feminino, joelho direito. LAL com descontinuidade clara na sua porção proximal (seta), notando-se fibras do coto ligamentar redundantes e irregulares (cabeça de seta).

#### 4.2.2.3. Avaliação de Instabilidade do Joelho

Os resultados dos testes de instabilidade do joelho foram obtidos de base de dados dos pacientes e graduados de acordo com o escore objetivo do *International Knee Documentation Committee* (IKDC)(50).

Todos os testes foram realizados pelo mesmo cirurgião e um de seus auxiliares com o paciente anestesiado previamente ao procedimento cirúrgico para a reconstrução do ligamento cruzado anterior via artroscópica. O exame físico do paciente constituiu a primeira etapa realizada após a anestesia, e o cirurgião não revisou os exames de imagem antes do exame físico para minimizar as chances de viés. Os resultados foram obtidos em consenso entre os dois avaliadores e registrados em prontuário.

Os testes foram graduados de acordo com o IKDC objetivo e consistiam em:

- a) Teste de *Pivot Shift*: 0 (negativo), I (+/3+ *glide*), II (2+/3+ *clunk*) e III (3+/3+ *gross*)
- b) Teste de Lachman: 0 (-1 a 2mm), I (3 a 5mm), II (6 a 10mm), III (maior que 10mm).

### 4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada no IBM SPSS 22. O nível de significância considerado foi de 5%. As variáveis qualitativas foram descritas em porcentagens. As variáveis quantitativas foram descritas em média e desvio padrão.

Para avaliação da relação entre as anormalidades do ligamento anterolateral com os sinais de instabilidade do joelho no exame do paciente anestesiado (testes de *Pivot Shift* e Lachman), foi utilizado o teste Exato de Fisher, quando necessário, além de estimativas e intervalos de confiança para o Odds Ratio (OR), quando pertinentes. Devido ao pequeno número de casos com descontinuidade evidente do LAL, essa variável foi avaliada, estatisticamente, de forma dicotômica (sem anormalidade e com anormalidade). Os testes de *Pivot Shift* e Lachman foram agrupados em 0,I vs II,III para análise estatística.

Um modelo logístico com as variáveis (teste de Lachman, idade, sexo, lateralizada, LCA, TIT, MM, ML, LCL, CPL, LCM, LCP e LAL) foi realizado. O objetivo foi chegar a um modelo parcimonioso considerando-se as variáveis importantes nos estudos de revisão e as que se mostraram significativas em estudos bivariados.

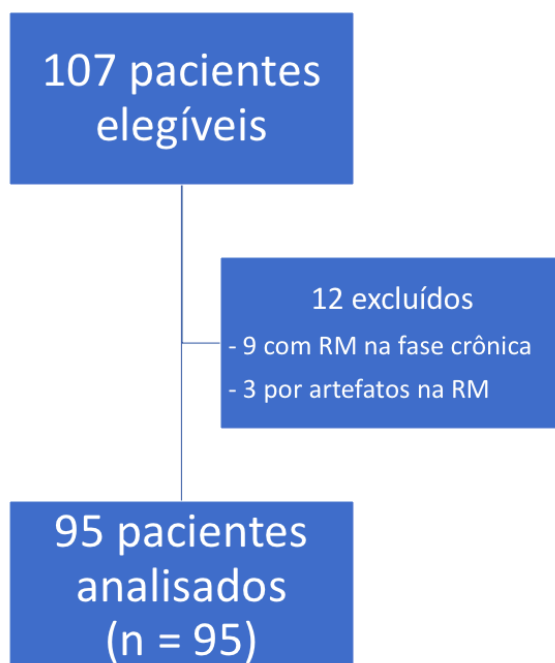
#### 4.4 ASPECTOS ÉTICOS E FINANCEIROS

O estudo foi realizado de acordo com os princípios éticos estabelecidos pela Declaração de Helsinki. O protocolo foi aprovado pela Comissão Eticocientífica do Departamento de Radiologia e Oncologia, pela Comissão de Normas Éticas do HCFMUSP (CAPPesq) e se encontra registrado na plataforma Brasil do Ministério da Saúde (CAAE: 79697717.5.0000.0068).

## 5 RESULTADOS

### 5.1 CARACTERÍSTICAS DOS PACIENTES

Um total de 107 paciente foi elegível para o estudo. Destes, 9 foram excluídos por apresentarem ressonância magnética na fase crônica e 3 foram excluídos por apresentarem exames de imagem com artefatos significativos (Figura 02). O número de pacientes avaliados foi de 95. Destes 63 (66,3%) do sexo masculino e 32 (33,7%) do sexo feminino, com média de idade de  $31,6 \pm 10,1$  anos, sendo 52 joelhos direitos (54,7%) e 43 esquerdos (45,3%).



**Figura 4** – Fluxograma de pacientes elegíveis, excluídos e analisados no estudo

### 5.2 ACHADOS DE RM

A avaliação por imagem identificou 87 (91,6%) lesões completas do ligamento cruzado anterior e 8 lesões parciais (8,4%). O ligamento anterolateral foi caracterizado em todos os joelhos, sendo identificado como normal em 49 casos (51,6%), com anormalidade sem descontinuidade em 43 casos (45,3%) e descontínuo em 3 casos (3,2%). A tabela 01 resume os achados de RM, incluindo o LCA, o LAL e as demais

estruturas avaliadas. A avaliação da correlação interobservador nas anormalidades do LAL demonstrou concordância de 87,9%, com um Kappa de 0,76.

Em relação à força do campo do aparelho de ressonância magnética na qual os exames foram realizados, somente 14 exames (14,7%) foram realizados em aparelhos com campo magnético de 3,0 T, enquanto todos os demais foram realizados em aparelhos de 1,5 T (85,3%). Nos exames realizados nos aparelhos 3,0 T, 7 (50%) demonstraram LAL sem anormalidade, 6 (42,8%) LAL anormal sem descontinuidade e 1 (7,2%) LAL com descontinuidade, enquanto, nos realizados nos aparelhos de 1,5 T, foram identificados, respectivamente, 42 (51,8%), 37 (45,7%) e 2 (2,5%). A comparação das proporções pelo teste de chi-quadrado não demonstrou diferença significativa entre os aparelhos ( $p=0,6522$ ).

Tabela 1 – Resumo dos achados por imagem das estruturas avaliadas

**ACHADOS DE IMAGEM**

		Frequência	Porcentagem
LCA	parcial	8	8,4%
	completa	87	91,6%
	Total	95	100,0%
LAL	normal	49	51,6%
	irreg ou edema	43	45,3%
	descontinuidade	3	3,2%
	Total	95	100,0%
SEGOND	não	90	94,7%
	sim	5	5,3%
	Total	95	100,0%
TIT	normal	57	60,0%
	lesão	38	40,0%
	Total	95	100,0%
MM	normal	59	62,1%
	lesão	36	37,9%
	Total	95	100,0%



ML	normal	76	80,0%
	lesão	19	20,0%
	Total	95	100,0%
LCL	normal	51	53,7%
	lesão	44	46,3%
	Total	95	100,0%
CPL	normal	82	86,3%
	lesão	13	13,7%
	Total	95	100,0%
LCM	normal	43	45,3%
	lesão	52	54,7%
	Total	95	100,0%
LCP	normal	91	95,8%
	lesão	4	4,2%
	Total	95	100,0%

LCA: Ligamento Cruzado Anterior; LAL: Ligamento Anterolateral; Segond: Fratura de Segond; TIT: Trato Íliotibial; MM: Menisco Medial; ML: Menisco Lateral; LCL: Ligamento Colateral Lateral; CPL: Estruturas do Canto Posterolateral; LCM: Ligamento Colateral Medial; LCP: Ligamento Cruzado Posterior

### 5.3 EXAME FÍSICO COM O PACIENTE ANESTESIADO

Na tabela 02, apresenta-se o resumo dos achados dos exames de *Pivot Shift* e Lachamann.

**Tabela 2** – Resumo dos resultados dos testes de *Pivot Shift* e Lachman (graduados de 0 a III) com o paciente anestesiado

**EXAME FÍSICO**

		Frequência	Porcentagem
Lachman	0	0	0,0%
	I	16	16,8%
	II	63	66,3%
	III	16	16,8%
	Total	95	100,0%
Pivot Shift	0	0	0,0%
	I	42	44,2%
	II	35	36,8%
	III	18	18,9%
	Total	95	100,0%

**5.4 ASSOCIAÇÃO DOS ACHADOS DE RM DO LAL COM ACHADOS DE EXAME FÍSICO**

A avaliação de associação entre os achados do LAL na ressonância magnética (categorizado em normal, anormalidade sem descontinuidade e descontinuidade) com os resultados do exame de *Pivot Shift* (categorizado em 0 a III) obteve resultados de associação estatisticamente significativa pelo teste exato de Fischer ( $p < 0,0005$ ). A comparação com o teste de Lachman (categorizado em 0 a III) também evidenciou associação estatisticamente significativa pelo teste exato de Fischer ( $p = 0,03$ ). Nas tabelas 3 e 4, descreve-se a distribuição das alterações do LAL em relação aos resultados dos testes de *Pivot Shift* e Lachman, respectivamente.

**Tabela 3 – Distribuição das alterações do Ligamento Anterolateral (LAL) e graus do teste de *Pivot Shift* com o paciente anestesiado**

	<i>Pivot Shift</i>			Total
	I	II	III	
LAL normal	39	8	2	49
Anormal sem descontinuidade	3	27	13	43
Descontinuidade	0	0	3	3
Total	42	35	18	95

**Tabela 4 – Distribuição das alterações do Ligamento Anterolateral (LAL) e graus do teste de Lachman com o paciente anestesiado**

	Lachman			Total
	1,0	2,0	3,0	
LAL normal	13	33	3	49
Anormal sem descontinuidade	3	29	11	43
Descontinuidade	0	1	2	3
Total	16	63	16	95

Os 5 casos de fraturas de Segond apresentaram anormalidade sem descontinuidade do LAL. Em apenas 3 casos foi observada uma clara descontinuidade do LAL na RM. O pequeno número das duas variáveis limitou a avaliação estatística destas, de forma que os casos de anormalidade do LAL foram agrupados em uma variável dicotomizada em LAL normal ou anormal para a análise estatística de correlações. Destaca-se, no entanto, que todos os casos de fratura de Segond apresentaram *Pivot Shift* igual a 2 e todos os casos de descontinuidade completa do LAL apresentaram *Pivot Shift* igual a 3.

Para análise de correlações, as variáveis dos testes clínicos foram, também, dicotomizadas, dessa vez em baixo e alto grau. Os testes com resultados de 0 e I foram classificados com baixo grau, enquanto os testes com resultados II e III foram classificados com alto grau.

A associação do LAL dicotomizado em normal e anormal com o teste de *Pivot Shift* dicotomizado foi estatisticamente significativa pelo teste exato de Fischer ( $p < 0,0005$ ), com uma razão de chance de 55,9 (IC 95%: 14,3 a 218,0) para graus altos de *Pivot Shift* em pacientes com LAL anormal a RM.

Em relação ao teste de Lachman, houve associação estatisticamente significativa do LAL dicotomizado com Lachman dicotomizado — teste exato de Fischer ( $p = 0,013$ ) — com uma razão de chance de 5,1 (IC 95%: 1,3 a 19,6) para graus altos do teste de Lachman em pacientes com anormalidade do LAL na RM.

## 5.5 ASSOCIAÇÃO DAS OUTRAS VARIÁVEIS COM ACHADOS DE EXAME FÍSICO

A respeito das demais variáveis analisadas, o LCL, o LCM, o TIT e a grau de lesão do LCA também apresentaram associação estatisticamente significativa com graus altos de *Pivot Shift*. Na tabela 5, descrevem-se os graus de associação das variáveis.

**Tabela 5** – Avaliação estatística da associação entre as demais variáveis com os resultados do teste de *Pivot Shift* (dicotomizado em alto grau – II, III –baixo grau - 0 e I) por meio do teste exato de Fischer

		Pivot Shift		Teste Exato de Fisher
		Baixo Grau	Alto grau	Significância
Sexo	F	16	16	0,5131
	M	26	37	
Lateralidade	D	26	26	0,2224
	E	16	27	
LCA	parcial	8	0	0,0010
	completa	34	53	
Segond	não	42	48	0,0642
	sim	0	5	
TIT	normal	33	24	0,0014
	lesão	9	29	
MM	normal	28	31	0,5236
	lesão	14	22	
ML	normal	37	37	0,0753

	lesão	5	14	
LCL	normal	30	21	0,0035
	lesão	12	32	
Resto CPL	normal	38	44	0,3748
	lesão	4	9	
LCM	normal	27	16	0,0017
	lesão	15	37	
LCP	normal	42	49	0,1217
	lesão	0	4	

LCA: Ligamento Cruzado Anterior; Segond: fratura de Segond; TIT: Trato Iliotibial; MM: Menisco Medial; ML: Menisco Lateral; LCL: Ligamento Colateral Lateral; CPL: estruturas do canto posterolateral; LCM: Ligamento Colateral Medial; LCP: Ligamento Cruzado Posterior.

#### 5.6 MODELO DE REGRESSÃO LOGÍSTICA PARA AVALIAÇÃO DA ASSOCIAÇÃO DE TODAS AS VARIÁVEIS COM OS RESULTADOS DO TESTE DE *PIVOT SHIFT*

O modelo logístico para avaliar o peso de todas as variáveis analisadas com os resultados do teste de *Pivot Shift* demonstrou que o LAL dicotomizado foi a variável com maior associação com graus altos de *Pivot Shift* (2 e 3). O LAL foi a única variável com associação estatisticamente significativa no modelo ( $p < 0,0005$ ) e demonstrou uma razão de chance de 81,0 (IC 95%: 9,7 a 675,2). Na tabela 6, demonstra-se o desempenho de cada variável em relação aos resultados e, na tabela 7, o resumo do modelo.

**Tabela 6** – Resultados do desempenho de cada variável no modelo logístico para o desfecho do teste de *Pivot Shift* dicotomizado em baixo e alto grau, no qual a única variável com associação estatisticamente significativa foi o LAL dicotomizado. LCA

**Modelo Logístico para *Pivot Shift* de alto grau**

	B	SE	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. para EXP(B)	
							Inferior	Superior
Lachman	1,800	1,282	1,973	1	,160	6,052	,491	74,609
Idade	-,057	,039	2,188	1	,139	,944	,875	1,019
Sexo	-1,547	,969	2,546	1	,111	,213	,032	1,423
Lateralidade	,597	,782	,582	1	,446	1,816	,392	8,413
LCA	18,906	13140,506	,000	1	,999	162499799,341	0,000	
Segond	-	15626,527	,000	1	,999	,000	0,000	
	19,151							
TIT	,235	,950	,061	1	,805	1,264	,197	8,135
MM	,355	,817	,189	1	,664	1,426	,288	7,068
ML	1,097	1,209	,823	1	,364	2,994	,280	32,007
LCL	-,209	,880	,056	1	,812	,811	,145	4,549
CPL	,094	1,354	,005	1	,945	1,098	,077	15,600
LCM	,541	,832	,423	1	,515	1,718	,336	8,776
LCP	17,991	17986,424	,000	1	,999	65065106,839	0,000	
LAL	4,396	1,081	16,523	1	,000	81,097	9,740	675,249
Constante	-1,001	20417,180	,000	1	1,000	,367		

Ligamento Cruzado Anterior; Segond: Fratura de Segond; TIT: Trato Iliotibial; MM: Menisco Medial; ML: Menisco Lateral; LCL: Ligamento Colateral Lateral; CPL: estruturas do canto posterolateral; LCM: Ligamento Colateral Medial; LCP: Ligamento Cruzado Posterior; LAL: Ligamento Anterolateral. B: Coeficiente da Constante (intercept); SE: Erro Padrão; Wald: Valor do Teste do Qui-quadrado de Wald; df: Graus de Liberdade para o Teste do Qui-quadrado de Wald; Sig: Significância (valor de p); Exp (B): *Odds Ratio* para os preditores.

**Tabela 7** – Resumo do modelo logístico descrito na tabela 08

**Resumo do modelo**

Etapa	Verossimilhança de log -2	R quadrado Cox & Snell	R quadrado Nagelkerke
1	51,386 <sup>a</sup>	,563	,754

Avaliação do desempenho de cada variável para o desfecho do teste de *Pivot Shift*, dicotomizado em baixo e alto grau.

### 5.7 ANÁLISE DE PODER ESTATÍSTICO

Foi realizado cálculo de poder estatístico posterior à coleta de dados, baseado no objetivo principal do estudo: a comparação entre os achados de RM do LAL (sem anormalidade *versus* com anormalidade) e o teste de Pivot Shift (baixo grau *versus* alto grau), e um limiar de significância de 5%. A avaliação resultou em um poder estatístico maior que 0,99.

## 6 DISCUSSÃO

Este estudo avaliou o Ligamento Anterolateral (LAL) por meio da Ressonância Magnética (RM) de joelho de pacientes com rotura do Ligamento Cruzado Anterior (LCA) e comparou os achados desse exame com os resultados do teste de *Pivot Shift* sob anestesia geral, imediatamente antes da artroscopia para a reconstrução cirúrgica do LCA. O principal resultado observado foi uma associação estatisticamente significativa entre as anormalidades do LAL nos estudos de ressonância magnética com os resultados do teste de *Pivot Shift*, destacando-se uma razão de chance de 55,9 para graus altos do teste (graus II e III) em pacientes com qualquer anormalidade do LAL na RM. Tais resultados favorecem a avaliação sistemática do LAL em exames de RM para planejamento cirúrgico de pacientes com rotura do LCA, uma vez que, permitindo que o cirurgião de joelho possa se preparar para um cenário de maior instabilidade e considerar associar técnicas cirúrgicas adicionais a uma reconstrução simples do LCA.

A frequência de anormalidades do LAL observadas nos exames de RM foi de 48,4% (46/95) neste estudo, o que se encontra dentro do intervalo de 32 a 66% observado na literatura (17–19,22–25,28,31,33). Mantiveram-se, no presente estudo, critérios definidos de anormalidades do LAL, considerando, apenas, casos com alteração de sinal e da morfologia das suas fibras. O número de joelhos com clara descontinuidade do LAL foi pequeno na amostra, totalizando, apenas, 3,2% (3/95), o que limitou a sua avaliação estatística. A associação interobservador para os achados de RM do LAL foi forte, com um valor de Kappa de 0,76, o que vai de encontro aos valores observados em estudos com boas correlações (23,24), incluindo os realizados nesta instituição (23).

A avaliação pelo teste de *Pivot Shift* no presente estudo identificou alto grau em 56% dos joelhos avaliados, o que se assemelha ao intervalo de 40 a 84% observado nos estudos radiológicos do ligamento anterolateral que avaliaram os resultados desse teste (19,23–25,28). Assim como foi observado por Song *et al.* (28,29) e Helito *et al.* (23), o presente estudo identificou uma associação positiva entre graus altos de *Pivot Shift* (II e III) e anormalidades por RM do LAL. Tal achado vai de encontro com outros estudos da literatura (19,24,25). Ressalta-se que Miyaji *et al.* (25) realizaram os estudos de RM mais de 1 mês após o trauma no qual houve a rotura do LCA, o que difere da população apresentada nesta tese, em que os exames foram obtidos até 3 semanas. Esse mesmo estudo, também, apresentou resultados de correlação interobservador mais baixos que a



literatura, com valores de Kappa de 0,25, indicando uma possível limitação da avaliação do LAL na RM da população. Além disso, o estudo de Barrera *et al.* (19) apresentou uma proporção de alto grau nos testes de *Pivot Shift* maior do que os demais estudos, totalizando 84% dos joelhos avaliados, o que deve ser considerado como um possível viés em relação à interpretação dos resultados.

Destaca-se como ponto forte do presente estudo a realização de um modelo logístico para avaliação das múltiplas variáveis que poderiam estar associadas à instabilidade do joelho. A avaliação por RM das demais estruturas do joelho acessadas no estudo identificou associação estatisticamente significativa entre lesões dos Ligamentos Colaterais Lateral e Medial, bem como do trato iliotibial com o teste de *Pivot Shift*. A avaliação pelo modelo demonstrou que o LAL foi a única variável com associação estatisticamente significativa na análise de regressão logística, a qual apresentou uma razão de chance de 81,0 (IC 95%: 9,7 a 675,2) para *Pivot Shift* de alto grau. Uma vez que há associação entre anormalidades do LAL com lesões de outras estruturas do joelho, incluindo LCL, LCM e TIT (23), o modelo logístico permite concluir que a associação do LAL com o teste de *Pivot Shift* não está condicionada a sua associação com lesões de outras estruturas. Na verdade, os resultados obtidos neste estudo demonstram, justamente, o contrário, que o LAL constitui a principal variável para prever uma maior instabilidade rotacional e, como já foi mencionado, reforça o fato de que há valor na sua avaliação sistemática nos estudos de RM para planejamento cirúrgico de roturas do ligamento cruzado anterior.

Um dos objetivos secundários deste estudo consistiu na avaliação de subcategorias de anormalidades do LAL, em especial a descontinuidade completa do mesmo, no estudo de RM. A respeito da população apresentada nesta tese, apenas 3,2% (3/95) dos indivíduos apresentaram uma clara descontinuidade das fibras do LAL. Helito *et al.* (51), em um estudo de fraturas de Segond e LAL, também identificaram um baixo número de casos com clara descontinuidade do LAL, correspondendo a, apenas, 6,3% da população avaliada, o que corrobora a tese de que este achado seja, de fato, raro no estudo de RM. O número baixo de casos com uma clara descontinuidade pode ser atribuído à baixa incidência desse tipo de lesão e, também, a limitações do protocolo de RM de rotina para detectar descontinuidade de uma estrutura de pequenas dimensões em comparação com os demais ligamentos do joelho. No entanto, mesmo com as devidas ressalvas, nos 3 casos

em que foi discriminada uma descontinuidade das fibras do LAL, observou-se o maior grau de instabilidade (grau III) no teste de *Pivot Shift*.

A associação das anormalidades por RM do LAL e os resultados do teste de Lachman com o paciente anestesiado também foi estatisticamente significativa no presente estudo, embora tenha apresentado uma associação mais fraca do que com o teste de *Pivot Shift*. Esse resultado foi, de certa forma, surpreendente, uma vez que o LAL tem como principal função promover a estabilidade rotatória, em sinergia com o LCA. Ao comparar razões de chance de resultados de alto grau nos testes com anormalidades do LAL, observam-se razões de chance de 55,9 (IC 95%: 14,3 a 218,0) para o teste de *Pivot Shift* e 5,1 (IC 95%: 1,3 a 19,6) para o teste de Lachman. Esses resultados demonstram uma melhor capacidade de prever a instabilidade rotacional. Embora o escopo do estudo não tenha sido a avaliação da instabilidade anteroposterior, os resultados indicam que as anormalidades do ligamento anterolateral estão relacionadas a uma maior instabilidade global.

Este estudo não está livre de limitações, a começar pela sua natureza retrospectiva e por ter sido realizado em um centro único, sendo os avaliadores dos exames de imagem altamente experientes na avaliação do ligamento anterolateral. O estudo por imagem do LAL exige um conhecimento anatômico da estrutura, o que justifica os resultados heterogêneos da literatura. Além disso, o número de casos não foi suficiente para avaliação dos joelhos com clara descontinuidade do LAL. Embora esses indivíduos tenham apresentado o mais alto grau de instabilidade pelo teste de *Pivot Shift*, a avaliação de uma amostra maior de pacientes será necessária para estabelecer uma associação significativa. Por último, os testes de instabilidade são testes subjetivos e não houve cegamento completo do cirurgião para esta avaliação. Para mitigar esse viés, no dia da cirurgia, o cirurgião somente revisava os achados de imagem após realizar os testes e o seu auxiliar estava inicialmente cego para a RM.

Os resultados deste estudo abrem novas perspectivas clínicas e de pesquisa em relação à instabilidade do joelho. Primeiramente, a RM do LAL não é um critério para indicação de uma reconstrução ou reforço anterolateral em combinação com a reconstrução do LCA, embora altos graus de *Pivot Shift* façam partes das indicações dessas técnicas. A alta associação entre a RM do LAL e o teste de *Pivot Shift* observada no presente estudo permite considerar a avaliação por imagem do LAL como um critério cirúrgico. Ainda que isto não ocorra, este achado ainda deve ser valorizado no pré-

operatório, permitindo que o cirurgião se prepare para encontrar uma instabilidade maior ao examinar o paciente anestesiado no momento da artroscopia. Além disso, acredita-se, também, que estudos prospectivos, com um maior número de casos e, possivelmente, com técnicas quantitativas de mensuração da instabilidade podem estabelecer o papel da RM do LAL. Acredita-se, também, que o próximo passo na pesquisa do LAL seria a associação da imagem com resultados cirúrgicos e de incidência de instabilidade pós-operatória ou falha terapêutica. Por fim, embora mais longe da prática radiológica diária, é válido considerar a aquisição de exames com técnicas e sequências adicionais, em especial aquelas com maior resolução espacial, que poderiam definir, de forma mais conspícua, os contornos do LAL e, possivelmente, sensibilizar o exame para identificar descontinuidades das suas fibras.

## 7 CONCLUSÕES

As anormalidades do ligamento anterolateral ao exame de ressonância magnética apresentaram alta associação com graus altos do teste de *Pivot Shift* com o paciente anestesiado.

Lesões dos ligamentos anterolateral, colaterais medial e lateral, e do trato iliotibial apresentaram associação com graus maiores do teste de *Pivot Shift*.

A RM com anormalidades do LAL foi a única variável com associação estatisticamente significativa com o teste de *Pivot Shift* no modelo logístico.

A RM do LAL também apresentou associação positiva com graus maiores do teste de Lachman, embora com uma associação mais fraca do que com o teste de *Pivot Shift*.

## 8 REFERÊNCIAS

1. Segond P. Recherches cliniques et experimentales sur les epanchements sanguins du genou par entorse. *Prog Med*. 1879;7:297–9, 319–321, 340–341.
2. Dietz GW, Wilcox DM, Montgomery JB. Segond tibial condyle fracture: Lateral capsular ligament avulsion. *Radiology*. 1986;159(2):467–9.
3. Goldman AB, Pavlov H, Rubenstein D. The Segond fracture of the proximal tibia: A small avulsion that reflects major ligamentous damage. *Am J Roentgenol*. 1988 Dec;151(6):1163–7.
4. Cruells Vieira EL, Vieira EÁ, Teixeira da Silva R, dos Santos Berlfein PA, Abdalla RJ, Cohen M. An Anatomic Study of the Iliotibial Tract. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg* [Internet]. 2007 Mar;23(3):269–74. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0749806306014435>
5. Vincent JP, Magnussen RA, Gezmez F, Uguen A, Jacobi M, Weppe F, et al. The anterolateral ligament of the human knee: An anatomic and histologic study. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2012 Jan [cited 2014 Feb 24];20(1):147–52. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21717216>
6. Terry GC, LaPrade RF. The posterolateral aspect of the knee: Anatomy and surgical approach. *Am J Sports Med* [Internet]. 1996;24(6):732–9. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/036354659602400606>
7. Tavlo M, Eljaja S, Jensen JT, Siersma VD, Krogsgaard MR. The role of the anterolateral ligament in ACL insufficient and reconstructed knees on rotatory stability: A biomechanical study on human cadavers. *Scand J Med Sci Sports*. 2016;26(8):960–6.
8. Monaco E, Ferretti A, Labianca L, Maestri B, Speranza A, Kelly MJ, et al. Navigated knee kinematics after cutting of the ACL and its secondary restraint. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2012 May [cited 2014 Feb 24];20(5):870–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21877296>
9. Monaco E, Maestri B, Labianca L, Speranza A, Kelly MJ, D'Arrigo C, et al. Navigated knee kinematics after tear of the ACL and its secondary restraints: preliminary results. *Orthopedics* [Internet]. 2010 Oct 1 [cited 2014 Feb 24];33(10 Suppl):87–93. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20954638>
10. Nielsen ET, Stentz-Olesen K, de Raedt S, Jørgensen PB, Sørensen OG, Kaptein B, et al. Influence of the Anterolateral Ligament on Knee Laxity: A Biomechanical

Cadaveric Study Measuring Knee Kinematics in 6 Degrees of Freedom Using Dynamic Radiostereometric Analysis. *Orthop J Sport Med.* 2018;6(8):1–13.

11. Monaco E, Fabbri M, Mazza D, Daggett M, Redler A, Lanzetti RM, et al. The Effect of Sequential Tearing of the Anterior Cruciate and Anterolateral Ligament on Anterior Translation and the Pivot-Shift Phenomenon: A Cadaveric Study Using Navigation. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg* [Internet]. 2018;34(4):1009–14. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2017.09.042>

12. Catherine S, Litchfield R, Johnson M, Chronik B, Getgood A. A cadaveric study of the anterolateral ligament: re-introducing the lateral capsular ligament. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2015;23(11):3186–95.

13. Helito CP, Helito PVP, Bonadio MB, Pécora JR, Bordalo-Rodrigues M, Camanho GL, et al. Correlation of Magnetic Resonance Imaging With Knee Anterolateral Ligament Anatomy: A Cadaveric Study. *Orthop J Sport Med* [Internet]. 2015;3(12):1–7. Available from:

<http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L607725933%5Cnhttp://dx.doi.org/10.1177/2325967115621024%5Cnhttp://sfxhosted.exlibrisgroup.com/dal?sid=EMBASE&issn=23259671&id=doi:10.1177/2325967115621024&title=Correlation+of+Magn>

14. Macchi V, Porzionato A, Morra A, Stecco C, Tortorella C, Menegolo M, et al. The anterolateral ligament of the knee: a radiologic and histotopographic study. *Surg Radiol Anat.* 2016;38(3):341–8.

15. Helito CP, Helito PVP, Costa HP, Bordalo-Rodrigues M, Pecora JR, Camanho GL, et al. MRI evaluation of the anterolateral ligament of the knee: Assessment in routine 1.5-T scans. *Skeletal Radiol.* 2014;43(10):1421–7.

16. Kosy JD, Mandalia VI, Anaspure R. Characterization of the anatomy of the anterolateral ligament of the knee using magnetic resonance imaging. *Skeletal Radiol* [Internet]. 2015;44(11):1647–53. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00256-015-2218-1>

17. Devitt BM, O’Sullivan R, Feller JA, Lash N, Porter TJ, Webster KE, et al. MRI is not reliable in diagnosing of concomitant anterolateral ligament and anterior cruciate ligament injuries of the knee. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2017;25(4):1345–51. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00167-017-4538-2>

18. Marshall T, Oak SR, Subhas N, Polster J, Winalski C, Spindler KP. Can the Anterolateral Ligament Be Reliably Identified in Anterior Cruciate Ligament–Intact and Anterior Cruciate Ligament–Injured Knees on 3-T Magnetic Resonance Imaging? *Orthop J Sport Med*. 2018;6(9):1–6.
19. Barrera CM, Arizpe A, Wodicka R, Lesniak BP, Baraga MG, Kaplan L, et al. Anterolateral ligament injuries on magnetic resonance imaging and pivot-shift testing for rotational laxity. *J Clin Orthop Trauma* [Internet]. 2018;9(4):312–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcot.2017.10.004>
20. 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* [Internet]. 2014;80(1):45–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24873084>
21. Hartigan DE, Carroll KW, Kosarek FJ, Piasecki DP, Fleischli JF, D’Alessandro DF. Visibility of Anterolateral Ligament Tears in Anterior Cruciate Ligament–Deficient Knees With Standard 1.5-Tesla Magnetic Resonance Imaging. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg* [Internet]. 2016 Apr 4 [cited 2016 Apr 19];32(10):2061–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27056290>
22. Helito CP, Helito PVP, Costa HP, Demange MK, Bordalo-Rodrigues M. Assessment of the Anterolateral Ligament of the Knee by Magnetic Resonance Imaging in Acute Injuries of the Anterior Cruciate Ligament. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg* [Internet]. 2017;33(1):140–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2016.05.009>
23. Helito CP, Helito PVP, Leão RV, Demange MK, Bordalo-Rodrigues M. Anterolateral ligament abnormalities are associated with peripheral ligament and osseous injuries in acute ruptures of the anterior cruciate ligament. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2017;25(4):1140–8. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00167-017-4498-6>
24. Lee DW, Lee JH, Kim JN, Moon SG, Kim NR, Kim DH, et al. Evaluation of Anterolateral Ligament Injuries and Concomitant Lesions on Magnetic Resonance Imaging After Acute Anterior Cruciate Ligament Rupture. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg* [Internet]. 2018;34(8):2398–406. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2018.02.048>
25. Miyaji N, Hoshino Y, Tanaka T, Nishida K, Araki D, Kanzaki N, et al. MRI-

- determined anterolateral capsule injury did not affect the pivot-shift in anterior cruciate ligament-injured knees. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2019;27(11):3426–31. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00167-019-05376-8>
26. Monaco E, Helito CP, Redler A, Argento G, De Carli A, Saithna A, et al. Correlation Between Magnetic Resonance Imaging and Surgical Exploration of the Anterolateral Structures of the Acute Anterior Cruciate Ligament–Injured Knee. *Am J Sports Med*. 2019;47(5):1186–93.
27. Puzzitiello RN, Agarwalla A, Zuke WA, Garcia GH, Forsythe B. Imaging Diagnosis of Injury to the Anterolateral Ligament in Patients With Anterior Cruciate Ligaments: Association of Anterolateral Ligament Injury With Other Types of Knee Pathology and Grade of Pivot-Shift Examination: A Systematic Review. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg* [Internet]. 2018;34(9):2728–38. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2018.04.025>
28. Song G yang, Zhang H, Wang Q qian, Zhang J, Li Y, Feng H. Bone Contusions After Acute Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury Are Associated With Knee Joint Laxity, Concomitant Meniscal Lesions, and Anterolateral Ligament Abnormality. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg* [Internet]. 2016;32(11):2331–41. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2016.03.015>
29. Song G yang, Zhang H, Wu G, Zhang J, Liu X, Xue Z, et al. Patients with high-grade pivot-shift phenomenon are associated with higher prevalence of anterolateral ligament injury after acute anterior cruciate ligament injuries. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2017;25(4):1111–6.
30. Song Y, Yang JH, Choi WR, Lee JK. Magnetic Resonance Imaging-Based Prevalence of Anterolateral Ligament Abnormalities and Associated Injuries in Knees with Acute Anterior Cruciate Ligament Injury. *J Knee Surg*. 2019;32(9):866–71.
31. Van Dyck P, Clockaerts S, Vanhoenacker FM, Lambrecht V, Wouters K, De Smet E, et al. Anterolateral ligament abnormalities in patients with acute anterior cruciate ligament rupture are associated with lateral meniscal and osseous injuries. *Eur Radiol*. 2016;26(10):3383–91.
32. Van Dyck P, De Smet E, Roelant E, Parizel PM, Heusdens CHW. Assessment of Anterolateral Complex Injuries by Magnetic Resonance Imaging in Patients With Acute Rupture of the Anterior Cruciate Ligament. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg* [Internet]. 2019;35(2):521–7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2018.08.032>



33. Young BL, Ruder JA, Trofa DP, Fleischli JE. Visualization of Concurrent Anterolateral and Anterior Cruciate Ligament Injury on Magnetic Resonance Imaging. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg* [Internet]. 2020;36(4):1086–91. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2019.09.039>
34. Sonnery-Cottet B, Daggett M, Fayard JM, Ferretti A, Helito CP, Lind M, et al. Anterolateral Ligament Expert Group consensus paper on the management of internal rotation and instability of the anterior cruciate ligament - deficient knee. *J Orthop Traumatol*. 2017;18(2):91–106.
35. Ariel de Lima D, Helito CP, Lacerda de Lima L, de Castro Silva D, Costa Cavalcante ML, Dias Leite JA. Anatomy of the Anterolateral Ligament of the Knee: A Systematic Review. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg* [Internet]. 2019;35(2):670–81. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2018.09.006>
36. Helito CP, Bonadio MB, Soares TQ, da Mota e Albuquerque RF, Natalino RJM, Pécora JR, et al. The meniscal insertion of the knee anterolateral ligament. *Surg Radiol Anat*. 2016;38(2):223–8.
37. Jenny JY, Puliero B, Schockmel G, Harnois S, Clavert P. Minimal influence of the anterolateral knee ligament on anterior and rotational laxity of the knee: a cadaveric study. *Eur J Orthop Surg Traumatol* [Internet]. 2018;28(5):955–8. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00590-017-2101-y>
38. Helito CP, Helito PVP, Bonadio MB, da Mota e Albuquerque RF, Bordalo-Rodrigues M, Pecora JR, et al. Evaluation of the Length and Isometric Pattern of the Anterolateral Ligament With Serial Computer Tomography. *Orthop J Sport Med* [Internet]. 2014;2(12):2325967114562205-. Available from: <http://ojs.sagepub.com/content/2/12/2325967114562205.full>
39. Lutz C, Sonnery-Cottet B, Niglis L, Freychet B, Clavert P, Imbert P. Behavior of the anterolateral structures of the knee during internal rotation. *Orthop Traumatol Surg Res* [Internet]. 2015;101(5):523–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.otsr.2015.04.007>
40. Roessler PP, Schüttler KF, Heyse TJ, Wirtz DC, Efe T. The anterolateral ligament (ALL) and its role in rotational extra-articular stability of the knee joint: a review of anatomy and surgical concepts. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2016;136(3):305–13.
41. Kocher MS, Steadman JR, Briggs KK, Sterett WI, Hawkins RJ. Relationships between Objective Assessment of Ligament Stability and Subjective Assessment of

Symptoms and Function after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med.* 2004;32(3):629–34.

42. Thein R, Boorman-Padgett J, Stone K, Wickiewicz TL, Imhauser CW, Pearle AD. Biomechanical Assessment of the Anterolateral Ligament of the Knee: A Secondary Restraint in Simulated Tests of the *Pivot Shift* and of Anterior Stability. *J Bone Jt Surg - Am* Vol [Internet]. 2016;98(11):937–43. Available from: <http://jbjs.org/content/98/11/937.abstract>

43. Drews BH, Kessler O, Franz W, Dürselen L, Freutel M. Function and strain of the anterolateral ligament part I: biomechanical analysis. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2017;25(4):1132–9. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00167-017-4472-3>

44. Delaloye JR, Murar J, Vieira TD, Saithna A, Barth J, Ouanezar H, et al. Combined Anterior Cruciate Ligament Repair and Anterolateral Ligament Reconstruction. *Arthrosc Tech* [Internet]. 2019;8(1):e23–9. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212628716301001>

45. Ferreira M de C, Zidan FF, Miduati FB, Fortuna CC, Mizutani BM, Abdalla RJ. Reconstruction of anterior cruciate ligament and anterolateral ligament using interlinked hamstrings – technical note. *Rev Bras Ortop (English Ed)* [Internet]. 2016;51(4):466–70. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2255497116300428>

46. Stentz-Olesen K, Nielsen ET, de Raedt S, Jørgensen PB, Sørensen OG, Kaptein B, et al. Reconstructing the anterolateral ligament does not decrease rotational knee laxity in ACL-reconstructed knees. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2017;25(4):1125–31. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00167-017-4500-3>

47. Sonnery-Cottet B, Saithna A, Cavalier M, Kajetanek C, Temponi EF, Daggett M, et al. Anterolateral Ligament Reconstruction Is Associated with Significantly Reduced ACL Graft Rupture Rates at a Minimum Follow-up of 2 Years: A Prospective Comparative Study of 502 Patients from the SANTI Study Group. *Am J Sports Med* [Internet]. 2017;45(7):1547–57. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546516686057>

48. Ibrahim SA, Shohdy EM, Marwan Y, Ramadan SA, Almisfer AK, Mohammad MW, et al. Anatomic Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament of the Knee with or Without Reconstruction of the Anterolateral Ligament: A Randomized Clinical Trial.

Am J Sports Med [Internet]. 2017;45(7):1558–66. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546517691517>

49. Bossuyt PM, Reitsma JB, Bruns DE, Gatsonis CA, Glasziou PP, Irwig L, et al. STARD 2015: An Updated List of Essential Items for Reporting Diagnostic Accuracy Studies. *Radiology*. 2015 Dec;277(3):826–32.

50. Hefti E, Müller W, Jakob RP, Stäubli HU. Evaluation of knee ligament injuries with the IKDC form. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 1993;1(3–4):226–34.

51. Helito PVP, Bartholomeeusen S, Claes S, Rodrigues MB, Helito CP. Magnetic Resonance Imaging Evaluation of the Anterolateral Ligament and the Iliotibial Band in Acute Anterior Cruciate Ligament Injuries Associated With Segmental Fractures. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg* [Internet]. 2020 Jun 1 [cited 2021 Jun 27];36(6):1679–86. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32061976/>