



BAHIANA
ESCOLA DE MEDICINA E SAÚDE PÚBLICA

ESCOLA BAHIANA DE MEDICINA E SAÚDE PÚBLICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS EM SAÚDE

FRANKLIN CAJAÍBA DULTRA

**RESSONÂNCIA MAGNÉTICA COMO MÉTODO DE PLANEJAMENTO PRÉ-
OPERATÓRIO PARA CONFEÇÃO DO TÚNEL TIBIAL NA RECONSTRUÇÃO DO
LIGAMENTO CRUZADO POSTERIOR**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Salvador

2016

FRANKLIN CAJAÍBA DULTRA

**RESSONÂNCIA MAGNÉTICA COMO MÉTODO DE PLANEJAMENTO PRÉ-
OPERATÓRIO PARA CONFEÇÃO DO TÚNEL TIBIAL NA RECONSTRUÇÃO DO
LIGAMENTO CRUZADO POSTERIOR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Tecnologias em Saúde da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Tecnologias em Saúde.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Josiane Dantas Viana Barbosa.

Coorientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Almeida Matos.

Salvador

2016

Ficha Catalográfica elaborada pelo
Sistema Integrado de Bibliotecas da EBMSP

D 878 Dutra, Franklin Cajaíba

Ressonância magnética como método de planejamento pré-operatório para confecção do túnel tibial na reconstrução do ligamento cruzado posterior. / Franklin Cajaíba Dutra. – Salvador. 2016.

55f. il.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Josiane Dantas Viana Barbosa

Coorientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Almeida Matos

Dissertação (mestrado) apresentada à Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública.
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Saúde.

Inclui bibliografia

1. Ressonância Magnética. 2. Artéria Poplítea. 3. Ligamento Cruzado Posterior. I. Título.

CDU: 617.3

DULTRA, F. C. Ressonância magnética como método de planejamento pré-operatório para confecção do túnel tibial na reconstrução do ligamento cruzado posterior. Dissertação apresentada à Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública para obtenção do título de Mestre em Tecnologias em Saúde.

Aprovado em: 12 de Agosto de 2016.

Banca Examinadora

Profa. Dra. Josiane Dantas Viana Barbosa

Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais - UFCG

Coordenadora do Programa de Mestrado GETEC - SENAI CIMATEC

Profa. Dra. Kátia Nunes de Sá

Doutora em Medicina e Saúde Humana - EBMSP

Professora Adjunta da EBMSP E UCSal

Profa. Dr. Abrahão Fontes Baptista

Doutor em Ciências Morfológicas - UFRJ

Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Medicina e Saúde – UFBA

Profa. Dra. Joyce Batista Azevedo

Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais - UFCG

Professora Adjunta da Faculdade de Tecnologia do SENAI CIMATEC

Dedico esse trabalho a minha família, que sempre estimula o meu crescimento pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, a minha orientadora, Dra. Josiane Dantas Viana Barbosa, pela confiança, disponibilidade e oportunidades dadas a minha vida profissional.

Ao Dr. Marcos Antônio Almeida Matos, pelo apoio, desde as discussões de temas para meu acesso ao mestrado até às indispensáveis recomendações como coorientador, muito relevantes para a elaboração dessa dissertação.

Agradeço, ao Dr. Robson Souza, diretor do Hospital Ortopédico, por ser um incentivador do meu aprimoramento profissional e encorajar o desenvolvimento de pesquisas científicas, além de permitir o uso dos equipamentos de imagens na realização desse trabalho.

Agradeço ao Dr. Abner Portugal e ao técnico de radiologia Leandro Santa Rosa pelo suporte na execução dessa pesquisa.

À Dra. Djeyne Wagmacker pela ajuda nas análises estatísticas.

Agradeço à todos os docentes e discentes, em especial a Érika Pedreira e Juliana Almeida, pelos ensinamentos, bons momentos e amizades formadas.

Agradeço, à minha eterna professora, Dra. Lilian Becerra pelas orientações no meu desenvolvimento acadêmico.

À CAPES, por ter proporcionado subsídios para a concretização deste trabalho.

À minha namorada Vivianne Costa e meus pais, pela compreensão e incentivo durante as etapas do cumprimento do mestrado.

INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS

Hospital Ortopédico – HO

FONTE DE FINANCIAMENTO

Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior - CAPES

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

Arthur Schopenhauer

RESUMO

RESSONÂNCIA MAGNÉTICA COMO MÉTODO DE PLANEJAMENTO PRÉ-OPERATÓRIO PARA CONFEÇÃO DO TÚNEL TIBIAL NA RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO POSTERIOR

A lesão do ligamento cruzado posterior (LCP) pode evoluir para um quadro de incapacidade funcional, sendo recomendável em alguns casos a cirurgia. Devido à proximidade da artéria poplítea (AP) com a inserção do LCP, cuidados especiais devem ser tomados nas reconstruções. Atualmente, a ressonância magnética (RM) é um excelente instrumento para diagnóstico e avaliação anatômica dessas estruturas. Desta forma, o objetivo do estudo foi identificar o posicionamento anatômico da AP, quantificando sua distância até o ponto de inserção tibial do LCP e analisar quais angulações oferecem risco de lesão durante a confecção do túnel tibial na reconstrução do LCP. Trata-se de um estudo retrospectivo, no qual foram analisadas 200 imagens de RM de joelho, de indivíduos com idade ≥ 18 anos, que não apresentavam fraturas, tumores, procedimentos cirúrgicos prévios ou alterações degenerativas dos componentes articulares. Todas as imagens foram obtidas no banco de dados do Hospital Ortopédico de Feira de Santana-Ba, e a partir da seleção destas no plano transversal, com corte ao nível da inserção do LCP na tibia, utilizou-se do próprio *software* do aparelho (Singo) e suas ferramentas para mensurar a distância do centro do ligamento LCP até a porção anterior da AP e criar túneis imaginários no sentido medial/lateral e o inverso, com 10 mm de largura, através de duas linhas paralelas, visando simular uma broca cirúrgica. Notou-se que a AP encontrava-se localizada posteriormente e ligeiramente lateralizada ao ponto de inserção do LCP, a uma distância média de $1,20 \pm 0,32$ cm. Ao verificar a simulação dos túneis, foi percebido que a probabilidade de risco de lesão da artéria poplítea por uma abordagem no sentido medial/lateral é maior quando comparada ao inverso ($p=0,0001$). Foi percebido também que apesar das mulheres possuírem um menor espaço entre o LCP e a AP ($1,13 \pm 0,27$ cm), a amplitude do risco de lesão provocada pela confecção dos túneis é menor quando comparada a homens. Adicionalmente, foram também avaliadas imagens de 10 indivíduos que se submeteram ao exame de RM com o joelho em extensão e flexão a 90° , sendo possível notar que a média da distância entre a inserção do LCP e a AP foi significativamente superior ($p=0,001$) no segundo momento. Conclui-se que o entendimento do posicionamento da AP, demonstrado por análise de imagens de RM, se faz importante no planejamento cirúrgico das reconstruções do LCP, tornando-se possível evitar iatrogenias, e que a técnica transtibial, por meio da abordagem lateral, apresenta ser uma boa escolha a fim de reduzir as chances de lesão da AP.

Palavras – Chave: Ressonância Magnética. Artéria Poplítea. Ligamento Cruzado Posterior

ABSTRACT

RESONANCE MAGNETIC FOR PREOPERATIVE PLANNING METHOD TO MAKE THE TUNNEL TIBIAL BIND IN THE RECONSTRUCTION POSTERIOR CRUCIATE LIGAMENT

The lesion of the posterior cruciate ligament (PCL) can lead to functional disability and it is recommend in some cases surgery. Due to the proximity of the popliteal artery (PA) into the insertion of the PCL, special care have to be taken during the reconstructions. Currently, magnetic resonance (MR) is an excellent tool for diagnosis and evaluation of these anatomical structures. The objective of the study was to identify the anatomical positioning of the popliteal artery, quantifying their distance from the tibial insertion point of the PCL and analyze which offer angulation risk of injury during the making of the tibial tunnel in PCL reconstruction. This is a retrospective study, which analyzed 200 knee MR images of individuals aged ≥ 18 years, who did not have fractures, tumors, previous surgical procedures or degenerative changes of the articular components. All images were obtained at the Orthopedic Hospital database in Feira de Santana-Ba, and from the selection of these in the transverse plane, with the cut of the PCL insertion level in the tibia, it was used the device's own software (Singo) and tools to measure the distance from the center of the PCL to the anterior portion of the PA and create imaginary tunnels in medial/lateral direction and the reverse, with 10 mm wide, through two parallel lines, aiming to simulate a surgical drill. It was noted that the PA is located posteriorly and slightly lateralized to the insertion point of the PCL, an average distance of 1.20 ± 0.32 cm. When checking the simulation of tunnels, it was realized that the risk probability of PA injury by the medial/lateral direction is higher when compared to the inverse ($p=0,0001$). It was also realized that despite women having a smaller space between the PCL and the PA (1.13 ± 0.27 cm), the range of the risk of injury caused by the make of the tunnels is lower when compared to men. Additionally, this study evaluated images of 10 individuals who underwent MR of the knee in extension and flexion to 90° , and it was possible to note that the average distance between the insertion of LCP and the AP was significantly higher ($p=0.001$) in the second time. Concludes that the understanding of the AP position, shown by analysis of MR images is important for the surgical planning of the PCL reconstruction, making it possible to avoid iatrogenic, and that the transtibial technique, through the lateral approach presents to be a good choice to reduce the chances of injury to the PA.

Keywords: Magnetic Resonance. Popliteal Artery. Posterior Cruciate Ligament.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Feixes anterolateral e posteromedial do LCP.....	16
Figura 2	Vista lateral esquemática demonstrando a angulação aguda do enxerto ao sair posteriormente da tíbia e subir para o fêmur.....	19
Figura 3	Vista lateral esquemática demonstrando a técnica <i>inlay</i>	20
Figura 4	Representação anatômica da artéria poplítea e suas ramificações.....	24
Figura 5	Distância entre o ligamento cruzado posterior e a artéria poplítea.....	27
Figura 6	Túneis no sentido medial para lateral.....	28
Figura 7	Túneis no sentido lateral para medial.....	28
Gráfico 1	<i>Box plot</i> da comparação da amplitude de risco de lesão arterial no sentido medial-lateral e lateral-medial.....	31
Gráfico 2	Correlação e regressão linear da amplitude de risco de lesão da artéria poplítea no sentido medial-lateral com a distância entre LCP a AP.....	31
Gráfico 3	Correlação e regressão linear da amplitude de risco de lesão da artéria poplítea no sentido lateral-medial com a distância entre LCP a AP.....	32
Gráfico 4	Correlação e regressão linear da distância entre LCP a AP com idade.....	32
Gráfico 5	Correlação e regressão linear entre a distância do LCP a AP em extensão e flexão do joelho.....	35
Gráfico 6	Correlação entre a distância do LCP a AP em extensão e a idade.....	36
Gráfico 7	Correlação entre a distância do LCP a AP em flexão e a idade.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Análise descritiva das distâncias entre o LCP e a artéria poplítea e ângulos de risco de lesão	30
Tabela 2	Análise das distâncias entre o LCP a AP, ângulos e amplitude de risco de lesão por gênero.....	33
Tabela 3	Análise das distâncias entre o LCP a AP, ângulos e amplitude de risco de lesão por joelho.....	34
Tabela 4	Análise da distância entre o LCP e a artéria poplítea em extensão e flexão do joelho.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AL	Ânterolateral
AP	Artéria Poplítea
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CM	Centímetros
DP	Desvio Padrão
IIQ	Intervalo Interquartil
LCA	Ligamento Cruzado Anterior
LCP	Ligamento Cruzado Posterior
LM	Lateral-Medial
ML	Medial-Lateral
MM	Milímetros
PM	Pósteromedial
RM	Ressonância Magnética
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Science</i>
T	Tesla
T1	Tempo de relaxação longitudinal do tecido
T2	Tempo de relaxação transversal do tecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
2.1	Objetivo Geral	15
2.2	Objetivos Específicos	15
3	REVISÃO DA LITERATURA	16
3.1	Ligamento Cruzado Posterior	16
3.2	Ressonância Magnética	20
3.3	Lesão da Artéria Poplítea	23
4	CASUÍSTICA E MÉTODOS	26
5	ESTATÍSTICA	29
6	RESULTADOS	30
7	DISCUSSÃO	37
8	LIMITAÇÕES E PERSPECTIVAS DO ESTUDO	41
9	CONCLUSÕES	42
	REFERÊNCIAS	43
	ANEXOS	53

1 INTRODUÇÃO

O Ligamento Cruzado Posterior (LCP) é um dos mais fortes estabilizadores do joelho. Por este motivo, o tratamento cirúrgico é, via de regra, proposto pela instabilidade causada pela ruptura desta estrutura¹. Este procedimento, entretanto, oferece riscos e desafios adicionais pela proximidade do feixe vasculonervoso poplíteo². A lesão da artéria poplíteia (AP), apesar de rara, é um incidente potencialmente grave, podendo gerar pseudoaneurisma em até 37,5% dos pacientes e amputações em cerca de 40%. Quando diagnóstico e revascularização são tardios, essas taxas de complicações podem atingir até 80% dos casos^{3,4}. Portanto, a correta localização dos túneis durante a reconstrução ligamentar é de extrema importância para o sucesso desse procedimento⁵.

Durante a cirurgia reconstrutiva, o feixe neurovascular pode ser danificado em vários momentos, especialmente durante a inserção ou reposicionamento do fio guia para confecção do túnel transtibial e na subsequente fresagem do canal tibial⁶. A prevenção desta lesão pode ser realizada a partir do entendimento anatômico necessário para construir um túnel capaz de desviar-se do feixe poplíteo. Algumas alternativas já foram propostas, tais como confecção de túnel posteromedial, fluoroscopia para visualizar a progressão do fio de guia e alargador, utilização de fio guia com ponta de pá, broca afilada ou oscilante ou uso do conjunto de guia de perfuração do túnel tibial conhecido como o Sistema Tundra^{7,8,9,10,11,12,13}.

A ressonância magnética (RM) tem sido considerada exame de escolha para a investigação de lesões do LCP. Trata-se de uma técnica não invasiva que fornece descrição anatômica detalhada das estruturas do joelho e feixe poplíteo, simultaneamente¹⁴. A especificidade morfológica e a alta resolução multiplanar da articulação poderiam permitir a utilização deste exame também para planejamento preventivo da lesão arterial¹⁵. Apesar disto, poucos utilizam este recurso como ferramenta de análise para determinar o local e direção apropriados na perfuração do túnel tibial^{16,17,18}.

Estudos com cadáveres determinam a localização anatômica correta do LCP e sua distância da AP, como também angulações seguras do túnel tibial para evitar a lesão do feixe vasculonervoso^{19,20,21,22,23}. Contudo a margem de erro destes

parâmetros é muito estreita e varia de pessoa para pessoa, além de ainda haver incertezas quanto ao comportamento do posicionamento entre as estruturas ao ajustar o joelho a postura cirúrgica. Desta forma, um método individualizado que apresenta a anatomia dos pacientes caso a caso pode ser a única forma fiel de planejamento pré-operatório capaz de resolver esta questão.

Neste sentido, a ressonância magnética pode representar uma das alternativas mais viáveis para definição do posicionamento das estruturas articulares e dos ângulos para a confecção de túneis tibiais na reconstrução ligamentar. Assim, o presente estudo tem como objetivo utilizar imagens geradas por exame de RM para avaliar o posicionamento da artéria poplítea, conferir possíveis deslocamentos ao ajustar o joelho a postura cirúrgica e estimar ângulos de risco de lesão na confecção do túnel tibial durante a reconstrução do ligamento cruzado posterior.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar se imagens de ressonância magnética do joelho oferecem condições de planejamento cirúrgico para a reconstrução do ligamento cruzado posterior.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar o posicionamento da artéria poplítea.
- Analisar a distância entre o ligamento cruzado posterior e a artéria poplítea em posição de extensão e flexão do joelho.
- Conferir valores de angulações de risco de lesão arterial para confecção do túnel tibial no sentido medial-lateral e lateral-medial.
- Verificar as correlações entre distância do ligamento cruzado posterior a artéria poplítea, idade e amplitude de risco de lesão vascular.

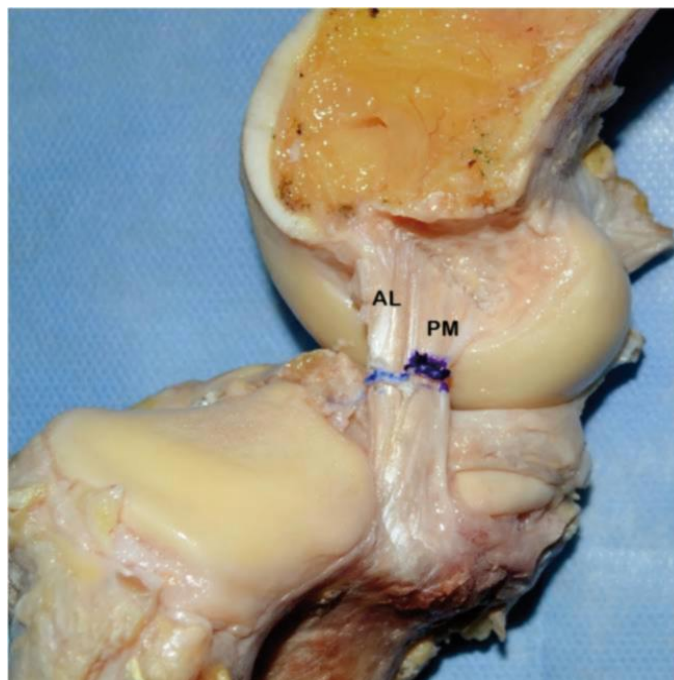
3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Ligamento Cruzado Posterior

Os ligamentos são tecidos moles, fibrosos e elásticos que fazem parte das articulações esqueléticas, permitindo uma conexão entre os ossos, aumentando a estabilidade mecânica e guiando o movimento articular²⁴. O ligamento cruzado posterior (LCP) é considerado estabilizador primário do joelho porque provê o eixo central de rotação, e responde por 95% do deslocamento posterior da tíbia sobre o fêmur. Também é restritor secundário ao varo, valgo e à rotação externa dessa articulação^{25,26,27}.

O LCP tem sua origem na face lateral do côndilo femoral medial. Cruza a articulação do joelho no sentido posterior, lateral e distal e se insere na tíbia posterior e proximal, na área intercondilar^{28,29}. A inserção do LCP é relativamente plana, apesar de não haver um padrão, o formato elíptico e oval são os mais comuns³⁰. Embora não exista uma separação anatômica, classicamente o ligamento é dividido de modo funcional em dois feixes, o anterolateral (AL) e o posteromedial (PM), que são tensionados em situações diferentes de acordo com o grau de flexão do joelho³¹ (Figura 1).

Figura 1 – Feixes anterolateral e posteromedial do LCP.



Fonte: Gali, 2013.

O feixe anterolateral (AL) se fixa na porção anterior da inserção femoral do LCP e na porção anterolateral da inserção tibial. O feixe posteromedial (PM) se fixa na área mais posterior da inserção femoral do ligamento e na região posteromedial da inserção tibial. As fibras do feixe AL são tensionadas com a flexão e relaxadas com a extensão do joelho; com o feixe PM ocorre o contrário^{25,26,32}.

As inserções femoral e tibial são três vezes maiores que a porção média do ligamento. A inserção femoral apresenta diâmetro máximo de 20 mm e mínimo de 10 mm; enquanto que a inserção tibial, mais complexa, aproxima-se a dimensões de 14 por 12 mm. Quanto à área de secção transversa, o LCP é maior na direção medial-lateral e aumenta à medida que se aproxima do fêmur. Proximalmente, corresponde a 150% e distalmente 120% quando comparada ao ligamento cruzado anterior (LCA). O comprimento médio do LCP é de 38 mm, e a largura varia de 13 a 14 mm^{25,33}. As medidas para o comprimento e a largura média da inserção da banda AL corresponde a 8 ± 2 mm e 9 ± 2 mm; enquanto que a banda PM são de 6 ± 1 mm e 10 ± 2 mm; respectivamente³⁴.

A distância média com o joelho em extensão entre o centro da inserção da banda AL até a margem medial da tíbia é de $40,68 \pm 4,10$ mm. Em relação à banda PM, a distância entre o centro de sua inserção até a margem medial da tíbia possui média de $38,74 \pm 4,40$ mm³⁵. E com o joelho em 90 graus de flexão, a distância do centro dos feixes de AL e PM a nível femoral para a cartilagem articular é de $7 \pm 1,02$ mm e $8 \pm 0,99$ mm, respectivamente³⁶.

A vascularização do LCP é garantida pela artéria genicular média, ramo da artéria poplítea. Ao deslocar-se anteriormente ela penetra na cápsula posterior do joelho, suprimindo os ligamentos cruzados, a membrana sinovial, a cápsula posterior e as epífises do fêmur e da tíbia³⁴.

O número de diagnósticos da lesão do ligamento cruzado posterior tem aumentado consideravelmente em relação ao passado. A forma mais comum em que o LCP é lesado deve-se ao impacto direto na face anterior da tíbia, geralmente quando o joelho apresenta-se flexionado a 90 graus. Isso pode ocorrer em trauma frontal, como trauma esportivo ou acidente automobilístico. Os outros dois principais mecanismos de lesão são a queda com o joelho hiperfletido ou trauma em hiperextensão associado a varo ou valgo³⁷.

A incidência de lesões do ligamento cruzado posterior varia de 1% a 44% dos traumas agudos do joelho, onde em torno de 40% ou mais são lesões isoladas deste ligamento³⁸. O tratamento das lesões do LCP baseia-se, antes de tudo, nos diferentes tipos de lesões, na associação com lesões combinadas, e principalmente, nas características próprias do paciente (presença de dor, atividade exercida, idade, queixa principal, entre outros)³⁹.

A identificação dos diferentes tipos de lesão dos ligamentos do joelho tem importância no prognóstico e na definição do tratamento. As lesões do ligamento cruzado posterior podem variar de grau I a III, conforme o teste ortopédico de gaveta posterior.

Lesões isoladas do LCP possuem baixa incidência (7,5%), podendo ser assintomáticas, e as de graus I (translação posterior da tíbia sob o fêmur de 0 a 5 mm) e II (translação posterior da tíbia sob o fêmur de 5 a 10 mm) têm maior chance de cicatrização, evitando cirurgias⁴⁰. Existem controvérsias quanto ao melhor tratamento para lesão isolada do LCP grau III (na qual há translação posterior da tíbia sob o fêmur maior ou igual a 10mm) e para aquelas combinadas, mas com intuito de evitar alterações na cinemática articular, como sobrecarga adicional ao compartimento medial do joelho e da articulação fêmoropatelar e prevenir artrose secundária⁴¹, o tratamento cirúrgico é frequentemente indicado⁴².

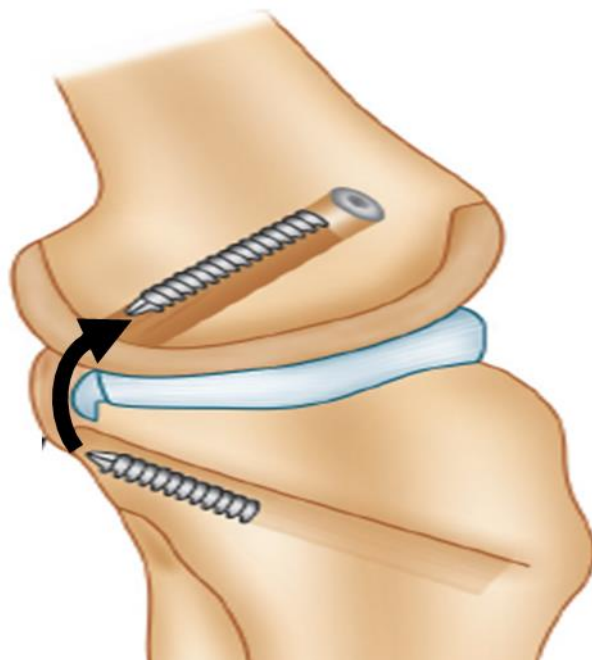
Na reconstrução cirúrgica do LCP, comumente utiliza-se um enxerto autólogo de tendão, como substituto ligamentar. Os tendões patelar, quadricipital e os dos músculos grácil e semitendíneo são as principais opções como substituto. Atualmente, a técnica mais comumente empregada é a transtibial, a qual consiste em fixar o enxerto tendíneo na tíbia através de um túnel⁴³. No entanto, requer um bom conhecimento anatômico para se colocar o enxerto corretamente²⁷. A artroscopia da articulação do joelho é tecnicamente trabalhosa e complexa⁴⁴, pois precisa ser realizada com segurança para fornecer um campo alargado de vista e um aumento de capacidade de manobra dos instrumentos²⁰.

O mau posicionamento dos túneis na reconstrução do LCP é identificado como uma causa de falha da reconstrução desse ligamento. Vários fatores devem ser considerados para uma adequada reconstrução. No que se refere ao posicionamento do túnel tibial, pequenos desvios em relação à inserção tibial original

do LCP não causam tantas alterações no resultado da estabilidade final da reconstrução quanto um mau posicionamento femoral^{45,46,47,48,49}. Entretanto, o correto posicionamento do enxerto no fêmur é fator crucial devido a sua ampla área de inserção, embora apenas uma pequena quantidade de suas fibras apresente um comportamento isométrico, assim dificultando o reparo anatômico^{48,50,51,52}.

A técnica transtibial, ainda que largamente difundida, tem recebido críticas. Diversos autores têm sugerido que o ângulo agudo formado pelo enxerto na sua passagem pelo túnel transtibial e a face posterior da tibia é um ponto determinante na evolução clínica pós operatória. Este ângulo, chamado “ângulo assassino” (Figura 2), conhecido principalmente como *killer turn*, determina uma concentração de tensão no enxerto e sua consequente deterioração e possível ruptura com as sucessivas cargas cíclicas a que é diariamente submetido^{53,54}.

Figura 2 – Vista lateral esquemática demonstrando a aguda angulação do enxerto ao sair posteriormente da tibia e subir para o fêmur.



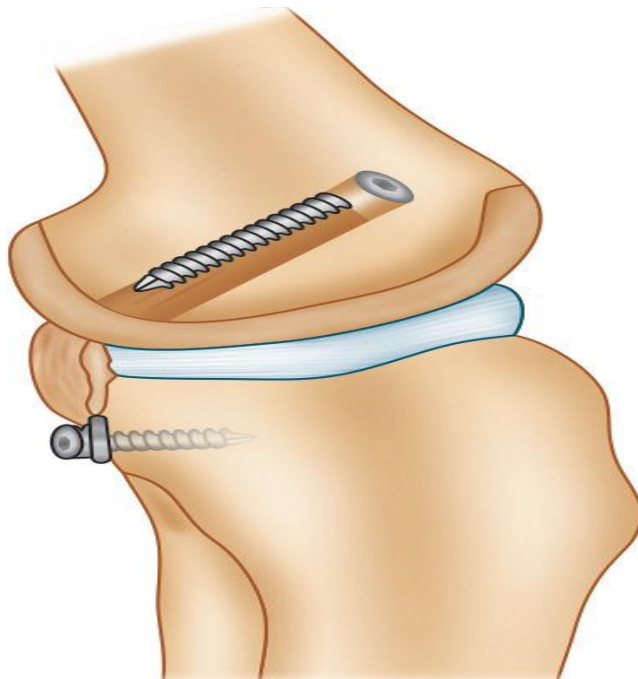
Fonte: Pandey, 2014.

Na clássica técnica transtibial é feito um túnel tibial retrógrado de fora para dentro, com a perfuração começando através da tibia anterior até sair no sítio de inserção tibial do LCP. A abordagem medial é o método padrão para tal⁵⁵, mas existe

modificações desta técnica com uma abordagem lateral, tendo a via de acesso pelo túnel tibial anterolateral⁵⁶. Outro aspecto importante durante a reconstrução, além do posicionamento dos túneis, ou da criação de um ou dois feixes, é a espessura dos enxertos.

Em 1993 e 1995, Jakob e Rügsegger⁵⁷ e Berg⁵⁸ respectivamente, descreveram uma nova proposta cirúrgica, chamada de *inlay*. Nessa técnica, a fixação da extremidade distal do enxerto ocorre em uma pequena escavação óssea na face posterior da tíbia, como forma de melhorar a orientação das fibras do enxerto. O fragmento ósseo é em geral fixado com um ou dois parafusos esponjosos de posterior para anterior (Figura 3). Segundo os autores, este procedimento permite um posicionamento mais anatômico, além de evitar uma angulação desfavorável na borda posterior da tíbia, comumente observada na técnica transtibial.

Figura 3 – Vista lateral esquemática demonstrando a técnica *inlay*.



Fonte: Pandey, 2014.

3.2 Ressonância Magnética

Nos últimos anos, a ressonância magnética (RM) tem se fixado como o meio de diagnóstico por imagem mais importante na investigação das doenças osteoarticulares relacionadas ao joelho. A alta especificidade e sensibilidade do

método é fruto da obtenção de imagens de alta definição, em múltiplos planos de estudo, como coronal, sagital e axial; associada a uma grande capacidade de caracterização tecidual⁵⁹.

A evolução clínica da ruptura do ligamento cruzado posterior (LCP) apresenta certas particularidades. Numa fase inicial, a lesão pode ser subdiagnosticada em consulta devido a pouca sintomatologia apresentada pelo paciente⁶⁰. Assim como por um grande número das lesões ocorrer devido a traumatismos de alta energia, e nesses casos, o exame físico do joelho pode ser difícil, principalmente quando o paciente apresenta fraturas do fêmur e/ou da tíbia ipsilaterais⁶¹.

Por isso, cada vez mais aumenta a quantidade de solicitações da RM, inclusive, tem substituído a artrografia quase que completamente na última década⁶². Isto se deve ao fato de esta técnica ter como vantagem o alto contraste em tecidos moles, a ausência de radiação ionizante e a permissão do uso de muitos cortes, assim sendo uma opção não-invasiva e ao mesmo tempo apurada para avaliação dos desarranjos internos do joelho⁶³. Apesar das controvérsias sobre custo/benefício da ressonância magnética, ressalta-se que a evolução tecnológica confere maior precisão a este exame, possibilitando diminuir a necessidade de artroscopias diagnósticas, evitando assim os riscos de um procedimento cirúrgico⁶⁴.

A RM começou a ser estudada em Stanford por Bloch, em 1946, seguido por Purcell, em Harvard. A primeira imagem produzida só foi possível em 1972, por Lauterbur, em uma amostra de água e dois anos depois em um animal vivo. Nas décadas de 1980 e 90, com o desenvolvimento da ressonância magnética, diversos autores tentaram mostrar sua acurácia e eficiência em complementar o exame físico^{65,66}.

As propriedades de ressonância magnética têm origem na interação entre um átomo em um campo magnético externo. É um fenômeno em que partículas contendo momento angular e momento magnético exibem um movimento de precessão quando estão sob ação de um campo magnético⁶⁷.

A técnica fundamenta-se em três etapas: alinhamento, excitação e detecção de radiofrequência, onde a propriedade magnética de núcleos de alguns átomos, ganham tendência a se orientar paralelamente a um campo magnético. Por três

motivos básicos, o núcleo de hidrogênio (próton) é o elemento utilizado para produzir imagens de seres biológicos, uma vez que é o mais abundante no corpo (cerca de 10% do peso corporal), por as características de RM se diferirem bastante entre o hidrogênio presente no tecido normal e no tecido patológico e possuir um maior momento magnético, que conseqüentemente permite uma maior sensibilidade ao exame⁶⁸.

Os átomos de hidrogênio, o mais simples da tabela periódica, possuem prótons que são partículas carregadas positivamente, que por sua vez, possuem uma propriedade chamada de spin ou momento angular. O spin representa o movimento de giro do próton em torno de seu próprio eixo. Juntamente com o spin, o próton de hidrogênio possui outra propriedade chamada de momento magnético, que faz com que o mesmo se comporte como um pequeno imã⁶⁹.

Quando um indivíduo permanece sob ação de um campo magnético, os prótons de hidrogênio irão se orientar de acordo com a direção do campo aplicado. Assim, para que esses átomos sejam orientados numa certa direção, é necessário um campo magnético intenso. Sabe-se que cada núcleo de hidrogênio “vibra” numa determinada frequência proporcional ao campo magnético em que está localizado. O aparelho emite então uma onda eletromagnética nessa mesma frequência. Existe uma transferência de energia da onda emitida pelo equipamento para os átomos de hidrogênio, fenômeno conhecido como ressonância. Quando os núcleos de hidrogênio recebem a energia, tornam-se instáveis. Ao retornarem ao estado habitual, eles emitem ondas eletromagnéticas na mesma frequência, então o equipamento detecta essas ondas e determina a posição no espaço e a intensidade da energia. Essa intensidade é mostrada como “brilho” na imagem, sendo utilizada a nomenclatura “intensidade de sinal”. Dependendo da forma e do tempo em que se excita os átomos, as imagens poderão ser mais sensíveis a diferentes propriedades dos tecidos⁵⁶.

A relaxação dos spins é causada pelas trocas de energia entre spins e entre spins e sua rede. Há duas constantes de tempo criadas para caracterizar cada um destes processos: T1 e T2. A constante T1 está relacionada ao tempo de retorno da magnetização para o eixo longitudinal e é influenciada pela interação dos spins com a rede. Já a constante T2 faz referência à redução da magnetização no plano

transversal e é influenciada pela interação spin-spin. Estas diferenças nos tempos de relaxação poderão ser usadas para gerar contraste entre os tecidos nas imagens, diferenciando-os; representando uma das vantagens da ressonância magnética sobre os demais métodos de diagnóstico⁷⁰.

A RM só pôde se tornar útil como método de obtenção de imagens do corpo humano com o desenvolvimento da codificação espacial do sinal através do uso de gradientes de campo magnético. Como o objetivo é mapear uma imagem, se estabelece um método que possibilite a seleção de um corte do corpo para que, dentro deste corte, possa haver uma matriz de pontos organizada em linhas e colunas. Para cada elemento desta matriz (pixel) é obtido o valor de intensidade de sinal, para que através de uma escala de tons de cinza ou cores haja a visualização da imagem final⁷¹.

As RM de campo aberto tem menor potência de campo magnético, o custo é menor e são úteis em pacientes muito obesos e ou claustrofóbicos. Entretanto, a melhora da tecnologia, com superior homogeneidade magnética, gradientes mais elevados, melhores bobinas e novas sequências geraram um novo interesse nesses aparelhos. Pesquisadores concluíram que a potência do campo magnético não é o único determinante da qualidade da imagem e que a performance diagnóstica pode ser a mesma^{72,73}.

Logo, com o desenvolvimento de novos aparelhos e técnicas, a RM passará a disponibilizar mais informações para que o ortopedista possa planejar o procedimento cirúrgico artroscópico e informar ao paciente as possíveis lesões e tratamentos⁷⁴.

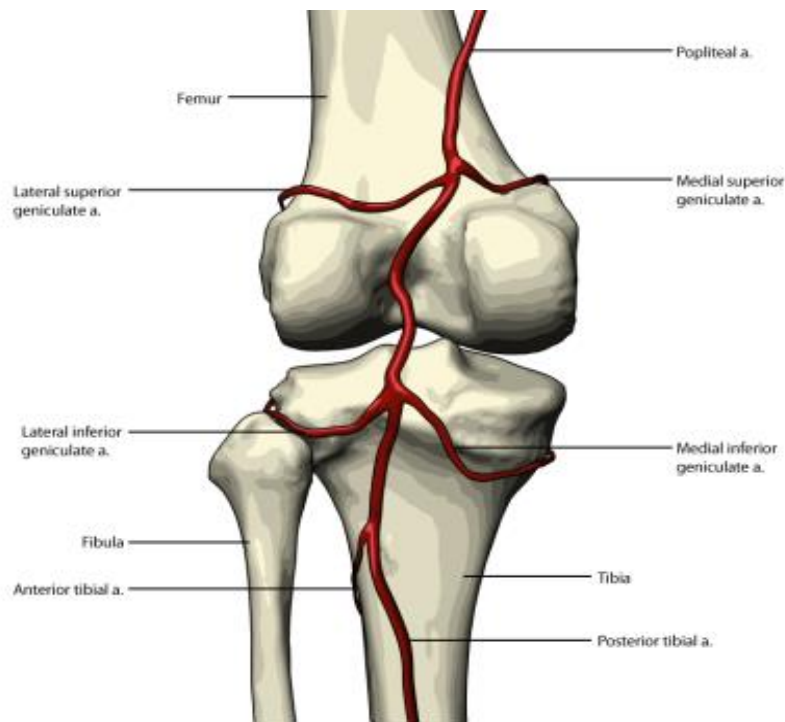
3.3 Lesão da Artéria Poplítea

A artéria poplítea (AP) é a estrutura mais anterior do feixe neurovascular poplíteo, composto também pela veia poplítea e nervo tibial, e a mais próxima à articulação do joelho na inserção do ligamento cruzado posterior, onde é mantida perto da parte proximal da tíbia pelo arco fibroso do sóleo. O padrão de normalidade anatômica da artéria poplítea, encontrar-se situada lateralmente à fossa intercondilar, conseqüentemente posterior e lateralmente ao LCP e passa

obliquamente pela margem medial do músculo poplíteo, onde se divide em artéria tibial anterior e posterior^{75,76,77}.

A AP emite cinco ramos relevantes: um par de artérias geniculares superiores, um par de geniculares inferiores e uma artéria genicular mediana (Figura 4). Essas artérias emergem imediatamente acima e abaixo da interlinha articular do joelho e constituem sua principal rede colateral; além disso, um sistema comunicante é suprido pela artéria genicular suprema e pelo ramo descendente da artéria femoral circunflexa lateral⁷⁸.

Figura 4 – Representação anatômica da artéria poplíteia e suas ramificações.



Fonte: www.endoplasmiccurriculum.wordpress.com

A artéria genicular lateral inferior se origina um cm a dois cm abaixo da linha articular e circunda profundamente a tíbia. A artéria genicular medial inferior se origina posteriormente entre os músculos solear e a cabeça lateral do gastrocnêmio. Distalmente, as colaterais fazem anastomose com a artéria tibial anterior através da artéria tibial recorrente anterior. Esta rica rede arterial colateral explica a boa perfusão do pé, inclusive com pulso distal palpável em cerca de 10% dos casos, em casos de lesão arterial poplíteia⁷⁹.

A correta localização dos túneis durante a reconstrução do LCP é determinante para o sucesso desse procedimento, pois caso contrário pode provocar a lesão da AP no momento em que a broca cirúrgica a perfura, motivo este responsável pelo maior número de amputações⁸⁰. O risco encontra-se em torno de 40% dos casos, e quando o diagnóstico e a revascularização são tardios, essa taxa pode alcançar 80%⁸¹.

A proporção total de complicações por lesões neurovasculares durante a artroscopia do joelho está entre 0,01 para 0,08% dos casos. E a perfuração ou laceração direta, constituem apenas 1% do total de complicações⁸². Logo, a lesão aguda da artéria poplítea é uma complicação extremamente rara, mas grave e possivelmente fatal, necessitando assim de inúmeros cuidados para evitá-la^{7,83,84}.

4 CASUÍSTICA E MÉTODOS

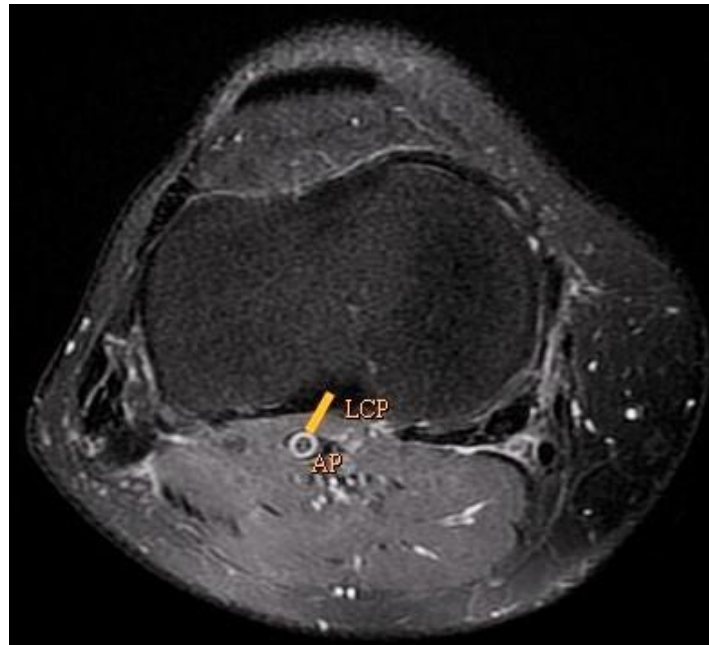
Foi realizado estudo sobre um método de planejamento cirúrgico com análise retrospectiva de dados de imagem. Para tal, foi analisado o posicionamento do feixe vasculonervoso poplíteo e definidos ângulos de risco de inserção do fio guia para construção do túnel tibial em 200 arquivos de ressonância magnética (RM) de joelho (100 por lado direito/esquerdo). Todos os indivíduos tinham se submetidos ao exame entre o período de janeiro a dezembro de 2014 no Hospital Ortopédico, situado no município de Feira de Santana – BA. O estudo seguiu as Diretrizes e Normas de Pesquisa em Seres Humanos contidas na Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, sendo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas (CEP) da Faculdade Adventista da Bahia, onde recebeu o parecer número de CAAE 48993115.4.0000.0042.

O tamanho amostral foi obtido através do cálculo feito com o *software* WinPepi por comparações de média, indicando um desvio padrão (DP) de 0,5 cm e considerado um erro aceitável no valor de 0,07 com nível de confiança de 95%. Foi adotado como critério de inclusão pessoas com idade ≥ 18 anos, e excluídos os exames que demonstrassem fraturas de planalto tibial, tumores, procedimentos cirúrgicos prévios no joelho, anormalidade óssea ou de partes moles na região proximal da tíbia, alterações degenerativas dos componentes articulares ou exames considerados de baixa qualidade.

O aparelho de ressonância magnética utilizado é fabricado pela Siemens, de modelo Magnéton C, com 0,35 Tesla de campo magnético. O protocolo padrão de investigação adotado consistia de: paciente posicionado em decúbito dorsal com joelho em extensão completa; espessura de corte de 5 mm; intervalo entre os cortes de 1,0 mm; utilização de um campo de visão pequeno para maximizar a resolução (18 cm), que dependeu do tamanho do paciente; matrizes de 256 x 192 ou 256 x 256; planos e sequências T2 com saturação de gordura no plano axial.

Foram selecionadas as imagens de joelho, com corte ao nível da inserção do LCP na tíbia por duas pessoas com expertise radiológica, e utilizando o próprio *software* do aparelho (Singo), mensurou-se a distância do centro do ligamento cruzado posterior até a porção anterior da artéria poplíteia (Figura 5).

Figura 5 - Distância entre inserção do LCP e artéria poplítea.



Fonte: Próprio autor.

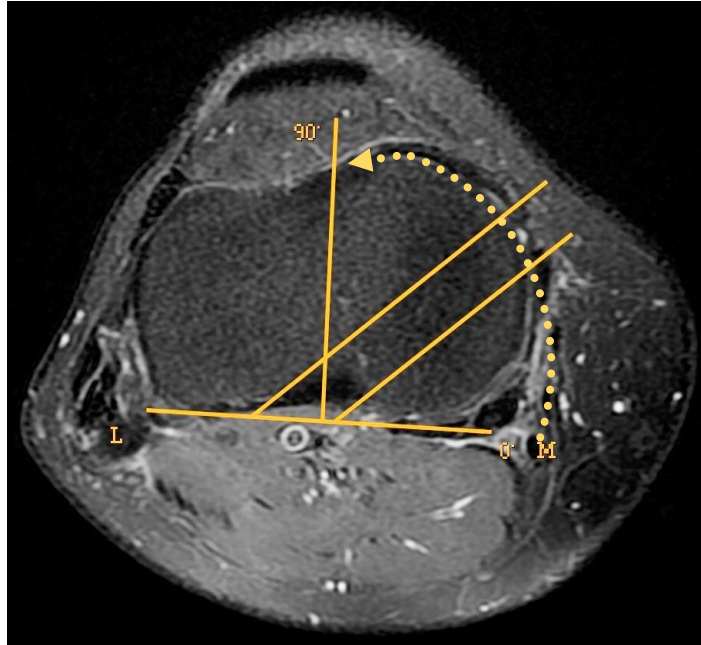
Em seguida, utilizando-se da mesma imagem, foram criados túneis imaginários com 10 mm de largura, através de duas linhas paralelas, visando simular uma broca cirúrgica. Os túneis abrangiam desde a porção anterior do córtex tibial até o ponto de inserção do ligamento cruzado posterior, partindo de 0 a 90 graus tomando como referência para o início da angulação uma linha traçada nas extremidades posteriores do córtex tibial.

Foi considerado ângulo mínimo de risco de lesão vascular, o valor mais próximo de 0° que o túnel fazia intersecção com a artéria poplítea e ângulo máximo de risco de lesão vascular, o valor mais próximo de 90° que o túnel fazia intersecção com a artéria poplítea. Feito isto do sentido medial para lateral (Figura 6) e lateral para medial (Figura 7), sempre pelo mesmo avaliador. As amplitudes de risco, a qual chamamos de delta (Δ), representam a diferença entre o valor máximo e mínimo dos ângulos de risco de lesão nos dois sentidos. Desta maneira, o intuito foi simular a confecção de túneis a serem realizados na técnica transtibial para reconstrução do LCP e verificar os ângulos e amplitudes de risco de lesão da artéria poplítea.

Por fim, também foi utilizado o mesmo processo de mensuração da distância do centro do LCP até a porção anterior da AP de 10 indivíduos, os quais possuíam

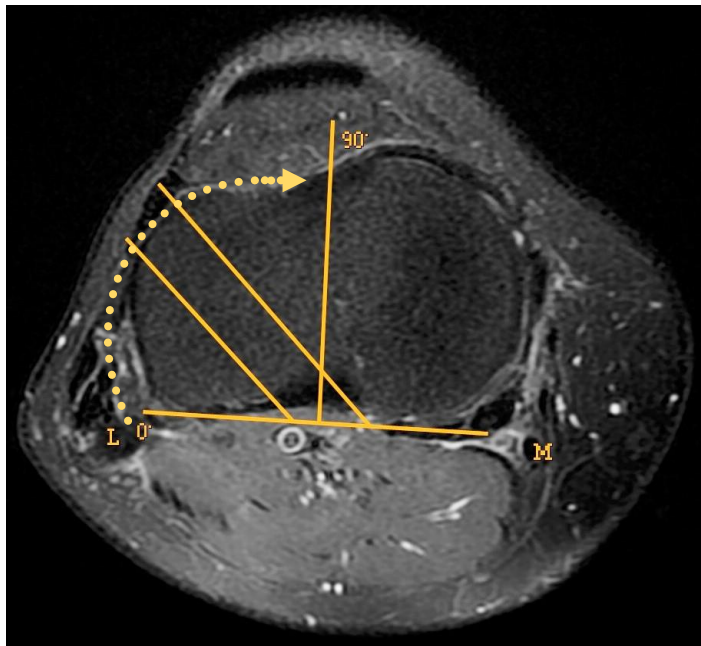
imagens registradas em extensão total do joelho, assim como em flexão a 90° (posição cirúrgica).

Figura 6 - Túneis no sentido medial para lateral.



Fonte: Próprio autor.

Figura 7 - Túneis no sentido lateral para medial.



Fonte: Próprio autor.

5 ESTATÍSTICA

Os dados foram inicialmente descritos utilizando-se para variáveis numéricas média e desvio padrão (DP) e a depender do comportamento, adotou-se mediana e intervalos interquartil (IIQ). Para avaliação da normalidade foram analisados tamanho do desvio-padrão, simetria, curtose, histograma, comparação de média e mediana e teste de *Kolmogorov-Smirnov e Shapiro Wilk*.

Para a comparação da distância do ligamento cruzado posterior à artéria poplítea, ângulo máximo e mínimo de risco de lesão no sentido medial/lateral e lateral/medial e amplitude de risco entre gênero e lateralidade do joelho foi utilizado o teste T de Student. As diferenças entre a distância do ligamento cruzado posterior à artéria poplítea em indivíduos que realizaram o exame com joelho em extensão e flexão foram comparadas pelo teste T de Student para amostras pareadas. E adotada correlação de Pearson e regressão linear para analisar a associação e predição entre as variáveis numéricas. Todos os dados foram analisados pelo programa SPSS® (Statistical Package for the Social Science) versão 20.0 e o critério de determinação de significância adotado foi o nível de 5%.

6 RESULTADOS

Nas imagens utilizadas, 115 eram de mulheres (85 homens) e a média de idade dos indivíduos foi de $39,28 \pm 10,01$ anos. Foi possível definir que a artéria poplítea sempre se localizava posteriormente e ligeiramente lateralizada ao ponto de inserção do ligamento cruzado posterior. Conforme análise descritiva da Tabela 1 observou-se que a média da distância entre a inserção do LCP e a AP foi de $1,20 \pm 0,32$ cm. O valor de mediana para o ângulo mínimo de risco de lesão da artéria poplítea foi de 20° (IIQ $5^\circ - 30^\circ$) e 62° (IIQ $55^\circ - 70^\circ$) para o ângulo máximo, obedecendo o sentido medial para lateral. No sentido oposto (lateral para medial) da confecção do túnel, obteve-se 0° (IIQ $0^\circ - 0^\circ$) para o ângulo mínimo e 10° (IIQ $0^\circ - 25^\circ$) para o ângulo máximo de risco de lesão.

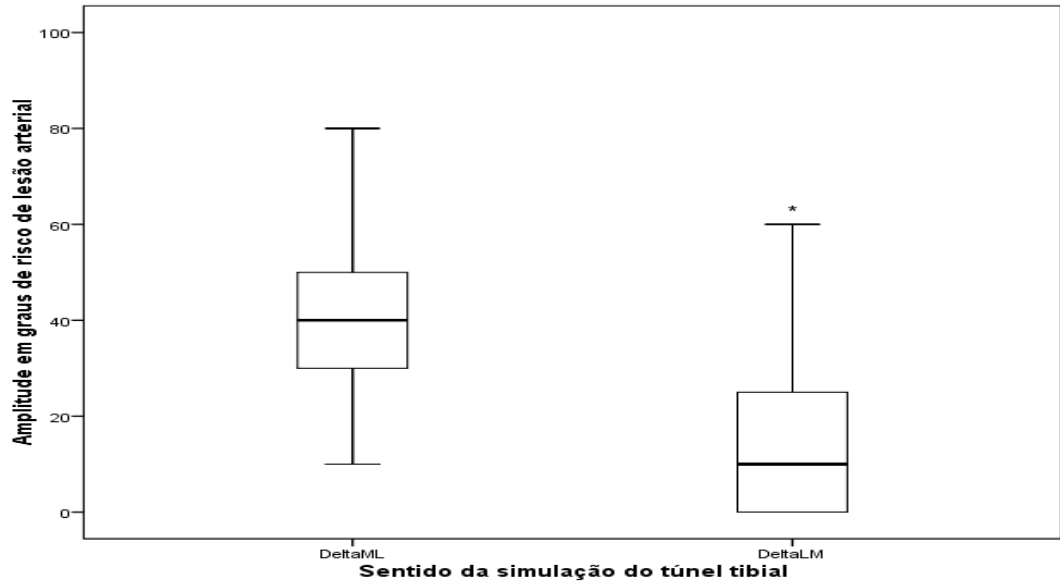
Tabela 1 – Análise descritiva das distâncias entre o LCP e a artéria poplítea e ângulos de risco de lesão.

Medidas	Mediana (IIQ)	IC 95%
Distância (cm)	$1,20 \pm 0,32$ †	1,15 – 1,25
Ângulo mín. ML	20° ($5^\circ - 30^\circ$)	$18^\circ - 22^\circ$
Ângulo máx. ML	62° ($55^\circ - 70^\circ$)	$60^\circ - 63^\circ$
Ângulo mín. LM	0° ($0^\circ - 0^\circ$)	$0^\circ - 0^\circ$
Ângulo máx. LM	10° ($0^\circ - 25^\circ$)	$11^\circ - 16^\circ$

† Valor de média e desvio padrão.

O gráfico 1 indica por *box plot* a mediana das amplitudes de risco de lesão da artéria poplítea por túneis confeccionados no sentido medial para lateral (Delta ML) e lateral para medial (Delta LM). Notou-se que a probabilidade de risco de lesão da artéria por uma abordagem no sentido medial para lateral é maior quando comparada ao inverso ($p=0,0001$).

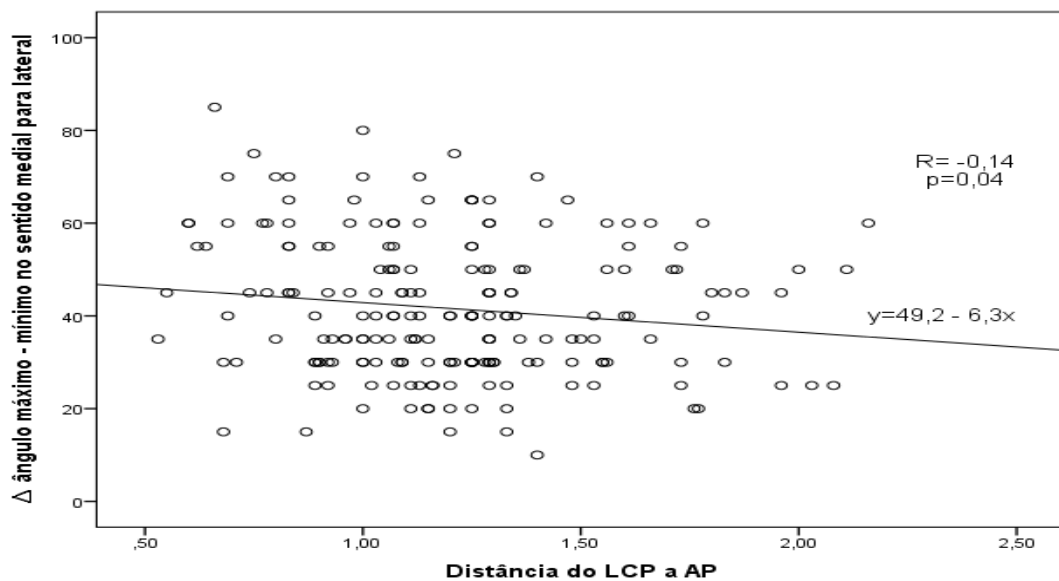
Gráfico 1 – *Box plot* da comparação da amplitude de risco de lesão arterial no sentido medial-lateral e lateral-medial.



^a Teste T de Student
 * p=0,0001

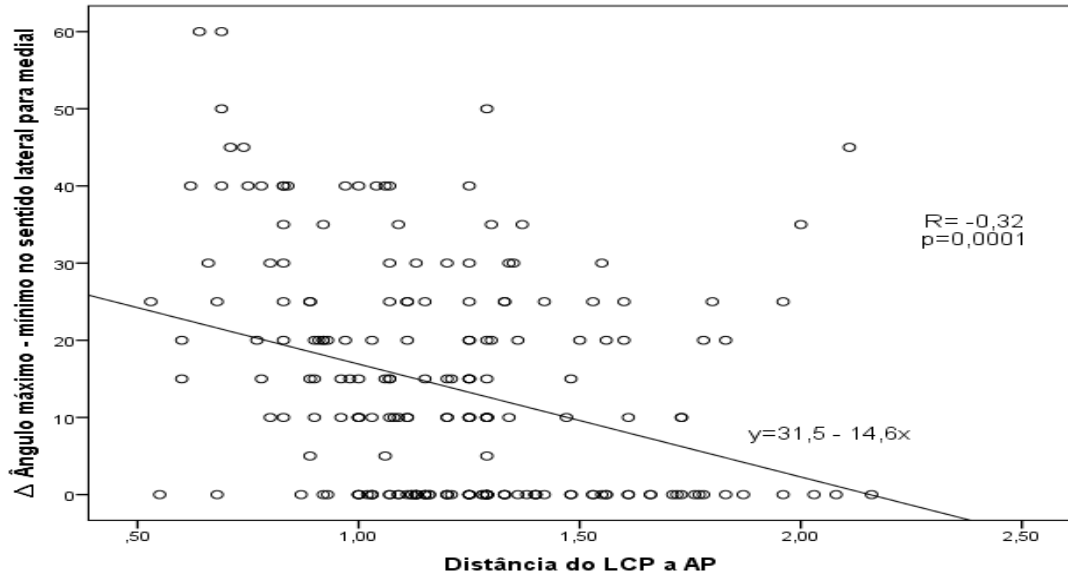
Os gráficos 2 e 3, apontam que há uma correlação negativa fraca quando se avalia as amplitudes de risco (Δ) no sentido medial-lateral e lateral-medial com a distância entre o LCP a AP. O gráfico 4 ilustra a ausência de correlação entre a distância do LCP a AP com a idade (p=0,07).

Gráfico 2 – Correlação e regressão linear da amplitude de risco de lesão da artéria poplítea no sentido medial-lateral com a distância entre LCP a AP.



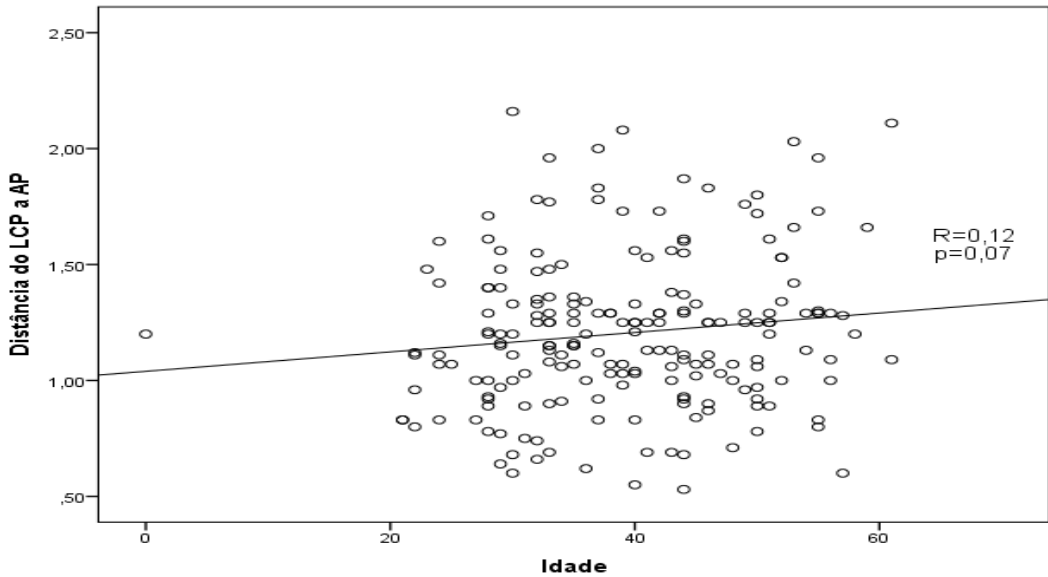
^b Correlação de Pearson

Gráfico 3 – Correlação e regressão linear da amplitude de risco de lesão da artéria poplíteia no sentido lateral-medial com a distância entre LCP a AP.



Correlação de Pearson

Gráfico 4 – Correlação e regressão linear da distância entre LCP a AP com idade.



Correlação de Pearson

Na Tabela 2 ao comparar a distância entre do ponto de inserção do LCP e a AP por gênero, confirmou-se que as mulheres possuem um menor espaço entre tais estruturas, correspondendo a $1,13 \pm 0,27$ cm ($p=0,0001$), assim tornando-as mais vulneráveis a lesões devido a essa proximidade. Nas mulheres os ângulos mínimo e

máximo de risco de lesão no sentido medial para lateral foram superiores ($p=0,0001$). Diferentemente, o valor da mediana do ângulo máximo de risco de lesão de lateral para medial foi maior em homens ($p=0,001$). Importante destacar também, que em mulheres, a amplitude do risco de lesão provocada pela confecção dos túneis é menor quando de medial para lateral ($p=0,007$), assim como de lateral para medial ($p=0,001$) comparada a homens.

Tabela 2 – Análise das distâncias entre o LCP a AP, ângulos e amplitude de risco de lesão por gênero.

Medidas	Masculino (n=85)	Feminino (n=115)	p valor ^a
	Mediana (IIQ)	Mediana (IIQ)	
Distância (cm)	1,30 ± 0,37†	1,13 ± 0,27†	0,0001
Ângulo mín. ML	10° (0° – 20°)	25° (15° - 35°)	0,0001
Ângulo máx. ML	60° (50° – 65°)	65° (60° - 70°)	0,0001
Delta ML	45° (35° – 55°)	35° (30° – 45°)	0,007
Ângulo mín. LM	0° (0° – 0°)	0° (0° – 0°)	0,246
Ângulo máx. LM	15° (0° – 15°)	5° (0° – 20°)	0,001
Delta LM	15° (0° – 25°)	5° (0° – 20°)	0,001

† Valor de média e desvio padrão.

^a Teste T de Student

Referente às análises comparativas da distância entre do ponto de inserção do LCP e a AP e ângulos mínimos e máximos de risco de lesão por lateralidade de joelho, não se obteve diferenças estatísticas significantes, entretanto quanto à

amplitude do risco de lesão do Delta ML, constata-se um valor menor da mediana no joelho esquerdo ($p=0,022$), conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Análise das distâncias entre o LCP a AP, ângulos e amplitude de risco de lesão por joelho.

Medidas	Joelho Esquerdo (n=100)	Joelho Direito (n=100)	p valor ^a
	Mediana (IIQ)	Mediana (IIQ)	
Distância (cm)	1,22 ± 0,34†	1,19 ± 0,31†	0,527
Ângulo mín. ML	20°(6° – 33°)	17° (5° - 30°)	0,200
Ângulo máx. ML	60° (50° – 70°)	65° (56° - 70°)	0,240
Delta ML	35° (30° - 49°)	40° (30° - 55°)	0,022
Ângulo mín. LM	0° (0° – 0°)	0° (0° – 0°)	0,319
Ângulo máx. LM	10° (0° – 25°)	10° (0° - 25°)	0,867
Delta LM	10° (0° - 25°)	10° (0° - 25°)	0,828

† Valor de média e desvio padrão

^a Teste T de Student

Ao avaliar as imagens dos joelhos de 10 indivíduos que se submeteram à ressonância magnética em posição padrão (joelho em extensão) e também em flexão a 90° foi possível notar que a média da distância entre a inserção do LCP e a AP foi significativamente superior ($p=0,001$) nas imagens dos joelhos fletidos, indicando que, habitualmente, a posição em flexão de 90° adotada no momento cirúrgico possui uma maior margem de segurança referente ao contato de um instrumento de perfuração com o feixe vascular (Tabela 4).

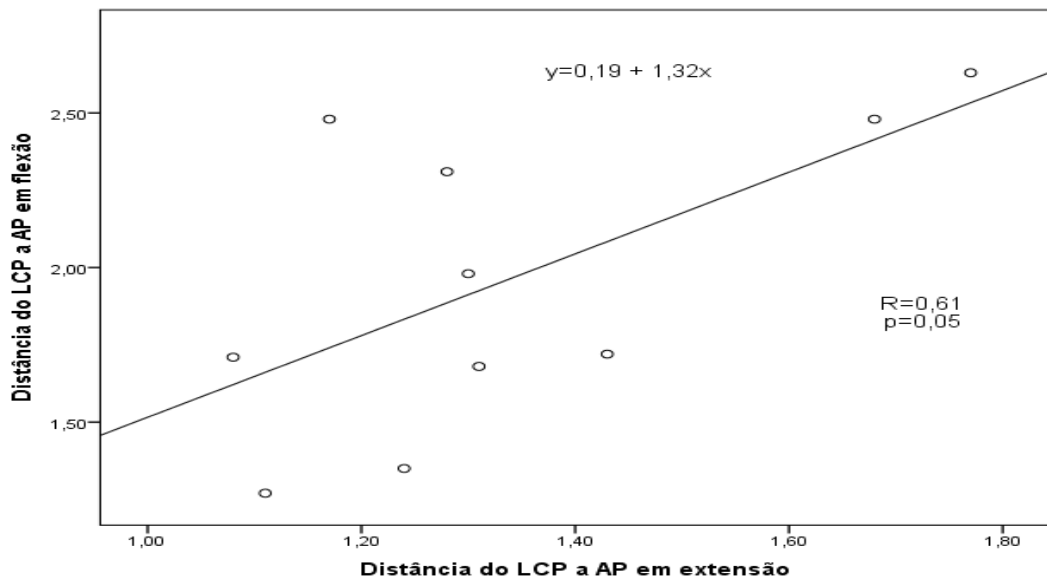
Tabela 4 – Análise da distância entre o LCP e a artéria poplítea em extensão e flexão do joelho (n=10).

Distância (cm)	Média ± DP	p valor ^c
Extensão	1,34 ± 0,23	0,001
Flexão	1,96 ± 0,49	

^cTeste T de Student para amostras pareadas

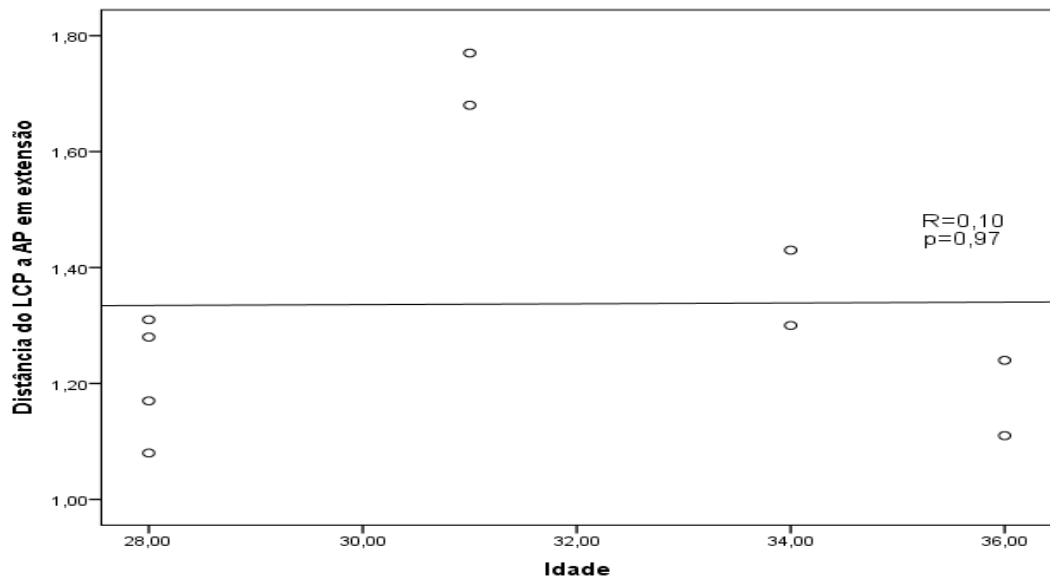
Adicionalmente foi percebida a correlação positiva moderada ($p=0,05$) entre a distância do LCP a AP na extensão e flexão do joelho (Gráfico 5). Não houve correlação entre a distância das estruturas com o joelho em posição de extensão e flexão associada a idade (Gráfico 6 e 7).

Gráfico 5 – Correlação e regressão linear entre a distância do LCP a AP em extensão e flexão do joelho.



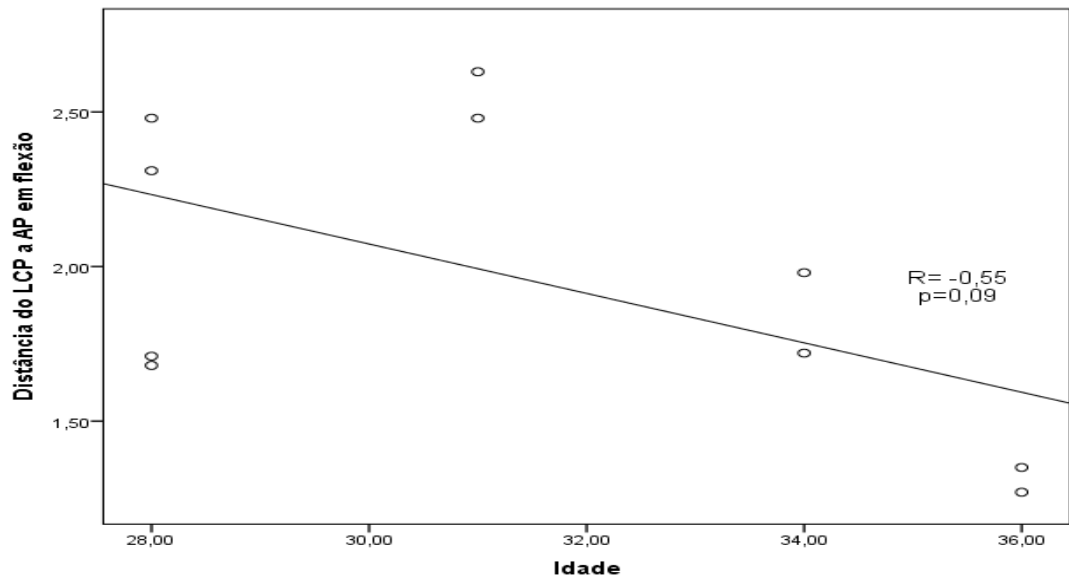
^b Correlação de Pearson

Gráfico 6 – Correlação entre a distância do LCP a AP em extensão e a idade.



^b Correlação de Pearson

Gráfico 7 – Correlação entre a distância do LCP a AP em flexão e a idade.



^b Correlação de Pearson

7 DISCUSSÃO

A reconstrução do ligamento cruzado posterior (LCP) é considerada complexa devido à raridade e conseqüente falta de familiaridade com a técnica, assim como pela perigosa confecção do túnel ósseo tibial cuja extremidade posterior é bem próxima ao feixe vasculonervoso poplíteo⁸⁵.

Keser et. al. (2006)¹⁸ indicaram uma variação da distância do córtex tibial posterior à artéria poplítea (AP) de 2,6 mm a 9,9 mm. Para Yoo e Chang (2009)⁷⁷ a distância a um cm e dois cm abaixo da linha de articular foi de $7,2 \pm 2,6$ mm e $9,7 \pm 3,3$ mm, respectivamente. Pace e Wahl (2010)²⁰, identificaram uma distância média de 9,54 mm (variação entre 2,80 e 17,47 mm), mesmo valor encontrado por Goes et al (2015)¹⁶. Franciozi et al. (2014)⁷⁶ apontaram uma distância de 1,0 cm (variação de 0,8 a 1,2 cm). Referente a distância do ponto médio do LCP à AP, diferentemente de nosso estudo, Cosgarea et al. (2006)²³ encontraram valores de $29,1 \pm 11$ mm (variação entre 18 e 55 mm) e Sora et al. (2015)¹⁹ indicaram uma distância bastante menor correspondendo a $5,91 \pm 3,61$ mm.

Adicionalmente, resultados demonstram que a distância entre as estruturas foi significativamente maior no gênero masculino quando comparado ao feminino¹⁶, semelhante à nossa pesquisa. Assim representando para as mulheres mais risco de intersecção dos equipamentos cirúrgicos com o feixe vasculonervoso. Corolariamente a este mesmo estudo, percebemos que não há associação da distância entre as estruturas com a idade.

Um outro importante fator é a variação da distância entre o LCP e a AP quando o joelho aumenta sua angulação articular em sentido à flexão, posição adotada em cirurgia⁸⁶. Matava et al. (2006)²¹, mediram tal distância no joelho em extensão completa e a 100° de flexão. No plano sagital, a distância aumentou de 7,6 mm para 9,9 mm. Valor próximo aos 10 mm encontrado na avaliação em flexão por Cosgarea et al. (2006)²³, e diferentemente, Yoo e Chang (2009)⁷⁷, que apontaram uma distância de $7,6 \pm 2,4$ mm.

Já Pace e Wahl (2010)²⁰ encontraram uma distância média de 19 mm, bastante semelhante ao valor observado nas 10 imagens analisadas em nosso estudo. Smith et al. (1999)⁸⁷, ao também estudarem o posicionamento de estruturas

anatômicas, por meio de RM, ressaltaram que mesmo com o joelho fletido, não significa que os vasos poplíteos estejam seguros durante a cirurgia. E ao contrário da maioria, verificou que dois dos nove indivíduos teve deslocamento anterior dos vasos poplíteos na flexão do joelho.

Em 2004, Barlett et al.⁸⁸, dirigiram um estudo sobre as lesões dos vasos poplíteos e avaliaram sua incidência, os fatores anatômicos e a influência de cirurgias e de traumas prévios no risco dessas lesões durante os procedimentos no joelho. Eles demonstraram que em joelhos normais, em cerca de um terço dos casos a artéria poplíteia se aproximou da tíbia com a flexão do joelho. Já em joelhos com lesão do LCP, surpreendentemente o mesmo ocorreu em quase 79%. Isto serve de alerta para os pesquisadores da área, pois utilizamos para estudos seres geralmente sem a ruptura ligamentar, o que pode nos levar a encontrar resultados equivocados ao extrapolar para articulações acometidas. Destacaram ainda que lesões ou cirurgias prévias com acometimento da cápsula posterior do joelho podem aumentar o risco de lesão inadvertida dos vasos poplíteos, que podem estar aderidos ao tecido cicatricial pósterolateral.

Referente ao posicionamento anatômico da AP em relação ao LCP, Franciozi et al. (2014)⁷⁶ e Matava et al. (2000)²¹ apontaram unanimidade na localização posterior e lateral arterial, semelhantemente ao identificado em nossa pesquisa. Keser et al. (2006)¹⁸, também por meio de imagens de ressonância magnética de joelho, notaram que em 94,3% dos casos a AP estava lateral ao ligamento e nenhuma no lado medial, contudo 5,7% sobre o mesmo eixo ligamentar. Yoo e Chang (2009)⁷⁷ notaram que 10% dos indivíduos analisados possuíam-na localizada medialmente ao LCP.

Franciozi et al. (2014)⁷⁶, observaram que a abordagem medial para a confecção do túnel transtibial faria intersecção com a artéria poplíteia em todos os joelhos, ao passo que a abordagem lateral não atingiria a artéria poplíteia em qualquer joelho. Vários pesquisadores, justificam que, com o ponto de entrada lateral da tíbia, o fio guia é dirigido medialmente até atravessar o córtex tibial posterior, evitando assim intersecção com a artéria poplíteia, pois foge de seu posicionamento anatômico^{21,22,89,90}. Situação condizente ao nosso estudo, uma vez que a abordagem lateral para a feitura do túnel tibial confere menor risco de lesão da

artéria poplítea, demonstrando uma amplitude de risco de 10°, o que corresponde a quatro vezes menos chance de lesão quando comparada a via de entrada medial.

A abordagem lateral transtibial já foi avaliada biomecanicamente e por estudos clínicos^{91,92,93,94}, demonstrando ser mais segura do que a abordagem medial por zelar da manutenção da integridade da artéria poplítea⁹⁵ e provê um ângulo menos agudo na curva do túnel tibial e um alinhamento mais reto do enxerto^{53,63}. Ainda que exista carência de mais investigações e se discuta sobre o exato posicionamento de saída do fio guia no centro da inserção tibial do LCP, o posicionamento dos túneis femorais tem um maior efeito sobre a estabilidade posterior quando comparado com o posicionamento tibial^{35,48,96}.

Todavia, a abordagem lateral possui suas limitações, tecnicamente é mais exigente porque requer um passo adicional submuscular e a obliquidade do córtex pode levar a uma maior probabilidade de deslizamento na perfuração do fio guia, um problema que seria agravado se a angulação aumentasse de 30° para 45°, afim de corresponder exatamente à abordagem medial. O ângulo de 45° é menos desejável no contexto clínico, pois ficaria próximo da membrana interóssea entre a tíbia e fíbula, pondo em perigo o feixe neurovascular⁷⁶.

Existem algumas opções para o momento cirúrgico de redução do risco de complicações neurovasculares, tais como a fluoroscopia para visualizar a progressão do fio de guia e alargador, utilização de fio guia com ponta de pá, broca afilada ou oscilante ou uso do conjunto de guia de perfuração do túnel tibial conhecido como o Sistema Tundra^{7,8,9,10,11,12,13}. Pesquisadores descreveram também a criação de um portal transseptal posterior que permite a passagem da artroscopia ou instrumentos, oferecendo um grande espaço de trabalho e um campo de visão mais amplo. Mas, por conta da proximidade do feixe neurovascular poplíteo, o conhecimento anatômico detalhado e técnica meticulosa são obrigatórios para aplicação segura^{11,97,98,99}.

Através deste estudo, foi possível evidenciar por meio de imagens de ressonância magnética a correta localização da artéria poplítea em relação ao ligamento cruzado posterior; e que apesar de existir um aumento na distância entre essas estruturas ao ajustar o joelho em flexão, demonstra-se que a reconstrução

transtibial do LCP por abordagem lateral é um meio adicional de reduzir a chance de lesão arterial. Desta forma, foi possível propor que, o uso da RM sirva não apenas como ferramenta de esclarecimento diagnóstico, mas também como meio de planejamento cirúrgico para restringir, combinado com outras estratégias, o risco de complicações neurovasculares transoperatórias. Assim, coloca-se para os médicos ortopedistas, uma opção factível para investigar os detalhes anatômicos úteis no planejamento de cada paciente individualmente, permitindo a minimização do risco cirúrgico.

8 LIMITAÇÕES E PERSPECTIVAS DO ESTUDO

Nosso estudo apresenta algumas limitações. Por tratar-se de uma pesquisa utilizando um banco de imagens, não foi possível acessar os dados antropométricos dos indivíduos, entretanto, apenas as distâncias entre as estruturas avaliadas poderiam sofrer esta influência já que achados angulares dificilmente mudam com as proporções corporais. Imagens bidimensionais também poderiam induzir a erros de medidas que deverão ser levados em conta quando da extrapolação dos nossos resultados para procedimentos cirúrgicos reais. Outra restrição deve-se a verificação de imagens de ressonância magnética de apenas 10 indivíduos que se submeteram ao exame com o joelho estendido e também fletido, sendo que nenhum apresentava ruptura do ligamento cruzado posterior. Existe uma grande controvérsia na literatura sobre o sentido e o quanto de deslocamento existe da AP em relação ao LCP quando se compara ambas posições, e se o comportamento é distinto em joelhos com e sem lesão deste ligamento.

Como perspectivas, almejamos despertar o interesse médico em avaliar as imagens de ressonância magnética do joelho previamente a intervenção cirúrgica de reconstrução do ligamento cruzado posterior, objetivando identificar as estruturas anatômicas envolvidas no procedimento e suas relações, em cada paciente, individualmente. Tornando o exame mais uma ferramenta para se evitar as complicações operatórias. Assim como, chamar a atenção para que outras pesquisas investiguem a variação do posicionamento arterial de acordo com a angulação articular e se imagens de RM pode predizer estimativas da técnica transtibial lateral na redução do *killer turn*.

9 CONCLUSÕES

Acreditamos que a boa interpretação das estruturas anatômicas articular e o posicionamento da artéria poplítea, demonstradas por análises de imagens de ressonância magnética, é de grande importância no planejamento cirúrgico das reconstruções do ligamento cruzado posterior. Ainda que, a estrutura vascular se distancie do ponto de inserção ligamentar ao ajustar o joelho em posição cirúrgica, foi possível notar que devido ao seu trajeto mais posterior e lateralizado, a técnica transtibial lateral apresenta ser uma boa escolha a fim de reduzir ainda mais as chances de lesão vascular, tendo em vista a menor amplitude de risco encontrada, além de respeitar angulações padrões adotadas para a confecção dos túneis, sem aberrações.

REFERÊNCIAS

1. Voos JE, Mauro CS, Wentz T, Warren RF, Wickiewicz TL. Posterior cruciate ligament: anatomy, biomechanics and outcomes. *Am J Sports Med.* 2012; 40(1):222-31.
2. Cenni MH, Nascimento BF, Carneiro GGB, Andrade RC, Pinheiro Júnior LFB, Nicolai OP et al. Lesão da artéria poplíteia durante a reconstrução do ligamento cruzado posterior. *Revista Brasileira de Ortopedia.* 2015;50(3):348-351.
3. Mosis EK, Pakos EE, Zaharis K, Korompilias AV, Xenakis TA. Concomitant ipsilateral traumatic dislocation of the hip and knee following high-energy trauma: a case report. *J Orthop Surg.* 2006;14:322-4.
4. Megalopoulos A, Siminas S, Treloupoulos G. Traumatic pseudoaneurysm of the popliteal artery after blunt trauma: case report and a review of the literature. *Vasc Endovascular Surg.* 2006;40(6):499–504.
5. Osti M, Tschann P, Künzel KH, Benedetto KP. Anatomic characteristics and radiographic references of the anterolateral and posteromedial bundles of the posterior cruciate ligament. *Am J Sports Med.* 2012;40(7):1558-63.
6. Lee KB, Song SY, Kwon DJ, Shin J, Paik SH. Pseudoaneurysm of the medial superior genicular artery after arthroscopic partial meniscectomy. *Clin Orthop Surg.* 2009;1(3):173–5.
7. Makino A, Costa-Paz M, Aponte-Tinao L, Ayerza MA, Muscolo DL. Popliteal artery laceration during arthroscopic posterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2005;21:1396.
8. Nemani VM, Frank RM, Reinhardt KR, Pascual-Garrido C, Yanke AB, Drakos M et al. Popliteal venotomy during posterior cruciate ligament reconstruction in the setting of a popliteal artery bypass graft. *Arthroscopy.* 2012;28(2):294–299.
9. Fanelli GC, Edson CJ, Reinheimer KN, Garofalo R. Posterior cruciate ligament and posterolateral corner reconstruction. *Sports Med Arthrosc.* 2007;15:168-175.
10. Jackson DW, Proctor CS, Simon TM. Arthroscopic assisted PCL reconstruction: a technical note on potential neurovascular injury related to drill bit configuration. *Arthroscopy.* 1993;9:224-227.

11. Zawodny SR, Miller MD. Complications of posterior cruciate ligament surgery. *Sports Med Arthrosc* 2010;18:269–274.
12. Cury RPL, Severino NR, Camargo OPA, Aihara T, Oliveira VM, Avakian R. Reconstrução do ligamento cruzado posterior com enxerto autólogo do tendão do músculo semitendinoso duplo e do terço médio do tendão do quadríceps em duplo túnel no fêmur e único na tíbia: resultados clínicos em dois anos de seguimento. *Rev Bras Ortop*. 2012;47(1):57-65.
13. McGuire DA. Protection of Posterior Structures During Transtibial Tunnel Creation for Posterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthroscopy Association of North America*, 2006.
14. Spiers AS, Meagher T, Ostlere SJ, Wilson DJ, Dodd CA. Can MRI of the knee affect arthroscopic practice? A prospective study of 58 patients. *J Bone Joint Surg Br*. 1993;75:49–52
15. Vande Berg BC, Malghem J, Poilvache P, Maldague B, Lecouvet FE. Meniscal tears with fragments displaced in notch and recesses of knee: MR imaging with arthroscopic comparison. *Radiology*. 2005;234:842-50.
16. Goes RFA, Cardoso Filho, Castro GNPO, Loures FB, Palma IM, Kinder A, Labronici JT. Estudo por ressonância magnética da relação anatômica entre a região proximal posterior da tíbia e a artéria poplítea. *Rev Bras Orto* 2015;50(4):422–429.
17. Yang D, Zhou Y, Tang Q, Xu H, Yang X. Anatomical relationship between the proximal tibia and posterior neurovascular structures: a safe zone for surgeries involving the proximal tibia. *J Arthroplasty*. 2011;26(7):1123–7.
18. Keser S, Savranlar A, Bayar A, Ulukent SC, Ozer T, Tuncay I. Anatomic localization of the popliteal artery at the level of the knee joint: a magnetic resonance imaging study. *Arthroscopy*. 2006;22(6):656–659.
19. Sora M, Dresenkamp J, Gabriel PM, Matuz P, Wengert GJ, Bartl R. The relationship of neurovascular structures to the posterior medial aspect of the knee: an anatomic study using plastinated cross-sections. *Rom J Morphol Embryol*. 2015;56(3):1035-1041.
20. Pace J, Wahl C. Arthroscopy of the posterior knee compartments: neurovascular anatomic relationships during arthroscopic transverse capsulotomy. *Arthroscopy*. 2010;26(5):637–42.

21. Matava MJ, Sethi NS, Totty WG. Proximity of the posterior cruciate ligament insertion to the popliteal artery as a function of the knee flexion angle: implications for posterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. 2000;16:796-804.
22. Ahn JH, Wang JH, Lee SH, Yoo JC, Jeon WJ. Increasing the distance between the posterior cruciate ligament and the popliteal neurovascular bundle by a limited posterior capsular release during arthroscopic transtibial posterior cruciate ligament reconstruction: A cadaveric angiographic study. *Am J Sports Med*. 2007;35:787-792.
23. Cosgarea AJ, Kramer DE, Bahk MS, Totty WG, Matava MJ. Proximity of the popliteal artery to the PCL during simulated knee arthroscopy: Implications for establishing the posterior trans-septal portal. *J Knee Surg*. 2006;19(3):181–185.
24. Demer F; Nigel P; Derek F; Roger S. Anatomía y movimiento humano: estructura y funcionamiento Barcelona. Paidotribo, 2000.
25. Harner CD, Xerogeanes JW, Livesay GA, Carlin GJ, Smith BA, Kusayama T et al. The human posterior cruciate ligament complex: an interdisciplinary study. Ligament morphology and biomechanical evaluation. *Am J Sports Med*. 1995;23(6):736-45.
26. Covey DC, Sapega AA, Sherman GM. Testing for isometry during construction of the posterior cruciate ligament. Anatomic and biomechanical considerations. *Am J Sports Med*. 1996;24(6):740-6.
27. Harner CD, Janaushek MA, Kanamori A, Yagi M, Vogrin TM, Woo SL. Biomechanical analysis of a double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2000;28(2):144-51.
28. Van Dommelen BA, Fowler PJ. Anatomy of the posterior cruciate ligament. A review. *Am J Sports Med*. 1989;17(1):24-9.
29. Cho DK, Rosa SP, Prestes GB, Cunha LAM, Moura MFAM, Stieven Filho E. Estudo anatômico do ligamento cruzado posterior com o joelho em 90° de flexão. *Rev Bras Ortop*. 2014;49(5):494–498.
30. Cury RPL, Severino NR, Camargo OPA, Aihara T, Batista Neto LV, Goarayeb DN. Estudo anatômico da inserção femoral do ligamento cruzado posterior. *Rev Bras Ortop*. 2011;46(5):591-95.

31. Amis AA, Gupte CM, Bull AM, Edwards A. Anatomy of the posterior cruciate ligament and the meniscofemoral ligaments. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14(3):257-63.
32. Ahmad CS, Cohen ZA, Levine WN, Gardner TR, Ateshian GA, Mow VC. Codominance of the individual posterior cruciate ligament bundles: an analysis of bundle lengths and orientation. *Am J Sports Med.* 2003;31(2):221-5.
33. Odensten M, Gillquist J. Reconstruction of the posterior cruciate ligament using a new drill-guide. *Knee Surg. Sports. Traumatol. Arthrosc.* 1993;1:39-43.
34. Edwards A, Bull AMJ, Amis AA. The Attachments of the fiber bundles of the posterior cruciate ligament: an anatomic study. *Arthroscopy.* 2007;23(3):284-90.
35. Gali JC, Esquerdo P, Almagro MAP, Silva PAC. Estudo radiográfico da inserção tibial do ligamento cruzado posterior. *Rev Bras Ortop.* 2015;50(3):342–347.
36. Lopes OV Jr, Ferretti M, Shen W, Ekdahl M, Smolinski P, Fu FH. Topography of the femoral attachment of the posterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90(2):249-55.
37. Frank CB, Jackson DW. The science of reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am.* 1997; 79(10):1556-76.
38. Shelbourne KD, Davis TJ, Patel DV. The natural history of acute, isolated, nonoperatively treated posterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med* 27: 276-283, 1999.
39. Camargo OPA, Chamecki A, Lemos PEG, Pecora RAM. Lesão do ligamento cruzado posterior Incidência e tratamento. *Rev Bras Ortop.* 1996;31(6):491-6.
40. Bui KL, Ilaslan H, Parker RD, Sundaram J. Knee dislocations: a magnetic resonance imaging study correlated with clinical and operative findings. *Skeletal Radiol.* 2008;37:653–61.
41. Logan M, Williams A, Lavelle J, Gedroyc W, Freeman M. The effect of posterior cruciate ligament deficiency on knee kinematics. *Am J Sports Med.* 2004;32:1915-22.
42. Allen CR, Kaplan LD, Fluhme DJ, Harner CD. Posterior cruciate ligament injuries. *Curr Opin Rheumatol.* 2002;14:142–9.

43. Aglietti P, Buzzi R, Lazzara D. Posterior cruciate ligament reconstruction with the quadriceps endon in chronic injuries. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2002;10:266-73.
44. Kramer DE, Bahk MS, Cascio BM, Cosgarea AJ. Posterior Knee Arthroscopy: Anatomy, Technique, Application. *J Bone Joint Surg.* 2006;88(Supl 4):110-21.
45. Bach Jr. BR, Daluga DJ, Mikosz R, Andriacchi TP, Seidl R. Force. displacement characteristics of the posterior cruciate ligament. *Am J Sports. Med.* 1992;20(1):67-71.
46. Bomberg BC, Acker JH, Boyle J, Zarins B. The effect of posterior cruciate ligament loss and reconstruction on the knee. *Am. J. Knee Surg.* 1990;3:85-96.
47. Burns II WC, Draganich LF, Pyevich M, Reider B. The effect of femoral tunnel position and graft tensioning technique on posterior laxity of the posterior cruciate ligament-reconstructed knee. *Am J Sports Med.* 1995;23(4):424-30.
48. Galloway MT, Grood ES, Mehalik JN, Levy M, Saddler SC, Noyes FR. Posterior cruciate ligament reconstruction. An in vitro study of femoral and tibial graft placement. *Am J Sports Med.* 1996;24(4):437-45.
49. Markolf KL, McAllister DR, Young CR, McWilliams J, Oakes DA. Biomechanical effects of medial-lateral tibial tunnel placement in posterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Res.* 2003; 21(1):177-82.
50. Mannor DA, Shearn JT, Grood ES, Noyes FR, Levy MS. Two-bundle an in vitro analysis of graft posterior cruciate ligament reconstruction placement and tension. *Am J Sports Med.* 2000;28(6):833-45.
51. Race A, Amis AA. In vitro biomechanical comparison of isometric versus single and double-bundles anatomic grafts. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1998; 80:173-9.
52. Whiddon DR, Zehms CT, Miller MD, Quinby JS, Montgomery SL, Sekiya JK. Double compared with single-bundle open inlay posterior cruciate ligament reconstruction in a cadaver model. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90(9):1820-9.
53. Queiroz AAB, Janovsky C, Franciozi CES, Ramos LA, Granata Junior GSM, Luzo MVM, Cohen M. Reconstrução transtúnel tibial do ligamento cruzado posterior: estudo anatômico em cadáveres para a feitura do túnel tibial. *Rev Bras Ortop.* 2014;49(4):370-373.

54. Alcalá-Galiano A, Baeva M, Ismael M, Argüeso MJ. Imaging of posterior cruciate ligament (PCL) reconstruction: normal postsurgical appearance and complications. *Skeletal Radiology*. 2014;43(12):659-1668.
55. Panchal HB, Sekiya JK. Open tibial inlay versus arthroscopic transtibial posterior cruciate ligament reconstructions. *Arthroscopy* 2011;27:1289-1295.
56. Kim SJ, Kim HK, Kim HJ. A modified endoscopic technique for posterior cruciate ligament reconstruction using allograft. *Arthroscopy* 1998;14:643-648.
57. Jakob RP, Rüegsegger M. Therapy of posterior and posterolateral knee instability *Orthopade*. 1993; 22:405-13.
58. Berg EE. Posterior cruciate ligament tibial inlay reconstruction. *Arthroscopy*. 1995;11:69-76.
59. Muglia VF, Simão MN, Elias Junior J, Simão C. Erros comuns de interpretação de ressonância magnética de joelho: como reconhecê-los e evitá-los. *Radiol Bras*. 2001;34(3):161–166.
60. Pearsall AW, Hollis JM. The effect of posterior cruciate ligament injury and reconstruction on meniscal strain. *Am J Sports Med*. 2004; 32:1675-80.
61. Caldas MTL, Souza JMG, Pina ERM, Murta Filho JB. Ligamento cruzado posterior: acesso cirúrgico simplificado a sua inserção tibial. *Rev Bras Ortop*. 1998;33(4): 280-4.
62. Oei EH, Nikken JJ, Verstijnen AC, Ginai AZ, Myriam Hunink MG. MR imaging of the menisc and cruciate ligaments: a systematic review. *Radiology*. 2003;226:837–848.
63. Spiers AS, Meagher T, Ostlere SJ, Wilson DJ, Dodd CA. Can MRI of the knee affect arthroscopic practice? *J Bone Joint Surg*. 1993;75:49-52.
64. Rangger C, Klestil T, Kathrein A, Inderster A, Hamid L. Influence of magnetic resonance imaging on indications for arthroscopy of the knee. *Clin Orthop Relat Res* 1996;330:133–142.
65. Heron CW, Calvert PT. Three-dimensional gradient-echo MR imaging of the knee: comparison with arthroscopy in 100 patients. *Radiology*. 1992;183:839-844.

66. Bui-Mansfield LT, Youngberg RA, Warne W, Pitcher JD, Nguyen PL. Potential cost savings of MR imaging obtained before arthroscopy of the knee: evaluation of 50 consecutive patients. *AJR Am J Roentgenol.* 1997;168:913-918.
67. Mukherjee P, Chung SW, Berman JI, Hess CP, Henry RG. Diffusion tensor MR imaging and fiber tractography: technical considerations. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2008;29(5):843-852.
68. Amaro E, Yamashita H. Aspectos básicos de tomografía computadorizada e ressonância magnética. *Rev Bras Psiquiatr.* 2001;23(Supl I):2-3.
69. Narayana A, Chang J, Thakur S, Huang W, Karimi S, Hou B et al. Use of MR spectroscopy and functional imaging in the treatment planning of gliomas. *Br J Radiol.* 2006;80(953):347-354.
70. Bernstein MA, King KE, Xiaohong JZ. *Handbook of MRI pulse sequences.* London: Elsevier; 2004.
71. Vaz CE, Camargo OP, de Santana PJ, Valezi AC. Accuracy of magnetic resonance in identifying traumatic intraarticular knee lesions. *Clinics.* 2005;60:445–450.
72. Rothschild PA, Domesek JM, Kaufman L, Kramer DM, Dye SF, Anderson LJ et al. MR imaging of the knee with a 0.064-T permanent magnet. *Radiology.* 1990;175:775-778.
73. Parizel PM, Dijkstra HA, Geenen GP, Kint PA, Versteyleen RJ, Van Wiechen PJ et al. Low-field versus high-field MR imaging of the knee: a comparison of signal behaviour and diagnostic performance. *Eur J Radiol.* 1995;19:132-138.
74. Vande Berg BC, Malghem J, Poilvache P, Maldague B, Lecouvet FE. Meniscal tears with fragments displaced in notch and recesses of knee: MR imaging with arthroscopic comparison. *Radiology.* 2005;234:842-850.
75. Kramer DE, Bahk MS, Cascio BM, Cosgarea AJ. Posterior knee arthroscopy: anatomy, technique, application. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88 (Supl 4):110–121.
76. Franciozi CES, Albertoni LJB, Ribeirto FN, Moscon AC, Munhoz MAS, Karuse R, Abdalla RJ. A Simple Method to Minimize Vascular Lesion of the Popliteal Artery by Guidewire During Transtibial Posterior Cruciate Ligament Reconstruction: A

- Cadaveric Study. *Arthroscopy: J Arthrosc and Related Surg.* 2014;30(9):1124-1130.
77. Yoo JH, Chang CB. The location of the popliteal artery in extension and 90 degree knee flexion measured on MRI. *Knee.* 2009;16:143-148.
 78. Reckling FW, Peltier LF. Acute knee dislocations and their complications. *Clin Orthop Rel Res.* 2004;422:135-141.
 79. Stieven-Filho E, Garschagen ET, Namba M, Silva JLV, Malafaia O, Cunha LAM. Estudo anatômico das duas bandas do ligamento cruzado anterior com o joelho em 90° de flexão. *Rev Col Bras Cir.* 2011;38(5):338–342.
 80. Pedroni MA, Martins M, Vilas Boas Jr A, Fratti SR, Secci F, Lida WC. Luxação traumática do joelho associada a lesão arterial em atleta jogador de futebol: relato de caso. *Rev Bras Orto.* 1997;32:9549-58.
 81. Motsis EK, Pakos EE, Zaharis K, Korompilias AV, Xenakis TA. Concomitant ipsilateral traumatic dislocation of the hip and knee following high-energy trauma: a case report. *J Orthop Surg.* 2006;14:322-324.
 82. Kim TK, Savino RM, McFarland EG, Cosgarea AJ. Neurovascular complications of knee arthroscopy. *Am J Sports Med,* 2002, 30(4):619–629.
 83. Cohen SB, Boyd L, Miller MD. Vascular risk associated with posterior cruciate ligament reconstruction using the arthroscopic transtibial technique. *Arthroscopy* 2004;20 (Supl 1):82.
 84. Wu RW, Hsu CC, Wang CJ. Acute popliteal artery occlusion after arthroscopic posterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy,* 2013;19(8):889–893.
 85. Benbassat JR, Nacarro RD, Carneiro Filho M. Estudo pela incidência axial da relação radiográfica da translação posterior da tibia em joelhos com integridade do ligamento cruzado posterior. *Rev Bras Ortop.* 2005;40(6):331-340.
 86. Kim J, Allaire R, Harner CD. Vascular safety during high tibial osteotomy: a cadaveric angiographic study. *Am J Sports Med.*2010;38(4):810–815.
 87. Smith PN, Gelinas J, Kennedy K, Thain L, Rorabeck CH, BourneRB. Popliteal vessels in knee surgery. A magnetic resonance imaging study. *Clin Orthop Relat Res.* 1999;(367):158–164.

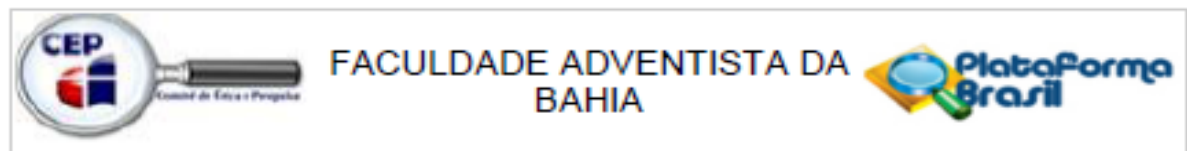
88. Barlett RJ, Roberts A, Wong J. Risk to popliteal vessels in major knee surgery, an anatomical study and survey of vascular surgeons. *J Bone Joint Surg Br.* 2004;86 (Supl) 4:468.
89. Ramos LA, Astur D, Novaretti JV et al. An anatomic study of the posterior septum of the knee. *Arthroscopy.* 2012;28:100-104.
90. Tajima G, Nozaki M, Iriuchishima T et al. Morphology of the tibial insertion of the posterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91:859-866.
91. Kim SJ, Chang JH, Kang YH, Song DH, Park KY. Clinical comparison of anteromedial versus anterolateral tibial tunnel direction for transtibial posterior cruciate ligament reconstruction: 2 to 8 years' follow-up. *Am J Sports Med.* 2009;37:693-698.
92. Kim SJ, Jung M, Moon HK, Kim SG, Chun YM. Anterolateral transtibial posterior cruciate ligament reconstruction combined with anatomical reconstruction of posterolateral corner insufficiency: Comparison of singlebundle versus double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction over a 2- to 6-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2011;39:481-489.
93. Kim SJ, Kim SH, Chun YM, Hwang BY, Choi DH, Yoon JY. Clinical comparison of conventional and remnant preserving transtibial single-bundle posterior cruciate ligament reconstruction combined with posterolateral corner reconstruction. *Am J Sports Med.* 2012;40:640-649.
94. Kim SJ, Shin JW, Lee CH et al. Biomechanical comparisons of three different tibial tunnel directions in posterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2005;21: 286-293.
95. Khan S, Alam S, Ahmed NU. Popliteal artery injury: short term outcome with or without skeletal trauma. *UHJ.* 2011;7(1):16–18.
96. Christel P. Basic principles for surgical reconstruction of the PCL in chronic posterior knee instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2003; 11(5):289-296.
97. Ahn JH, Ha CW. Posterior trans-septal portal for arthroscopic surgery of the knee joint. *Arthroscopy.* 2000;16:774-779.

98. Louisia S, Charrois O, Beaufils P. Posterior “back and forth” approach in arthroscopic surgery on the posterior knee compartments. *Arthroscopy*. 2003; 19:321-325.

99. Anderson CJ, Ziegler CG, Wijdicks CA, Engebretsen L, Laprade RF. Arthroscopically pertinent anatomy of the anterolateral and posteromedial bundles of the posterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am*. 2012;94(21):1936–1945.

ANEXOS

ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: PLANEJAMENTO PRÉ-OPERATÓRIO ATRAVÉS DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA PARA CONFEÇÃO DO TUNEL TIBIAL EM RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO POSTERIOR

Pesquisador: FRANKLIN CAJAÍBA DULTRA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 48993115.4.0000.0042

Instituição Proponente: FACULDADES ADVENTISTAS DA BAHIA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.244.431

Apresentação do Projeto:

O projeto propõe identificar através de imagens de ressonância magnética o ângulos de segurança para confecção do túnel tibial na reconstrução do ligamento cruzado posterior. Para tanto, serão selecionados aleatoriamente 200 arquivos de imagens de ressonância magnética (100 de cada joelho), realizadas entre o período de janeiro a dezembro de 2014. Trata-se de uma pesquisa sobre fonte de dados secundários.

Objetivo da Pesquisa:

Identificar através de imagens de ressonância magnética ângulos de segurança para confecção do túnel tibial na reconstrução do ligamento cruzado posterior.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos apresentados pelo pesquisador são os de extravio ou violação da imagem dos exames que forem utilizados na pesquisa, sendo que os benefícios para os participantes se dá de forma indireta por meio dos resultados obtidos na pesquisa, sendo que esses poderão beneficiar outros pacientes em situações semelhantes.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

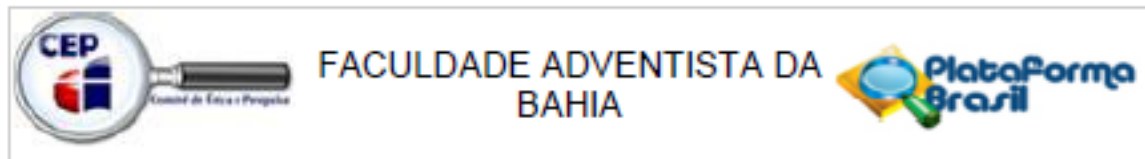
É uma investigação que oferece baixo risco ético, estando bem parametrizada e sob cuidado de

Endereço: Rod. BR-101, KM 197 Cx. Postal 18
Bairro: Capoeiruçu
UF: BA **Município:** CACHOEIRA
Telefone: (75)3425-8055

CEP: 44.300-000

E-mail: cepfadba@gmail.com

ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) (continuação)



Continuação do Parecer: 1.244.431

um pesquisador competente para tal aplicação.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

São apresentados os documentos obrigatórios, a saber:

Folha de rosto devidamente assinada;

Carta de anuência do local sede da pesquisa;

Projeto completo anexo.

O pesquisador pede dispensa de TCLE, justificando tratar-se de uma pesquisa sobre dados secundários.

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto apresentado segue as orientações éticas previstas pela resolução CNS 466/12.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Folha de Rosto	folhaderosto.PDF	07/09/2015 20:59:09	FRANKLIN CAJAÍBA DULTRA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	termodeanuencia.PDF	07/09/2015 20:59:50	FRANKLIN CAJAÍBA DULTRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetoepesquisa.doc	07/09/2015 21:05:10	FRANKLIN CAJAÍBA DULTRA	Aceito
Cronograma	cronograma.docx	07/09/2015 21:08:21	FRANKLIN CAJAÍBA DULTRA	Aceito
Orçamento	orcamento.docx	07/09/2015 21:09:49	FRANKLIN CAJAÍBA DULTRA	Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_584481.pdf	07/09/2015 21:10:38		Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rod. BR-101, KM 197 Cx. Postal 18
Bairro: Capoeiruçu
UF: BA Município: CACHOEIRA
Telefone: (75)3425-8055

CEP: 44.300-000

E-mail: cepfadba@gmail.com

ANEXO B – Termo de Anuência da Instituição Coparticipante

TERMO DE ANUÊNCIA

***EMERGÊNCIA 24H *ORTOPEDIA
 *TRAUMATOLOGIA *FISIOTERAPIA
 *ARTROSCOPIA *RAIO-X
 *CIRURGIA ORTOPEDICA
 *ULTRASSONOGRRAFIA
 RESSONÂNCIA MAGNÉTICA**

A Direção do Hospital Ortopédico está de acordo com a execução do projeto PLANEJAMENTO PRÉ-OPERATÓRIO ATRAVÉS DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA PARA CONFECCÃO DO TÚNEL TIBIAL EM RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO POSTERIOR, coordenado pela pesquisadora Profa. Dra. Josiane Dantas Viana Barbosa em conjunto com Franklin Cajaíba Dutra, discente do Mestrado Acadêmico em Tecnologias em Saúde da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, e assume o compromisso de apoiar o desenvolvimento da referida pesquisa, disponibilizando os recursos e equipamentos necessários; mediante prévia aprovação de um Comitê de Ética em Pesquisa.

Declaramos conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução 466/2012 do CNS, estando ciente de suas co-responsabilidades como instituição coparticipante do presente projeto de pesquisa.

Feira de Santana, 28 de Julho de 2015.

Dr. Robson S. Santos
 CRM 11.553
 CFE: 394.427.645-00

Dr. Robson Souza
 Diretor Médico