

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO**

**JOSÉ LEONARDO ROCHA DE FARIA**

**Sutura meniscal contínua: descrição, análise biomecânica e  
treinamento**

**RIBEIRÃO PRETO  
2023**

**JOSÉ LEONARDO ROCHA DE FARIA**

**Sutura meniscal contínua: descrição, análise biomecânica e  
treinamento**

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

**Área de Concentração:** Ciências da Saúde  
Aplicadas ao Aparelho Locomotor.

**Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Salim**

**RIBEIRÃO PRETO**

**2023**

Versão corrigida. A versão original encontra-se disponível tanto na Biblioteca da Unidade que aloja o Programa, quanto a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP (BDTD).

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

#### FICHA CATALOGRÁFICA

de Faria, José Leonardo Rocha

Sutura meniscal contínua: descrição, análise biomecânica e treinamento. / José Leonardo Rocha de Faria; orientador Rodrigo Salim. - Ribeirão Preto: FMRP, 2023.

109f.: 30il. 30 cm.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ortopedia, Traumatologia e Reabilitação do Aparelho Locomotor. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2023.

1. Menisco. 2. Sutura de menisco. 3. Reparo de menisco. 4. Sutura contínua.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Aluno:** DE FARIA, José Leonardo Rocha

**Título:** Sutura meniscal contínua: descrição, análise biomecânica e treinamento

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

**Área de Concentração:** Ciências da Saúde Aplicadas ao Aparelho Locomotor.

Aprovado em: 09/11/2023

Prof. Dr. Rodrigo Salim

Instituição: FMRP – USP Ribeirão Preto

Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Flavio Luis Garcia

Instituição: FMRP – USP Ribeirão Preto

Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Carlos Eduardo da Silveira Franciozi

Instituição: EPM-UNIFESP

Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Gustavo Constantino de Campos

Instituição: UNICAMP

Assinatura: \_\_\_\_\_

## *Dedicatória*

Dedico este estudo

*Aos meus pais e irmãos*

*Farlene Rocha de Faria, José Geraldo Neto de Faria,  
Bernardo Augusto Rocha de Faria e Luiz Fernando  
Rocha de Faria pelo amor, carinho, cuidado e pela  
inspiração.*

*À minha esposa e filhas*

*Ana Luiza Lupatini Almada, Fiorella Lupatini  
Almada Rocha de Faria e Antonella Lupatini  
Almada Rocha de Faria pelo amor, pela paciência e  
pelo incentivo em todos os momentos.*

## *Agradecimento Especial*

*Ao Professor Rodrigo Salim, pela orientação gentil e eficaz com que conduziu a realização deste estudo. Com muita seriedade e sensatez, transmitindo seu conhecimento e facilitando nas diversas etapas que percorremos. Professor Salim “iluminou” o caminho que trilhei nesta importante etapa da minha carreira profissional. Agradeço também pelo incentivo, pelas inúmeras portas abertas e pela amizade que criamos até aqui.*

*Ao Professor João Antonio Matheus Guimarães, por acreditar na ideia da sutura contínua desde o início, com sugestões assertivas nos diferentes passos percorridos.*

## *Agradecimentos*

Primeiramente, **familiares**, especialmente meus pais, **Farlene Rocha de Faria e José Geraldo Neto de Faria**, ambos sempre me apoiaram e me educaram transmitindo sabedoria de relacionamento humano e interpessoal, e meus irmãos, que são grandes exemplos, tanto profissionalmente quanto pessoalmente.

Ao **Prof. Dr. Carlos Rodrigo de Mello Roesler**, por apoiar os estudos biomecânicos, se tornando um amigo e parceiro nas pesquisas biomecânicas.

Ao **Amigo Prof. Dr. Douglas Pavão**, grande amigo e parceiro nas pesquisas médicas. Recebendo sua ajuda em diferentes etapas desta tese.

Ao **Prof. Dr. Valdeci Manoel**, por acreditar e incentivar esta importante pesquisa.

Ao **Prof. Dr. Robert F LaPrade**, por orientar, auxiliar e participar ativamente em três importantes estudos desta tese.

À toda equipe do Laboratório de Biomecânica (LEBm) da Universidade Federal de Santa Catarina, em Florianópolis, **Prof. Dr. Ari Moré, Prof. Arthur Guimarães Paiva** e novamente ao **Prof. Dr. Carlos Rodrigo de Mello Roesler**, pelo acolhimento, ensinamento e pela ajuda nos projetos de pesquisa biomecânica que realizamos.

Aos amigos de trabalho: **Victor Elias Titonelli, Igor Menescal Pedrinha, Marcelo Mandarino, Phelippe Augusto Valente Maia, Rafael Erthal de Paula, Vitor Barion Castro de Padua, Alfredo Vilardi, Alan de Paula Mozella, Caio Cesar Carvalho de Oliveira, João Vieira de Almeida Neto e Bruno Couto Gonçalves**, pela ajuda, amizade e pelas sugestões no desenvolvimento do projeto.

Ao amigo **Vitor Barion**, pela parceria e amizade criada neste período.

À equipe de fisioterapia do Instituto Nacional de Traumatologia, especialmente ao **Prof. Dr. Dangelo José de Andrade Alexandre**, pela amizade e pelos conselhos nestas pesquisas.

Aos médicos residentes, pelos questionamentos que proporcionaram novas ideias para este estudo.

Ao **Prof. Dr. Conrado Laet**, pela amizade e consultoria estatística.

Aos meus colegas de pós-graduação, pela convivência e amizade.

À **Rita de Cássia Stela Cossalter**, pelas orientações e pela ajuda desde a minha matrícula neste programa de pós-graduação.

E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste estudo.

## ***Apoio Financeiro***

*O presente estudo foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES)*

*Resumo*

---

DE FARIA, J; L; R. **Sutura meniscal contínua: descrição, análise biomecânica e treinamento.** 109f. 2023. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto. 2023.

**Introdução:** Lesões meniscais são causas comuns de dor no joelho. O tratamento cirúrgico dessas lesões pode ser realizado por meio de meniscectomia ou reparo meniscal. O reparo meniscal, quando realizado, aumenta a chance de cicatrização da área lesionada, contribuindo significativamente para a preservação do compartimento do joelho afetado. Apesar disso, estudos epidemiológicos ao redor do mundo demonstram uma maior incidência de meniscectomia parcial em comparação ao reparo meniscal. Este estudo foca no desenvolvimento de uma nova técnica cirúrgica, a sutura meniscal contínua, que visa facilitar a execução e ser possivelmente mais rápida e eficaz que a técnica padrão ouro para o reparo de lesões longitudinais.

**Objetivos:** Comparar as técnicas de sutura inside-out vertical contínua (grupo SC) e sutura inside-out vertical tradicional (grupo IO) em lesões meniscais longitudinais do menisco medial. Inicialmente, a técnica da sutura inside-out vertical contínua foi descrita detalhadamente. A comparação entre as técnicas contínua e tradicional foi realizada por meio de análise biomecânica. Após a avaliação biomecânica, analisou-se comparativamente o treinamento das duas técnicas, avaliando o tempo que médicos cirurgiões de joelho e residentes de ortopedia utilizaram para a realização das mesmas.

**Resultados:** Os resultados indicaram que não houve diferenças significativas entre os grupos SC e IO em termos de distância média da lesão, carga final de falha e rigidez do sistema. A técnica de sutura contínua demonstrou ser mais rápida que a tradicional, com diferenças significativas no tempo de execução. Não houve diferença significativa nos tempos de execução entre cirurgiões e residentes na sutura contínua.

**Conclusão:** A técnica de sutura meniscal vertical contínua mostrou-se eficaz, sendo realizada em menor tempo que a tradicional, e possivelmente apresentando uma menor curva de aprendizado. Esta técnica exibiu características biomecânicas similares à técnica padrão ouro, sugerindo-se como uma boa opção para o tratamento cirúrgico de lesões meniscais longitudinais, particularmente no menisco medial. Essas conclusões apontam para a necessidade de futuras investigações clínicas para confirmar sua eficácia.

**Palavras-chave:** Menisco. Sutura de menisco. Reparo de menisco. Sutura contínua.

*Abstract*

---

DE FARIA, J. L. R. **Continuous meniscal suture: description, biomechanical analysis and training.** 109f. 2023. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto. 2023.

**Introduction:** Meniscal tears are common causes of knee pain. Surgical treatment of these injuries can be performed through partial meniscectomy or meniscal repair. Meniscal repair, when executed, increases the chances of healing the injured area, significantly contributing to the preservation of the affected knee compartment. Despite this, epidemiological studies around the world demonstrate a higher incidence of partial meniscectomy compared to meniscal repair. This study focuses on the development of a new surgical technique, continuous meniscal suture, aimed at facilitating execution and potentially being faster and more effective than the gold standard technique for the repair of longitudinal lesions.

**Objectives:** To compare the techniques of continuous vertical inside-out meniscal suture (CS group) and traditional vertical inside-out meniscal repair (IO group) for longitudinal meniscal lesions of the medial meniscus in 28 porcine models. Initially, the technique of continuous vertical inside-out was described in detail. The comparison between the continuous and traditional techniques was made through biomechanical analysis. After the biomechanical evaluation, the training of the two techniques was comparatively analyzed, assessing the time that knee surgeons and orthopedic residents took to perform them.

**Results:** The results indicated that there were no significant differences between the CS and IO groups in terms of average lesion displacement, ultimate failure load, and system stiffness. The continuous suture technique proved to be faster than the traditional one, with significant differences in execution time. There was no significant difference in execution times between surgeons and residents for the continuous suture.

**Conclusion:** The continuous vertical meniscal suture technique proved to be effective, being performed in less time than the traditional method, and possibly presenting a lower learning curve. This technique exhibited biomechanical characteristics similar to the gold standard technique, suggesting it as a good option for the surgical treatment of longitudinal meniscal lesions, particularly in the medial meniscus. These conclusions point to the need for future clinical investigations to confirm its efficacy.

**Keywords:** Meniscus. Meniscal suture. Meniscal repair. Continuous suture.

## *Lista de Figuras*

---

- 
- Figura 1 -** Ilustração de três tipos de lesão do menisco. **(A)** Lesão longitudinal no corno posterior e corpo do menisco medial (seta). **(B)** Lesão longitudinal instável do menisco medial ou lesão em "alça de balde" (seta). **(C)** Lesão da raiz posterior do menisco medial (seta) ..... 28
- Figura 2 -** Ilustração de três tipos de lesão do menisco. **(A)** Vista axial de lesão radial completa na transição do corpo para o corno posterior do menisco medial, visão axial de lesão tipo *flap* na transição do corno anterior para o corpo no mesmo menisco. **(B)** Vista coronal do menisco medial com lesão horizontal ..... 28
- Figura 3 -** Visão esquemática da sutura *outside-in*. **(A)** O fio de sutura meniscal passa pelo interior da alça formada no Jelco previamente introduzido na articulação. **(B)** A alça formada pelo primeiro Jelco é tracionada para fora da articulação em conjunto com o Jelco, transportando as duas extremidades do fio de sutura meniscal pelo interior do menisco. **(C)** A sutura é feita com as duas extremidades dos fios fora do menisco..... 31
- Figura 4 -** Visão esquemática da sutura *all-inside*. **(A)** Visão axial do joelho com o dispositivo de sutura meniscal *all-inside* penetrando na lesão, e visão coronal do menisco mostrando o acoplamento da pequena placa que permanece aderida na cápsula articular. **(B)** Retorno com o dispositivo para o centro da articulação e realização de nova perfuração na lesão, permitindo que a segunda placa também fique aderida à capsula articular. **(C)** Visão axial e coronal com fios de sutura meniscal acoplados às duas placas que, ao serem tracionados resultam na redução e estabilização da lesão ..... 32
- Figura 5 -** Reparo meniscal pela técnica *inside-out* tradicional. (A) Dispositivo *protector meniscus*, com sua cânula no centro, em sua face anterior a extremidade do fio de nitinol e na sua face posterior a alça de transporte do fio de nitinol que transporta os fios de sutura. (B) Visão artroscópica do menisco medial com o fio de sutura já inserido na face proximal de uma lesão longitudinal do menisco, e a cânula sendo posicionada para realização de uma sutura vertical. (C) Visão do acesso cirúrgico posteromedial com os fios de sutura que já foram transportados. .... 34
- Figura 6 -** Via de acesso para sutura meniscal medial. Acesso cirúrgico acessório para realização do reparo meniscal pela técnica *inside-out*. **(A)** Joelho de cadáver evidenciando os acidentes anatômicos utilizados como parâmetro para realizar o acesso cirúrgico posteromedial para o reparo das lesões no corpo e no corno posterior do menisco medial. **(B)** Acesso cirúrgico posteromedial medindo aproximadamente 6 cm, 4 cm proximal à interlinha

	articular e estendido a 2 cm distal à interlinha articular. <b>(C)</b> As três estruturas que formam um triângulo onde as agulhas devem ser introduzidas de dentro para fora da articulação, saindo na região demarcada pelo triângulo azul .....	35
<b>Figura 7 -</b>	Vídeo com passo a passo da via de acesso para sutura meniscal medial. Visualize em vídeo as etapas do acesso medial para sutura meniscal por meio do QR-Code abaixo .....	36
<b>Figura 8 -</b>	Via de acesso para sutura do menisco lateral. Acesso cirúrgico acessório lateral para realização do reparo meniscal pela técnica <i>inside-out</i> . <b>(A)</b> Joelho de cadáver evidenciando os seguintes parâmetros utilizados para realizar o acesso lateral: 1/3 posterior do trato iliotibial, interlinha articular, tubérculo de gerdy e a cabeça da fíbula. <b>(B)</b> Incisão de aproximadamente 6 cm. <b>(C)</b> Incisão na borda posterior do trato iliotibial. <b>(D)</b> Ligamento colateral fibular, identificado abaixo do trato iliotibial. <b>(E)</b> Posicionamento do afastador posterior à palpação do tendão do poplíteo .....	37
<b>Figura 9 -</b>	Vídeo com passo a passo da via de acesso para sutura meniscal lateral. Visualize em vídeo as etapas do acesso lateral para sutura meniscal através do QR-Code abaixo.....	38
<b>Figura 10 -</b>	Dispositivo Meniscus 4ALL. O dispositivo possui duas faces, a face anterior ou côncava, na qual a extremidade afiada do mesmo apresenta concavidade e no cabo identifica-se elevação que lembra a letra A. A face posterior é a região convexa da extremidade pontiaguda do dispositivo e na sua base apresenta uma região adaptada para o longo mini <i>tape</i> de sutura ser envolvido na mesma .....	45
<b>Figura 11 -</b>	Vídeo com as etapas da técnica da sutura vertical contínua <i>inside-out</i> para lesões longitudinais. Visualize esse vídeo esquemático através do QR-Code abaixo.....	46
<b>Figura 12 -</b>	Dicas para realização da sutura contínua. <b>(A)</b> Deve-se sempre iniciar a sutura na face proximal da lesão e na região lesionada mais posterior. <b>(B)</b> Antes de penetrar totalmene a cápsula é possível palpar o dispositivo devido a sua rigidez.....	47
<b>Figura 13 -</b>	Etapas iniciais da técnica de sutura contínua vertical <i>inside-out</i> .....	48
<b>Figura 14-</b>	Etapa do meio para sutura contínua vertical <i>inside-out</i> .....	50
<b>Figura 15 -</b>	Etapa final da sutura contínua vertical <i>inside-out</i> .....	53
<b>Figura 16 -</b>	Vídeo com as etapas da técnica de sutura horizontal contínua <i>inside-out</i> para lesões longitudinais. Esta técnica foi descrita para	

	realização de sutura meniscal horizontal contínua em lesões longitudinais do menisco. Visualize esse video através do QR-Code abaixo.....	54
<b>Figura 17 -</b>	Video com as etapas da técnica da sutura contínua <i>outside-in</i> para lesões do corno anterior do menisco .....	55
<b>Figura 18-</b>	Vídeo com o passo a passo da sutura contínua <i>inside-out</i> tipo <i>Hourglass</i> para lesões radiais completas. Visualize esse video através do QR-Code abaixo.....	56
<b>Figura 19 -</b>	Desenho esquemático das lesões meniscais. <b>(A)</b> Lesão longitudinal inicialmente criada de 2 cm de extensão (área vermelha hachurada) em transição da zona vermelha para zona branca do menisco medial. A área vermelha pontilhada representa a região que será seccionada após as quatro suturas terem sido realizadas. <b>(B)</b> Exemplo esquemático de um ponto vertical realizado na face proximal do menisco .....	59
<b>Figura 20 -</b>	Menisco medial suturado com "S-Tape" (Síntegra, Pompéia, SP, BRA) nº 1 (0,08x0,45mm), visualizamos também os <i>tapes</i> de tração posicionados sobre a lesão. Dois <i>tapes</i> de tração (0,4x3,5mm) passados em direções opostas, posicionados a cada intervalo entre as suturas. Totalizando seis <i>tapes</i> de tração. Visualiza-se também a lesão ampliada, chegando até as bordas meniscais, simulando o pior cenário na qual somente a sutura mantém os fragmentos meniscais unidos .....	59
<b>Figura 21 -</b>	Ilustração esquemática do estudo biomecânico. Grupo SC, com 14 meniscos mediais, submetidos a reparo de menisco vertical contínuo; Grupo IO, com 14 meniscos mediais, submetidos a reparo de menisco vertical tradicional <i>inside-out</i> . No Grupo SC, foram confeccionados quatro pontos utilizando o dispositivo Meniscus 4ALL. No Grupo IO, quatro pontos com o dispositivo <i>protector meniscus</i> . Ambos grupos utilizaram o mini <i>tape</i> de sutura meniscal <i>S-Tape</i> (Síntegra, Pompéia, SP, BRA) nº 1 (0,08x0,45mm) .....	60
<b>Figura 22-</b>	Ensaio biomecânico com máquina universal de testes (ZwickRoell Z2.5TN, Ulm, Alemanha), observando menisco sendo tracionado axialmente com três <i>tapes</i> de tração para proximal e três para distal.....	61
<b>Figura 23 -</b>	Joelho porcino preparado para o estudo. <b>(A e B)</b> Joelho porcino recém-preparado, ainda no estabelecimento comercial; <b>(C)</b> finalização da confecção da lesão padronizada de 2 cm de comprimento no corpo do menisco medial.....	63

- 
- Figura 24** - Joelho porcino para treinamento de técnicas artroscópicas. **(A)** Fêmur porcino seccionado para facilitar o entendimento da técnica cirúrgica; **(B)** Visão artroscópica do joelho porcino evidenciando o côndilo femoral medial, menisco medial e platô tibial medial. CFM (condilo femoral medial), PTM (platô tibial medial), MM (menisco medial) ..... 65
- Figura 25** - Reparo meniscal pela técnica *inside-out* tradicional. **(A)** Dispositivo *protector meniscus*, com sua cânula no centro, em sua face anterior a extremidade do fio de nitinol e na sua face posterior a alça de transporte do fio de nitinol que transporta os fios de sutura. **(B)** Visão artroscópica do menisco medial com o fio de sutura já inserido na face proximal de uma lesão longitudinal do menisco, e a cânula sendo posicionada para realização de uma sutura vertical. **(C)** Visão do acesso cirúrgico posteromedial com os fios de sutura que já foram transportados ..... 66
- Figure 26** - Reparo meniscal pela técnica de sutura contínua *inside-out*. **(A)** O dispositivo de sutura retorna para o interior da articulação. **(B)** O dispositivo é introduzido em uma nova localização formando uma alça na região extra-articular. **(C)** Segura a alça extra-articular e retorna com o dispositivo para o interior da articulação. **(D)** Repetem-se os passos anteriores introduzindo novamente o dispositivo completando o terceiro ponto..... 67
- Figura 27** - Resultado do questionário aplicado aos participantes do estudo em treinamento de sutura meniscal vertical contínua *versus* sutura meniscal vertical tradicional ..... 68
- Figura 28** - Resultados do estudo biomecânico. **(A)** *Boxplot* mostrando dados para alargamento no local reparado do menisco após 30 ciclos de carga de pré-condicionamento; **(B)** carga final de falha na fase de teste de carga até a falha; **(C)** rigidez do sistema no 5º ciclo; **(D)** no 30º ciclo; **(E)** na carga máxima que leva à falha. Na caixa, a linha horizontal central indica a mediana e as bordas inferior e superior da caixa indicam os percentis 25 e 75, respectivamente. As linhas se estendem até os pontos de dados mais extremos não considerados *outliers*. O ponto em forma de diamante representa o valor médio e os pontos esféricos representam cada ponto de dados. Não houve diferença estatisticamente significativa com todos os valores de  $p > 0,05$  ..... 70
- Figura 29** - Representação gráfica do tempo médio de execução das técnicas entre cirurgiões e residentes (sutura tradicional x sutura contínua)..... 77
- Figura 30** - Representação gráfica do tempo médio de execução das técnicas por grupo estudado..... 78



## *Lista de Tabelas*

---

---

<b>Tabela 1</b> - Alargamento médio da folga após 30 ciclos de carregamento cíclico, a falha final média durante o teste de carga até a falha e rigidez do sistema. Todos os valores estão apresentados com $\pm$ desvio padrão ....	73
<b>Tabela 2</b> - Frequências observadas para modos de falha. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos com todos os valores de p superiores a 0,05.....	73
<b>Tabela 3</b> - Análise primária com todos participantes em segundos e minutos (N=21) .....	74
<b>Tabela 4</b> - Análises secundárias – Tempo utilizado em minutos comparando sutura tradicional e contínua entre cirurgiões e residentes. ....	75
<b>Tabela 5</b> - Análise secundária – Interação entre tipo de sutura e a <i>expertise</i> do participante.....	75
<b>Tabela 6</b> - Análises secundárias - Impressões pessoais dos participantes.....	76
<b>Tabela 7</b> - Resultados de estudos biomecânicos similares.....	81

## *Lista de Siglas e Abreviaturas*

---

<b>ISAKOS-</b>	Sociedade Internacional de Artroscopia, Cirurgia do Joelho e Medicina Esportiva Ortopédica
<b>LCA-</b>	Ligamento cruzado anterior
<b>LCF-</b>	Ligamento colateral fibular
<b>OA-</b>	Osteoartrite
<b>PDS-</b>	Polidioxanona
<b>PPP-TA-</b>	Puxe Primeiro a Posterior e Transporte-a para Anterior
<b>TIT-</b>	Trato iliotibial
<b>UERJ-</b>	Universidade Estadual do Rio de Janeiro

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>25</b>
1.1. Classificações das lesões meniscais.....	27
1.2. Tratamento cirúrgico .....	29
1.2.1. Meniscectomia .....	29
1.2.2. Reparo do menisco .....	30
1.2.3. Reparo do menisco - <i>Outside-in</i> .....	30
1.2.4. Reparo do menisco - <i>All-inside</i> .....	31
1.2.5. Reparo do menisco - <i>Inside-out</i> .....	33
1.3. Acessos cirúrgicos .....	34
1.3.1. Acesso medial .....	34
1.3.2. Acesso lateral.....	36
1.4. Justificativa e hipótese .....	40
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>41</b>
1.1. Objetivo geral .....	42
1.2. Objetivos específicos.....	42
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>43</b>
3.1. Desenho do estudo e considerações éticas .....	44
3.2. Descrição da técnica de sutura meniscal <i>inside-out</i> vertical contínua.....	44
3.3. Dispositivo de sutura meniscal utilizado .....	45
3.3.1. Sutura vertical contínua <i>inside-out</i> para lesões longitudinais .....	46
3.3.1.1. Etapa inicial .....	47
3.3.1.2. Etapa do meio.....	48
3.3.1.3. Etapa final.....	52
3.4. Descrição das demais técnicas de sutura meniscal contínua .....	54
3.4.1. Sutura horizontal contínua <i>inside-out</i> para lesões longitudinais (Figura 16) ...	54
3.4.2. Sutura contínua <i>outside-in</i> (Figura 17) .....	55
3.4.3. Sutura contínua <i>inside-out</i> Tipo <i>Hourglass</i> para lesões radiais completas (Figura 18) .....	56
3.5. Desenvolvimento da sutura meniscal contínua.....	56
3.5.1. Avaliação biomecânica.....	57
3.5.1.1. Avaliação biomecânica de sutura meniscal contínua vertical <i>inside-out</i> <i>versus</i> sutura meniscal vertical <i>inside-out</i> tradicional .....	57
3.5.1.2. Critérios de elegibilidade do estudo da avaliação biomecânica da sutura meniscal contínua vertical.....	57
3.5.1.2.1. Critérios de inclusão .....	57
3.5.1.2.1. Critérios de exclusão.....	57
3.6. Treinamento da sutura meniscal vertical <i>inside-out</i> contínua <i>versus</i> sutura meniscal <i>inside-out</i> tradicional .....	62
3.6.1.1. Critérios de elegibilidade do estudo do treinamento das técnicas de sutura meniscal.....	62
3.6.1.1. Critérios de inclusão .....	62
3.6.1.2. Critérios de exclusão .....	62
3.6.2. Preparo das peças porcinas .....	63
3.6.3. Coleta de dados .....	64
3.6.4. Preparo dos participantes .....	64
3.6.5.1. Primeira etapa .....	64
3.6.5.2. Segunda etapa .....	65
3.6.6. Análise estatística .....	69
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>70</b>
4.1. Avaliação biomecânica sutura meniscal vertical <i>inside-out</i> contínua <i>versus</i>	

sutura meniscal <i>inside-out</i> tradicional .....	71
4.2. Resultados do treinamento da sutura meniscal vertical <i>inside-out</i> contínua <i>versus</i> sutura meniscal <i>inside-out</i> tradicional.....	73
4.2.1. Desfecho primário.....	74
4.2.2. Desfechos secundários.....	74
<b>5. DISCUSSÃO .....</b>	<b>79</b>
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>89</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>91</b>
<b>8. ANEXO.....</b>	<b>99</b>
<b>9. APÊNDICE.....</b>	<b>104</b>

## *1- Introdução*

---

Os meniscos são estruturas de fundamental importância para a preservação da cartilagem articular e função dos joelhos (CICUTTINI *et al.*, 2002; IHN; KIM; PARK, 1993). Possuem formato semelhante à letra “C”, localizando-se entre os côndilos femorais e o platô tibial (GUPTA *et al.*, 2018; SANTOS, 2018).

A composição histológica do tecido meniscal é constituída, principalmente, por fibras de colágeno e água, distribuídas em uma complexa matriz extracelular densa. Esta matriz apresenta-se com aproximadamente 28% de compostos orgânicos e 72% de água (GHADIALLY; LALONDE; WEDGE, 1983; GUPTA *et al.*, 2018; HERWIG; EGNER; BUDDECKE, 1984, SANTOS, 2018). Esses compostos orgânicos possuem predomínio de colágeno, correspondendo a 75% desse material orgânico, seguido de 17% dos glucosaminoglicanos, 2% de DNA, 1% de elastina e 1% de glicoproteínas de adesão com colágeno. Toda essa matéria orgânica está interposta com células (GUPTA *et al.*, 2018; HERWIG; EGNER; BUDDECKE, 1984). Esta implexa composição varia de acordo com idade, lesões, patologias associadas e estímulos mecânicos aos quais o tecido meniscal é submetido (SANTOS, 2018; SWEIGART; ATHANASIOU, 2001).

Tal geometria complexa e composição tecidual permitem que os meniscos possuam propriedades únicas (FITHIAN; KELLY; MOW, 1990; MAKRIS; HADIDI; ATHANASIOU, 2011), apresentando como principais funções: absorção de choque, transmissão de carga mecânica, lubrificação, estabilidade e propriocepção do joelho (McNULTY; GUILAK, 2015).

Biomecanicamente, os meniscos atuam aumentando a área de contato e a congruência articular entre fêmur e tíbia. O menisco lateral absorve 70% da carga que é passada ao compartimento lateral, enquanto o medial absorve 50% (MAMERI *et al.*, 2022; McNULTY; GUILAK, 2015; WALKER; ERKMAN, 1975). Essa diferença entre os compartimentos ocorre principalmente devido à configuração óssea do platô e côndilo lateral, no qual ambas as superfícies são convexas e no compartimento medial somente a superfície articular do côndilo medial é convexa. Portanto, ambos os meniscos são de fundamental importância biomecânica no aumento da congruência articular do joelho (MAMERI *et al.*, 2022; McNULTY; GUILAK, 2015; WALKER; ERKMAN, 1975).

Lesões meniscais correspondem a uma das principais causas de dor no joelho (MORDECAI et al., 2014). Segundo um estudo epidemiológico dinamarquês, a incidência dessa lesão é de aproximadamente 66 a cada 100.000 pessoas por ano (HEDE et al., 1990). No Brasil, ao se analisar o número de cirurgias que envolvem o menisco nos dados do DATASUS, entre os anos de 2016 e 2019, houve aumento de 7021 para 7961 cirurgias, e a incidência de reparo meniscal na mesma época subiu de 18,08% para 22,83% (BRASIL, 2022).

Um estudo recente analisou a incidência de reparo meniscal em 500 pacientes submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) em um hospital privado na cidade de São Paulo, os autores observaram que 276 pacientes apresentavam alguma lesão meniscal, e 14,1% desses foram submetidos à sutura do menisco acometido (COSTA et al., 2018).

### **1.1 Classificações das lesões meniscais**

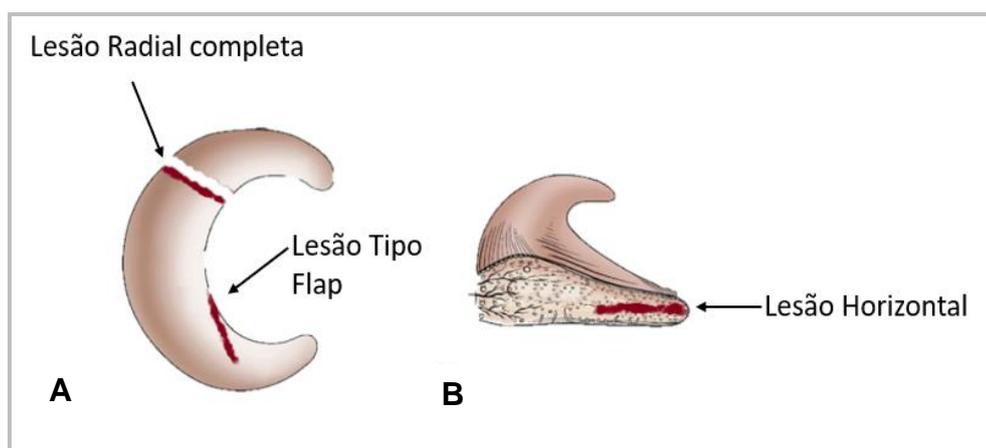
As lesões meniscais podem ser classificadas de diferentes formas, a mais aceita e reconhecida é a classificação descritiva, que define as lesões de acordo com suas características morfológicas. É possível definir tais lesões como: lesões longitudinais (Figura 1A), alça de balde (longitudinais extensas e instáveis) (Figura 1B), horizontais (Figura 2B) radiais (Figura 2A), *flap* (Figura 2A), rampa, raiz meniscal (Figura 1C), e complexas (com mais de um plano de clivagem). O tipo de lesão influencia diretamente no tratamento a ser realizado (AHN et al., 2015; BHATIA et al., 2014; KRYCH et al., 2008; YIM et al., 2013).

**Figura 1** - Ilustração de três tipos de lesão do menisco. **(A)** Lesão longitudinal no corno posterior e corpo do menisco medial (seta). **(B)** Lesão longitudinal instável do menisco medial ou lesão em "alça de balde" (seta). **(C)** Lesão da raiz posterior do menisco medial (seta)



Fonte: **(A e B)** Adaptado de Rocha de Faria *et al.* (2020a) e **(C)** Rocha de Faria *et al.* (2020b)

**Figura 2** - Ilustração de três tipos de lesão do menisco. **(A)** Vista axial de lesão radial completa na transição do corpo para o corno posterior do menisco medial, visão axial de lesão tipo *flap* na transição do corno anterior para o corpo no mesmo menisco. **(B)** Vista coronal do menisco medial com lesão horizontal



Fonte: Adaptado de Santos (2018).

Outra maneira de avaliar as lesões meniscais é classificá-las entre traumáticas e degenerativas. Lesões traumáticas são causadas por um evento traumático no joelho bem definido com início súbito dos sintomas. Lesões degenerativas não apresentam história de traumas definidos ao nível do joelho e possuem características de progressão lenta dos sintomas e da degeneração meniscal (BEAUFILS *et al.*, 2017) .

A Sociedade Internacional de Artroscopia, Cirurgia do Joelho e Medicina Esportiva Ortopédica (ISAKOS) criou em 2010 uma classificação visando unificar as demais classificações citadas acima, com o objetivo de facilitar a descrição e a comunicação do tipo de lesão meniscal encontrada (ANDERSON, 2010).

## **1.2 Tratamento cirúrgico**

### **1.2.1 Meniscectomia**

O tratamento cirúrgico de lesões meniscais pode ser realizado por meio de meniscectomia parcial ou do reparo meniscal (KOPF *et al.*, 2020). A meniscectomia parcial permanece como o tratamento cirúrgico mais realizado para lesões meniscais (CHUNG *et al.*, 2019; JACQUET *et al.*, 2019; KATANO *et al.*, 2018; PARTAN; ITURRIAGA; COHN, 2021), mesmo sabendo das potenciais vantagens do reparo meniscal sobre a meniscectomia, como menor incidência de osteoartrite (OA) no longo prazo, alto nível de satisfação e retorno às atividades laborativas e esportivas (LUTZ *et al.*, 2015; WEBER *et al.*, 2018). Lesões meniscais negligenciadas ou aquelas nas quais a meniscectomia parcial é realizada podem evoluir precocemente para degeneração articular do joelho (HAPA *et al.*, 2013; KOHN; RUPP, 1999). Uma meniscectomia parcial de 10% do menisco já é capaz de gerar lesões condrais e influenciar negativamente nos escores clínicos e funcionais (CHAHLA *et al.*, 2018; LAPRADE; CHAHLA, 2020).

### 1.2.2 Reparo do menisco

O reparo do menisco, também chamado de sutura meniscal é um procedimento que permite preservar o tecido meniscal, aumentando a chance de cicatrização da área lesionada e contribuindo consideravelmente para preservação do compartimento afetado do joelho (HAPA *et al.*, 2013; SAMUELSEN *et al.*, 2018). Existem três tipos de reparo de meniscal, o *inside-out* (dentro para fora), *outside-in* (fora para dentro) e o *all-inside* (todo dentro) (BANSAL *et al.*, 2021; KOPF *et al.*, 2020). Cada um desses tipos de reparo apresenta características técnicas com vantagens e desvantagens sobre determinados tipos de lesão.

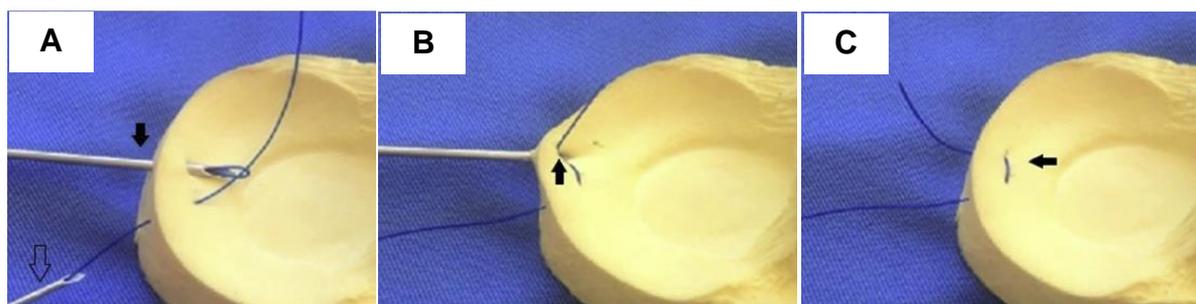
### 1.2.3 Reparo do menisco - *Outside-in*

A sutura meniscal realizada pela técnica *outside-in*, em geral, é indicada para lesões no corno anterior e do corpo dos meniscos lateral ou medial (CHAHLA *et al.*, 2017) e apresenta excelentes resultados clínicos, sendo realizada desde a década de 1980 (MORGAN; CASSCELLS, 1986), com grandes vantagens: o baixo custo, fácil acesso ao corno anterior dos meniscos e o baixo risco de lesões neurovasculares (ABDELKAFY *et al.*, 2007; CHAHLA *et al.*, 2017; DAVE; CABORN, 2012).

A partir de um acesso cirúrgico sob a topografia da lesão, a sutura é realizada com agulhas convencionais (18G) ou Jelco 14. Inicialmente, é passado um fio de sutura de nylon pelo orifício da primeira agulha (ou Jelco) formando uma alça na extremidade; na segunda agulha (ou Jelco) é passado um fio de sutura meniscal não absorvível de alta resistência deixando aparente apenas a extremidade do fio. A partir de portais artroscópicos convencionais, a primeira agulha é introduzida de forma a atravessar o menisco e a área lesionada, formando uma alça no interior da articulação; a seguir a segunda agulha é introduzida cerca de 5 mm da primeira. Com auxílio de uma pinça tipo *grasper* passando pelo interior da alça do fio de nylon passado pela primeira agulha, o fio de sutura situado na extremidade da segunda agulha é tracionado pelo portal artroscópico para fora da articulação. A alça de nylon em conjunto com a primeira agulha é tracionada para fora do acesso cirúrgico,

transportando a extremidade do fio de sutura meniscal através da lesão e para fora do acesso cirúrgico. Após tracionar as duas extremidades do fio, são realizados três a quatro nós através do acesso cirúrgico completando um ponto da sutura do menisco (Figura 3). Este processo pode ser repetido por diversas vezes até a lesão ser considerada totalmente suturada (SILBERBERG MUIÑO *et al.*, 2018).

**Figura 3** - Visão esquemática da sutura *outside-in*. **(A)** O fio de sutura meniscal passa pelo interior da alça formada no Jelco previamente introduzido na articulação. **(B)** A alça formada pelo primeiro Jelco é tracionada para fora da articulação em conjunto com o Jelco, transportando as duas extremidades do fio de sutura meniscal pelo interior do menisco. **(C)** A sutura é feita com as duas extremidades dos fios fora do menisco



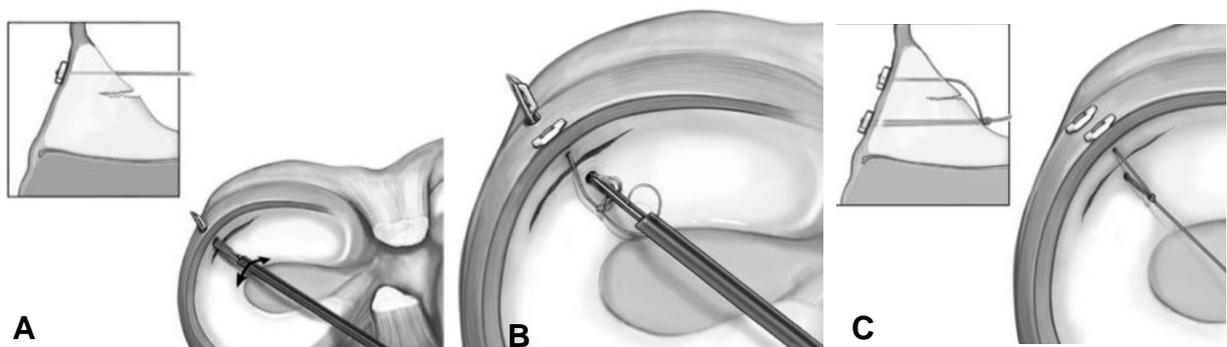
Fonte: Adaptado de Silberberg Muiño *et al.* (2018).

#### 1.2.4 Reparo do menisco - *All-inside*

A técnica *all-inside* consiste na sutura meniscal sem a necessidade de realização de acessos cirúrgicos adicionais (TURMAN; DIDUCH; MILLER, 2009), sendo essa sua principal vantagem; e devido a este fato é potencialmente mais rápida que as demais técnicas (TURMAN; DIDUCH; MILLER, 2009; VINT; QUARTLEY; ROBINSON, 2021). Estudos recentes compararam a sutura *all-inside* versus a *inside-out*, chegando a conclusão que ambas são eficientes (SAMUELSEN *et al.*, 2018; VINT; QUARTLEY; ROBINSON, 2021). Os dispositivos de sutura meniscal *all-inside*, utilizados atualmente, são introduzidos na articulação através dos portais artroscópicos que permitem angulação ideal para a abordagem da área lesionada. Após estar corretamente posicionado, o dispositivo é introduzido na lesão, penetrando a cápsula articular. Neste ponto é acionado um gatilho que

dispara uma pequena placa que permanece aderida na cápsula. Nesta placa estão inseridos os fios de sutura que, por sua vez, estão conectados a uma segunda placa que ainda está no interior da agulha do dispositivo. O dispositivo é, então, recuado e retirado do interior do menisco e da cápsula articular, retornando à articulação. Um segundo ponto de entrada é, então, escolhido à aproximadamente 5 mm do primeiro ponto onde o dispositivo foi introduzido e o gatilho é novamente acionado. Da mesma forma descrita anteriormente, a segunda placa é liberada. Após desacoplar o fio do dispositivo e retirá-lo da articulação é feita uma tração que faz com que os nós pré-moldados aproximem as duas placas resultando na redução e estabilização da lesão (Figura 4). Para cada ponto é necessário utilizar um dispositivo. Esta técnica é especialmente indicada para lesões no corno posterior do menisco lateral, região próxima ao feixe neurovascular, sendo também indicada para o corno posterior do menisco medial, devido a dificuldade de recuperação das agulhas do método de sutura inside-out tradicional (BARBER *et al.*, 2008; CHIANG *et al.*, 2011).

**Figura 4** - Visão esquemática da sutura *all-inside*. **(A)** Visão axial do joelho com o dispositivo de sutura meniscal *all-inside* penetrando na lesão, e visão coronal do menisco mostrando o acoplamento da pequena placa que permanece aderida na cápsula articular. **(B)** Retorno com o dispositivo para o centro da articulação e realização de nova perfuração na lesão, permitindo que a segunda placa também fique aderida à capsula articular. **(C)** Visão axial e coronal com fios de sutura meniscal acoplados às duas placas que, ao serem tracionados, resultam na redução e estabilização da lesão

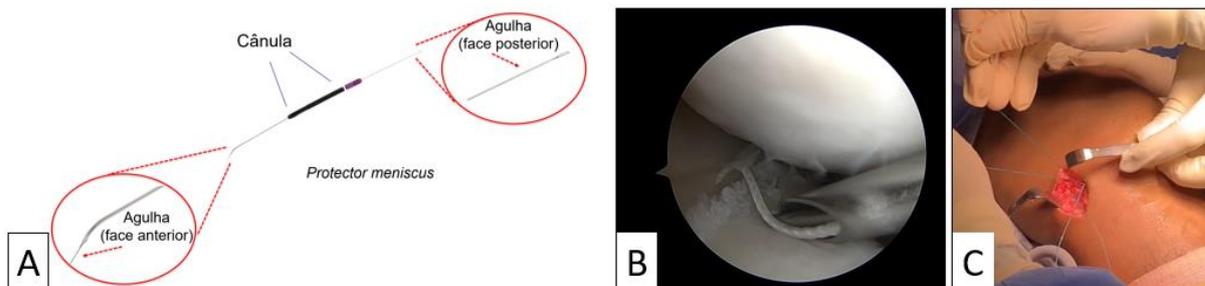


Fonte: Adaptado de Albertoni *et al.* (2013).

### 1.2.5 Reparo do menisco - *Inside-out*

A sutura *inside-out* permanece como padrão ouro da literatura médica, mesmo com os avanços das técnicas e dispositivos *all-inside*. Este fato se deve a versatilidade e baixo custo desta técnica (MARIGI et al., 2022). A sutura do menisco, realizada por esta técnica, requer a utilização de um dispositivo representado por uma cânula rígida com angulação de cerca de 15° na extremidade. Pelo interior da cânula é passada uma agulha que possui uma extremidade pontiaguda (região anterior) e uma extremidade romba que possui um lúmen (região posterior). Por este lúmen é passado um fio de sutura não absorvível, idelamente 2-0 sem agulha. Outros fios de espessura maior também podem ser utilizados na indisponibilidade do fio 2-0. Após a realização dos portais artroscópicos anteromedial e anterolateral e do acesso cirúrgico na região da lesão meniscal é feita a dissecação por planos até o nível da cápsula articular. A cânula é introduzida pelo portal artroscópico e posicionada próxima à região meniscal lesionada de forma que sua curvatura de 15° direcione a agulha para o acesso cirúrgico confeccionado previamente. A face pontiaguda da agulha é introduzida na cânula já com fio de sutura passado pelo seu lúmen. A agulha é inserida até passar por dentro da região lesionada do menisco e ficar visível ou palpável pelo acesso cirúrgico. A agulha é, então, tracionada pelo acesso cirúrgico e transportada pela cânula até o menisco, de forma que o fio de sutura passe pelo interior da lesão. Dessa forma, uma extremidade do fio de sutura é transportada para o interior do menisco, saindo pelo acesso cirúrgico e a outra extremidade permanece no interior da cânula posicionada no portal artroscópico (Figura 5). As etapas citadas anteriormente são repetidas de forma que a outra extremidade do fio de sutura seja transportada para a região extra-articular, ficando também visível pelo acesso cirúrgico. Após a retirada da cânula da articulação são confeccionados os nós com as duas extremidades do fio de sutura, travando o fio e fixando o menisco. Assim, é realizado um ponto no menisco, e para a confecção de mais pontos, o processo é repetido (NELSON; BONNER, 2013).

**Figura 5 -** Reparo meniscal pela técnica *inside-out* tradicional. (A) Dispositivo *protector meniscus*, com sua cânula no centro, em sua face anterior a extremidade do fio de nitinol e na sua face posterior a alça de transporte do fio de nitinol que transporta os fios de sutura. (B) Visão artroscópica do menisco medial com o fio de sutura já inserido na face proximal de uma lesão longitudinal do menisco, e a cânula sendo posicionada para realização de uma sutura vertical. (C) Visão do acesso cirúrgico posteromedial com os fios de sutura que já foram transportados.



Fonte: Acervo do autor.

Adicionalmente, a técnica *inside-out* requer acesso cirúrgico acessório na topografia do menisco lesionado para passagem da agulha que transporta o fio de sutura (Figura 5). Para realização deste acesso cirúrgico, alguns cuidados são necessários, de acordo com a localização do menisco a ser suturado.

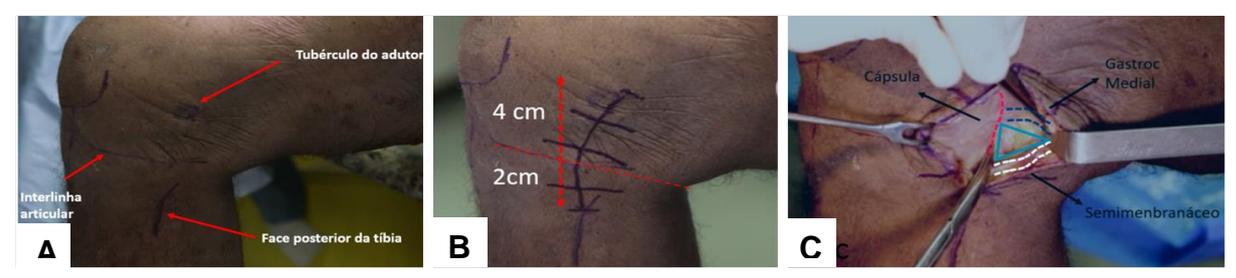
### 1.3 Acessos cirúrgicos

#### 1.3.1 Acesso medial

O acesso cirúrgico é realizado na face posteromedial do joelho. Para isso, são identificados três pontos anatômicos, o aspecto posterior do platô tibial, o tubérculo adutor e a interlinha articular (Figura 6A). Uma incisão oblíqua vertical, partindo do tubérculo adutor em direção à face posterior do platô tibial é realizada, passando distalmente 2 cm da interlinha articular (Figura 6B). Deve-se ter atenção para não realizar a incisão demasiadamente posterior ao tubérculo adutor, pois o nervo safeno passa 5 cm posterior ao mesmo (Figura 7). A fascia do tendão do sartório é incisada e dissecação profunda sob a mesma é realizada. A incisão sobre o sartório deve ser realizada sempre o mais proximal possível para evitar lesão aos tendões grácil e semitendíneo. Após a dissecação, observa-se um triângulo

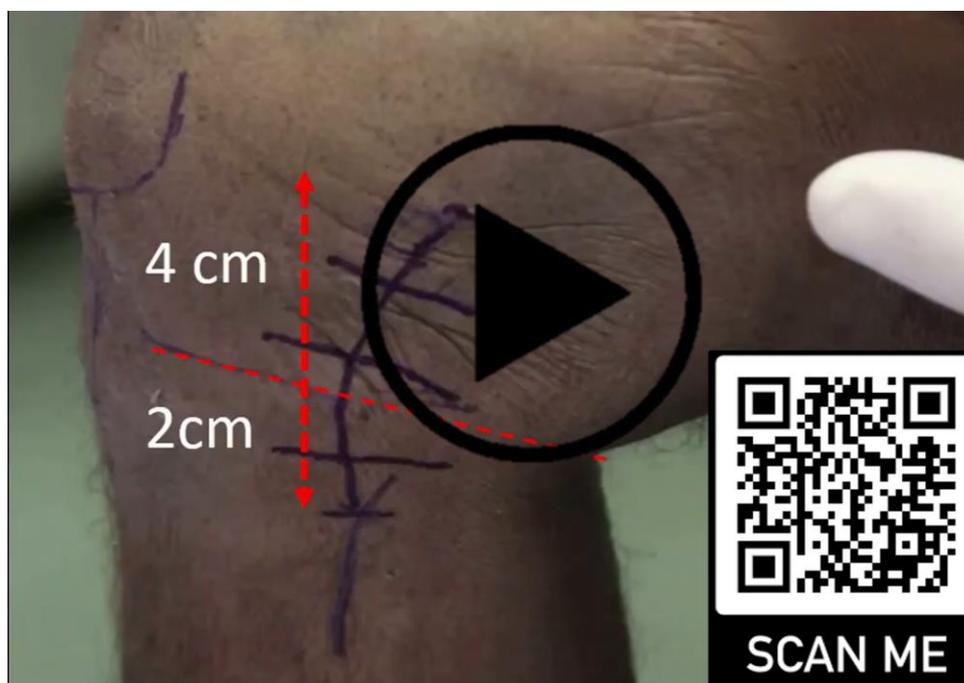
anatômico formado pela cápsula articular anteriormente, cabeça do gastrocnêmio medial posteriormente e o tendão semimembranoso distalmente (Figura 6C). Dissecção digital cuidadosa é realizada entre a cápsula articular e o gastrocnêmio medial permitindo melhor visualização e a passagem de protetores neurovasculares. Esses dispositivos podem ser colheres de metal esterelizadas, ou afastadores como espéculos vaginais (CHAHLA *et al.*, 2016; ROCHA DE FARIA *et al.*, 2021a).

**Figura 6** - Via de acesso para sutura meniscal medial. Acesso cirúrgico acessório para realização do reparo meniscal pela técnica *inside-out*. **(A)** Joelho de cadáver evidenciando os acidentes anatômicos utilizados como parâmetro para realizar o acesso cirúrgico posteromedial para o reparo das lesões no corpo e no corno posterior do menisco medial. **(B)** Acesso cirúrgico posteromedial medindo aproximadamente 6 cm, 4 cm proximal à interlinha articular e estendido a 2 cm distal à interlinha articular. **(C)** As três estruturas que formam um triângulo onde as agulhas devem ser introduzidas de dentro para fora da articulação, saindo na região demarcada pelo triângulo azul



Fonte: Acervo do autor.

**Figura 7** - Vídeo com passo a passo da via de acesso para sutura meniscal medial. Visualize em vídeo as etapas do acesso medial para sutura meniscal por meio do QR-Code abaixo



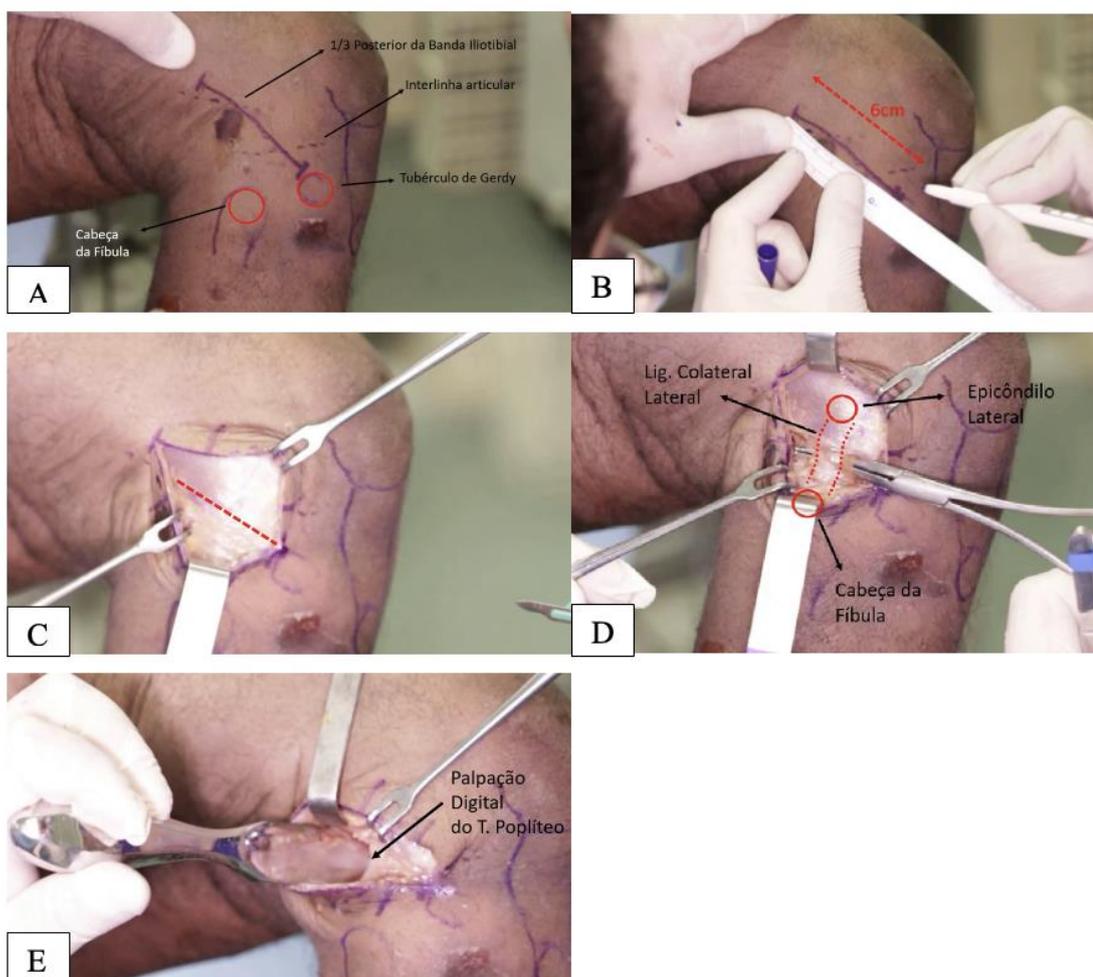
Fonte: Acervo do autor.

### 1.3.2 Acesso lateral

O acesso lateral é indicado para técnicas *inside-out* ou *outside-in* que abordam o menisco lateral. O mesmo deve ser realizado através de uma incisão na pele que vai do epicôndilo lateral até o tubérculo de gerdy, margeando a borda posterior do trato iliotibial (TIT) (Figura 8A). A técnica *inside-out* necessita de acessos maiores entre 4 e 6 cm de extensão (Figura 8B). Após fazer a incisão, logo abaixo do tecido subcutâneo, visualiza-se o TIT (Figura 8C), identifica-se a sua borda posterior e incisa o mesmo no sentido de suas fibras, ampliando para proximal e distal. Neste momento, deve-se ter cuidado pela proximidade do ligamento colateral fibular (LCF), que fica localizado intimamente ao TIT (Figura 8D). Realiza-se, então, dissecação digital identificando o LCF (Figura 8D), e por palpação o tendão poplíteo. Posterior a este último encontra-se a cabeça lateral do gastrocnêmio lateral, que é o limite posterior, anteriormente a ela observa-se a cápsula articular e,

novamente, por dissecação digital encontra-se distalmente a cabeça da fíbula e o tendão do bíceps femoral. Entre a cabeça lateral do gastrocnêmio lateral, a cápsula articular e o tendão poplíteo é o local onde se deve posicionar o afastador para capturar as agulhas (Figura 8E) (ROCHA DE FARIA *et al.*, 2021a).

**Figura 8** - Via de acesso para sutura do menisco lateral. Acesso cirúrgico acessório lateral para realização do reparo meniscal pela técnica *inside-out*. **(A)** Joelho de cadáver evidenciando os seguintes parâmetros utilizados para realizar o acesso lateral: 1/3 posterior do trato iliotibial, interlinha articular, tubérculo de gerdy e a cabeça da fíbula. **(B)** Incisão de aproximadamente 6 cm. **(C)** Incisão na borda posterior do trato iliotibial. **(D)** Ligamento colateral fibular, identificado abaixo do trato iliotibial. **(E)** Posicionamento do afastador posterior à palpação do tendão do poplíteo



Fonte: Acervo do autor.

**Figura 9** - Vídeo com passo a passo da via de acesso para sutura meniscal lateral. Visualize em vídeo as etapas do acesso lateral para sutura meniscal através do QR-Code abaixo



Fonte: Acervo do autor.

Vários autores avaliaram, biomecanicamente, diferentes tipos de sutura meniscal em modelos animais (BARBER; HERBERT; RICHARDS, 2004; CHANG *et al.*, 2005; HAPA *et al.*, 2013; NAQUI *et al.*, 2006; YAMAKAWA *et al.*, 2021) e em cadáveres humanos (BHATIA *et al.*, 2016; BUCKLEY *et al.*, 2019; LAPRADE *et al.*, 2015; MASSEY *et al.*, 2019). Esses autores avaliaram qual configuração e técnica cirúrgica oferecem menor chance de falha quando os tecidos meniscais são submetidos a múltiplos ciclos de carga (BARBER; HERBERT; RICHARDS, 2004; BHATIA *et al.*, 2016; BUCKLEY *et al.*, 2019; CHANG *et al.*, 2005; HAPA *et al.*, 2013; LAPRADE *et al.*, 2015; MASSEY *et al.*, 2019; NAQUI *et al.*, 2006; YAMAKAWA *et al.*, 2021). No entanto, avaliações biomecânicas comparando a técnica de sutura meniscal vertical *inside-out* contínua com a sutura meniscal vertical *inside-out*, considerada padrão ouro (MARIGI *et al.*, 2022), ainda não foram realizadas. Essas avaliações são necessárias para comparar o desempenho biomecânico das duas

técnicas cirúrgicas, permitindo assim observar a semelhança ou superioridade biomecânica de uma técnica em relação à outra.

Em relação ao treinamento de técnicas cirúrgicas no tratamento de lesões meniscais, modelos anatômicos podem auxiliar os cirurgiões a obterem a curva de aprendizado necessária para realização das cirurgias de maneira mais eficiente (MARTIN *et al.*, 2016), diminuindo as chances de complicações decorrentes do procedimento cirúrgico. Dessa forma, um modelo anatômico que seja similar ao humano (como o joelho porcino ou bovino, por exemplo) são alternativas viáveis para o treinamento médico (INSEL *et al.*, 2009; MARTIN *et al.*, 2016; REZNICK; MACRAE, 2006).

A avaliação de habilidades artroscópicas possuem algumas limitações em sua aferição, pois a aptidão técnica é particular de cada indivíduo, sendo este um dado qualitativo. Já o tempo utilizado para realização de cada procedimento cirúrgico, trata-se de um dado quantitativo, o que permite uma avaliação mais efetiva da reprodutibilidade da técnica (KIM H. -J; KIM, H. -S; KYUNG, 2017). Tempo cirúrgico menor também está associado a possíveis menores índices de complicações pós-operatórias e também menor custo hospitalar (VOLPIN; KHAN; HADDAD, 2016).

Apesar das inúmeras vantagens da preservação meniscal, e o aumento recente na realização do reparo meniscal, a incidência desse procedimento permanece baixa (20% a 30%) (BANSAL *et al.*, 2021; CHUNG *et al.*, 2019; JACQUET *et al.*, 2019; KATANO *et al.*, 2018; PARTAN; ITURRIAGA; COHN, 2021). Dificuldade técnica, falta de treinamento e indicações muito restritas podem ser causas dessas taxas permanecerem baixas (BAKOWSKI *et al.*, 2022). Frente a isso, novas maneiras e abordagens de tratamento das lesões meniscais devem ser estimuladas e criadas visando o aumento da preservação articular, e a diminuição da incidência de OA pós-traumática no joelho.

#### **1.4 Justificativa e hipótese**

A realização de procedimentos cirúrgicos em menor tempo, com fácil aprendizado e reprodução são importantes características positivas de quaisquer procedimentos invasivos. Devido a importância da preservação meniscal e da dificuldade técnico-logística para a realização das principais opções cirúrgicas para o reparo meniscal, novas técnicas foram idealizadas para tratar diferentes tipos de lesões meniscais, de maneira potencialmente mais rápida, fácil e eficaz. Denomina-se esta nova forma de realizar o reparo meniscal de sutura meniscal contínua. A principal hipótese é que com a utilização da sutura meniscal vertical contínua serão encontrados resultados biomecânicos similares à técnica padrão ouro para o tratamento das lesões meniscais estudadas, além do menor tempo cirúrgico, devido à potencial facilidade de execução.

## *2. Objetivos*

---

## 2.1 Objetivo geral

Comparar a sutura *inside-out* vertical contínua com a sutura *inside-out* vertical tradicional no tratamento de lesões meniscais longitudinais.

## 2.2 Objetivos específicos

- Descrever a técnica da sutura meniscal *inside-out* vertical contínua.
- Analisar biomecanicamente a técnica de sutura meniscal *inside-out* vertical contínua comparando-a com a de sutura meniscal *inside-out* tradicional.
- Avaliar o treinamento das duas técnicas comparando o tempo utilizado para realizar a sutura meniscal *inside-out* vertical contínua com a sutura meniscal *inside-out* tradicional.

### ***3. Material e Métodos***

---

### 3.1 Desenho do estudo e considerações éticas

A descrição da técnica cirúrgica foi realizada com peças anatômicas humanas do Laboratório de Artroscopia da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ). Por serem modelos cadavéricos não foi necessária a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da instituição.

As análises biomecânicas foram realizadas no Laboratório de Engenharia Biomecânica da Universidade Federal de Santa Catarina. O Comitê de Ética Animal da Instituição não exigiu autorização porque este estudo avaliou joelhos porcinos adquiridos em estabelecimentos comerciais de alimentos.

A análise do treinamento, foi um estudo pré-clínico aprovado pelo Comitê de Ética da Instituição de Ensino Suprema-Sociedade Universitária para o Ensino Médico Assistencial Ltda, CAAE: 50899621.3.0000.5103 (Anexo). Foi realizado treinamento com médicos residentes em Ortopedia e Traumatologia e médicos especialistas em cirurgia do joelho, que realizaram a sutura meniscal por duas técnicas artroscópicas distintas, a fim de comparar o tempo utilizado por cada participante na execução das técnicas em avaliação.

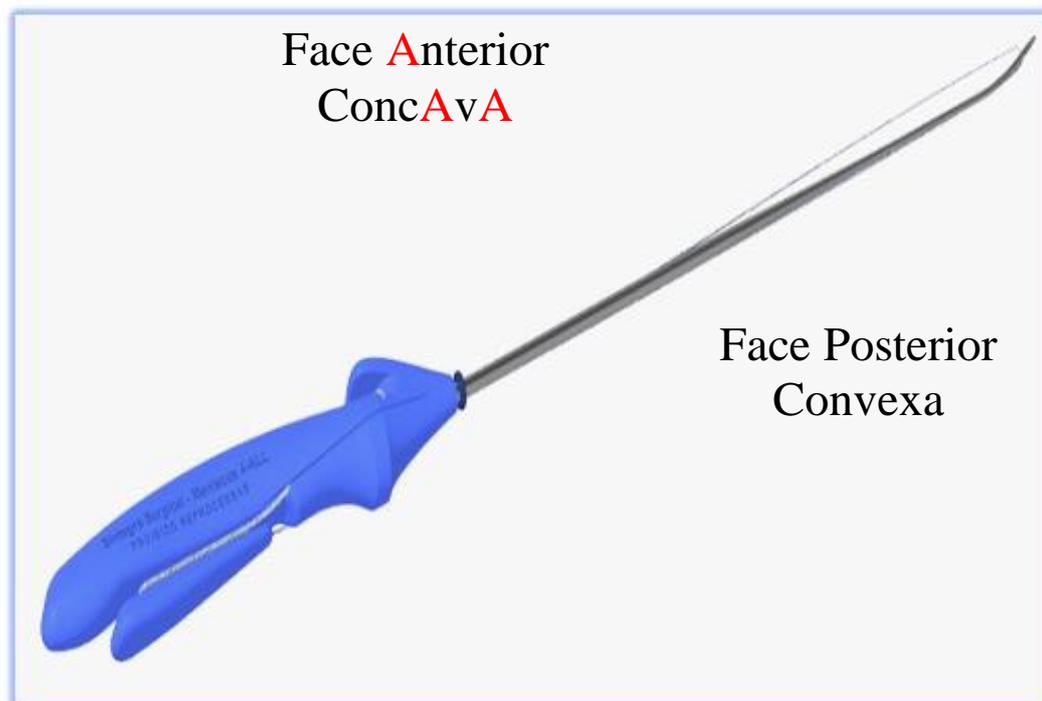
### 3.2 Descrição da técnica de sutura meniscal *inside-out* vertical contínua

A descrição da técnica cirúrgica abaixo foi realizada com peças anatômicas humanas do Laboratório de Artroscopia da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ). Por serem modelos cadavéricos não foi necessária a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da instituição.

### 3.3 Dispositivo de sutura meniscal utilizado

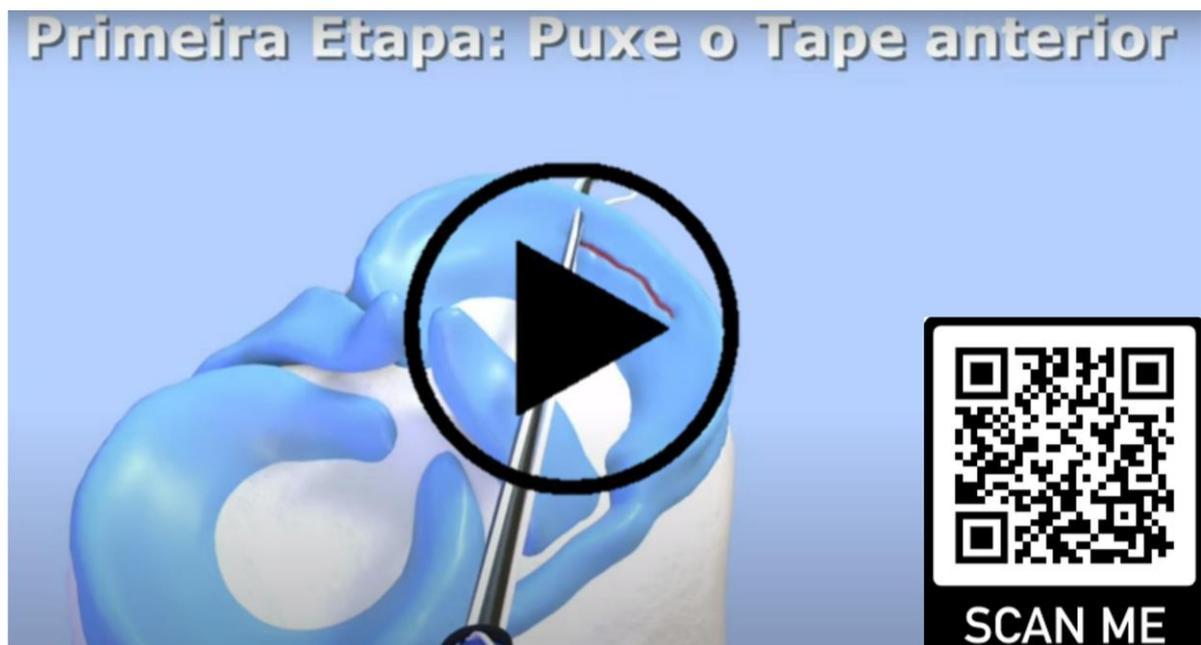
Para realização da sutura meniscal contínua é necessária a utilização do dispositivo de sutura meniscal Meniscus 4ALL (Figura 10) (Sínegra Pompéia, SP, BRA). O mesmo já vem preparado com um longo mini *tape* de sutura meniscal (S-*Tape* 1-0, espessura 0,08mm, largura 0,45mm, 200 cm de comprimento, Sínegra, Pompéia, SP, BRA,). Na face anterior do dispositivo este *tape* é curto, na face posterior é longo e envolvido na base do mesmo.

**Figura 10** - Dispositivo Meniscus 4ALL. O dispositivo possui duas faces, a face anterior ou côncava, na qual a extremidade afiada do mesmo apresenta concavidade e no cabo identifica-se elevação que lembra a letra A. A face posterior é a região convexa da extremidade pontiaguda do dispositivo e na sua base apresenta uma região adaptada para o longo mini *tape* de sutura ser envolvido na mesma



### 3.3.1 Sutura vertical contínua *inside-out* para lesões longitudinais

**Figura 11** - Video com as etapas da técnica da sutura vertical contínua *inside-out* para lesões longitudinais. Visualize esse video esquemático através do QR-Code abaixo

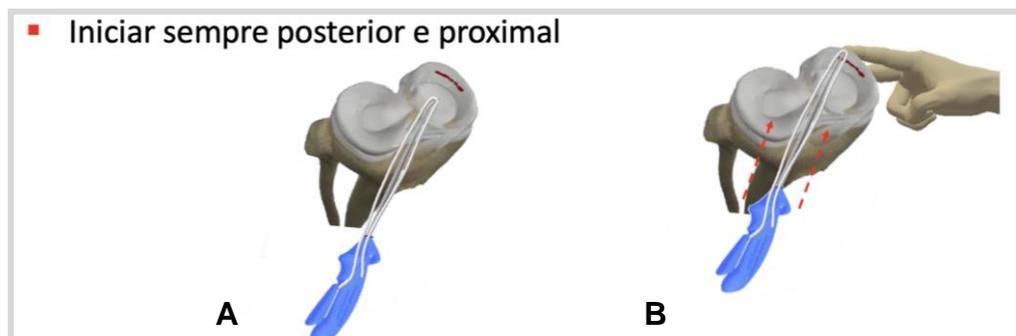


Fonte: Adaptado de Rocha de Faria *et al.* (2020b).

Para a sutura de lesões no menisco medial ou lateral, recomenda-se checar com um probe simulando os posicionamentos do dispositivo de sutura, qual portal terá o melhor trajeto artroscópico para realização do procedimento planejado. Definido o portal, recomenda-se iniciar a sutura com o primeiro ponto sempre pela região lesionada mais posterior do menisco, e no caso de sutura vertical, na face meniscal proximal à lesão. Previamente à introdução do dispositivo na articulação realiza-se o acesso cirúrgico medial ou lateral, de acordo com o menisco lesionado. Inicia-se a sutura posicionando o dispositivo proximal à lesão, podendo passar pela face do menisco proximal à lesão ou quando a lesão for justa capsular, podendo introduzir o dispositivo diretamente na cápsula (Figura 12A). Nesta etapa utiliza-se, simultaneamente, afastador de partes moles, tracionando o gastrocnêmio medial ou

lateral para posterior (de acordo com a localização do menisco lesionado, medial ou lateral). Palpação digital é utilizada para identificar o local pelo qual a extremidade do dispositivo sairá na face posterior do joelho. Devido a rigidez do dispositivo de sutura é possível palpá-lo antes de o mesmo atravessar completamente a cápsula articular (Figura 12B).

**Figura 12** - Dicas para realização da sutura contínua. **(A)** Deve-se sempre iniciar a sutura na face proximal da lesão e na região lesionada mais posterior. **(B)** Antes de penetrar totalmene a cápsula é possível palpar o dispositivo devido a sua rigidez



A técnica possui três etapas principais (Inicial, do Meio e Final).

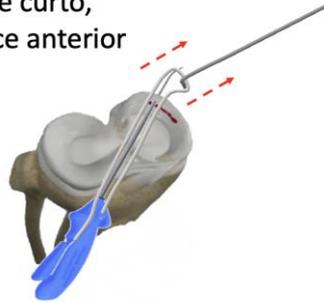
### 3.3.1.1 Etapa inicial

Após identificar o local de saída do dispositivo, continua-se a introduzir o dispositivo Meniscus 4ALL (Síntegra Pompéia, SP, BRA), visualizando o mesmo pelo acesso cirúrgico (Figura 13A). Traciona-se o mini *tape* anterior, que é o de menor comprimento para deixá-lo com cerca de 15 cm de comprimento na região extra-articular pela via de acesso, e fixa o mesmo com uma pinça tipo *kelly* (Figura 13B). Após este passo repara-se esta extremidade do mini *tape* de sutura (Síntegra Pompéia, SP, BRA) com uma pinça tipo *kelly*. Retorna-se com o dispositivo para o interior do joelho (Figura 13C) e escolhe outro ponto de entrada do dispositivo, podendo realizar pontos horizontais ou verticais, escolhendo de acordo com a configuração da lesão. Nesta descrição optou-se pela sutura vertical (Figura 13D).

**Figura 13** - Etapas iniciais da técnica de sutura contínua vertical *inside-out*

- Tracione o tape curto, o localizada na face anterior

A



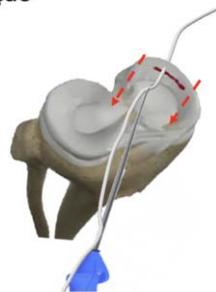
- Repare o fio pelo acesso

B



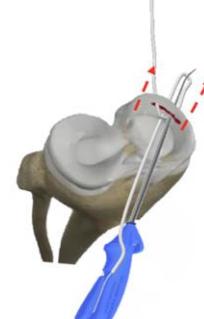
- Retorne com o dispositivo para o interior da articulação

C



- Introduzimos o dispositivo distal a lesão

D



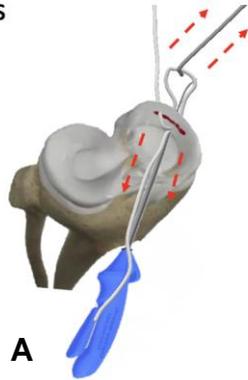
### 3.3.1.2 Etapa do meio

No próximo passo introduz-se o dispositivo Meniscus 4ALL verticalmente 4 a 5 mm anterior ao local da primeira passagem do fio e distal à lesão, introduzindo desta vez o dispositivo na face meniscal distal à lesão (Figura 13D). Repetem-se os passos, citados acima, para proteção das estruturas posteriores do joelho, introduzindo totalmente o dispositivo e visualizando o mini *tape* de sutura meniscal justa posicionado na extremidade do dispositivo. Recua-se o dispositivo cerca de 2 a 3 mm formando duas alças com o mini *tape* (Figura 14A), traciona-se a alça posterior (situada na face convexa do dispositivo) até a mesma ganhar cerca de 5 a 6 cm de comprimento (Figura 14B) e, então, transporta-se a mesma para a face anterior do dispositivo (face concava) (Figura 14C). Esta etapa é denominada de PPP-TA, (Puxe Primeiro a Posterior - referindo-se à alça) e Transporte-a para Anterior (referindo-se à alça), método mnemônico para a etapa do meio. A seguir repara-se a alça e retorna com o dispositivo para o interior da articulação (Figura

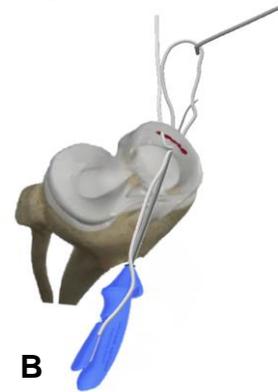
14D). A etapa do meio é repetida quantas vezes forem necessárias para reparar a lesão, ou por quantas vezes o mini *tape* de sutura permitir (Figura 14E). É de extrema importância reparar cada alça formada e identificá-la de forma sequencial, visando facilitar a última etapa da técnica cirúrgica. No próximo passo, deve-se introduzir o dispositivo novamente discretamente anterior e agora proximal à lesão, de forma que a cada etapa o dispositivo cruze a lesão. Após o mini *tape* ter passado por diversas vezes cruzando a lesão, chega-se na última etapa da técnica.

**Figura 14** - Etapa do meio para sutura contínua vertical *inside-out*

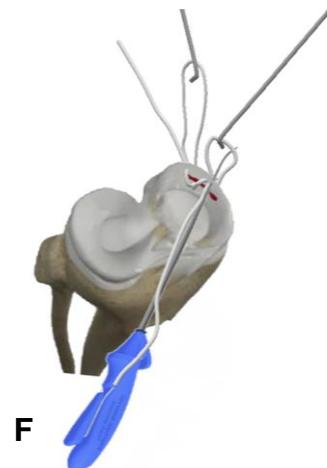
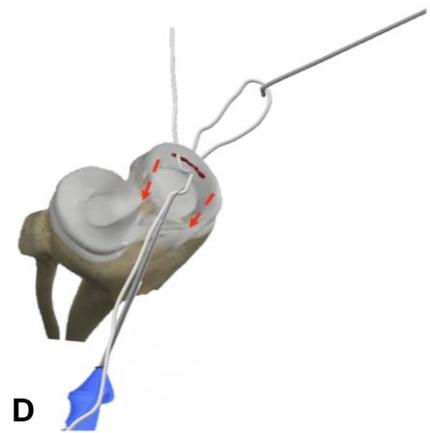
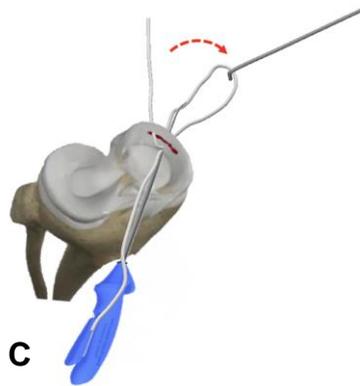
- Recue discretamente o dispositivo, formando 2 alças



- Puxe Primeiro a alça Posterior

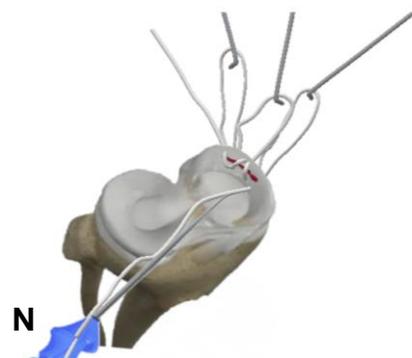
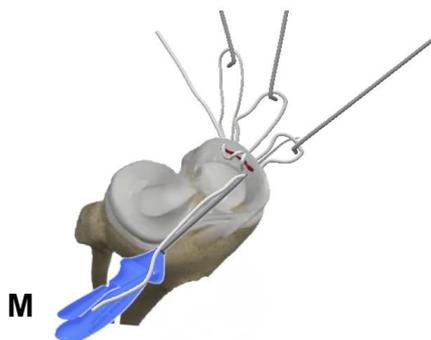
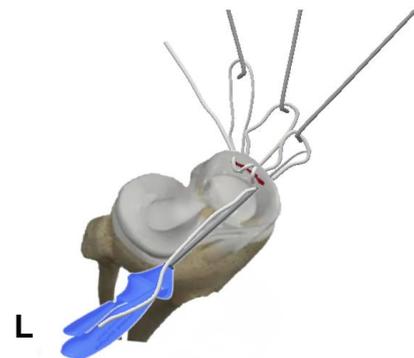
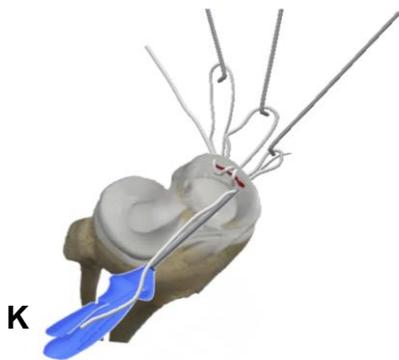
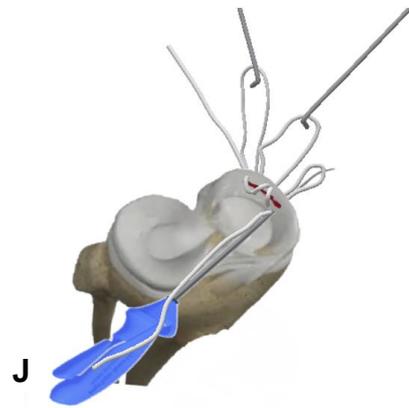
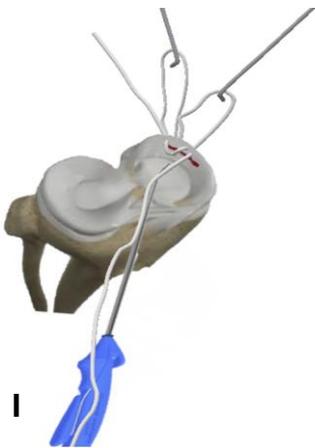
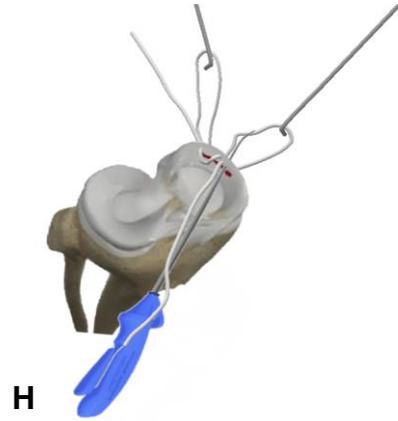
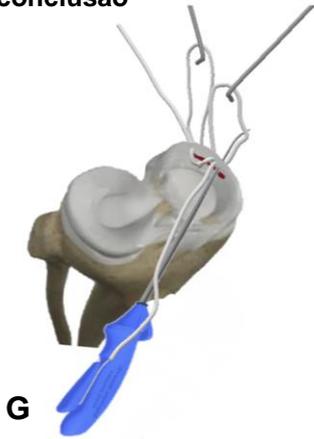


- Transporte para Anterior, e repare a mesma



continua

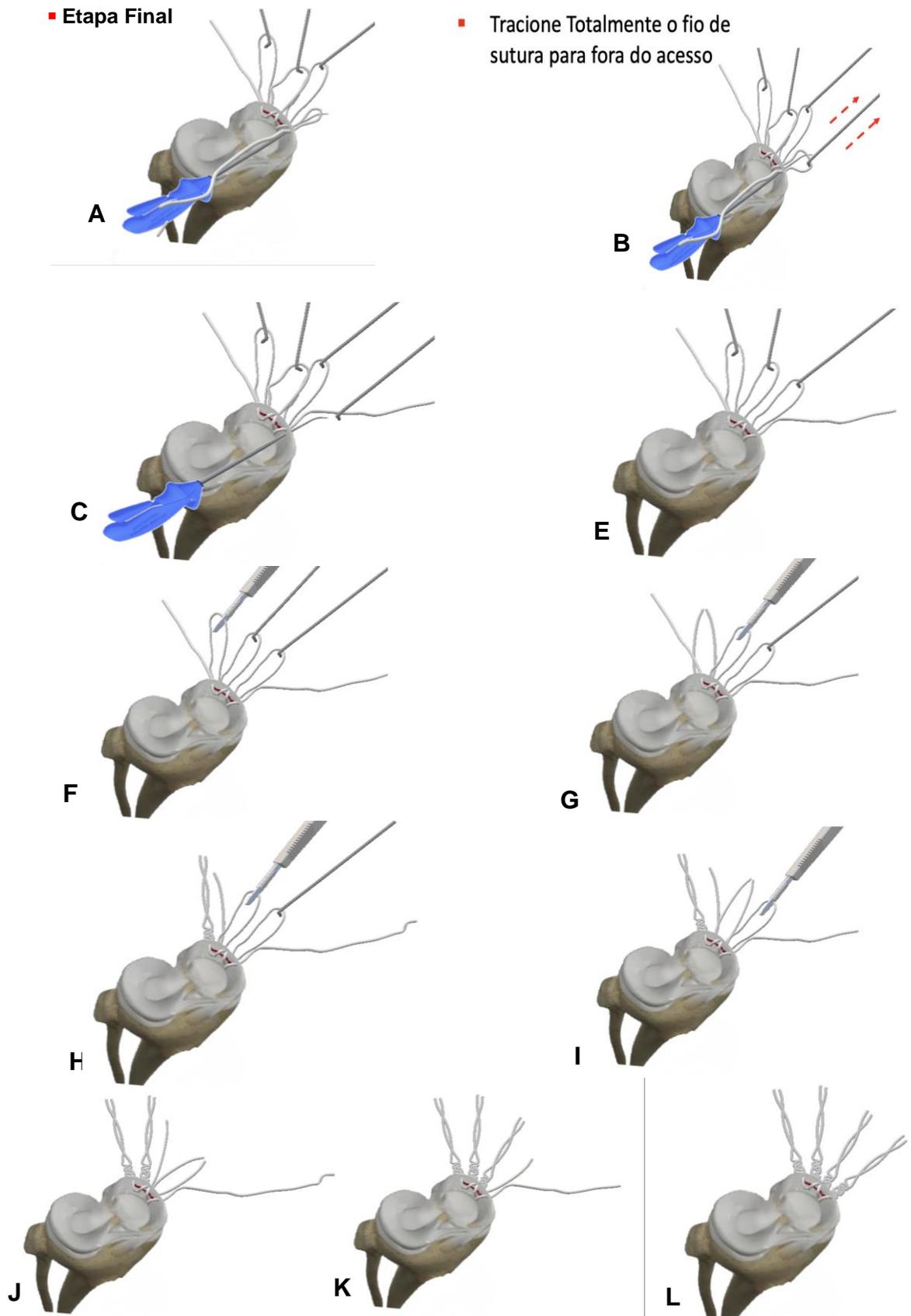
conclusão



### 3.3.1.3 Etapa Final

Na última etapa, introduzir o dispositivo novamente, repetir os passos de afastamento das partes moles, identificação do dispositivo e de leve recuo do dispositivo formando as duas alças com o mini *tape* de sutura (Figura 15A). Traciona-se, então, o mini *tape* totalmente para fora do acesso cirúrgico e retira-se o mesmo do interior do lúmen do dispositivo (Figura 15B e C). Ficam, assim, várias alças e duas pontas do *tape* (Figura 15D). Recomenda-se seccionar inicialmente a primeira alça formada, localizada mais posteriormente (Figura 15E), identificar qual fio é tracionado ao ser puxado e suturar os mesmos (Figura 15F e G). Repetir esses passos para a alça subsequente e ir suturando alça por alça (Figura 15H a K). Um detalhe importante é manter a visão artroscópica para evitar um hipertensionamento do ponto, deformando ou até danificando a estrutura meniscal com excesso de tensão na sutura. Recomenda-se, ainda, sempre realizar ao menos a metade dos pontos na face femoral do menisco e na face tibial do mesmo, para aumentar a estabilização e chance de cicatrização.

**Figura 15** - Etapa final da sutura contínua vertical *inside-out*

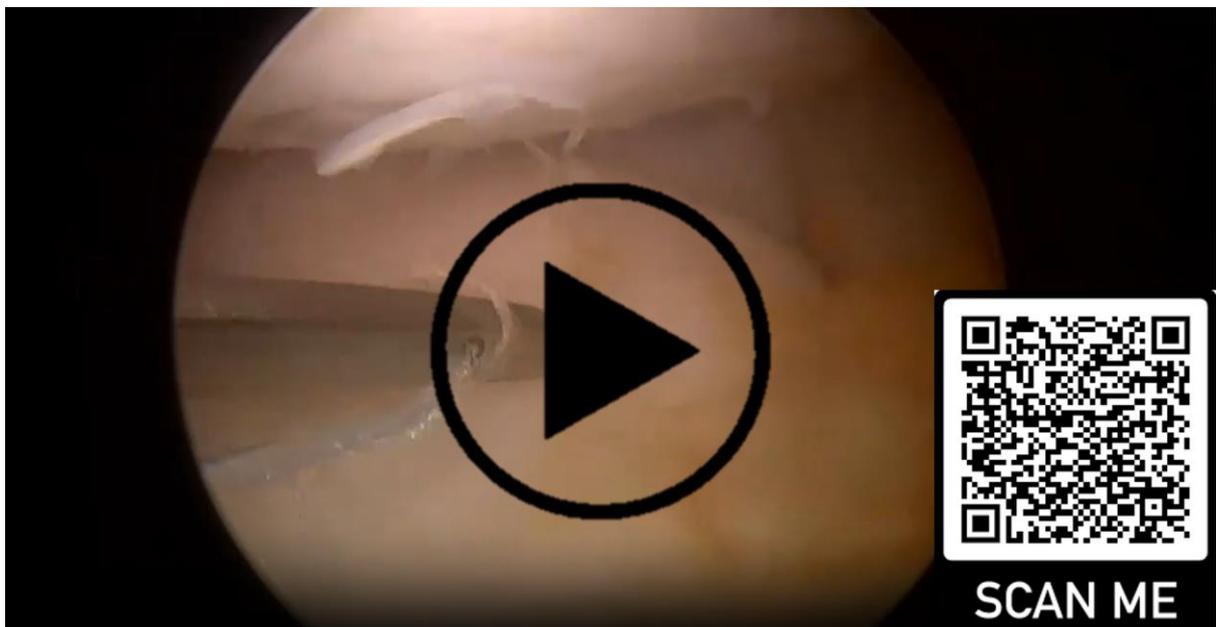


### 3.4 Descrição das demais técnicas de sutura meniscal contínua

Serão demonstradas, a seguir, as diferentes possibilidades de realização da sutura meniscal contínua. São técnicas descritas em texto e em vídeo na revista médica *Arthroscopy Techniques*. Por meio dos QR-Codes abaixo poderá ser visualizado o passo a passo dessas técnicas em vídeo.

#### 3.4.1 Sutura horizontal contínua *inside-out* para lesões longitudinais (Figura 16)

**Figura 16** - Video com as etapas da técnica de sutura horizontal contínua *inside-out* para lesões longitudinais. Esta técnica foi descrita para realização de sutura meniscal horizontal contínua em lesões longitudinais do menisco. Visualize esse video através do QR-Code abaixo



Fonte: Adaptado de Rocha de Faria et al. (2020a).

### 3.4.2 Sutura contínua *outside-in* (Figura 17)

**Figura 17** - Video com as etapas da técnica da sutura contínua *outside-in* para lesões do corno anterior do menisco. Vizualize esse vídeo através do QR-code abaixo



Fonte: Adaptado de Rocha de Faria et al. (2020c)

### 3.4.3 Sutura contínua *inside-out* tipo *Hourglass* para lesões radiais completas (Figura 18)

**Figura 17** - Vídeo com o passo a passo da sutura contínua *inside-out* tipo *Hourglass* para lesões radiais completas. Visualize esse video através do QR-Code abaixo



Fonte: Adaptado de Rocha de Faria et al. (2021a).

### 3.5 Desenvolvimento da sutura meniscal contínua

Para viabilizar o aprimoramento das técnicas descritas acima, percebeu-se a necessidade da criação de um laboratório de treinamento de técnicas cirúrgicas. Optou-se, então, pela criação de um laboratório de artroscopia (ROCHA DE FARIA et al., 2021b). Devido às dificuldades para acesso a cadáveres humanos (INSEL et al., 2009; REZNICK; MACRAE, 2006; SLADE SHANTZ et al., 2014), foram utilizados modelos anatômicos animais. Consultando a literatura, percebeu-se que modelos bovinos e porcinos apresentam características anatômicas similares às humanas

(KIM, H. -J.; KIM, D. -H; KYUNG, 2017; KOVAC; GRAINGER; HURWORTH, 2015; UNALAN *et al.*, 2010).

### **3.5.1 Avaliação biomecânica**

#### **3.5.1.1 Avaliação biomecânica de sutura meniscal contínua vertical *inside-out* versus sutura meniscal vertical *inside-out* tradicional**

Vinte e oito joelhos suínos foram utilizados neste estudo e foram obtidos de animais híbridos com idade e peso aproximados de seis meses e 105 kg, respectivamente. Os joelhos foram utilizados em menos de 24 horas após o abate do animal e mantidos em refrigerador a aproximadamente 3°C até a dissecação. A articulação permaneceu fechada até o momento da dissecação. Nesse momento, os joelhos foram mantidos em temperatura ambiente. O fêmur foi ressecado por dissecação cuidadosa evitando lesão do menisco medial durante o preparo. Caso fosse observada alguma lesão do menisco por dissecação ou lesão prévia, o joelho era excluído da análise.

#### **3.5.1.2 Critérios de elegibilidade do estudo da avaliação biomecânica da sutura meniscal contínua vertical**

##### **3.5.1.2.1 Critérios de inclusão**

- Meniscos mediais
- Sem lesões prévias

##### **3.5.1.2.2 Critérios de exclusão**

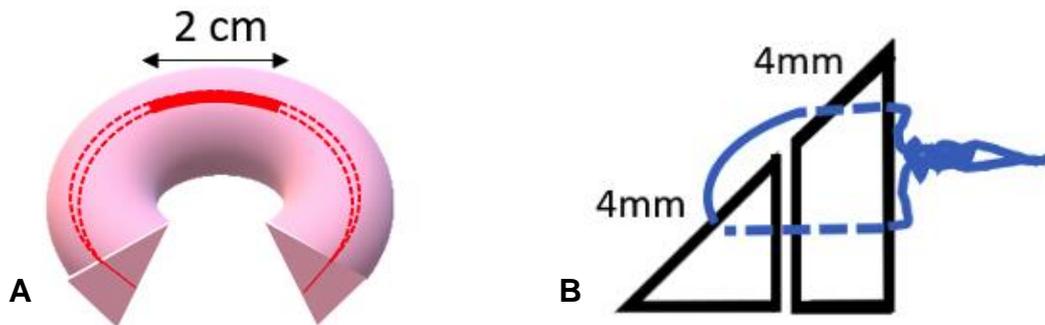
- Lesões prévias
- Menisco laterais

Foram formados dois grupos de estudo: grupo SC composto por 14 joelhos (sutura meniscal vertical *inside-out* contínua) e grupo IO também formado por 14 joelhos (sutura meniscal vertical *inside-out* tradicional). Nos joelhos porcinos

---

contendo somente a tíbia e os meniscos ainda inseridos foi realizada uma lesão longitudinal de 2,0 cm de comprimento, a 4 mm do limite entre o menisco e a cápsula, no corpo do menisco medial (Figura 19A). Quatro pontos verticais foram utilizados para o reparo da superfície femoral do menisco (Figura 19B). Cada ponto foi equidistante dos outros por aproximadamente 3-4 mm (Figura 20). O "S-Tape" (Síntegra, Pompéia, SP, BRA) 1-0 (0,08x0,45mm) e o dispositivo de sutura do menisco Meniscus 4ALL (Síntegra, Pompéia, SP, BRA) foram utilizados para a sutura do menisco no Grupo SC (Figura 21). No Grupo IO foi utilizado o dispositivo de sutura do menisco *protector meniscus* (Arthrex, Naples, FL, EUA), equipado com a mesma fita de sutura meniscal (Figura 21). Após a passagem dos S-Tapes suturando o menisco, duas fitas de tração (S-Tape 0,70 × 1,10 mm) foram inseridas no interior da lesão e fixadas em dispositivo personalizado com parafusos projetados para manter todas as fitas paralelas (Figura 22). O dispositivo foi acoplado à célula de carga e fixado em uma máquina universal de testes (ZwickRoell Z2.5TN, Ulm, Alemanha). A máquina de ensaio possui incerteza máxima de  $\pm 0,28\%$  na medição de deslocamento e uma célula de carga com capacidade máxima de 2,5 kN, com precisão de  $\pm 0,11\%$ . Essas fitas mais espessas realizaram o tracionamento radial das bordas do menisco em direção oposta na tentativa de falha da sutura. Seis fitas de tração foram utilizadas, duas a cada S-Tape de sutura (Figura 20). Concluída a sutura, a lesão foi ampliada, estendendo-se completamente até as extremidades, de modo que apenas os fios de sutura mantivessem contato entre as bordas meniscais lesionadas. Dessa forma, os testes biomecânicos não sofreram alterações em relação a algum tipo de tecido meniscal que manteve contato entre as lesões. Após esse último passo, as fitas de tração foram tracionadas em direções opostas.

**Figura 19** - Desenho esquemático das lesões meniscais. **(A)** Lesão longitudinal inicialmente criada de 2 cm de extensão (área vermelha hachurada) em transição da zona vermelha para zona branca do menisco medial. A área vermelha pontilhada representa a região que será seccionada após as quatro suturas terem sido realizadas. **(B)** Exemplo esquemático de um ponto vertical realizado na face proximal do menisco

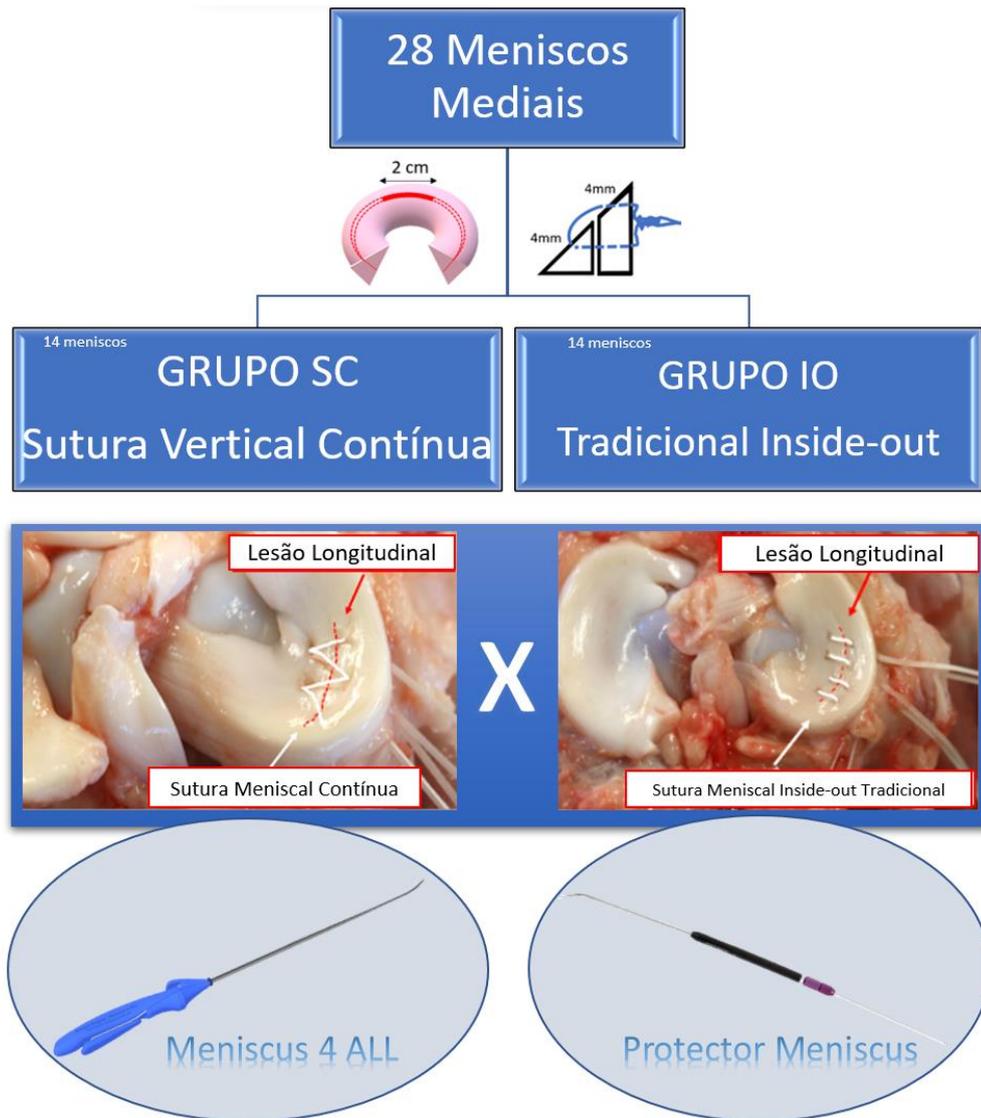


**Figura 20** - Menisco medial suturado com "S-Tape" (Síntegra, Pompéia, SP, BRA) nº 1 (0,08x0,45mm), visualizamos também os *tapes* de tração posicionados sobre a lesão. Dois *tapes* de tração (0,4x3,5mm) passados em direções opostas, posicionados a cada intervalo entre as suturas. Totalizando seis *tapes* de tração. Visualiza-se também a lesão ampliada, chegando até as bordas meniscais, simulando o pior cenário na qual somente a sutura mantém os fragmentos meniscais unidos

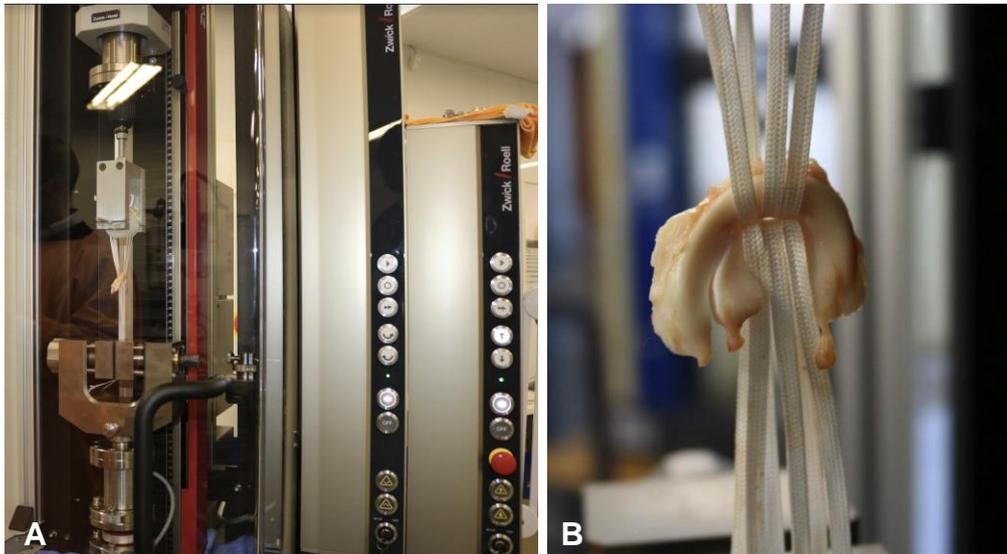


Fonte: Acervo do autor.

**Figura 21** - Ilustração esquemática do estudo biomecânico. Grupo SC, com 14 meniscos mediais, submetidos a reparo de menisco vertical contínuo; Grupo IO, com 14 meniscos mediais, submetidos a reparo de menisco vertical tradicional *inside-out*. No SC, foram confeccionados quatro pontos utilizando o dispositivo meniscus 4ALL. No Grupo IO, quatro pontos com o dispositivo *protector meniscus*. Em ambos grupos foi utilizado o mini *tape* de sutura meniscal S-Tape (Síntegra, Pompéia, SP, BRA) nº 1 (0,08x0,45mm)



**Figura 22-** Ensaio biomecânico com máquina universal de testes (ZwickRoell Z2.5TN, Ulm, Alemanha), observando menisco sendo tracionado axialmente com três *tapes* de tração para proximal e três para distal.



Antes do carregamento cíclico, foi colocada uma pré-carga de tensão de 5 N por 30 segundos, seguida de 30 ciclos de carregamento variando entre 5 e 30 N, criando uma forma de onda triangular a 0,25 Hz no controle de deslocamento. Este protocolo cíclico tem sido utilizado por outros pesquisadores (BISSON *et al.*, 2008; BISSON; MANOHAR, 2010; MA *et al.*, 2004, 2006; MATTHEWS *et al.*, 2020) e estudos anteriores mostraram estabilização da curva deslocamento versus tempo entre 20 e 30 ciclos.(BISSON *et al.*, 2008; BISSON; MANOHAR, 2010; MA *et al.*, 2004; MATTHEWS *et al.*, 2020). Após a conclusão do carregamento cíclico, cada corpo de prova foi submetido a um teste de carga até a falha a 5 mm/s. A rigidez do sistema foi medida no 5°, 30° e no ciclo de carga até a falha, a rigidez de construção foi determinada a partir das extremidades da região linear da curva de carga versus deslocamento. A carga máxima de falha foi considerada a força máxima alcançada na fase de carga até a falha. O modo de falha foi determinado, inspecionando visualmente as amostras no final de cada teste. Nesta etapa, a primeira sutura que falhou foi considerada para definir o modo de falha específico.

A normalidade da distribuição dos dados para cada grupo foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk com resultado positivo. A variância dos grupos foi analisada

por meio do teste F, observando que os grupos não diferiram entre si. Assim, a diferença média foi comparada usando o teste t de Student, assumindo variância igual. Considerando um alfa bicaudal de 0,05 para o teste t com duas amostras independentes, calculou-se que uma amostra com 14 espécimes por grupo seria suficiente para obter 80% de poder para detectar um d de Cohen igual ou superior a 1,1, considerado suficiente para este estudo. Para avaliar o modo de falha de cada grupo, foram utilizados três testes exatos de Fisher. Os três testes foram realizados com duas variáveis cada, resultando em uma tabela de contingência 2x2, para determinar se existia relação significativa entre as variáveis categóricas: quebra de sutura, arrancamento de sutura e falha do nó. Todos os testes foram realizados no *software* de análise estatística (RStudio, versão 1.1.456). A significância estatística foi estabelecida em  $p < 0,05$ .

### **3.6 Treinamento da sutura meniscal vertical *inside-out* contínua versus sutura meniscal *inside-out* tradicional**

#### **3.6.1 Critérios de elegibilidade do estudo do treinamento das técnicas de sutura meniscal**

##### **3.6.1.1 Critérios de inclusão**

- Médicos residentes de Ortopedia e Traumatologia.
- Médicos cirurgiões de joelho.

##### **3.6.1.2 Critérios de exclusão**

- Médicos que se recusaram a participar do estudo.

Optou-se por realizar a comparação entre duas diferentes técnicas de sutura meniscal, a *inside-out* vertical contínua e a *inside-out* tradicional, realizadas por artroscopia em modelos anatômicos porcinos.

### 3.6.2 Preparo das peças porcinas

As peças anatômicas foram obtidas em um estabelecimento comercial de vendas de carnes, sendo ressecado o joelho porcino com toda sua estrutura osteo-mio-tendinosa da seguinte forma: realizou-se dissecação miocutânea na peça porcina 15 cm proximal ao joelho, permanecendo somente a estrutura óssea 1/3 proximal do fêmur, e osteotomia tibial 15 cm distal ao joelho, finalizando a dissecação inicial da peça (Figura 23A e 23B). As peças foram mantidas sob refrigeração entre -20°C a -80°C e dois dias anteriores ao treinamento foram descongeladas em temperatura ambiente (23°C a 25°C). No dia anterior à realização do estudo, todas as peças porcinas foram abordadas por artroscopia, após realização de três portais artroscópicos (anterolateral, transpatelar e um anteromedial), sinovectomia ampla foi realizada, *pie crust* no ligamento colateral tibial foi feito por pequenas incisões com agulha jelco 18 e confeccionada uma lesão longitudinal na zona vermelha do corpo de menisco medial (Figura 23C).

**Figura 23** - Joelho porcino preparado para o estudo. **(A e B)** Joelho porcino recém-preparado, ainda no estabelecimento comercial; **(C)** finalização da confecção da lesão padronizada de 2 cm de comprimento no corpo do menisco medial



### 3.6.3 Coleta de dados

As peças porcinas foram abordadas previamente nos três portais artroscópicos (anterolateral, transpatelar e anteromedial), e disponibilizadas na cabine 3 e cabine 4 do laboratório; ambas equipadas com torres de artroscopia, sendo a cabine 3 destinada para sutura meniscal tradicional e cabine 4 para a sutura meniscal contínua. As pinças artroscópicas de uso exclusivo em estudos experimentais, foram cedidas pela empresa revendedora de materiais ortopédicos MARJA, e as luvas não estéreis e capotes cirúrgicos foram utilizados exclusivamente neste laboratório.

### 3.6.4 Preparo dos participantes

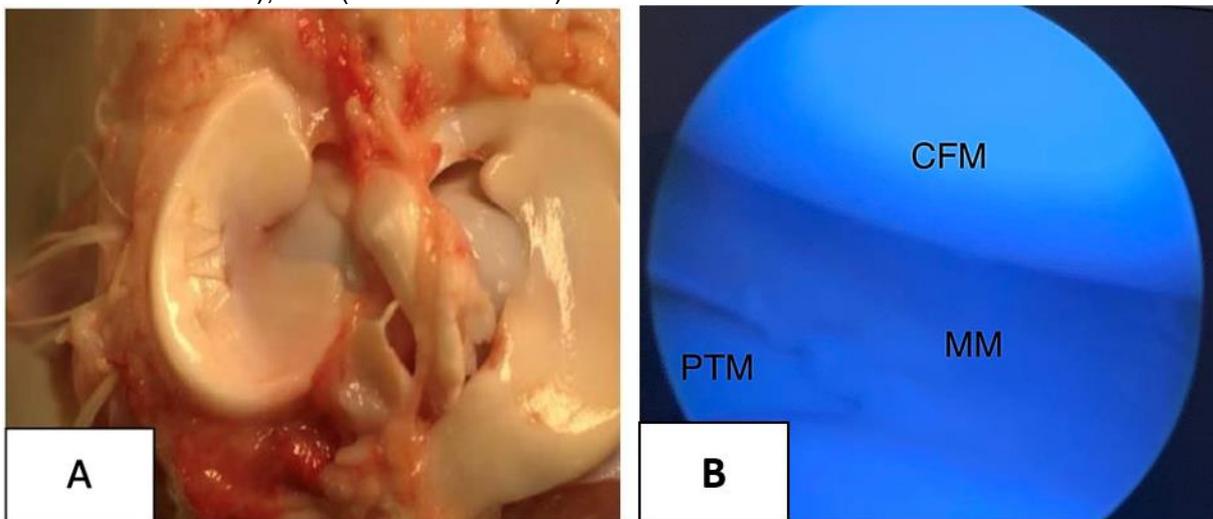
A preparação dos médicos participantes do estudo se dividiu em duas etapas subsequentes.

#### 1ª Etapa

Todos os participantes do estudo assistiram previamente ao treinamento por aulas em formato de vídeo *on-line*, com demonstração do passo a passo da técnica cirúrgica de sutura meniscal *inside-out* tradicional e da técnica de sutura meniscal contínua vertical *inside-out*. No dia do treinamento, todos os participantes receberam aulas práticas ministradas por um cirurgião experiente, realizadas em duas cabines distintas montadas no laboratório de modelo animal. Na cabine um, os participantes receberam treinamento em um joelho porcino aberto (somente tibia e menisco), com o fêmur já ressecado previamente, sendo demonstrada e treinada a técnica da sutura tradicional; e na cabine dois, os mesmos participantes encontraram outro joelho porcino também previamente preparado, recebendo o treinamento prático da técnica de sutura contínua (Figura 24A). As técnicas foram padronizadas para serem realizadas da mesma forma por todos os participantes, sempre iniciando no sentido do ponto mais posterior em direção ao mais anterior, e quando todos os fios estivessem passados pelo menisco, os nós eram confeccionados sempre com porta

agulha e sempre com o mesmo número de nós (quatro nós duplos alternados). Para prosseguirem para o treinamento artroscópico, todos os participantes realizaram, ao menos uma vez, as duas técnicas no joelho porcino aberto.

**Figura 18** - Joelho porcino para treinamento de técnicas artroscópicas. **(A)** Fêmur porcino seccionado para facilitar o entendimento da técnica cirúrgica; **(B)** Visão artroscópica do joelho porcino evidenciando o côndilo femoral medial, menisco medial e platô tibial medial. CFM (condilo femoral medial), PTM (platô tibial medial), MM (menisco medial)



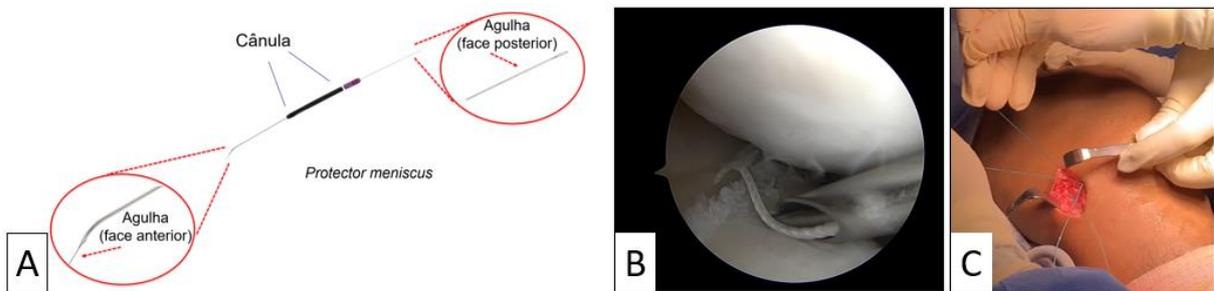
Fonte: Arquivo pessoal do autor.

## 2ª Etapa

Os participantes eram, aleatoriamente, conduzidos às cabines para iniciarem as suturas por artroscopia nos joelhos porcinos previamente preparados, já com os portais artroscópicos confeccionados. Na cabine 3 foi utilizado o “*protector meniscus*” e na cabine 4 o “*meniscus 4ALL*”. Ao identificarem a lesão, o dispositivo de sutura meniscal era posicionado em frente à lesão, e quando o participante sinalizava que estava pronto para realizar o procedimento, a contagem do tempo era iniciada. Os participantes da cabine 3 realizaram quatro suturas verticais com a técnica *inside-out* tradicional, de acordo com a técnica cirúrgica descrita por Johnson e Weiss (2012) (Figura 25), no corpo do menisco medial do joelho porcino e os da cabine quatro realizaram quatro suturas verticais com a técnica de sutura vertical

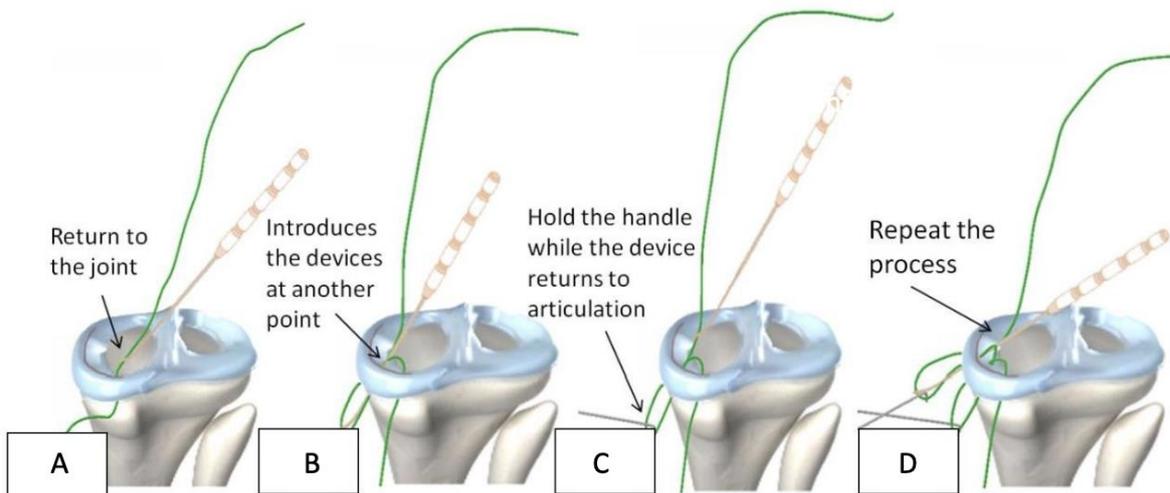
contínua *inside-out*, descrita por Rocha de Faria et al. (2020b), na mesma localização meniscal do joelho porcino (Figura 26).

**Figura 19** - Reparo meniscal pela técnica *inside-out* tradicional. **(A)** Dispositivo *protector meniscus*, com sua cânula no centro, em sua face anterior a extremidade do fio de nitinol e na sua face posterior a alça de transporte do fio de nitinol que transporta os fios de sutura. **(B)** Visão artroscópica do menisco medial com o fio de sutura já inserido na face proximal de uma lesão longitudinal do menisco, e a canula sendo posicionada para realização de uma sutura vertical. **(C)** Visão do acesso cirúrgico posteromedial com os fios de sutura que já foram transportados.



Fonte: Acervo do autor.

**Figura 20** - Reparo meniscal pela técnica de sutura contínua *inside-out*. **(A)** O dispositivo de sutura retorna para o interior da articulação. **(B)** O dispositivo é introduzido em uma nova localização formando uma alça na região extra-articular. **(C)** Segura a alça extra-articular e retorna com o dispositivo para o interior da articulação. **(D)** Repetem-se os passos anteriores introduzindo novamente o dispositivo completando o terceiro ponto



Fonte: Adaptado de Rocha de Faria et al. (2020a).

Todos os cirurgiões realizaram, de forma padronizada, quatro suturas e confeccionaram quatros nós duplos alternados em cada sutura, iniciando sempre da região mais posterior para mais anterior. Após o último nó, o cronômetro foi pausado. Os participantes foram também avaliados individualmente pelo cirurgião que os auxiliava, quanto à dificuldade técnica, sendo alta, média ou de baixa complexidade, e ainda quanto à estabilidade do menisco suturado, avaliado com probe no final do treinamento. Em seguida, o participante foi conduzido a outra cabine e procedeu-se o processo de treinamento ainda não realizado. Ao concluir o treinamento artroscópico, o participante recebeu um questionário para avaliar sua experiência, o grau de similaridade entre a artroscopia no joelho porcino e no humano, além de avaliar possíveis vantagens na execução da técnica contínua comparada à tradicional (Figure 27) (Apêndice).

**Figura 21** - Resultado do questionário aplicado aos participantes do estudo em treinamento de sutura meniscal vertical contínua *versus* sutura meniscal vertical tradicional

	Cirurgiões (n = 11)	Residentes (N = 10)
<b>Ano de residência</b>		
1	-	1 (10.00%)
2	-	4 (40.00%)
3	-	5 (50.00%)
<b>Artroscopias em que já participou</b>		
<10	-	8 (80.00%)
10-30	-	1 (10.00%)
30-50	-	0 (00.00%)
>50	-	1 (10.00%)
Já assistiram ou participaram de sutura meniscal	-	7 (70.00%)
Tempo como especialista em cirurgia do joelho	7.00 (5.50, 11.50)	-
Já fez alguma sutura inside-out	10 (90.91%)	-
<b>Técnica mais usada para sutura</b>		
Inside-out	2 (18.18%)	-
All-inside	1 (9.09%)	-
Híbrida	8 (72.73%)	-
Outside-in	0 (00.00%)	-
<b>Número de suturas meniscais feitas mensalmente</b>		
≤ 4	8 (72.73%)	-
> 4	3 (27.27%)	-
Dados exibidos como N (%) para dados discretos e mediana (IIQ) para variáveis contínuas sem distribuição normal.		

### 3.6.6. Análise estatística

Na análise descritiva, foram avaliadas a experiência prévia dos residentes e dos cirurgiões, usando frequências relativas e absolutas para descrever as respostas ao questionário. Na análise inferencial, o teste-T para amostras pareadas foi aplicado para avaliar a diferença média entre os tempos dos cirurgiões no tocante a cada tipo de sutura. A premissa de normalidade foi avaliada por métodos gráficos.

Considerando um alfa bicaudado de 0.05 para o teste T pareado, calculou-se que 21 participantes seriam suficientes para 83% de poder para detectar um  $d$  de Cohen igual ou superior a 0,67.

A análise de variância para medidas repetidas foi aplicada para avaliar a interação da expertise com a mudança do tipo de sutura. Todas as análises foram realizadas com o R (versão 4.0.5), R Studio (Versão 1.4.1106), e SPSS versão 26 (IBM, Armonk, NY, USA).

## *4. Resultados*

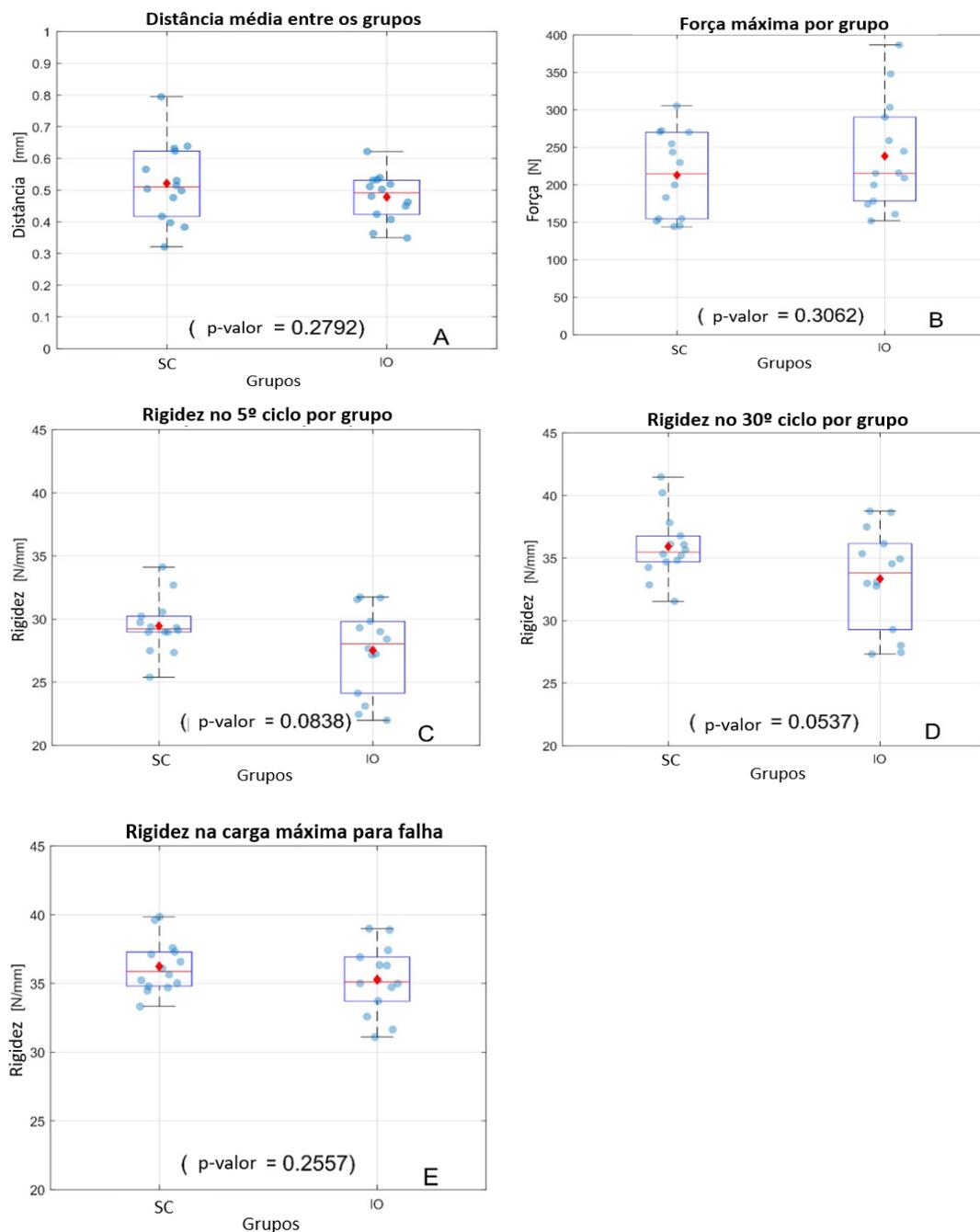
---

---

#### 4.1 Avaliação biomecânica sutura meniscal vertical *inside-out* contínua versus sutura meniscal *inside-out* tradicional

A distância média da lesão após o teste cíclico para o grupo SC foi de  $0,53 \pm 0,12$  mm e  $0,48 \pm 0,07$  para o grupo IO. Não foi observada diferença significativa entre os dois grupos ( $p=0,2792$ ) (Figura 28A). No teste de carga até a falha, a carga final de falha foi de  $218,2 \pm 63,9$  N e  $238,3 \pm 71,3$  N nos grupos SC e IO, respectivamente (Figura 28B). Não houve diferença significativa entre os dois grupos ( $p=0,3062$ ). A rigidez do sistema no 5º ciclo foi de  $29,4 \pm 2,2$  N/mm para o grupo SC e  $27,5 \pm 3,4$  N/mm para o grupo IO sem diferença estatística significativa entre os grupos com valor de  $p=0,0838$  (Figura 28C). A rigidez do sistema no 30º ciclo, último dos ciclos de pré-condicionamento, foi de  $35,8 \pm 2,6$  N/mm para o grupo SC e  $33,3 \pm 4,0$  N/mm para o grupo IO (Figura 28D). Não foi encontrada diferença estatística significativa entre os grupos com valor de  $p=0,0537$ . A rigidez do sistema, levando à falha, na carga final para o grupo SC foi de  $36,3 \pm 1,9$  N/mm e para o grupo IO foi de  $35,3 \pm 2,4$  N/mm. Não houve diferença estatística significativa entre os grupos com valor de  $p=0,2557$  (Figura 28E). Os resultados estão compilados na Tabela 1.

**Figura 22** - Resultados do estudo biomecânico. **(A)** *Boxplot* mostrando dados para alargamento no local reparado do menisco após 30 ciclos de carga de pré-condicionamento; **(B)** carga final de falha na fase de teste de carga até a falha; **(C)** rigidez do sistema no 5º ciclo; **(D)** no 30º ciclo; **(E)** na carga máxima que leva à falha. Na caixa, a linha horizontal central indica a mediana e as bordas inferior e superior da caixa indicam os percentis 25 e 75, respectivamente. As linhas se estendem até os pontos de dados mais extremos não considerados *outliers*. O ponto em forma de diamante representa o valor médio e os pontos esféricos representam cada ponto de dados. Não houve diferença estatisticamente significativa com todos os valores de  $p > 0,05$



**Tabela 1** - Alargamento médio da folga após 30 ciclos de carregamento cíclico, a falha final média durante o teste de carga até a falha e rigidez do sistema. Todos os valores estão apresentados com  $\pm$  desvio padrão

	Distância média da lesão após 30 Ciclos [mm]	Carga Até a Falha [N]	Rigidez do Sistema no 5 <sup>o</sup> Ciclo [N/mm]	Rigidez do Sistema no 30 <sup>o</sup> Ciclo [N/mm]	Rigidez do Sistema na Carga Final [N/mm]
<b>SC (n=14)</b>	0.53 $\pm$ 0.12	218.2 $\pm$ 63.9	29.4 $\pm$ 2.2	35.8 $\pm$ 2.6	36.3 $\pm$ 1.9
<b>IO (n=14)</b>	0.48 $\pm$ 0.07	238.3 $\pm$ 71.3	27.5 $\pm$ 3.4	33.3 $\pm$ 4.0	35.3 $\pm$ 2.4
<b>p-valor</b>	0.2792	0.3062	0.0838	0.0537	0.2557

Para avaliar o modo de falha para cada grupo, foi utilizado o teste exato de Fisher. Houve três tipos principais de falha: quebra de sutura, arrancamento da sutura e falha de nó. Para determinar se havia relação significativa entre essas variáveis categóricas, foram feitos três testes com duas variáveis de cada vez. Todos os três testes resultaram em valores de p superiores a 0,05 (Tabela 2).

**Tabela 2** - Frequências observadas para modos de falha. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos com todos os valores de p superiores a 0,05

	Quebra da Sutura	Arrancamento da Sutura	Falha do Nó
<b>SC (n=14)</b>	3	0	11
<b>IO (n=14)</b>	2	1	11
<b>p-valor</b>	1	1	1

#### 4.2 Resultados do treinamento da sutura meniscal vertical *inside-out* contínua versus sutura meniscal *inside-out* tradicional

Participaram do estudo 21 médicos. Foram utilizadas 10 peças por grupo, três peças extras e duas peças somente com a tíbia e os meniscos, totalizando 23 peças anatômicas inteiras e duas abertas destinadas para o treinamento prático prévio no dia do estudo. As peças foram reutilizadas por no máximo três artroscopias, visando facilitar a logística de armazenamento e execução do projeto, sem prejudicar a avaliação. Foram reservadas três peças extras para

substituição das peças anatômicas defeituosas, caso alguma apresentasse inviabilidade durante a execução do treinamento.

#### 4.2.1 Desfecho primário

A mediana [Q1-Q3] do tempo para a sutura tradicional foi de 717 [620 - 1125] segundos, com média de 851 segundos. A diferença média entre as técnicas foi de 257 segundos (IC95% 106-406;  $p=0.002$ ) (4:17 Minutos; IC95% 1:46 - 6:46), com a sutura contínua sendo mais rápida que a tradicional (Tabela 3).

**Tabela 3** - Análise primária com todos participantes em segundos e minutos (N=21)

	Tradicional	Contínua	Diferença média	Intervalo de Confiança de 95%	p valor
<b>Tempo (Segundos)</b>	717 (620, 1125)	504 (417, 698)	257 ± 330	106 - 406	0.002
<b>Tempo (Minutos)</b>	11:57 (10:20 - 18:45)	8:24 (6:57 - 11:38)	4:17 ± 5:30	1:46 - 6:46	-

Dados exibidos como N (%) para dados discretos, mediana (IIQ) para variáveis contínuas sem distribuição normal e média ± desvio-padrão para variáveis contínuas com distribuição normal. Foi aplicado o teste T para amostras pareadas.

#### 4.2.2 Desfechos secundários

Os cirurgiões levaram menos tempo que os residentes para a sutura tradicional ( $p=0,036$ ), mas os tempos foram similares na sutura contínua (Tabelas 4 a 6). Houve interação entre a expertise e o tipo de sutura ( $\eta^2$  Parcial = 0.280;  $p=0.014$  para interação), evidenciando que a vantagem da sutura contínua foi mais expressiva entre os residentes do que entre os cirurgiões (Figuras 29 e 30). No entanto, a maior parte do benefício foi independente da expertise ( $\eta^2$  Parcial = 0.484;  $p<0.001$ ).

**Tabela 4** - Análises secundárias – Tempo utilizado em minutos comparando sutura tradicional e contínua entre cirurgiões e residentes.

	Total (n=21)	Cirurgiões (n=11)	Residentes (n=10)
<b>Tempo - Sutura Tradicional (minutos)</b>	11:57 (10:20 - 18:45)	11:01 (10:06, 12:04)	17:58 (13:06, 20:33)
<b>Tempo - Sutura Contínua (minutos)</b>	8:24 (6:57 - 11:38)	8:24 (6:59, 12:40)	8:46 (6:53, 10:12)
		p=0,29	p=0,001

**Tabela 5** - Análise secundária – Interação entre tipo de sutura e a *expertise* do participante.

	$\eta^2$ Parcial	p-valor
<b>Tipo de sutura</b>	0.484	< 0.001
<b>Tipo de sutura * Expertise</b>	0.280	0.014

Foi utilizada análise de variância para medidas repetidas com o tipo de sutura e a expertise (residente/cirurgião) como fatores.

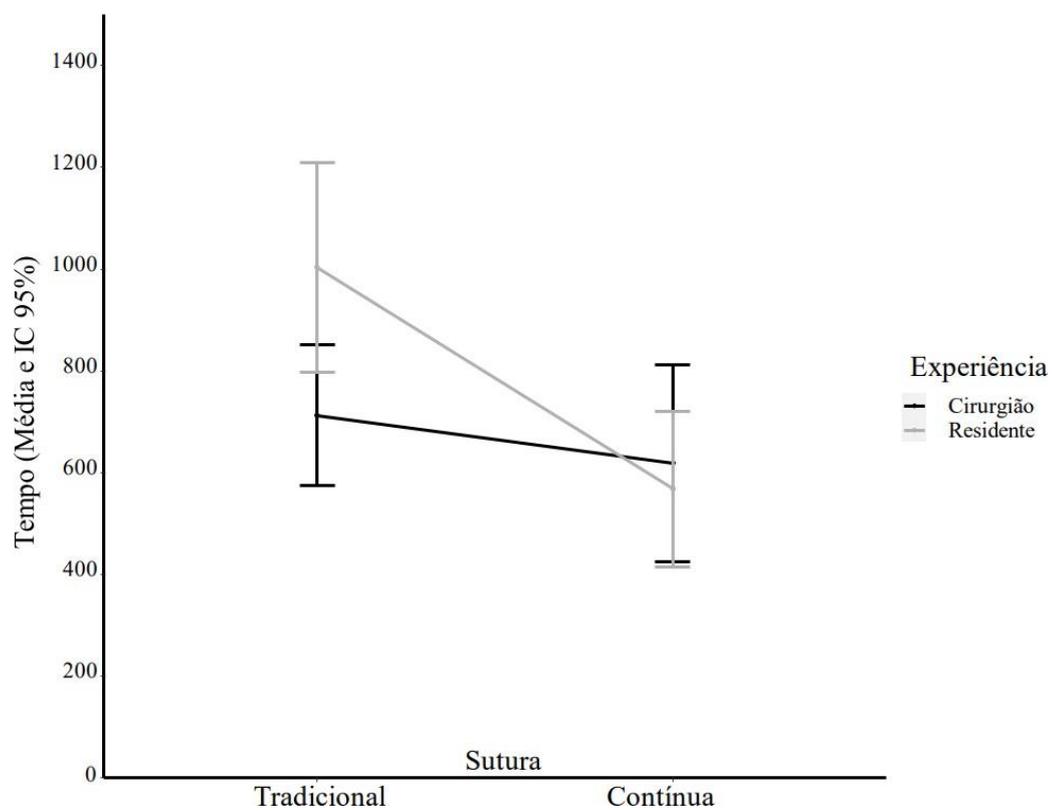
**Tabela 6 - Análises secundárias – Impressões pessoais dos participantes**

Quão similar ao joelho humano avaliou ser o porcino?				
<b>Idêntico</b>	3 (14.29%)	0 (0.00%)	3 (30.00%)	N/A
<b>Muito similar</b>	15 (71.43%)	9 (81.82%)	6 (60.00%)	N/A
<b>Moderadamente similar</b>	3 (14.29%)	2 (18.18%)	1 (10.00%)	N/A
<b>Não é similar</b>	0 (0.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	N/A
<b>Você tinha conhecimento prévio sobre a sutura contínua?</b>	11 (52.38%)	7 (63.64%)	4 (40.00%)	N/A
O quão difícil avaliou ser o aprendizado da sutura contínua?				
<b>Muito difícil</b>	0 (0.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	N/A
<b>Moderadamente difícil</b>	2 (9.52%)	0 (0.00%)	2 (20.00%)	N/A
<b>Pouco difícil</b>	13 (61.90%)	7 (63.64%)	6 (60.00%)	N/A
<b>Não houve dificuldade</b>	6 (28.57%)	4 (36.36%)	2 (20.00%)	N/A
Qual técnica achou mais fácil?				
<b>Sutura <i>inside-out</i> tradicional</b>	2 (9.52%)	1 (9.09%)	1 (10.00%)	N/A
<b>Sutura contínua</b>	19 (90.48%)	10 (90.91%)	9 (90.00%)	N/A
Estabilidade				
<b>Sutura tradicional (estável)</b>	18 (85.71%)	11 (100.00%)	7 (70.00%)	N/A
<b>Sutura contínua (estável)</b>	21 (100.00%)	11 (100.00%)	10 (100.00%)	N/A
Ordem				
<b>C → T</b>	15 (71.43%)	7 (63.64%)	8 (80.00%)	N/A
<b>T → C</b>	6 (28.57%)	4 (36.36%)	2 (20.00%)	N/A

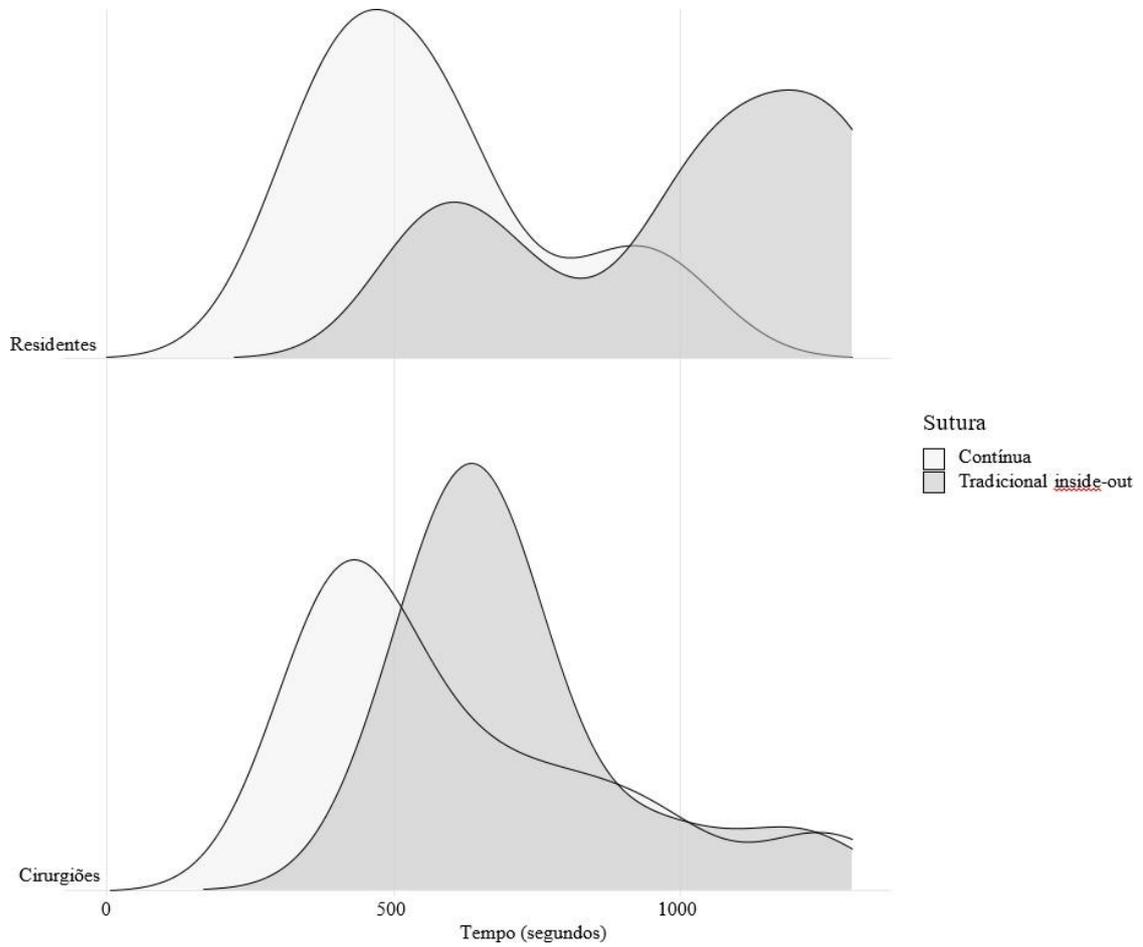
Dados exibidos como N (%) para dados discretos, mediana (IIQ) para variáveis contínuas sem distribuição normal e média  $\pm$  desvio-padrão para variáveis contínuas com distribuição normal. O teste de Mann-Whitney foi usado para comparar os tempos entre os grupos.

**C:** Contínua; **T:** Tradicional; **N/A:** Não aplicável, análise meramente descritiva.

**Figura 23** - Representação gráfica do tempo médio de execução das técnicas entre cirurgiões e residentes (sutura tradicional x sutura contínua)



**Figura 24** - Representação gráfica do tempo médio de execução das técnicas por grupo estudado



## *5. Discussão*

---

O achado mais importante do estudo biomecânico foi não haver diferença significativa no deslocamento da lesão, na rigidez do sistema e carga máxima até a falha ao se comparar a técnica de sutura meniscal vertical *inside-out* contínua com a de sutura meniscal vertical *inside-out* tradicional, demonstrando que a sutura meniscal vertical contínua é biomecanicamente similar à sutura meniscal considerada o padrão ouro para lesões meniscais longitudinais (MARIGI et al., 2022). Este resultado estimulou a avaliar também o tempo utilizado para realização das duas técnicas.

No estudo do treinamento comparativo entre a sutura vertical *inside-out* contínua *versus* a sutura vertical *inside-out* tradicional no mesmo tipo de lesões, observou-se que a sutura contínua foi finalizada em menor tempo, comparada à sutura tradicional. Outro achado que chamou a atenção foi que o grupo de médicos residentes realizaram a sutura contínua em tempo similar ao grupo de cirurgiões experientes, mostrando que a sutura contínua é potencialmente mais fácil de ser reproduzida e realizada; evidenciando interessantes qualidades desta técnica cirúrgica para abordagem de lesões meniscais longitudinais.

A avaliação de habilidades artroscópicas sofreu algumas limitações em sua aferição, pois a aptidão técnica é particular de cada indivíduo, sendo este um dado qualitativo. Já o tempo, elemento utilizado para mensuração no estudo do treinamento, trata-se de um dado quantitativo, o que permitiu avaliação mais efetiva da eficácia da técnica.

Volpin, Khan e Haddad (2016) demonstraram que a cada minuto de utilização da sala de cirurgia no Reino Unido são gastos, em média, 16 libras e nos Estados Unidos, 51 dólares. A técnica de sutura meniscal contínua, comparada à tradicional permite redução média de quatro minutos para uma lesão de 2 cm, na qual foram confeccionados quatro pontos no procedimento, o que poderia resultar em economia de 64 libras e 204 dólares, respectivamente. A sutura contínua, além de outros benefícios, pode representar redução considerável no custo final do procedimento cirúrgico.

Durante o treinamento, houve maior divergência no tempo entre residentes e especialistas, sendo o tempo médio utilizado pelos especialistas de 11:01', menor que o realizado pelos residentes (17:58'). Já no manejo da técnica de sutura

meniscal contínua, houve menor disparidade de tempo médio entre especialistas e residentes, sendo que os primeiros realizaram o procedimento em 08:24', e os residentes em 08:46'. Assim, pode-se inferir indiretamente que o aprendizado na execução da sutura contínua foi mais rápido do que na sutura tradicional.

Recentemente, foram realizados estudos com descrições de diferentes técnicas de sutura meniscal contínua do joelho (ROCHA DE FARIA et al., 2020a,b,c; 2021a). Para se realizarem estas técnicas é necessária a utilização do dispositivo Meniscus 4ALL, desenvolvido em conjunto com a empresa Síntegra Surgical Sciences, Pompéia - SP, Brasil. Tal dispositivo possui várias vantagens, como sua rigidez, opção de extremidade reta ou curva, facilita a sutura em diversas direções com controle de saída da ponta da agulha no local desejado, por exemplo; Além de ser resistente, podendo ser utilizado em cirurgias com várias suturas meniscais, com chances pequenas de quebra e, conseqüentemente, reduzindo o custo do procedimento cirúrgico. Também permite que sejam confeccionados vários pontos de forma rápida e contínua, facilitando a realização da técnica cirúrgica em tempo reduzido.

Nas lesões meniscais em alça de balde, a técnica de sutura contínua surge como alternativa facilitadora do procedimento, de forma a diminuir a complexidade da técnica cirúrgica. Já na lesão radial, o cirurgião usufrui dos benefícios da técnica de sutura contínua, podendo obter resultados promissores, com a redução das margens da lesão radial, permitindo que as bordas da lesão fiquem alinhadas; pois ao utilizar as suturas oblíquas e horizontais associadas, as bordas se alinham e, conseqüentemente, aumentam as chances de cicatrização da lesão.

Samuelson et al. (2018), em seu estudo sobre resultados comparativos da técnica *all-inside versus inside-out* no reparo meniscal das lesões em alça de balde, avaliaram 40 pacientes com rotura meniscal com esta morfologia, igualmente distribuídos entre as duas técnicas de reparo. Os autores concluíram que os resultados clínicos satisfatórios são alcançáveis no acompanhamento tanto a curto, quanto a médio prazo, em ambas as técnicas.

Johnson e Weiss (2012) relataram que os reparos pelo método *inside-out* têm taxa de sucesso maior que 90%, com complicações mínimas quando realizados de

maneira adequada, pois proporcionam um método de redução anatômica estável e estimulam a circulação, sendo estes, fatores que contribuem para a cicatrização.

Os joelhos porcinos são uma boa alternativa para o ensino e treinamento de técnicas cirúrgicas artroscópicas por possuírem uma estrutura anatômica próxima do joelho humano (KIM, H. -J; KIM, G -H; KYUNG, 2017).

Wang et al. (2021) realizaram um estudo sobre artroscopia diagnóstica em joelho porcino, concluindo que este é um modelo animal ideal para avaliar as condições e terapias do joelho devido às seguintes características: espessura de cartilagem suficiente (2-3 mm); biomecânica de carga conjunta que simula melhor a condição humana adulta, em comparação com outros animais de grande porte; e viabilidade de realização da artroscopia na articulação do joelho.

Diversos estudos avaliaram a resistência, falha e rigidez de diferentes configurações meniscais (BARBER; HERBERT; RICHARDS, 2004; CHANG et al., 2005; HAPA et al., 2013; NAQUI et al., 2006; YAMAKAWA et al., 2021). A Tabela 7 mostra os principais estudos que realizaram tais avaliações biomecânicas.

**Tabela 7 - Resultados de estudos biomecânicos similares**

	Melhor grupo considerado pelo autor	Configuração do reparo	Fio de sutura	Número de suturas testado	Distanciamento entre as bordas meniscais (mm)	Carga Máxima para Falha (N)	Rigidez (N/mm)	Principal modo de falha
Yamakama et al. (2021)	Grupo A (inside-out) Menisco x Menisco	Vertical	Polyester 2-0	1	0,68 ± 0,26	59,1 ± 13,6		Falha do nó
Iuchi et al. (2017)	Grupo 3 (inside-out) Menisco x Menisco	Vertical (Face femoral e tibial do menisco)	Polyester 2-0 Trançado	2	0,41 ± 0,15	104,6 ± 12,5	79,0 ± 48,0	Quebra da sutura
Hapa et al. (2013)	Grupo 4 (inside-out) Menisco x Menisco	Horizontal	UHMWPE 2	1	2,9 ± 1,1	186 ± 28,8	11,4 ± 3,0	Corte do menisco pela sutura
Naqui et al. (2006)	Grupo Vertical PDS (inside-out) Menisco x Menisco	Vertical	PDS 1	1	25,8 (24,1 - 28,4)	103 (78,1 - 119,6)	4 (3,18 - 4,28)	Quebra do dispositivo
Bachmaier et al.	Grupo Ancora de tecido (All-inside) Menisco x Menisco	Vertical	UHMWPE 2-0	1	0,75 ± 0,37	146,8 ± 23,4	16,7 ± 0,80	Corte do menisco pela sutura

A Tabela 7 demonstrou os diferentes resultados de estudos biomecânicos similares aos deste estudo. Um deles, publicado em 2017 pelo grupo de pesquisa coordenado pelo Dr. Ken Nakata, do Japão, propôs um novo modelo anatômico utilizando joelhos porcinos para avaliar biomecanicamente o comportamento de lesões meniscais (IUCHI et al., 2017). Os autores mantinham o menisco lesionado ainda aderido à capsula articular, realizavam diferentes tipos de sutura meniscal e então executavam testes biomecânicos com tração neste menisco, que permaneceu fixado na cápsula articular durante toda avaliação. Desta forma, os autores defendem que a análise biomecânica se aproxima melhor da movimentação real das lesões meniscais. Recentemente, o mesmo grupo realizou uma pesquisa avaliando três diferentes localizações da inserção proximal da sutura vertical *inside-out* tradicional, utilizando o modelo biomecânico supracitado. Os autores encontraram vantagens biomecânicas quando o fio proximal de sutura meniscal passa pelo menisco, comparando ao fio posicionado na cápsula articular. A principal vantagem observada foi a menor distância entre as bordas meniscais, após realização do teste de carga cíclico (YAMAKAWA et al., 2021). No presente estudo, realizou-se a sutura meniscal com o menisco ainda inserido na cápsula articular e sempre com o fio proximal da lesão passando pelo menisco nos dois grupos avaliados, que segundo o estudo de Yamakawa é a conformação biomecanicamente mais indicada para sutura vertical. No entanto, no momento do teste biomecânico, ressecou-se o menisco da tibia e cápsula articular, testando o ponto e a resistência meniscal tracionados por *tapes* largos (0,4x3,5mm).

Hapa et al. (2013) avaliaram 54 meniscos mediais bovinos, divididos em seis diferentes grupos. Cada grupo possuía um tipo de fio de sutura diferente. Os autores realizaram uma sutura horizontal em uma lesão de 2 cm de comprimento e fizeram testes biomecânicos similares aos deste estudo. Observaram que os fios compostos de polietileno de ultra peso molecular, ou fios que possuíam esse mesmo material combinado ao polidioxona, foram os mais resistentes à falha e com maior rigidez, sem diferença entre esses dois grupos.

Venjakob et al. (2019) avaliaram, histologicamente, o grau de lesões condrais causadas por diferentes tipos de fio de sutura meniscal (Ultrabraid - Smith & Nephew; FiberWire - Arthrex; PDS - Ethicon). Os autores utilizaram modelo porcino,

---

posicionaram cilindros osteocondrais (Oats, Arthrex) fixados a um aparelho de teste de fricção. Tais cilindros eram friccionados sobre o menisco lateral suturado com os diferentes tipos de fio de sutura meniscal. Também utilizaram um grupo controle no qual o menisco não possuía lesões e um quinto grupo em que o *plug* osteocondral foi friccionado contra o platô tibial sem menisco, simulando uma meniscectomia total. Os autores encontraram lesões condrais nos três grupos que utilizaram fios de sutura meniscal, no entanto o grupo que obteve as lesões condrais menos graves foi o que utilizou o fio PDS (Polidioxanona), sugerindo que esse achado foi devido ao fio de PDS ser monofilamentar. No presente estudo biomecânico, optou-se por utilizar um *tape* de menor espessura devido ao formato do mesmo ser “achatado” e não cilíndrico. Acredita-se, que desta forma, pode-se diminuir a profundidade de possíveis lesões condrais associadas aos tipos de materiais de sutura meniscal utilizados.

Diferentes pesquisas biomecânicas compararam a sutura *all-inside versus inside-out*, sendo encontrados resultados similares quanto ao deslocamento da lesão após testes cíclicos (BARBER et al., 2009; ROSSO et al., 2011). No entanto, Luchi et al. (2017) apresentaram resultados inferiores no grupo *all-inside* ao analisarem o mesmo parâmetro biomecânico, observando que a sutura vertical *inside-out* foi superior à *all-inside* neste quesito. Os mesmos autores também notaram que o número de suturas verticais influencia diretamente nos parâmetros biomecânicos testados, encorajando a realização de número maior de suturas para tratar lesões meniscais verticais. Neste estudo, foram confeccionados quatro pontos em cada grupo para o tratamento de lesões longitudinais verticais padronizadas em 2 cm de comprimento. Não foi encontrado na literatura outro estudo que tenha avaliado em ensaio biomecânico similar, com estes números de suturas meniscais em lesões longitudinais do menisco.

Naqui et al. (2006) também realizaram análise entre sutura *all-inside versus inside-out*. Diferentes dispositivos de sutura meniscal foram comparados em testes biomecânicos com meniscos bovinos. Cinquenta meniscos mediais foram seccionados formando uma lesão vertical de 2 cm de comprimento no corpo do menisco meniscal. Cinco grupos foram avaliados, cada grupo era submetido a um dispositivo de sutura meniscal específico, sendo três grupos com dispositivos *all*

---

*inside* (RapidLock - grupo I; Mitek meniscal repair - grupo II; Clearfix screw - grupo III) e dois grupos com sutura *inside-out* tradicional (Sutura vertical simples Ti-cron - grupo IV; Sutura vertical mattress PDS - grupo V). O grupo no qual foi realizada a sutura vertical tradicional com o fio PDS apresentou os melhores resultados, sendo considerado superior a falha mecânica, quando comparados aos diversos dispositivos *all-inside* testados e ao dispositivo que utilizou o Ti-cron. No presente estudo, comparou-se a mesma sutura tradicional *versus* a sutura contínua, podendo então extrapolar os resultados e dizer que, de forma indireta, provavelmente a sutura contínua é também superior à suturas *all-inside* testadas nos estudos de Luchi et al. (2017) e de Naqui et al. (2006).

Recentemente, Matthews et al. (2020) realizaram um estudo comparando nove diferentes tipos de materiais para sutura meniscal. Dentre eles, fios de alta resistência e *tapes* de sutura. Foram utilizados meniscos porcinos, sendo confeccionado somente um ponto no menisco. Para passagem do material de sutura, a mesma agulha foi utilizada em todos os espécimes. Foram testados os seguintes materiais de sutura: Ultrabraid\*, Ultratape\*, Magnum Wire\*, TigerWire\*, TigerTape\*, LabralTape\*, Orthocord\*, 0 FiberWire\*, 2-0 FiberWire\*. Os autores testaram alongamento, máxima carga para falha, rigidez e o modo de falha dos diferentes tipos de fios e *tapes*, observando que não houve diferença no alongamento dos diferentes materiais, no entanto houve sim tendência dos *tapes* serem mais resistentes à falha máxima, e também mais rígidos.

Estudos recentes demonstraram que maior número de suturas meniscais está associado a menor taxa de reoperação por falha de cicatrização meniscal (SCHLECHTER; NGUYEN; FLETCHER, 2019; SONG et al., 2021). Segundo Schleschter, Nguyen e Fletcher (2019), houve maior número de falhas com suturas realizadas pela técnica *all-inside*, no entanto sem diferença estatística. No mesmo estudo, o número médio de suturas no grupo de pacientes que não falhou foi de aproximadamente três suturas e naquele que houve falha do reparo foi de aproximadamente 1,79. Para a presente amostra, optou-se pela avaliação de quatro suturas nos dois grupos por simular de forma similar a realidade do tratamento de lesões longitudinais verticais e, com isso, obter resultado mais compatível com a

---

realidade dos pacientes submetidos ao reparo meniscal com técnicas *inside-out* em lesões longitudinais.

Laprade et al. (2015) e Massey et al. (2019) realizaram testes biomecânicos de lesões radiais meniscais em cadáveres humanos, observando que para este tipo específico de lesão a sutura associada à ancoragem óssea, obtida por meio do transporte dos fios de sutura para túneis ósseos criados, conseguiram melhor resultado biomecânico. Acredita-se que estudos em cadáveres humanos são, de fato, importantes, no entanto entende-se que nos testes biomecânicos pesquisados, em que se avaliou a rigidez à falha da configuração da sutura, comparando duas técnicas, muito provavelmente os resultados obtidos no tecido porcino foram similares ao tecido humano.

O presente estudo de treinamento da sutura meniscal, apresentou várias limitações durante a aplicação das técnicas, como a utilização de modelo porcino ao invés de cadáver humano; o uso de um fio de sutura diferente daquele utilizado em cirurgias convencionais, sendo este um fio 100% algodão, resistente; a necessidade de um laboratório equipado e disponibilidade dos membros dos grupos A e B para treinamento no mesmo dia do estudo; a diferença de habilidade e experiência entre os integrantes dos grupos, compostos por residentes de ortopedia e traumatologia e cirurgiões de joelho.

Vale reiterar que existem diferenças sutis na histologia, textura e bioconfiguração dos meniscos porcinos comparados aos humanos, contudo eles se assemelham na sua macro morfologia, e diversos autores já validaram estes testes em diferentes modelos animais (BARBER; HERBERT; RICHARDS, 2004; CHANG et al., 2005; HAPA et al., 2013; NAQUI et al., 2006; YAMAKAWA et al., 2021).

Outra limitação foi o número de suturas utilizadas, a literatura ainda não é clara quanto ao número de suturas necessárias para tratar determinados tipos de lesão. Neste estudo, optou-se pela utilização de quatro suturas nos dois grupos avaliados em uma lesão de 2 cm de comprimento. No entanto, somente foi realizada sutura na face proximal do menisco. Ainda, outra limitação seria o tipo de carga testada, a radial, que não é a mesma encontrada durante as atividades comuns do dia-a-dia. A literatura médica ainda não conseguiu definir quais são, exatamente, os tipos de forças exercidas no tecido meniscal. Acredita-se que o próximo passo para

a avaliação da técnica de sutura meniscal contínua será realizar estudos clínicos randomizados com maior nível de cegamento possível, maior número amostral e de avaliadores.

## *6. Conclusões*

---

Após análise dos resultados, concluiu-se que a técnica de sutura contínua foi realizada em menor tempo comparada à sutura tradicional. Os resultados deste estudo também corroboram que a sutura contínua possivelmente apresentará menor curva de aprendizado, vide tempo similar utilizado entre cirurgiões de joelho e médicos residentes participantes do estudo.

Concluiu-se, ainda, que a sutura meniscal vertical contínua cria uma configuração benéfica para o tratamento de lesões meniscais longitudinais, apresentando características biomecânicas similares à técnica padrão ouro da literatura médica atual. Considera-se esta técnica cirúrgica uma possível boa opção de tratamento cirúrgico a ser utilizada para o reparo meniscal de lesões verticais no menisco medial, a ser confirmada em futuros estudos clínicos.

## *7. Referências Bibliográficas<sup>1</sup>*

---

---

<sup>1</sup>Elaboradas de acordo com as Diretrizes para Apresentação de Dissertações e Teses da USP: Documento Eletrônico e Impresso - Parte I (ABNT) 4ª ed. São Paulo: SIBi/USP, 2020.

ABDELKAFY, A. *et al.* Two to nineteen years follow-up of arthroscopic meniscal repair using the outside-in technique: a retrospective study. **Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery**, v. 127, n. 4, p. 245-252, maio 2007.

AHN, J. H. *et al.* Arthroscopic repair of bucket-handle tears of the lateral meniscus. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 23, n. 1, p. 205-210, jan. 2015.

ALBERTONI, L. J. B. *et al.* Sutura do menisco pela técnica all-inside com o dispositivo Fast-Fix. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 48, n. 5, p. 448-54, 2013.

ANDERSON, A. F. The Isakos classification of meniscal tears. **Current Concepts**, p. 10-13, 2010.

BACHMAIER, S. *et al.* Primary fixation and cyclic performance of single-stitch all-inside and inside-out meniscal devices for repairing vertical longitudinal meniscal tears. **American Journal of Sports Medicine**, v. 50, n. 10, p. 2705-2713, ag. 2022.

BAKOWSKI, P. *et al.* Meniscectomy is still a frequent orthopedic procedure: a pending need for education on the meniscus treatment possibilities. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 30, n. 4, p. 1430-1435, abr. 2022.

BANSAL, S. *et al.* Meniscal repair: The current state and recent advances in augmentation. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 39, n. 7, p. 1368-1382, jul. 2021.

BARBER, F. A.; HERBERT, M. A.; RICHARDS, D. P. Load to failure testing of new meniscal repair devices. **Arthroscopy**, v. 20, n. 1, p. 45-50, jan. 2004.

BARBER, F. A. *et al.* FasT-Fix Meniscal Repair: Mid-term Results. **Arthroscopy**, v. 24, n. 12, p. 1342-1348, dez. 2008.

BARBER, F. A. *et al.* Biomechanical testing of new meniscal repair techniques containing ultra high-molecular weight polyethylene suture. **Arthroscopy**, v. 25, n. 9, p. 959-967, set. 2009.

BEAUFILS, P. *et al.* Surgical management of degenerative meniscus lesions: the 2016 ESSKA meniscus consensus. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 25, n. 2, p. 335-346, fev. 2017.

BHATIA, S. *et al.* Meniscal root tears: Significance, diagnosis, and treatment. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 42, n. 12, p. 3016-3030, dez. 2014.

BHATIA, S. *et al.* A novel repair method for radial tears of the medial meniscus: biomechanical comparison of transtibial 2-tunnel and double horizontal mattress suture techniques under cyclic loading. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 44, n. 3, p. 639-645, mar. 2016.

BISSON, L. J. *et al.* Influence of suture material on the biomechanical behavior of suture-tendon specimens: a controlled study in bovine rotator cuff. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 5, p. 907-912, maio 2008.

BISSON, L. J.; MANOHAR, L. M. A Biomechanical comparison of the pullout strength of n° 2 fiberwire suture and 2-mm fiberwire tape in bovine rotator cuff tendons. **Arthroscopy**, v. 26, n. 11, p. 1463-1468, nov. 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. **TabNet Win32 3.0: Procedimentos hospitalares do SUS - por local de internação - Brasil**. 2022. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/qiuf.def>>. Acesso em: 27 set. 2022.

BUCKLEY, P. S. *et al.* Biomechanical comparison of 3 novel repair techniques for radial tears of the medial meniscus: The 2-tunnel transtibial technique, a “hybrid” horizontal and vertical mattress suture configuration, and a combined “hybrid tunnel” technique. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 47, n. 3, p. 651-658, mar. 2019.

CHAHLA, J. *et al.* Inside-out meniscal repair: medial and lateral approach. **Arthroscopy Techniques**, v. 5, n. 1, p. e163-e168, fev. 2016.

CHAHLA, J. *et al.* Outside-in meniscal repair: Technique and Outcomes. In: LAPRADE, R. F. *et al.* (Eds.). **The Menisci**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2017. p. 129-135.

CHAHLA, J. *et al.* Meniscectomy and resultant articular cartilage lesions of the Knee among prospective national football league players: an imaging and performance analysis. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 46, n. 1, p. 200-207, jan. 2018.

CHANG, H. C. *et al.* Biomechanical evaluation of meniscal repair systems: a comparison of the meniscal viper repair system, the vertical mattress fast-fix device, and vertical mattress ethibond sutures. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 33, n. 12, p. 1846-1852, dez. 2005.

CHIANG, C.-W. *et al.* Clinical results of all-inside meniscal repair using the fast-fix meniscal repair system. **Chang Gung Medical Journal**, v. 34, n. 3, p. 298-305, 2011.

CHUNG, K. S. *et al.* National Trends of Meniscectomy and Meniscus Repair in Korea. **Journal of Korean Medical Science**, v. 34, n. 32, p. e206, 2019.

CICUTTINI, F. M. *et al.* Rate of knee cartilage loss after partial meniscectomy. **The Journal of Rheumatology**, v. 29, n. 9, p. 1954-1956, 2002.

COSTA, L. A. *et al.* Analysis of 500 anterior cruciate ligament reconstructions from a private institutional register. **PloS One**, v. 13, n. 1, p. e0191414, 2018.

DAVE, L. Y. H.; CABORN, D. N. M. Outside-in meniscus repair: the last 25 years. **Sports Medicine and Arthroscopy Review**, v. 20, n. 2, p. 77-85, jun. 2012.

FITHIAN, D.; KELLY, M.; MOW, V. Material properties and structure-function relationships in the menisci. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n. 252, p. 19-31, 1 mar. 1990.

GHADIALLY, F. N.; LALONDE, J. M.; WEDGE, J. H. Ultrastructure of normal and torn menisci of the human knee joint. **Journal of Anatomy**, v. 136, n. Pt 4, p. 773-791, jun. 1983.

GUPTA, M. *et al.* Morphology of intra-articular structures and histology of menisci of knee joint. **International Journal of Applied and Basic Medical Research**, v. 8, n. 2, p. 96-99, 2018.

HAPA, O. *et al.* The influence of suture material on the strength of horizontal mattress suture configuration for meniscus repair. **The Knee**, v. 20, n. 6, p. 577-580, dez. 2013.

HEDE, A. *et al.* Epidemiology of meniscal lesions in the knee. 1,215 open operations in Copenhagen 1982-84. **Acta Orthopaedica Scandinavica**, v. 61, n. 5, p. 435-437, out. 1990.

HERWIG, J.; EGNER, E.; BUDDECKE, E. Chemical changes of human knee joint menisci in various stages of degeneration. **Annals of the Rheumatic Diseases**, v. 43, n. 4, p. 635-640, ago. 1984.

IHN, J. C.; KIM, S. J.; PARK, I. H. In vitro study of contact area and pressure distribution in the human knee after partial and total meniscectomy. **International Orthopaedics**, v. 17, n. 4, P. 214-218, ago. 1993.

INSEL, A. *et al.* The development of an objective model to assess arthroscopic performance. **The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume**, v. 91, n. 9, p. 2287-2295, set. 2009.

IUCHI, R. *et al.* Biomechanical testing of transcapsular meniscal repair. **Journal of Experimental Orthopaedics**, v. 4, n. 1, p. 2, dez. 2017.

JACQUET, C. *et al.* Analysis of the trends in arthroscopic meniscectomy and meniscus repair procedures in France from 2005 to 2017. **Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research**, v. 105, n. 4, p. 677-682, jun. 2019.

JOHNSON, D.; WEISS, B. Meniscal repair using the inside-out suture technique. **Sports Medicine and Arthroscopy Review**, v. 20, n. 2, p. 68-76, 2012.

KATANO, H. *et al.* Trends in isolated meniscus repair and meniscectomy in Japan, 2011-2016. **Journal of Orthopaedic Science**, v. 23, n. 4, p. 676-681, jul. 2018.

KIM, H.-J.; KIM, D.-H.; KYUNG, H.-S. Evaluation of arthroscopic training using a porcine knee model. **Journal of Orthopaedic Surgery (Hong Kong)**, v. 25, n. 1, p. 2309499016684433, jan. 2017.

KOHN, D.; RUPP, S. Allo-arthroplasty of the knee joint. **Orthopade**, v. 28, n. 11, p. 975-995, 28 nov. 1999.

KOPF, S. *et al.* Management of traumatic meniscus tears: the 2019 ESSKA meniscus consensus. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 28, n. 4, p. 1177-1194, abr. 2020.

KOVAC, N.; GRAINGER, N.; HURWORTH, M. Training models for meniscal repairs and small joint arthroscopy. **ANZ journal of surgery**, v. 85, n. 9, p. 649-651, set. 2015.

KRYCH, A. J. *et al.* Arthroscopic repair of isolated meniscal tears in patients 18 years and younger. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 7, p. 1283-1289, jul. 2008.

LAPRADE, C. M. *et al.* Biomechanical evaluation of the transtibial pull-out technique for posterior medial meniscal root repairs using 1 and 2 transtibial bone tunnels. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 43, n. 4, p. 899-904, abr. 2015.

LAPRADE, R. F.; CHAHLA, J. **Evidence-Based Management of Complex Knee Injuries**. Restoring the anatomy to achieve best outcomes. 1st Edition. Elsevier, 2020.

LUTZ, C. *et al.* Meniscectomy versus meniscal repair: 10 years radiological and clinical results in vertical lesions in stable knee. **Orthopaedics & Traumatology, Surgery & Research**, v. 101, n. 8 Suppl, p. S327-331, dez. 2015.

MA, C. B. *et al.* Biomechanical evaluation of arthroscopic rotator cuff stitches. **Journal of Bone and Joint Surgery**, v. 86, n. 6, p. 1211-1216, jun. 2004.

MA, C. B. *et al.* Biomechanical evaluation of arthroscopic rotator cuff repairs: double-row compared with single-row fixation. **The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume**, v. 88, n. 2, p. 403-410, fev. 2006.

MAKRIS, E. A.; HADIDI, P.; ATHANASIOU, K. A. The knee meniscus: Structure–function, pathophysiology, current repair techniques, and prospects for regeneration. **Biomaterials**, v. 32, n. 30, p. 7411-7431, out. 2011.

MAMERI, E. S. *et al.* Review of meniscus anatomy and biomechanics. **Current Reviews in Musculoskeletal Medicine**, v. 15, n. 5, p. 323-335, 10 ago. 2022.

MARIGI, E. M. *et al.* Inside-out approach to meniscus repair: still the gold standard? **Current Reviews in Musculoskeletal Medicine**, v. 15, n. 4, p. 244-251, ago. 2022.

MARTIN, R. K. *et al.* A porcine knee model is valid for use in the evaluation of arthroscopic skills: A pilot study. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, v. 474, n. 4, p. 965-970, abr. 2016.

MASSEY, P. *et al.* The rebar repair for radial meniscus tears: a biomechanical comparison of a reinforced suture repair versus parallel and cross-stitch techniques. **Journal of Experimental Orthopaedics**, v. 6, n. 1, p. 38, 22 ago. 2019.

MATTHEWS, J. R. *et al.* The influence of suture materials on the biomechanical behavior of suture-meniscal specimens: a comparative study in a porcine model. **Knee Surgery & Related Research**, v. 32, n. 1, p. 42, 28 ago. 2020.

McNULTY, A. L.; GUILAK, F. Mechanobiology of the meniscus. **Journal of Biomechanics**, v. 48, n. 8, p. 1469-1478, jun. 2015.

MORDECAI, S. C. *et al.* Treatment of meniscal tears: An evidence based approach. **World Journal of Orthopedics**, v. 5, n. 3, p. 233-241, 18 jul. 2014.

MORGAN, C. D.; CASSCELLS, S. W. Arthroscopic meniscus repair: a safe approach to the posterior horns. **Arthroscopy**, v. 2, n. 1, p. 3-12, 1986.

NAQUI, S. Z. H. *et al.* A biomechanical comparison of the Mitek RapidLoc, Mitek Meniscal repair system, clearfix screws and vertical PDS and Ti-Cron sutures. **The Knee**, v. 13, n. 2, p. 151-157, mar. 2006.

NELSON, C. G.; BONNER, K. F. Inside-out meniscus repair. **Arthroscopy Techniques**, v. 2, n. 4, p. e453-e460, nov. 2013.

PARTAN, M. J.; ITURRIAGA, C. R.; COHN, R. M. Recent trends in concomitant meniscal procedures during anterior cruciate ligament reconstruction. **Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, v. 9, n. 2, p. 232596712098413, 1 fev. 2021.

REZNICK, R. K.; MACRAE, H. Teaching surgical skills--changes in the wind. **The New England Journal of Medicine**, v. 355, n. 25, p. 2664-2669, 21 dez. 2006.

ROCHA DE FARIA, J. L. *et al.* Continuous meniscal suture technique of the knee. **Arthroscopy Techniques**, v. 9, n. 6, p. e791-e796, jun. 2020a.

ROCHA DE FARIA, J. L. *et al.* Vertical continuous meniscal suture technique. **Arthroscopy Techniques**, v. 9, n. 9, p. e1335-e1340, set. 2020b.

ROCHA DE FARIA, J. L. *et al.* Outside-in continuous meniscal suture technique of the knee. **Arthroscopy Techniques**, v. 9, n. 10, p. e1547-e1552, out. 2020c.

ROCHA DE FARIA, J. L. *et al.* Continuous meniscal suture in radial meniscal tear: The Hourglass technique. **Arthroscopy Techniques**, v. 10, n. 7, p. e1763-e1772, jul. 2021a.

ROCHA DE FARIA, J. L. *et al.* How to create an arthroscopy training laboratory using a bovine knee model. **Arthroscopy Techniques**, v. 10, n. 7, p. e1865-e1871, jul. 2021b.

ROSSO, C. *et al.* Comparison of all-inside meniscal repair devices with matched inside-out suture repair. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 12, p. 2634-2639, dez. 2011.

SAMUELSEN, B. T. *et al.* Comparative outcomes of all-inside versus inside-out repair of bucket-handle meniscal tears: A propensity-matched analysis. **Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, v. 6, n. 6, p. 2325967118779045, jun. 2018. eCollection 2018 Jun.

SANTOS, R. A. G. Ciência básica: histologia, embriologia, citologia, vascularização e inervação In: R. DE FARIA, J. L.; GOES, R. A. (Orgs.). **O Menisco**. Da avaliação e lesão ao transplante. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Thieme Revinter, 2018. v.1, p. 17-22.

SCHLECHTER, J. A.; NGUYEN, S. V.; FLETCHER, K. L. Meniscal repairs in the adolescent knee: Can the number of fixation sites improve outcomes? **Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, v. 7, n. 11, p. 2325967119881963, nov. 2019.

SILBERBERG MUIÑO, J. M. *et al.* Outside-in single-lasso loop technique for meniscal repair: Fast, economic, and reproducible. **Arthroscopy Techniques**, v. 7, n. 11, p. e1191-e1196, nov. 2018.

SLADE SHANTZ, J. A. *et al.* The internal validity of arthroscopic simulators and their effectiveness in arthroscopic education. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 22, n. 1, p. 33-40, jan. 2014.

SONG, X. *et al.* The predictive factors that are associated with the number of sutures used during meniscal repair. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 22, n. 1, p. 66, jan. 2021.

SWEIGART, M. A.; ATHANASIOU, K. A. Toward tissue engineering of the knee meniscus. **Tissue Engineering**, v. 7, n. 2, p. 111-129, abr. 2001.

TURMAN, K. A.; DIDUCH, D. R.; MILLER, M. D. All-inside meniscal repair. **Sports Health**, v. 1, n. 5, p. 438-444, set. 2009.

UNALAN, P. C. *et al.* A basic arthroscopy course based on motor skill training. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 18, n. 10, p. 1395-1399, out. 2010.

VENJAKOB, A. J. *et al.* Influence of sutures on cartilage integrity: do meniscus sutures harm cartilage? An experimental animal study. **Arthroscopy**, v. 35, n. 5, p. 1509-1516, maio 2019.

VINT, H.; QUARTLEY, M.; ROBINSON, J. R. All-inside versus inside-out meniscal repair: A systematic review and meta-analysis. **The Knee**, v. 28, p. 326-337, jan. 2021.

VOLPIN, A.; KHAN, O.; HADDAD, F. S. Theater cost is £16/minute so what are you doing just standing there? **The Journal of Arthroplasty**, v. 31, n. 1, p. 22-26, jan. 2016.

WALKER, P. S.; ERKMAN, M. J. The role of the menisci in force transmission across the knee. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n. 109, p. 184-192, 1975.

WANG, D. *et al.* Diagnostic arthroscopy of the minipig stifle (Knee) for translational large animal research. **Arthroscopy Techniques**, v. 10, n. 2, p. e297-e301, 30 jan. 2021.

WEBER, J. *et al.* The role of meniscal repair for prevention of early onset of osteoarthritis. **Journal of Experimental Orthopaedics**, v. 5, n. 1, p. 10, 2 abr. 2018.

YAMAKAWA, S. *et al.* Placement of sutures for inside-out meniscal repair: both sutures through meniscal tissue reduces displacement on cyclical loading. **Journal of Experimental Orthopaedics**, v. 8, n. 1, p. 94, dez. 2021.

YIM, J.-H. *et al.* A Comparative study of meniscectomy and nonoperative treatment for degenerative horizontal tears of the medial meniscus. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 41, n. 7, p. 1565-1570, jul. 2013.

YOKOI, H. *et al.* Novel flat and wide meniscal repair material improves the ultimate load of knot breakage in a porcine trans-capsular meniscal repair model. **Journal of Experimental Orthopaedics**, v. 4, n. 1, p. 41, dez. 2017.

## *8. Anexo*

---

## ANEXO - COMPROVANTE DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA

FACULDADE DE CIÊNCIAS  
MÉDICAS E DA SAÚDE DE  
JUIZ DE



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Treinamento artroscópico de duas diferentes técnicas de sutura meniscal ¿ Um estudo em modelo animal

**Pesquisador:** José Leonardo Rocha de Faria

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 50899621.3.0000.5103

**Instituição Proponente:** SUPREMA-SOCIEDADE UNIVERSITARIA PARA O ENSINO MEDICO

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.980.023

#### Apresentação do Projeto:

Cirurgias por via artroscópica são procedimentos realizados através de pequenas incisões na pele. Por estas incisões uma microcâmera e instrumentais cirúrgicos são inseridos permitindo com que o cirurgião realize procedimentos diagnósticos e corretivos de maneira minimamente invasiva nas articulações desejadas. Este método cirúrgico terapêutico, demanda habilidades, que somente são obtidas com a prática deste tipo de procedimento. Nos últimos anos observamos novas maneiras de treinamento nas quais os médicos residentes são submetidos para aprimorarem o treinamento de procedimentos por artroscopia. O treinamento artroscópico utilizando modelos anatômicos animais já foi consolidado como uma alternativa viável e similar aos modelos de cadáveres humanos. Lesões meniscais também são realizadas por via artroscópica. Diversas novas técnicas cirúrgicas vem sido desenvolvidas visando melhorar o resultado clínico e facilitar a realização da sutura meniscal. A técnica considerada padrão ouro para realização da sutura meniscal é a técnica inside-out tradicional. A técnica de sutura meniscal contínua é uma nova técnica que promete ser mais rápida e fácil de ser realizada O objetivo deste estudo é comparar o tempo gasto para realização da sutura meniscal, avaliando

**Endereço:** Alameda Salvaterra, nº 200, Bloco B, sala 305, 3º andar

**Bairro:** Salvaterra

**CEP:** 36.045-410

**UF:** MG

**Município:** JUIZ DE FORA

**Telefone:** (32)2101-5015

**Fax:** (32)2101-5043

**E-mail:** cep@suprema.edu.br

FACULDADE DE CIÊNCIAS  
MÉDICAS E DA SAÚDE DE  
JUIZ DE



Continuação do Parecer: 4.980.023

duas diferentes técnicas de sutura meniscal inside-out. A sutura meniscal tradicional versus a sutura contínua.

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário:

Comparar o tempo gasto para realização da sutura meniscal, avaliando duas diferentes técnicas de sutura meniscal inside-out. A sutura meniscal tradicional versus a sutura contínua.

Objetivo Secundário:

- Avaliar a viabilidade do treinamento artroscópico em modelos anatômicos animais.
- Comparar habilidades artroscópicas entre diferentes cirurgiões ortopédicos
- Estabelecer treinamento continuado para alunos, médicos residentes e médicos especialistas em técnicas cirúrgicas artroscópicas, utilizando de forma rotineira o laboratório de artroscopia em modelo animal da Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde de Juiz de Fora – Suprema

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os riscos aos participantes são de ocorrerem lesões nos participantes quando os mesmos estiverem manipulando os instrumentos cirúrgicos como bisturi por exemplo.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Sem recomendações. Não foram observados óbices éticos relacionados à presente pesquisa.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Sem recomendações. Não foram observados óbices éticos relacionados à presente pesquisa.

**Recomendações:**

Sem recomendações. Não foram observados óbices éticos relacionados à presente pesquisa.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Comitê de Ética em Pesquisa, CEP, e um colegiado interdisciplinar independente com função pública, que existem em instituições que realizam pesquisas envolvendo seres humanos. No Brasil foi criado para defender os interesses dos indivíduos da pesquisa em sua dignidade e integridade assim como, para contribuir no desenvolvimento de pesquisas dentro das diretrizes éticas e

**Endereço:** Alameda Salvaterra, nº 200, Bloco B, sala 305, 3º andar  
**Bairro:** Salvaterra **CEP:** 36.045-410  
**UF:** MG **Município:** JUIZ DE FORA  
**Telefone:** (32)2101-5015 **Fax:** (32)2101-5043 **E-mail:** cep@suprema.edu.br

FACULDADE DE CIÊNCIAS  
MÉDICAS E DA SAÚDE DE  
JUIZ DE



Continuação do Parecer: 4.980.023

normas e diretrizes regulamentadoras da pesquisa envolvendo seres humanos. A CEUA e a comissão de Ética na utilização de animais, destina-se a fazer a revisão ética científica ou educacional que envolva a utilização de animais vivos não humanos, essencialmente de grupos vertebrados sob responsabilidade da instituição. Seguindo normas e diretrizes nacionais e internacionais para pesquisa e ensino envolvendo tais animais. A resolução normativa nº 18/2012 do conselho nacional de experimentação animal (CONCEA) propõe métodos alternativos ao uso de animais, pelo exposto e por seu projeto em pauta utilizar peças de animais oriundas de estabelecimentos comerciais de venda, mortos, entendemos que a proposta deveria ser **RETIRADA DA PLATAFORMA BRASIL**, por não se tratar de estudo com seres humanos e não sendo necessária a submissão a CEUA, em consonância com parecer expedido pela CONCEA e exposto anteriormente. 6.1.10. Quando cadáveres, partes deles ou amostras biológicas forem usadas em atividades de ensino ou de pesquisa científica os responsáveis pela atividade devem:

- a. Quando o material for obtido de animais incluídos em uma atividade de ensino ou de pesquisa científica - Exigir, previamente ao recebimento da amostra, evidência formal de que a atividade que originou a amostra era autorizada pela CEUA pertinente;
- b. Quando o material não for oriundo de uma atividade de ensino ou de pesquisa científica, por exemplo: i) cadáveres de animais atropelados em rodovias; ii) sobras de amostras biológicas colhidas a bem do tratamento de animais que deles necessitavam; iii) cadáveres ou parte deles oriundos das atividades de matadouros, frigoríficos, abatedouros ou produtores rurais para consumo; iv) cadáveres ou partes deles oriundos de animais mortos por serviços de vigilância sanitária; v) cadáveres ou partes deles obtidos em estabelecimentos comerciais como mercados ou feiras livres ou; vi) sobras de amostras biológicas colhidas pelos serviços de vigilância sanitária - Manter documentação que evidencie a origem do material de forma inequívoca. A evidência poderá ser nota fiscal de compra, recibo, fotografias ou documentos oficiais dos serviços de vigilância, dentre outros aplicáveis.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

a presente proposta deve ser **RETIRADA DA PLATAFORMA BRASIL**, por não se tratar de estudo com seres humanos e não sendo necessária a submissão a CEUA, em consonância com parecer expedido pela CONCEA e exposto anteriormente.

**Endereço:** Alameda Salvaterra, nº 200, Bloco B, sala 305, 3º andar  
**Bairro:** Salvaterra **CEP:** 36.045-410  
**UF:** MG **Município:** JUIZ DE FORA  
**Telefone:** (32)2101-5015 **Fax:** (32)2101-5043 **E-mail:** cep@suprema.edu.br

FACULDADE DE CIÊNCIAS  
MÉDICAS E DA SAÚDE DE  
JUIZ DE



Continuação do Parecer: 4.980.023

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1790382.pdf	18/08/2021 00:31:41		Aceito
Outros	TCUD.pdf	18/08/2021 00:29:50	José Leonardo Rocha de Faria	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	18/08/2021 00:28:50	José Leonardo Rocha de Faria	Aceito
Declaração de Pesquisadores	declaracaodospesquisadores.pdf	18/08/2021 00:28:29	José Leonardo Rocha de Faria	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DECLARACAO_DE_CONCORDANCIA_E_INFRAESTRUTURA.pdf	18/08/2021 00:28:15	José Leonardo Rocha de Faria	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Treinamento_artroscopico_de_duas_diferentes_tecnicas_de_sutura_meniscal_es_tudo_em_modelo_animal.docx	18/08/2021 00:27:32	José Leonardo Rocha de Faria	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO_PARA_PESQUISADOR_A_COM_ETICA.pdf	18/08/2021 00:25:59	José Leonardo Rocha de Faria	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

JUIZ DE FORA, 16 de Setembro de 2021

Assinado por:  
**Soraída Sozzi Miguel**  
(Coordenador(a))

**Endereço:** Alameda Salvaterra, nº 200, Bloco B, sala 305, 3º andar  
**Bairro:** Salvaterra **CEP:** 36.045-410  
**UF:** MG **Município:** JUIZ DE FORA  
**Telefone:** (32)2101-5015 **Fax:** (32)2101-5043 **E-mail:** cep@suprema.edu.br

## *9. Apêndice*

---

## APÊNDICE - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PARTICIPANTES DO ESTUDO DO TREINAMENTO DE SUTURA MENISCAL CONTÍNUA *VERSUS* TRADICIONAL

### Questionário Avaliadores

Respostas baseadas no questionário coletado pelos avaliadores do estudo.

1. Nome completo do participante avaliado

\_\_\_\_\_

2. O participante avaliado é do Grupo A ou do Grupo B?

*Marcar apenas uma oval.*

Grupo A

Grupo B

3. O participante é Residente (A) ou Cirurgião de joelho (B)?

*Marcar apenas uma oval.*

Residente (A) *Pular para a pergunta 4*

Cirurgião de joelho (B) *Pular para a pergunta 8*

Perguntas aos residentes

4. Data esperada da Conclusão da especialização em cirurgia do joelho (informe o dia e o mês aproximadamente, e o ano precisamente).

\_\_\_\_\_  
*Exemplo: 7 de janeiro de 2019*

5. Em qual ano da residência você está?

*Marcar apenas uma oval.*

1º ano

2º ano

3º ano

6. Quantas artroscopias de joelho você já entrou em campo?

*Marcar apenas uma oval.*

<10

10 a 30

30 a 50

>50

7. Você já viu ou entrou em campo em alguma sutura de menisco?

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

#### Perguntas aos cirurgiões de joelho

8. Data da Conclusão da especialização em cirurgia do joelho (informe o dia e o mês aproximadamente, e o ano precisamente).

---

*Exemplo: 7 de janeiro de 2019*

9. Você é membro da Sociedade Brasileira de Cirurgia do Joelho - SBCJ ?

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

10. Você já realiza ou realizou a sutura meniscal inside-out tradicional?

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

11. Qual sua técnica de sutura meniscal mais utilizada?

*Marcar apenas uma oval.*

Outside-in

All-inside

Inside-out

Híbrida (combinação de duas ou mais técnicas descritas acima)

12. Quantas suturas meniscais você realiza por mês?

*Marcar apenas uma oval.*

0 a 2

2 a 4

6 a 8

> 8

Questionário final (todos participantes)

Devem ser respondidas tanto por residentes, quanto por cirurgiões de joelho.

13. Você assistiu aos vídeos enviados antes do dia de hoje?

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

14. Você achou o joelho porcino similar ao joelho humano?

*Marcar apenas uma oval.*

Idêntica

Muito Parecida

Moderadamente parecida

Pouco parecida

15. Você já conhecia a sutura contínua?

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

16. Qual a sua dificuldade em aprender a sutura contínua?

*Marcar apenas uma oval.*

Nenhuma dificuldade

Pouca dificuldade

Moderada dificuldade

Muita dificuldade

17. Qual a técnica realizada no estudo, você julgou mais simples de ser feita?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sutura meniscal contínua  
 Sutura meniscal inside-out tradicional

18. Você optaria por utilizar a sutura contínua para realizar o tratamento de uma lesão meniscal, caso esta técnica esteja disponível?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

19. Você acha que a sutura contínua pode diminuir o tempo cirúrgico?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

20. Qual técnica julgou maior estabilidade ao finalizar os pontos?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sutura contínua  
 Sutura inside-out

Sutura Tradicional

Questionário referente a realização da sutura tradicional.

21. T - N° do joelho
-

22. T - Tempo em minutos (medido a partir do momento do início da sutura) - MM:SS

\_\_\_\_\_

23. T - Dificuldade Técnica

*Marcar apenas uma oval.*

- Alta complexidade de execução  
 Média complexidade de execução  
 Baixa complexidade de execução

24. T - Estabilidade final (após cronômetro finalizado)

*Marcar apenas uma oval.*

- Estável  
 Instável

### Sutura Contínua

Questionário referente a realização da sutura contínua.

25. C - Nº do joelho

\_\_\_\_\_

26. C - Tempo em minutos (medido a partir do momento do início da sutura) - MM:SS

\_\_\_\_\_

27. C - Dificuldade Técnica

*Marcar apenas uma oval.*

- Alta complexidade de execução
- Média complexidade de execução
- Baixa complexidade de execução

28. C - Estabilidade final

*Marcar apenas uma oval.*

- Estável
- Instável

29. Qual sutura você realizou primeiro?

*Marcar apenas uma oval.*

- Tradicional
- Contínua
- Opção 3