

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**Faculdade de Medicina**

**DANIEL SOARES BAUMFELD**

**ARTROSCOPIA DA ARTICULAÇÃO METATARSOFALÂNGICA DOS DEDOS  
MENORES: Anatomia Descritiva e Dissecção Comparativa**

**Belo Horizonte**

**2017**

B347a Baumfeld, Daniel Soares.  
Artroscopia da articulação metatarsofalângica dos dedos menores  
[manuscrito]: anatomia descritiva e dissecação comparativa. / Daniel  
Soares Baumfeld. - - Belo Horizonte: 2017.  
41f.: il.  
Orientador: Marco Antonio Percope de Andrade.  
Área de concentração: Ciências Aplicadas à Cirurgia e à Oftalmologia.  
Tese (doutorado): Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de  
Medicina.

1. Artroscopia. 2. Articulação Metatarsofalângica/cirurgia. 3. Artelhos.  
4. Instabilidade Articular. 5. Dissertações Acadêmicas. I. Andrade, Marco  
Antonio Percope de. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade  
de Medicina. III. Título.

NLM: WE 304

**DANIEL SOARES BAUMFELD**

**ARTROSCOPIA DA ARTICULAÇÃO METATARSOFALÂNGICA DOS DEDOS  
MENORES: Anatomia Descritiva e Dissecção Comparativa**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Cirurgia e à Oftalmologia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do Grau de Doutor em Medicina.

Área de concentração: Cicatrização.

Linha de pesquisa: Fatores intervenientes na cicatrização tecidual.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Percope de Andrade.

**Belo Horizonte**  
**Faculdade de Medicina - UFMG**  
**2017**

## **UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

### **REITORIA**

**Reitor:** Prof. Jaime Arturo Ramirez

**Vice-Reitora:** Prof<sup>a</sup> Sandra Regina Goulart Almeida

**Pró-Reitor de Pós-Graduação:** Prof. Denise Maria Trombert de Oliveira

**Pró-Reitor de Pesquisa:** Prof<sup>a</sup> Adelina Martha dos Reis

### **FACULDADE DE MEDICINA**

**Diretor:** Prof. Dr. Tarcizo Afonso Nunes

**Vice-Diretor:** Prof. Dr. Humberto José Alves

### **CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA FACULDADE DE MEDICINA**

**Coordenador:** Prof. Luiz Armando Cunha de Marco

**Subcoordenadora:** Prof<sup>a</sup> Ana Cristina Cortes

### **DEPARTAMENTO DE CIRURGIA**

**Coordenador:** Prof. Dr. Renato Santiago Gomes

### **DEPARTAMENTO DO APARELHO LOCOMOTOR**

**Coordenador:** Prof. Dr. Professor Ubiratm Brum

### **COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIRURGIA E OFTALMOLOGIA**

Prof. Dr. Tulio Pinho Navarro (**coordenador**)

Prof. Dr. Agnaldo Soares Lima

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Vivian Resende (**subcoordenadora**)

Prof. Dr. Marco Aurelio Lana Peixoto

Prof. Dr. Renato Santiago Gomes

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que participaram e me acompanharam de perto, com carinho e paciência.

Mais uma etapa sendo cumprida, tendo certeza de que o que leva ao êxito é a persistência.

Ao Dr. Marco Antonio Percope, mais uma vez, pela paciência e ensinamentos.

Ao Dr. Caio Nery. Cada pedaço deste manuscrito, assim como todos os outros, tem sua inspiração e dedicação. Agradeço por tê-lo como mestre e amigo. Temos metas a alcançar e vamos conseguir.

Ao Dr. Benjamim Macedo, pela amizade, pelo companheirismo e pelo trabalho em equipe que desenvolvemos.

Aos meus irmãos, Lucas e Tiago, aos meus pais, Luiz e Claudia, somos uma família muito unida.

À minha esposa, Jaiza, pela paciência, Amor e Companheirismo.

As minhas filhas, Lia e Flora, por encantarem minha vida.

## RESUMO

**Introdução:** Os avanços tecnológicos das últimas décadas tornaram possível o acesso a instrumentos cirúrgicos mais delicados e eficientes, resultando em significativo impulso à artroscopia das pequenas articulações das mãos e dos pés. Embora haja crescente interesse acerca desses procedimentos, até o presente momento não há publicações descrevendo a técnica cirúrgica, tampouco os detalhes da anatomia artroscópica regional. **Objetivo:** Avaliar a precisão da artroscopia metatarsofalângica dos dedos menores para identificar as mais importantes estruturas anatômicas normais dessas articulações. **Métodos:** Realizou-se exame artroscópico de 18 articulações metatarsofalângicas de seis pés congelados frescos normais. A segunda, terceira e quarta articulações metatarsofalângicas foram estudadas devido à alta incidência de doenças encontradas nessas articulações. Durante a artroscopia, cada estrutura anatômica identificada foi nomeada e marcada com diferentes suturas coloridas usando agulhas de sutura retas. Após o procedimento artroscópico de identificação e marcação, cada articulação metatarsofalângica foi dissecada e todas as estruturas anatômicas foram claramente identificadas. Com esses dados, foi estabelecida a correlação entre a visualização artroscópica e a visualização direta de uma articulação metatarsofalângica normal. **Resultados:** Considerando as regiões articulares, verificou-se precisão de 91% para a goteira medial, de 98% para a goteira lateral, enquanto a precisão da região central atingiu 100%. A acurácia global para as articulações metatarsofalângicas dos dedos menores foi de 96%. **Conclusão:** A artroscopia das articulações metatarsofalângicas dos raios centrais (II, III e IV) apresenta alta precisão (96,3%) na identificação de estruturas anatômicas normais. **Relevância clínica:** A alta concordância entre a dissecação anatômica e a artroscopia metatarsofalângica nos permitem considerar esse recurso como uma valiosa ferramenta no diagnóstico e tratamento dessas articulações, ampliando o espectro de indicações com esse método.

Palavras-chave: Artroscopia. Articulação metatarsofalângica. Artelhos.

## ABSTRACT

**Introduction:** The technological advances of the last decades have made it possible to access more delicate and efficient surgical instruments, resulting in a significant boost to the arthroscopy of the small joints of the hands and feet. Although there is growing interest in these procedures, there are no publications describing the surgical technique or the details of the regional arthroscopic anatomy. **Objective:** to evaluate the precision of metatarsophalangeal arthroscopy of the small fingers to identify the most important anatomical structures of these joints. **Methods:** An arthroscopic examination of 18 metatarsophalangeal joints of six normal fresh frozen feet was performed. The second, third and fourth metatarsophalangeal joints were studied due to the high incidence of diseases found in these joints. During arthroscopy, each identified anatomical structure was named and marked with different colored sutures using straight suture needles. After the arthroscopic identification and marking procedure, each metatarsophalangeal joint was dissected and all anatomic structures were clearly identified. With these data, the correlation between the arthroscopic visualization and the direct visualization of a normal metatarsophalangeal joint was established. **Results:** Considering the articular regions, there was a precision of 91% for the medial gutter, 98% for the lateral gutter, while the precision of the central region reached 100%. The overall precision for the metatarsophalangeal joints of the small fingers was 96%. **Conclusion:** Arthroscopy of the metatarsophalangeal joints of the central rays (II, III and IV) presents high precision (96.3%) in the identification of normal anatomical structures. **Clinical relevance:** The high concordance between anatomic dissection and metatarsophalangeal arthroscopy allows us to consider this feature as a valuable tool in the diagnosis and treatment of these joints, increasing the range of indications with this method.

**Keywords:** Arthroscopy. Metatarsophalangeal joint. Lesser toes.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Anatomia da articulação metatarsofalângica.....	16
FIGURA 2 - Anatomia artroscópica da placa plantar.....	20
FIGURA 3 - (A) Posicionamento da equipe cirúrgica. (B) O cirurgião está de frente para o dorso do pé e ambos os portais dorsais medial e lateral estão em uso para iniciar o processo.....	23
FIGURA 4 - Portais artroscópicos da segunda, terceira e quarta articulações metatarsofalângicas.....	24
FIGURA 5 - Imagens artroscópicas de uma articulação metatarsofalângica normal. ....	26
FIGURA 6 -.Identificação artroscópica das estruturas anatômicas da segunda metatarsofalângica.....	27
FIGURA 7 - A, B e C: após a identificação artroscópica das estruturas anatômicas intra-articulares, a dissecação macroscópica mostra a precisão do método.....	28

## LISTA DE QUADRO

QUADRO 1 - Equipamentos sugeridos para a realização da artroscopia metatarsofalângica.....	19
--	----

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Precisão por região articular e estrutura anatômica.....	31
TABELA 2 - Precisão por articulação e região anatômica.....	32

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

CA	Colateral acessório
CAAE	Certificado de apresentação para apreciação ética
CP	Colateral próprio
FCMMG	Faculdade de Ciências Médicas de Minas Gerais
mmHg	Milímetro de mercúrio
mm	Milímetros
MTF	Metatarsfalângica
p.p.	Ponto percentual
PP	Placa Plantar
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

## SUMÁRIO<sup>1</sup>

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVO.....	14
3 LITERATURA.....	15
3.1 Anatomia e biomecânica das articulações metatarsofalângicas.....	15
3.2 Artroscopia metatarsofalângicas.....	20
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
4.1 Procedimento artroscópico.....	22
4.2 Dissecção anatômica convencional .....	28
4.3 Determinação do tamanho da amostra e método estatístico.....	29
5 RESULTADOS.....	32
6 DISCUSSÃO.....	34
7 LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	36
8 CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS.....	38
ANEXOS.....	41

---

<sup>1</sup> Este trabalho foi revisado de acordo com as novas regras ortográficas aprovadas pelo Acordo Ortográfico assinado entre os países que integram a Comunidade de Países de Língua Portuguesa (CPLP), em vigor no Brasil desde 2009. E foi formatado de acordo com a ABNT NBR 14724 de 17.04.2015.

## 1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos das últimas décadas tornaram possível o acesso a instrumentos cirúrgicos - ópticos e mecânicos - mais delicados e eficientes, resultando em significativo impulso à artroscopia das articulações das mãos e dos pés. Em virtude disso, o método vem se transformando em ferramenta diagnóstica e terapêutica promissora, fato comprovado pelo aumento significativo das indicações de seu uso mencionadas na literatura especializada<sup>1</sup>.

Estudos recentes apresentam diferentes experiências com a artroscopia das articulações metatarsofalângicas (MTF) dos dedos menores, mas a sua utilização é ainda relativamente limitada<sup>1-4</sup>. A maioria dos trabalhos utiliza técnicas adaptadas de outras articulações, tais como a articulação tibiotársica, a articulação talocalcaneana e a primeira articulação metatarsofalângica<sup>5-9</sup>.

Descrita pela primeira vez por Watanabe<sup>10</sup> em 1972 como uma ferramenta de diagnóstico, a artroscopia para a primeira articulação metatarsofalângica foi inicialmente utilizada para o tratamento de lesões da cartilagem da cabeça do primeiro metatarso. Jaivin e Ferkel, em seu estudo sobre artroscopia das articulações do pé e tornozelo, relataram a taxa de apenas 4% de procedimentos que abordam as articulações metatarsofalângicas dos dedos menores<sup>5</sup>. Em 1996, Maresca, relatou o tratamento artroscópico de um paciente com doença de Freiberg do segundo metatarso<sup>11</sup>. Em 2002, foi realizado o mesmo tratamento para uma infração bilateral de Freiberg do segundo metatarso<sup>12</sup>. Mais tarde, em 2004, pesquisa obteve bons resultados após a excisão artroscópica da base da falange proximal do segundo artelho para o tratamento de paciente em fase final da doença de Freiberg<sup>13</sup>. E em 2006 foi descrita técnica artroscópica para correção da deformidade em garra dos artelhos<sup>8</sup>.

Embora haja crescente interesse acerca desses procedimentos, até o presente momento não há publicações descrevendo a técnica cirúrgica, tampouco os detalhes da anatomia artroscópica regional, tão importantes para a eficiência e segurança do procedimento. O conhecimento da anatomia cirúrgica local é essencial para o desenvolvimento de métodos de abordagem cirúrgica (aberta ou endoscópica).

Da mesma forma, é imperativo desenvolver uma sequência lógica e segura do procedimento, descrevendo as vias de acesso, a sistemática de avaliação anatômica local e o gestual cirúrgico de modo a garantir a reprodutibilidade e segurança do método

## **2 OBJETIVO**

Avaliar a precisão da artroscopia metatarsofalângica dos dedos menores em identificar as mais importantes estruturas anatômicas normais dessas articulações.

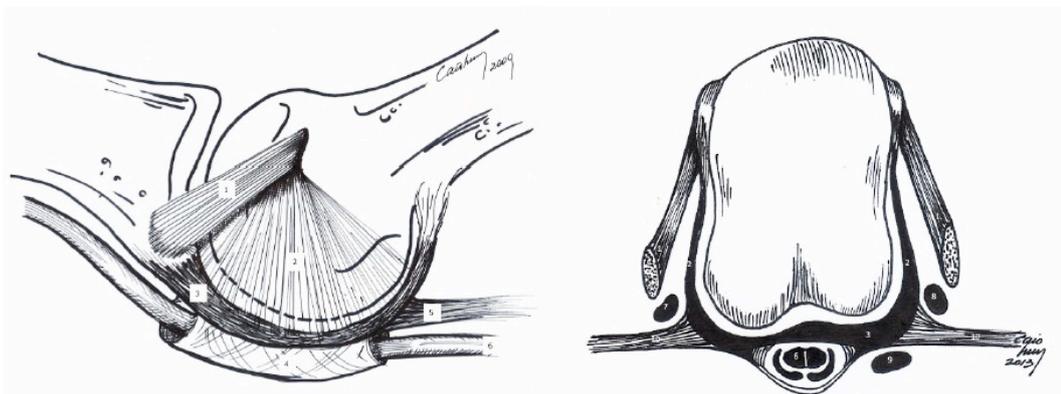
### 3 LITERATURA

Ao longo dos séculos, os seres humanos mostraram um insaciável desejo de olhar para as cavidades do corpo. No entanto, cavidades "fechadas" apresentavam um problema específico: a necessidade de introduzir luz para permitir a visualização<sup>14</sup>. Burman foi o primeiro a realizar a artroscopia em uma articulação considerada pequena - o tornozelo - e devido à incapacidade de finalizar o procedimento de forma satisfatória ele definiu que a artroscopia das pequenas articulações não era factível devido ao estreito espaço para introdução dos instrumentos<sup>14</sup>. A técnica evoluiu rapidamente durante décadas, mas foi com Watanabe, em 1972, que a artroscopia melhorou significativamente. Ele foi o responsável pelo aprimoramento das óticas de grandes articulações e pelo desenvolvimento de óticas de pequenas articulação. Ele foi o primeiro autor a publicar uma série de 28 artroscopias de tornozelo e também a definir que a utilização de cadáveres e um conhecimento profundo da anatomia seriam essenciais para a demonstração da técnica e para melhorar a curva de aprendizado em artroscopia<sup>10,14</sup>.

#### 3.1 Anatomia e biomecânica das articulações metatarsofalângicas

As articulações MTF dos dedos menores são estabilizadas pela combinação de estruturas que conferem resistência estática, fornecida pela placa plantar (PP) e ligamentos colaterais, e resistência dinâmica, promovida pelos músculos flexores intrínsecos do pé<sup>15,16</sup>. A grande força estabilizadora, entretanto, é fornecida pela placa plantar<sup>17-19</sup> (FIG. 1).

FIGURA 1 - Anatomia da articulação metatarsofalângica



(1) ligamento colateral próprio; (2) ligamento colateral acessório; (3) placa plantar; (4) bainha tendões flexores; (5) inserção da fascia plantar na placa plantar; (6) tendões flexores; (7) tendão interósseo dorsal; (8) tendão interósseo plantar; (9) tendão lumbrical; e (10) ligamento intermetatarsal transverso profundo.

Fonte: Cessão Dr Caio Nery.

Os estudos anatômicos da placa plantar foram intensificados por Johnston (1994)<sup>18</sup> e Deland (1995)<sup>20</sup>. Estes autores descreveram a placa plantar como uma estrutura com formato retangular, constituída por fibras orientadas nos sentidos longitudinal e transversal, conferindo mais resistência às forças de cisalhamento. Proximalmente, sua inserção é frágil e sinovial, junto ao colo do metatarso; distalmente, sua inserção é espessa e muito resistente, na borda inferior da base da falange proximal<sup>21</sup>. Sua espessura varia de 2 a 5 mm, o comprimento de 16 a 23 mm e a largura de 8 a 13 mm. Suas bordas são mais espessas do que a região central, em que se apoia a cabeça metatársica<sup>22</sup>. Ela serve também como um sítio de inserção para várias estruturas importantes, incluindo as fibras distais da fáscia plantar, ligamentos colaterais, tendões interósseos, ligamento metatarsal transversal e a bainha fibrosa dos tendões flexores<sup>23</sup>.

A PP possui colágeno tipo I em 75% da sua composição e colágeno tipo 2 em 21%. As fibras de colágeno da placa plantar se orientam longitudinalmente e, com intervalos regulares, obliquamente.<sup>18,23</sup>

A PP resiste à força tênsil longitudinal, especialmente em extensão, e funciona como coxim e suporte para amortecer a carga durante a marcha. Os

ligamentos colaterais estão posicionados medial e lateralmente na articulação MTF e resistem às tensões em varo e valgo<sup>18,23,24</sup>.

Durante 40% da fase de apoio da marcha o antepé funciona como um bloco de transferência de carga na qual os artelhos são submetidos a altas forças de compressão e cisalhamento. A principal função destes é aumentar a área de suporte de carga do antepé, para que as cabeças metatarsais não absorvam todas as forças durante as últimas fases do passo. Sua posição normal é mantida pelo balanço muscular intrínseco e extrínseco e pela competência dos estabilizadores estáticos da articulação MTF<sup>16,25</sup>.

A função dos tendões extensores é estender a falange proximal a partir de sua inserção no capuz extensor. Já os tendões flexores curto e longo flexionam as articulações interfalângicas proximais e distais, mas são fracos flexores da articulação MTF. A musculatura intrínseca tem como principal função a flexão dessa articulação<sup>22</sup>.

Os tendões lumbricais inserem-se medialmente ao capuz extensor, promovendo força de adução ao segundo artelho. Esta força pode ser deformante e desencadear o "dedo sobreposto" ("*cross-over toe*"), quando os restritores laterais e plantares se tornam insuficientes<sup>15,26,27</sup>.

Os tendões interósseos e lumbricais localizam-se em situação plantar ao eixo de flexoextensão da articulação MTF dos dedos menores. Com a instalação de deformidade em hiperextensão fixa da falange proximal, os músculos interósseos dorsais perdem sua eficiência por se deslocarem dorsalmente ao eixo de movimentação da articulação MTF<sup>23</sup>. Os tendões lumbricais permanecem em sua posição plantar ao eixo de flexoextensão da articulação MTF devido ao bloqueio desempenhado pelo ligamento metatarsal transversal profundo, porém, se tornam flexores igualmente ineficiente, em virtude do novo ângulo de ação determinado pela deformidade. Assim, com a progressão da deformidade em extensão, não haverá mais antagonistas musculares ao momento extensor da articulação metatarsofalângica dos pequenos dedos.

Os restritores estáticos (cápsula, ligamentos colaterais e placa plantar) também desempenham importante papel na manutenção da estabilidade

articular<sup>19,23</sup>. A inflamação crônica ou trauma agudo pode atenuar as estruturas estabilizadoras das MTF, que se tornam insuficientes ao longo do tempo. Com base em estudos cadavéricos e séries de casos, acredita-se que a primeira estrutura a falhar é a placa plantar<sup>17-20,24,28-30</sup>. A seguir ocorre a deterioração dos ligamentos colaterais, levando ao desvio medial ou dorsomedial das articulações. Durante a fase de apoio da marcha há tendência ao desvio dorsal da falange proximal dos artelhos, com a placa plantar, em conjunto com os flexores intrínsecos (interósseos e lumbricais), resistindo a esse momento dorsal e tracionando a falange proximal de volta para a posição neutra. Devido à característica anatômica da musculatura intrínseca e à progressão da atenuação da placa plantar, ocorre a subluxação dorsal, dorsomedial ou dorsolateral da falange proximal sobre a cabeça do metatarso<sup>31</sup>.

### **3.2 Artroscopia metatarsofalângica**

A artroscopia metatarsofalângica tem o objetivo de identificar as estruturas anatômicas com visualização exclusiva intra-articular. São necessários equipamentos específicos para realização deste procedimentos devido ao tamanho das articulações metatarsofalângicas. O QUADRO 1 resume os materiais ideais para sua realização.

## QUADRO 1 - Equipamentos sugeridos para a realização da artroscopia metatarsofalângica

Torniquete pneumático
Estante móvel de artroscopia convencional com sistema de gravação
Óptica de 2,7 ou 1,9 mm e 30 graus de angulação da lente (Storz <sup>®</sup> )
Minicâmera de vídeo estéril e leve (Storz <sup>®</sup> )
Sistema de desbridamento rotatório ( <i>Shaver</i> ) de pequenas articulações 2,0 mm (Arthrex <sup>®</sup> )
Palpadores de pequenas articulações (Arthrex <sup>®</sup> )
Pinça de dissecação para artroscopia de 2,0 mm (Arthrex <sup>®</sup> )
Pegadores de artroscopia de pequenas articulações de 2,0 mm (Arthrex <sup>®</sup> )
Curetas de 2.0 (Arthrex <sup>®</sup> )
Miniponteiras de radiofrequência (Storz <sup>®</sup> )
Sistema de bombeamento para artroscopia (Storz <sup>®</sup> )

A porção dorsal e anterior da superfície articular da cabeça metatársica e a porção central da superfície articular proximal da falange proximal são as principais estruturas que ocupam as imagens artroscópicas assim que se atinge o interior da articulação. A placa plantar metatarsofalângica tem uma porção com visualização intra-articular<sup>18,20,24</sup>. Em articulações normais, a cor da superfície interna da placa plantar é semelhante a cor das superfícies cartilaginosas da cabeça do metatarso e da falange proximal. A camada fibrocartilaginosa que cobre a superfície interna da placa plantar não permite que o artroscopista possa visualizar as fibras longitudinais profundas que constituem a camada intermediária da placa.

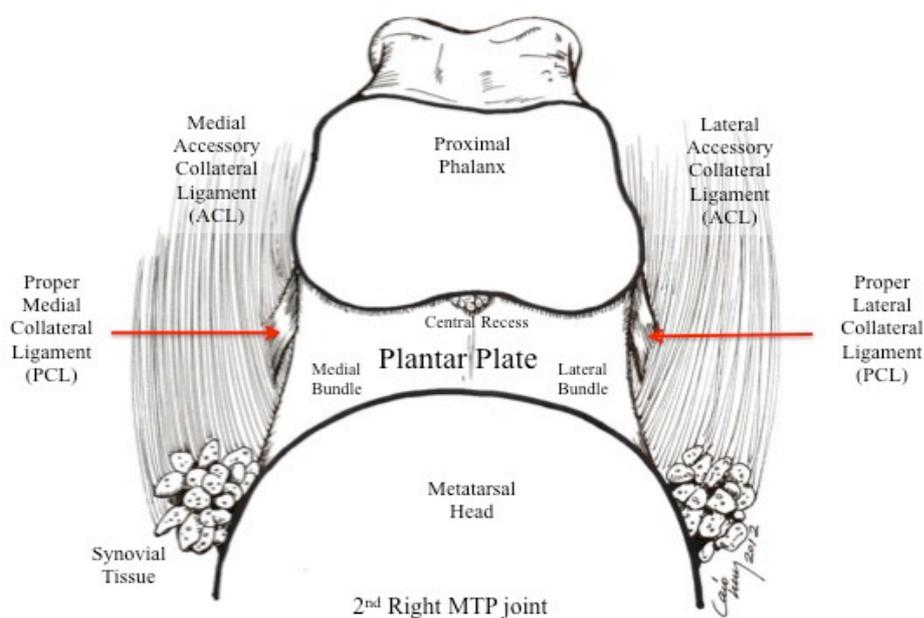
A forte ligação da placa plantar até a borda inferior da falange proximal pode ser vista facilmente. Ela é feita por meio de dois feixes de inserção (medial e lateral), deixando um recesso sinovial em forma de “V” entre eles. Esse recesso coronal de até 1 mm entre a borda articular inferior da falange proximal e o ponto de ligação da placa plantar pode ser identificado e palpado com um probe, durante o procedimento artroscópico<sup>18,20,24</sup>.

Os ligamentos colaterais acessórios mediais e laterais aparecem dentro da articulação como superfícies planas e claras, em forma de leque, que funcionam como as paredes mediais e laterais da articulação, ocupando toda a sua extensão. Inferiormente, esses ligamentos parecem ser contínuos às bordas

mediais e laterais da placa plantar, mas os limites entre essas estruturas podem ser claramente identificados com um palpador articular. Realizando a palpação das estruturas, podem-se identificar as diferenças entre o colateral acessório e a placa plantar<sup>20</sup>.

Próximo das bordas inferiores da articulação, o colateral próprio medial e lateral aparecem como estruturas curtas e fusiformes. Eles têm origem a partir do tubérculo na cabeça metatársica, com direção externa, inserindo-se na borda inferior da falange proximal e não na placa de plantar<sup>18,20</sup>. Tendões ou outras estruturas anatômicas não podem ser identificados pela visualização artroscópica intra-articular (FIG. 2).

FIGURA 2 - Anatomia artroscópica da placa plantar



Fonte: Cessão Dr Caio Nery.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Este é um estudo de exatidão que se baseou na comparação dos achados artroscópicos e de dissecação anatômica de peças congeladas de espécimes cadavéricos. A segunda, terceira e a quarta articulações metatarsofalângicas foram escolhidas devido à alta incidência de condições patológicas encontradas nessas articulações<sup>20,24</sup>.

Todas as peças anatômicas foram gentilmente cedidas pelo laboratório de anatomia da Faculdade de Ciências Médicas de Minas Gerais (FCMMG), para onde retornaram após sua utilização no presente estudo. Foram selecionadas peças cadavéricas em bom estado de conservação, tendo sido excluídos deste estudo quaisquer espécimes com deformidades prévias, cicatrizes, más condições de pele, variações anatômicas ou que já tivessem sofrido qualquer tipo de injúria traumática ou tratamento cirúrgico sobre a região.

Este trabalho foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética e, por suas características, foi dispensado da necessidade de utilização do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) - Certificado de apresentação para apreciação ética (CAAE): 49327615.8.0000.5125.

O presente estudo foi realizado em três etapas. Na primeira, um único artroscopista experiente realizou a avaliação artroscópica de todas as articulações metatarsofalângicas, identificando e marcando cada uma das estruturas anatômicas a partir da passagem de fios de sutura de cores diferentes. As cores das suturas e os nomes das estruturas demarcadas foram anotados em tabela de dupla entrada.

Na segunda etapa, um único cirurgião, especialista em Medicina e Cirurgia do Tornozelo e Pé, que não participou do procedimento artroscópico, realizou a dissecação anatômica de todas as peças cadavéricas, identificando precisamente, por meio da anatomia macroscópica convencional, todas as estruturas anatômicas demarcadas pelo artroscopista durante a primeira etapa. As cores das suturas e as denominações das estruturas foram anotadas em tabela de dupla entrada.

Na terceira etapa, um terceiro pesquisador, também da mesma especialidade, que não participou das duas etapas anteriores, realizou a

comparação dos dados, observando as coincidências ou discrepâncias entre as denominações das estruturas anatômicas demarcadas durante o procedimento artroscópico (fase 1) e aquelas resultantes da dissecação anatômica clássica (fase 2). A dissecação anatômica clássica foi considerada "padrão-ouro" para a identificação de cada estrutura anatômica específica.

A identificação das estruturas anatômicas com visualização artroscópica foi padronizada por região articular e por cor dos fios de sutura:

a) Região 1 - goteira Lateral

Estruturas anatômicas da região 1: ligamento colateral lateral acessório (fio cor marrom), borda lateral da placa plantar (fio cor rosa salmon) e ligamento colateral lateral próprio ou principal (fio cor azul).

b) Região 2 - goteira medial

Estruturas anatômicas da região 2: ligamento colateral medial

Acessório (fio cor verde), borda medial da placa plantar (fio cor branca) e ligamento colateral medial próprio ou principal (fio cor roxa).

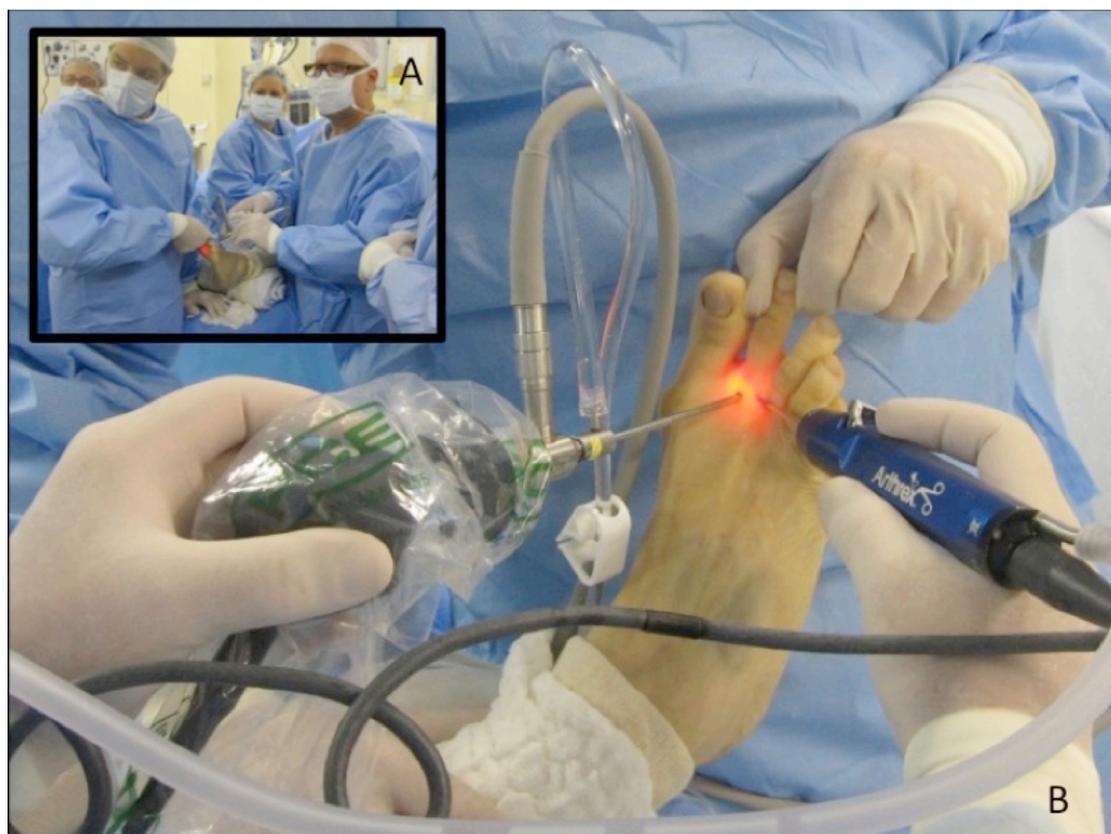
c) Região 3 - área central

Estruturas anatômicas da região 3: porções medial (fio cor rosa salmon) e lateral da placa plantar (fio cor verde) e recesso central da placa plantar (fio cor amarela).

#### **4.1 Procedimento artroscópico**

O artroscopista posicionou-se de frente para o dorso do pé com os dedos do espécime apontando para cima e o calcanhar sobre a mesa cirúrgica, mesma posição utilizada para a realização de um procedimento artroscópico dessa região em pacientes vivos. A estante de artroscopia onde se instala a tela de vídeo e todos os outros equipamentos eletrônicos e acessórios artroscópicos foi posicionada caudalmente de forma a permitir a visualização das imagens e acesso ao instrumental pela equipe responsável pela artroscopia (FIG. 3 A-B). O pé foi estabilizado por um assistente da mesma forma como se procede na artroscopia *in vivo* de modo a minimizar o movimento da extremidade ao mesmo tempo em que se aplica tração manual na porção mais distal do artelho estudado.

FIGURA 3 - (A) Posicionamento da equipe cirúrgica. (B) O cirurgião está de frente para o dorso do pé e ambos os portais dorsais medial e lateral estão em uso para iniciar o processo



Fonte: Cessão Dr Caio Nery.

Dois portais artroscópicos dorsais foram utilizados para acessar as articulações metatarsofalângicas dos dedos menores (dorsomedial e dorsolateral). Ambos os portais se posicionaram equidistantes (4 a 5 mm) medial e lateralmente a partir do tendão do músculo extensor longo dos dedos (FIG. 4). Cuidado deve ser tomado quando se realiza o portal medial do segundo artelho, pois o ramo digital dorsal do nervo fibular profundo localiza-se no primeiro espaço intermetatarsal, perto da borda medial da articulação. Por essa razão, o portal lateral foi estabelecido em primeiro lugar.

FIGURA 4 - Portais artroscópicos da segunda, terceira e quarta articulações metatarsofalângicas



Fonte: Arquivo do autor

Com uma agulha de calibre 18, o ponto de penetração articular adequado foi marcado e 2 a 3 mL de solução salina foram injetados na articulação para confirmar o posicionamento. Uma lâmina de bisturi nº 11 foi usada para incisar a pele e uma pinça hemostática foi utilizada para acessar a articulação, evitando lesão das estruturas neurovasculares. As lâminas distais da pinça hemostática foram abertas para alargar o acesso capsular.

Um sistema de bomba de infusão de líquido (Storz®) foi usado para fornecer o fluxo de solução salina intra-articular adequado com distensão da articulação. Como a literatura não sugere parâmetros para as articulações metatarsofalângicas, portanto, assumiram-se os pequenos níveis de 35 mmHg e taxa de fluxo de 100% como as marcas iniciais neste estudo. Os níveis de pressão e de fluxo líquido foram ajustados durante o procedimento para garantir a boa visibilidade intra-articular.

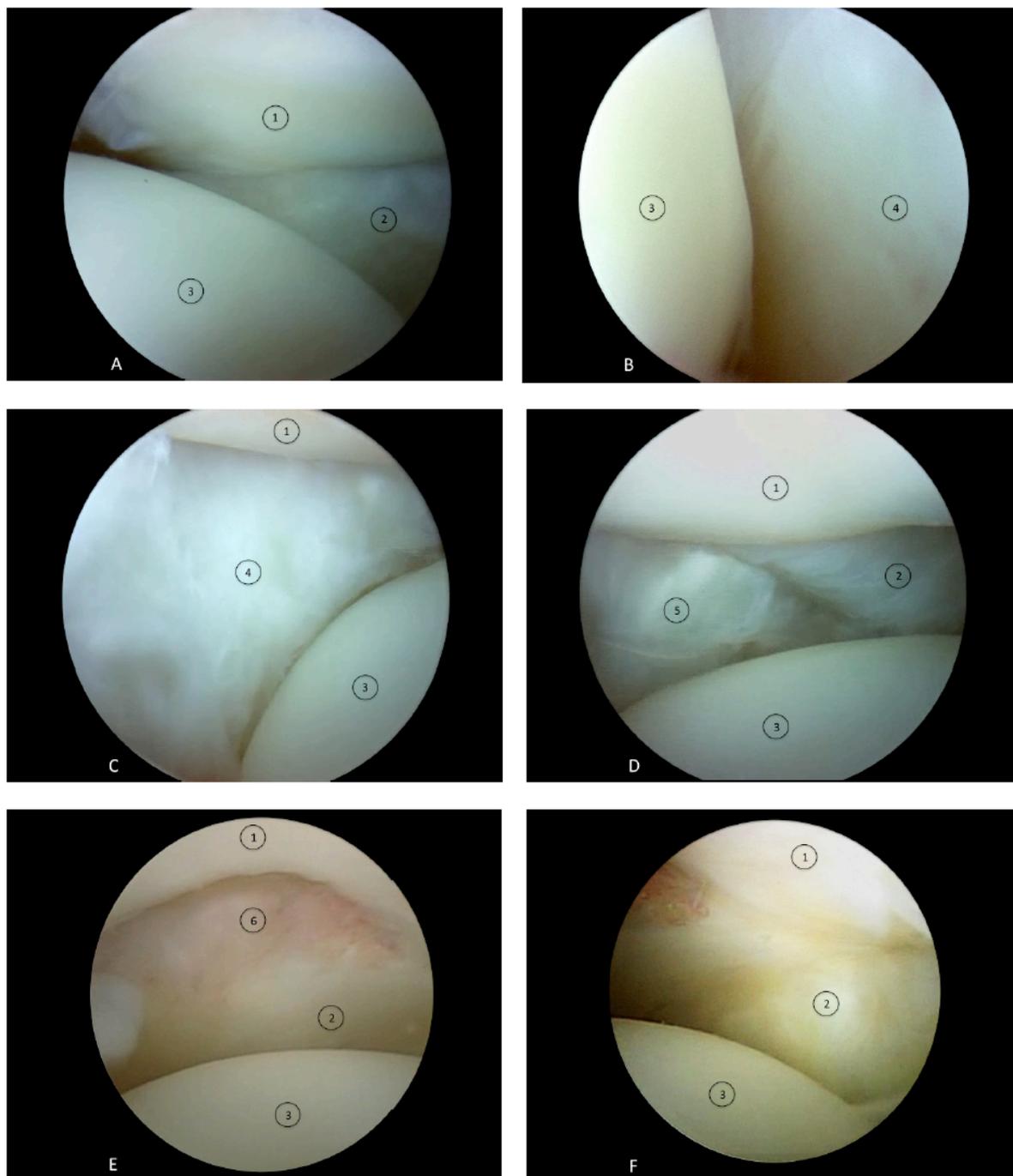
Devido ao tamanho das articulações metatarsofalângicas, foi utilizada ótica de 2,7 mm com 30 graus de inclinação (Storz ®) e tração manual aplicada ao artelho a fim de distender o espaço articular. A fonte de luz foi a mesma para os procedimentos artroscópicos convencionais, sendo ainda utilizados sistema de desbridamento rotatório ("*shaver*") (Arthrex®) com pequenas lâminas de 2,0 mm, instrumentos cirúrgicos delicados e proporcionais aos espaços articulares estudados (palpadores, tesouras, pinças de biópsia, pinças de saca-bocados, pinças estabilizadoras e um sistema de radiofrequência (Storz®) artroscópica para a limpeza do espaço articular e sinovectomia

Com essa disposição, todas as regiões intra-articulares puderam ser visualizadas, inspecionadas e palpadas.

As primeiras estruturas com identificação intra-articular foram a superfície convexa da cabeça do metatarso e a superfície côncava correspondente da falange proximal. A movimentação do artroscópio no espaço articular permitiu visualizar as estruturas anatômicas e regiões articulares profundas.

A FIG. 5 apresenta as estruturas com visualização intra-articular identificadas.

FIGURA 5 - Imagens artroscópicas de uma articulação metatarsofalângica normal



(A) Vista do portal dorsolateral: borda inferior da falange proximal (1), placa plantar (2) e metatarso (3); (B) Vista do portal dorsolateral: borda lateral do metatarso (3) e ligamento colateral acessório (4); (C) Vista do portal dorsomedial: canto inferior da falange proximal (1), metatarso (3) e ligamento colateral acessório (4); (D) Vista do portal dorsomedial: falange proximal (1), placa plantar (2), metatarso (3) e colateral lateral próprio(5); (E) Vista do portal dorsolateral: falange proximal (1), placa plantar (2), metatarso (3) e recesso sinovial central (6); (F) Vista do portal dorsolateral: falange proximal (1), borda lateral da placa plantar (2) e metatarso (3).

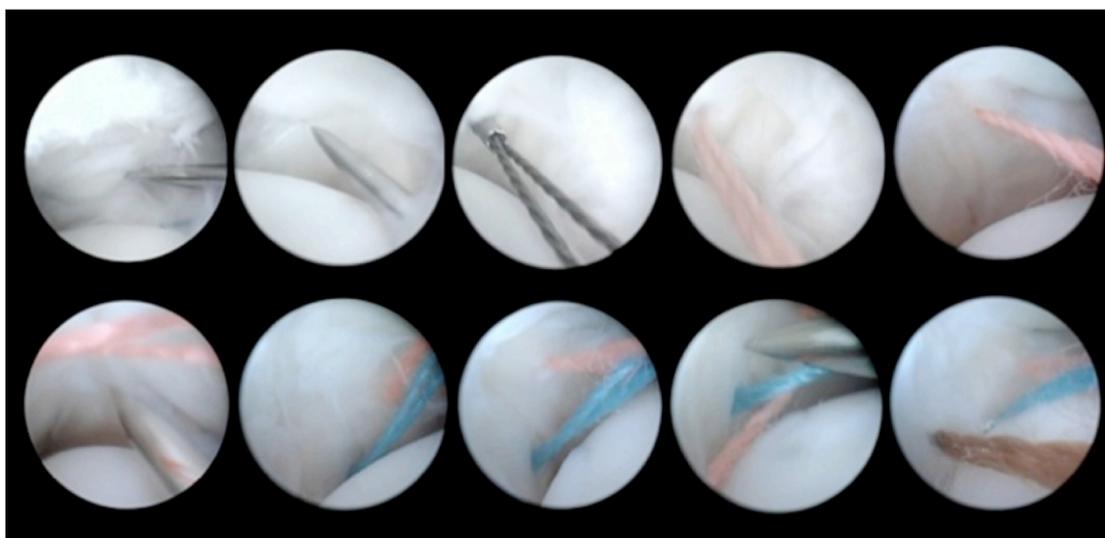
Fonte: Arquivo do autor.

Na goteira medial foram identificadas cinco estruturas anatômicas: a porção medial da cabeça metatarsal, a borda inferomedial da falange proximal, o ligamento colateral acessório medial, o ligamento colateral próprio medial e a porção medial da placa plantar. Na porção central da articulação foram identificadas mais cinco estruturas anatômicas: a cúpula central da cabeça do metatarso, a concavidade da superfície articular da falange proximal, os feixes mediais e laterais da placa plantar na base de falange proximal e um recesso em forma de “V” sinovial central entre eles.

Na goteira lateral foram identificadas as mesmas estruturas anatômicas encontradas na goteira medial: a cúpula lateral da cabeça metatarsal, borda inferolateral da falange proximal, ligamento colateral acessório lateral, ligamento colateral próprio lateral e a porção lateral da placa plantar.

Durante o procedimento artroscópico, cada estrutura anatômica com visualização intra-articular foi nomeada e marcada com um fio de cor diferente, que havia sido previamente determinado, usando agulhas retas como passadores (FIG. 6). A correta identificação e marcação foi verificada duas vezes, alternando a câmera entre os portais e repetindo o inventário articular. Em nenhuma das vezes nas quais a câmera foi trocada de portal houve alteração da denominação de qualquer estrutura anatômica.

FIGURA 6 - Identificação artroscópica das estruturas anatômicas da segunda metatarsofalângica



As agulhas foram utilizadas para marcar as estruturas com suturas de cores diferentes.

Fonte: Arquivo do autor

## 4.2 Dissecção anatômica convencional

Com o auxílio de material de dissecção, cada pé foi examinado através de um acesso cutâneo dorsal cuidadoso. A pele, o tecido subcutâneo e os tecidos moles circundantes foram removidos no nível das articulações metatarsofalângicas, e assim foi possível visualizar as suturas coloridas, exteriorizando-se através dos tecidos periarticulares. Teve-se o cuidado de preservar intactos os tendões extensores, os ligamentos colaterais, a placa plantar e a cápsula articular. Após essa etapa, uma liberação capsular dorsal foi realizada para expor a articulação por completo. Com essa exposição, as estruturas previamente demarcadas a partir da visualização artroscópica foram identificadas e nomeadas pela anatomia convencional. Todas as estruturas anatômicas marcadas por uma sutura de cor foram identificadas e a relação da cor da sutura/estrutura foi registrada. As estruturas com visualização exclusiva intra-articular foram a cabeça do metatarso, a parte articular da falange proximal, os ligamentos colaterais acessórios (CA) lateral e medial, os ligamentos colaterais próprios (CP) medial e lateral, as bordas medial e laterais da placa plantar e a inserção da placa plantar na falange proximal, que forma uma reentrância central. ( FIG.7)

FIGURA 7 - A, B e C: após a identificação artroscópica das estruturas anatômicas intra-articulares, a dissecção macroscópica mostra a precisão do método



Fonte: Arquivo do autor

### 4.3 Determinação do tamanho da amostra e método estatístico

O objetivo da presente análise é avaliar a precisão esperada de um artroscopista na correta identificação das estruturas anatômicas com visualização intra-articular da segunda, terceira e quarta articulações metatarsofalângicas.

O grau de exatidão nesse tipo de procedimento é crucial. Ela foi medida com base em uma variável binária (acerto ou erro), dada a criticidade da identificação precisa. O cálculo foi realizado a partir das taxas de acertos, ou seja, quantas estruturas foram corretamente identificadas entre todas as marcadas.

**Precisão = estruturas corretamente identificadas/total de estruturas marcadas**

Como a variável de interesse é binária, o grau de exatidão segue uma distribuição binomial. Para tanto, foi calculado o tamanho máximo da amostra para alcançar a precisão desejada, diante de um nível de confiança pré estabelecido <sup>32</sup>. Essa estimativa foi realizada com suposições *a priori* e depois corrigida em posse de uma estimativa inicial da precisão.

O tamanho máximo da amostra, quando não se conhece a proporção de acerto do método, é calculado supondo-se uma variância máxima da distribuição binomial, que ocorre quando a probabilidade de sucesso é de 50%. Neste estudo, seria como se houvesse apenas 50% de chance de se identificarem corretamente as estruturas.

Outra informação utilizada para o cálculo amostral foi o erro amostral máximo ( $\epsilon$ ), considerado como 2,5 p.p. (pontos percentuais) para mais ou para menos no intervalo de confiança definido. O nível de significância definido foi 10%. De posse desses valores e suposições, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$n < Z_{5\%}^2 / 4 \epsilon^2 \quad (1)$$

Na qual  $Z_{5\%}$  é o valor crítico de uma normal padrão a 5% de significância. Este valor é necessário para que a significância total do teste, bicaudal, seja 10%.

Substituindo-se os valores na fórmula (1), chegou-se ao tamanho máximo da amostra igual a 1.083 observações ou quarenta cadáveres. É importante salientar que essa estimativa é o teto do tamanho da amostra que apenas seria necessário se se quisesse provar que a precisão de um médico em identificar

estruturas em uma artroscopia é de 47,5 a 52,5% em um nível de significância de 10%.

Por outro lado, como é esperado que a acurácia de um médico treinado seja bastante superior a 50%, provavelmente muito próxima de 100%, não seriam necessários tantos procedimentos para alcançar o mesmo intervalo de confiança de 2,5 p.p. para mais ou para menos.

A determinação do tamanho exato da amostra foi recalculado de acordo com os resultados da proporção de acertos encontrados no decorrer do estudo e na margem de erro pré-determinada. O cálculo amostral inicial de 1083 identificações, foi reavaliado após o início da coleta de dados. Foram utilizadas as mesmas fórmulas descritas anteriormente com os valores pré determinados de nível de significância e erro amostral.

Após as primeiras 162 observações foram obtidos 156 acertos (precisão = 96,29%). Com estes valores foi encontrado um erro amostral de 2.44, abaixo dos 2,5 p.p. pré determinados. Com esses dados obtidos no decorrer do estudo, já tinham sido atingidos os parâmetros desejados e a amostragem pôde ser interrompida. As 162 identificações totalizaram seis peças anatômicas com 18 articulações avaliadas e incluídas neste estudo.

## 5 RESULTADOS

Durante o procedimento artroscópico definido anteriormente, foram identificadas as estruturas anatômicas com visualização intra-articular de 18 articulações metatarsofalângicas, as quais foram dissecadas para determinação da acurácia do método.

A TAB. 1 apresenta os resultados da precisão do método segmentado por estruturas anatômicas e por articulações metatarsofalângicas. Na segunda articulação metatarsofalângica, foram encontrados 67% de precisão para a identificação do ligamento colateral medial acessório e 83% de precisão para a identificação dos ligamentos colateral medial e colateral lateral próprio. Para a terceira articulação metatarsofalângica, o ligamento colateral medial próprio não foi identificado em dois espécimes (# 1 e # 5), com 67% de precisão para essa estrutura. Para todas as outras estruturas anatômicas analisadas houve 100% de precisão.

TABELA 1 - Precisão por região articular e estrutura anatômica

Região articular/ estrutura anatômica	2 MTF		3 MTF		4 MTF		TOTAL	
	Proporção	Precisão	Proporção	Precisão	Proporção	Precisão	Proporção	Precisão
<b>Goteira medial</b>								
Ligamento colateral medial acessório	4/6	67%	6/6	100%	6/6	100%	16/18	88,88%
Ligamento colateral medial verdadeiro	5/6	83%	4/6	67%	6/6	100%	15/18	83,33%
Borda medial da placa plantar	6/6	100%	6/6	100%	6/6	100%	18/18	100%
<b>Região central</b>								
Borda medial da placa plantar	6/6	100%	6/6	100%	6/6	100%	18/18	100%
Borda lateral da placa plantar	6/6	100%	6/6	100%	6/6	100%	18/18	100%
Recesso central	6/6	100%	6/6	100%	6/6	100%	18/18	100%
<b>Goteira lateral</b>								
Ligamento colateral medial acessório	6/6	100%	6/6	100%	6/6	100%	18/18	100%
Ligamento colateral lateral verdadeiro	5/6	83%	6/6	100%	6/6	100%	17/18	94,44%
Borda lateral da placa plantar	6/6	100%	6/6	100%	6/6	100%	18/18	100%

A TAB. 2 demonstra os resultados da precisão por região anatômica predeterminada: lateral, central e medial, assim como os resultados combinados das três porções em conjunto. Para a segunda articulação MTF encontraram-se 83% de precisão na identificação das estruturas na goteira medial, 100% na porção central e 94% na goteira lateral. Para toda a segunda articulação MTF, a precisão foi de 93%. Já para a terceira articulação, na goteira medial se obteve 89% de acurácia e 100% na porção central e goteira lateral. O percentual de 96% foi a precisão global da terceira MTF. A quarta articulação metatarsfalângica obteve 100% de precisão para todas as regiões articulares e todas as estruturas anatômicas estudadas.

A análise combinada das regiões articulares das três articulações revelou precisão de 90,7% para a goteira medial, 100% para a porção central e 98,1% para a goteira lateral. A precisão global do método artroscópico, agrupando todas as articulações e estruturas estudadas, foi de 96,3%.

TABELA 2 - Precisão por articulação e região anatômica

		Erros	Total	Precisão observada	Min	Máx	Erro amostral
<b>Precisão da goteira medial</b>	2 MTF	3	18	83,3%	66,7%	94,4%	±14,4 p.p.
	3 MTF	2	18	88,9%	77,8%	100,0%	±12,1 p.p.
	4 MPF	0	18	100,0%	-	-	-
	<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>54</b>	<b>90,7%</b>	<b>84,2%</b>	<b>97,2%</b>	<b>±6,5 p.p.</b>
<b>Precisão da porção central</b>	2 MTF	0	18	100,0%	-	-	-
	3 MTF	0	18	100,0%	-	-	-
	4 MPF	0	18	100,0%	-	-	-
	<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>54</b>	<b>100,0%</b>	-	-	-
<b>Precisão goteira lateral</b>	2 MTF	1	18	94,4%	83,3%	100,0%	±8,3 p.p.
	3 MTF	0	18	100,0%	-	-	-
	4 MPF	0	18	100,0%	-	-	-
	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>54</b>	<b>98,1%</b>	<b>95,1%</b>	<b>100,0%</b>	<b>±3,0 p.p.</b>
<b>Precisão nas três porções estudadas</b>	2 MTF	4	54	92,6%	87,0%	98,1%	±5,6 p.p.
	3 MTF	2	54	96,3%	92,6%	100,0%	±3,7 p.p.
	4 MPF	0	54	100,0%	-	-	-
	<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>162</b>	<b>96,3%</b>	<b>93,8%</b>	<b>98,8%</b>	<b>±2,4 p.p.</b>

## 6 DISCUSSÃO

O conhecimento da anatomia local é de fundamental importância quando se pretende realizar algum procedimento artroscópico<sup>14,33,34</sup>. Recentemente, significativos progressos foram alcançados no campo da cirurgia endoscópica e artroscópica do tornozelo e pé, mas esses procedimentos nas articulações metatarsofalângicas têm poucos relatos na literatura e as técnicas para sua realização ainda estão sendo refinadas em comparação com a primeira articulação metatarsofalângica<sup>1,2,9,35,36</sup>.

Quando se decide abordar por artroscopia qualquer doença das articulações metatarsofalângicas, deve-se ter amplo conhecimento da anatomia local, das indicações para sua realização, dos resultados que podem ser alcançados e das possíveis complicações com o método<sup>1,35</sup>. Na esfera do tratamento das doenças do pé e do tornozelo, procedimentos menos invasivos, como as artroscopias, têm atingido elevados níveis de resultados positivos que são comparáveis ou superiores àqueles obtidos pelos métodos convencionais, mais invasivos<sup>37</sup>. As técnicas artroscópicas apresentam diversas vantagens em relação aos procedimentos abertos, como menor sangramento, baixas taxas de infecção e cicatrizes estéticas, permitindo ainda reabilitação mais rápida e retorno precoce às atividades da vida diária<sup>35,38,39</sup>.

Artigos recentes demonstraram resultados cirúrgicos utilizando artroscopia para as pequenas articulações dos pés; no entanto, sua utilização ainda é relativamente limitada<sup>7,9,40</sup>. A maioria dos trabalhos na literatura refere-se ao sucesso do tratamento dos defeitos osteocondrais da cabeça do segundo metatarso e da tenodese da placa plantar com assistência artroscópica<sup>8,11,13,41</sup>.

Até o presente momento, a maioria dos relatos da literatura não aborda a anatomia artroscópica normal dessas articulações. Alguns autores já utilizaram a artroscopia dos dedos menores para tratamento de lesões condrais da cabeça dos metatarsos laterais, para ressecção de corpos livres e sinovectomia em pacientes com artrite reumatoide<sup>2,40</sup>. Em algumas publicações recentes, a artroscopia da MTF dos dedos menores foi utilizada como método de diagnóstico para confirmar a avaliação clínica e planejar o tratamento cirúrgico de lesões da

placa plantar, mas a descrição da anatomia normal não foi abordada em publicação alguma<sup>3</sup>.

No presente estudo, demonstrou-se a alta precisão da artroscopia dos dedos menores ao se comparar esse método com a dissecação anatômica articular. A precisão global encontrada foi de 92,6% para a segunda, 96,3% para a terceira e 100% para a quarta articulação MTF. Acredita-se que a menor precisão na segunda articulação MTF se deva à maior dificuldade de distração quando comparada às outras articulações metatarsofalângicas, devido às características específicas da anatomia local, como o tamanho relativamente maior do segundo osso metatársico e menos mobilidade da segunda articulação tarsometatársica. Embora a anatomia completa das articulações metatarsofalângicas seja complexa, a anatomia artroscópica é bastante simples, com apenas algumas estruturas anatômicas passíveis de visualização intra-articular. Devido a essa simplicidade, foram registrados níveis muito expressivos de precisão em todas as regiões articulares avaliadas.

Este estudo poderá servir como base para a realização de procedimentos artroscópicos diagnósticos ou terapêuticos mais seguros e precisos sobre as articulações metatarsofalângicas.

## **7 LIMITAÇÕES DO ESTUDO**

Este estudo tem como objetivo avaliar a precisão da artroscopia em identificar as estruturas anatômicas da metatarsofalângica dos dedos menores. A não realização da concordância inter e intraobservador do resultado dos achados anatômicos pode ser considerada uma limitação desse estudo. No entanto, a dissecação anatômica cuidadosa, por um médico conhecedor da anatomia, foi considerada “padrão ouro” na identificação das estruturas anatômicas, com possibilidade mínima de erro.

## **8 CONCLUSÃO**

A artroscopia das articulações metatarsofalângicas dos raios centrais (II, III e IV) apresenta alta precisão (96,3%) na identificação de estruturas anatômicas normais.

## REFERÊNCIAS

1. Reeves CL, Shane AM, Payne T, Cavins Z. Small Joint Arthroscopy in the Foot. *Clin Podiatr Med Surg*. 2016 Oct;33(4):565-80
2. Lui TH<sup>1</sup>, Yuen CP<sup>2</sup>.. Small Joint Arthroscopy in Foot and Ankle. *Foot Ankle Clin*. 2015 Mar;20(1):123-38.
3. Nery C, Raduan FC, Catena F, Mann TS, de Andrade MAP, Baumfeld D. Plantar plate radiofrequency and Weil osteotomy for subtle metatarsophalangeal joint instability. *Journal of orthopaedic surgery and research*. 2015:1-8.
4. Nery C, Umans H, Baumfeld D. Etiology, Clinical Assessment, and Surgical Repair of Plantar Plate Tears. *Seminars in musculoskeletal radiology*. 2016;20(02):205-213.
5. Jaivin JS, Ferkel RD. Arthroscopy of the foot and ankle. *Clinics in sports medicine*. 1994;13(4):761-783.
6. Van Dijk CN, Veenstra KM, Nuesch BC. Arthroscopic surgery of the metatarsophalangeal first joint. *Arthroscopy*. 1998;14(8):851-855.
7. Lui TH. Arthroscopy and endoscopy of the foot and ankle: indications for new techniques. *Arthroscopy*. 2007;23(8):889-902.
8. Lui TH. Arthroscopic-assisted correction of claw toe or overriding toe deformity: plantar plate tenodesis. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*. 2007;127(9):823-826.
9. Carreira DS. Arthroscopy of the hallux. *Foot and ankle clinics*. 2009;14(1):105-114.
10. Watanabe M. [Development of arthroscope]. *Ryumachi [Rheumatism]*. 1977;17(4):371-372.
11. Maresca G, Adriani E, Falez F, Mariani PP. Arthroscopic treatment of bilateral Freiberg's infraction. *Arthroscopy* 1996;12(1):103-108.
12. Hayashi K, Ochi M, Uchio Y, Takao M, Kawasaki K, Yamagami N. A new surgical technique for treating bilateral Freiberg disease. *Arthroscopy*. 2002;18(6):660-664.
13. Carro LP, Golano P, Farinas O, Cerezal L, Abad J. Arthroscopic Keller technique for Freiberg disease. *Arthroscopy*. 2004;20 Suppl 2:60-63.
14. Jackson RW. A History of Arthroscopy. *Arthroscopy*. 2010;26(1):91-103.
15. Coughlin, M. *Lesser toe deformities*. Vol 1. 2nd ed. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2007.
16. Myerson MS, Jung HG. The role of toe flexor-to-extensor transfer in correcting metatarsophalangeal joint instability of the second toe. *Foot Ankle Int*. 2005;26(9):675-679.
17. Yu GV, Judge MS, Hudson JR, Seidelmann FE. Predislocation syndrome. Progressive subluxation/dislocation of the lesser metatarsophalangeal joint. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2002;92(4):182-199.
18. Johnston RB, 3rd, Smith J, Daniels T. The plantar plate of the lesser toes: an anatomical study in human cadavers. *Foot Ankle Int*. 1994;15(5):276-282.

19. Suero EM, Meyers KN, Bohne WH. Stability of the metatarsophalangeal joint of the lesser toes: a cadaveric study. *J Orthop Res.* 2012;30(12):1995-1998.
20. Deland JT, Lee KT, Sobel M, DiCarlo EF. Anatomy of the plantar plate and its attachments in the lesser metatarsal phalangeal joint. *Foot Ankle Int.* 1995;16(8):480-486.
21. Powless SH, Elze ME. Metatarsophalangeal joint capsule tears: an analysis by arthrography, a new classification system and surgical management. *J Foot Ankle Surg* 2001;40(6):374-389.
22. Sarrafian SK, Topouzian LK. Anatomy and physiology of the extensor apparatus of the toes. *J Bone Joint Surg Am.* 1969;51(4):669-679.
23. Armen K. *Sarrafian's Anatomy of the Foot and Ankle: Descriptive, Topographic, Functional.* 3rd Ed ed: Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.; 2011.
24. Deland JT, Sung IH. The medial crossover toe: a cadaveric dissection. *Foot Ankle Int.* 2000;21(5):375-378.
25. Coughlin MJ. Subluxation and dislocation of the second metatarsophalangeal joint. *Orthop Clin North Am.* 1989;20(4):535-551.
26. Doty JF, Coughlin MJ. Metatarsophalangeal Joint Instability of the Lesser Toes. *J Foot Ankle Surg* 53 (4), 440-445. 2013 Apr 19
27. Kaz AJ, Coughlin MJ. Crossover second toe: demographics, etiology, and radiographic assessment. *Foot Ankle Int.* 2007;28(12):1223-1237.
28. Cooper MT, Coughlin MJ. Sequential dissection for exposure of the second metatarsophalangeal joint. *Foot Ankle Int.* 2011;32(3):294-299.
29. Coughlin MJ, Baumfeld DS, Nery C. Second MTP Joint Instability: Grading of the Deformity and Description of Surgical Repair of Capsular Insufficiency. *Physician and Sportsmedicine.* 2011;39(3):132-141.
30. Ford LA, Collins KB, Christensen JC. Stabilization of the subluxed second metatarsophalangeal joint: flexor tendon transfer versus primary repair of the plantar plate. *The Journal of foot and ankle surgery : official publication of the American College of Foot and Ankle Surgeons.* 1998;37(3):217-222.
31. Doty JF, Coughlin MJ. Metatarsophalangeal joint instability of the lesser toes and plantar plate deficiency. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons.* 2014;22(4):235-245.
32. Morettin PA, Bussab WO. *Estatística Básica.* 2002.
33. Golanó P, Vega J, Pérez-Carro L, Götzens V. Ankle Anatomy for the Arthroscopist. Part II: Role of the Ankle Ligaments in Soft Tissue Impingement. *Foot and Ankle Clinics.* 2006;11(2):275-296.
34. Golanó P, Vega J, Pérez-Carro L, Götzens V. Ankle Anatomy for the Arthroscopist. Part I: The Portals. *Foot and Ankle Clinics.* 2006;11(2):253-273.
35. Debnath UK, Hemmady MV, Hariharan K. Indications for and technique of first metatarsophalangeal joint arthroscopy. *Foot Ankle Int.* 2006;27(12):1049-1054.
36. Lui TH. Arthroscopy and Endoscopy of the Foot and Ankle: Indications for New Techniques. *Arthroscopy.* 2007;23(8):889-902.

37. Hyer CF, Vancourt R. Arthroscopic repair of lateral ankle instability by using the thermal-assisted capsular shift procedure: a review of 4 cases. *J Foot Ankle Surg.* 2004;43(2):104-109.
38. Myerson MS, Quill G. Ankle arthrodesis. A comparison of an arthroscopic and an open method of treatment. *Clinical orthopaedics and related research.* 1991(268):84-95.
39. Beimers L, Frey C, van Dijk CN. Arthroscopy of the Posterior Subtalar Joint. *Foot and Ankle Clinics.* 2006;11(2):369-390.
40. Derner R, Naldo J. Small joint arthroscopy of the foot. *Clinics in podiatric medicine and surgery.* 2011;28(3):551-560.
41. Lui TH, Chan LK, Chan KB. Modified plantar plate tenodesis for correction of claw toe deformity. *Foot Ankle Int.* 2010;31(7):584-591.

## ANEXOS

### Anexo A – Parecer ético



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** ARTROSCOPIA METATARSOFLÂNGICA DOS DEDOS MENORES: ANATOMIA DESCRITIVA E DISSECÇÃO COMPARATIVA

**Pesquisador:** daniel soares baumfeld

**Área Temática:** Novos procedimentos terapêuticos invasivos;

**Versão:** 3

**CAAE:** 49327615.8.0000.5125

**Instituição Proponente:** Hospital Felício Rocho/MG

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.770.971



Continuação do Parecer: 1.770.971

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_552560.pdf	05/07/2016 13:17:43		Aceito
Orçamento	orcamentopesquisadoutorado.docx	05/07/2016 13:17:13	daniel soares baumfeld	Aceito
Outros	cartaildeuparadoutorado.docx	10/05/2016 20:20:52	daniel soares baumfeld	Aceito
Outros	cartadiretoriaHFRparaDoutorado.docx	10/05/2016 20:20:20	daniel soares baumfeld	Aceito
Outros	cartaFCMMGdoutorado.docx	10/05/2016 20:18:17	daniel soares baumfeld	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderosto_doutorado.pdf	17/09/2015 17:05:48	daniel soares baumfeld	Aceito
Outros	Cartacordenadorortop.pdf	30/08/2015 16:31:03	daniel soares baumfeld	Aceito
Outros	CartaFCMMG.pdf	30/08/2015 16:30:34	daniel soares baumfeld	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	CartaDiretoria.pdf	30/08/2015 16:30:02	daniel soares baumfeld	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_baumfeld_doutorado_2015.doc	30/08/2015 16:29:43	daniel soares baumfeld	Aceito

##### Situação do Parecer:

Aprovado

##### Necessita Apreciação da CONEP:

Não

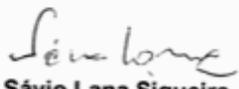
## Anexo B – Permissão para uso de peças anatômicas

 **CIÊNCIAS MÉDICAS**  
UMA INSTITUIÇÃO FELLUM

**DECLARAÇÃO**

Em nome do centro de preparação de peças e pesquisas anatômicas – CPPPA, da disciplina de anatomia desta faculdade, autorizo a utilização de 6 (seis) membros inferiores de cadáveres congelados pertencentes a esta instituição para realização de pesquisa científica sob a responsabilidade do pesquisador Daniel Baumfeld. Salientamos a necessidade de retorno das peças para correto armazenamento e manutenção de estudos regulares. O transporte das peças será realizado de forma regular e por veículos de transporte autorizado, também sob responsabilidade desta instituição.

Belo Horizonte, 18 outubro de 2013

  
**Sávio Lana Siqueira**

Professor auxiliar da disciplina de Anatomia e coordenador do Centro de Preparação de Peças e Pesquisas Anatômicas – CPPPA da Faculdade de Ciências Médicas de Minas Gerais.  
Doutor em Cirurgia pela Faculdade de Medicina da UFMG

---

Fone: +55 (31) 3248 7100      Alameda Ezequiel Dias, 275, Centro . CEP: 30130-110      [www.cmmg.edu.br](http://www.cmmg.edu.br)  
Fax: +55 (31) 3248 7132      Belo Horizonte/MG – Brasil



FOLHA DE APROVAÇÃO

ARTROSCOPIA DA ARTICULAÇÃO METATARSOFALÂNGICA DOS DEDOS  
MENORES: Anatomia Descritiva e Dissecção Comparativa.

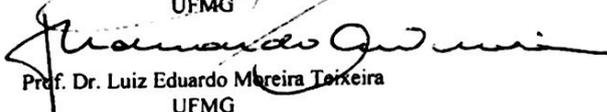
DANIEL SOARES BAUMFELD

Tese submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS APLICADAS À CIRURGIA E À OFTALMOLOGIA, como requisito para obtenção do grau de Doutor em CIÊNCIAS APLICADAS À CIRURGIA E À OFTALMOLOGIA.

Aprovada em 03 de abril de 2017, pela banca constituída pelos membros:

  
Prof. Dr. Marco Antônio Percepe de Andrade - Orientador  
UFMG

  
Prof. Dr. Jefferson Soares Leal  
UFMG

  
Prof. Dr. Luiz Eduardo Moreira Teixeira  
UFMG

  
Prof. Dr. Caio Augusto de Souza Nery  
UNIFESP

  
Prof. Dr. Zilayson Gomes Godinho  
Hospital Ortopédico de BH/MG

Belo Horizonte, 03 de abril de 2017.

  
CONFERE COM ORIGINAL  
Centro de Pós-Graduação  
Faculdade de Medicina - UFMG



## ATA DA DEFESA DA TESE DO ALUNO DANIEL SOARES BAUMFELD

Realizou-se, no dia 03 de abril de 2017, às 14:00 horas, UFMG, da Universidade Federal de Minas Gerais, a defesa de tese, intitulada *ARTROSCOPIA DA ARTICULAÇÃO METATARSOFAALÂNGICA DOS DEDOS MENORES: Anatomia Descritiva e Dissecção Comparativa*, apresentada por DANIEL SOARES BAUMFELD, número de registro 2013655180, graduado no curso de MEDICINA, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em CIÊNCIAS APLICADAS À CIRURGIA E À OFTALMOLOGIA, à seguinte Comissão Examinadora: Prof. Dr. Marco Antônio Percope de Andrade - Orientador (UFMG), Prof. Dr. Luiz Eduardo Moreira Teixeira (UFMG), Prof. Dr. Jefferson Soares Leal - UFMG, Prof. Dr. Caio Augusto de Souza Nery (UNIFESP), Prof. Dr. Glaydson Gomes Godinho - Hospital Ortopédico de BH/MG.

A Comissão considerou a tese:

Aprovada

Reprovada

Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.  
Belo Horizonte, 03 de abril de 2017.

  
Prof. Dr. Marco Antônio Percope de Andrade (Doutor)

  
Prof. Dr. Luiz Eduardo Moreira Teixeira (Doutor)

Prof. Dr. Jefferson Soares Leal - UFMG (Doutor)

  
Prof. Dr. Caio Augusto de Souza Nery (Livre-Docente)

  
Prof. Dr. Glaydson Gomes Godinho - Hospital Ortopédico de BH/MG (Doutor)

  
CONFERE COM ORIGINAL  
Centro de Pós-Graduação  
Faculdade de Medicina - UFMG