

Estudo anatômico da região medial do joelho: Análise qualitativa, quantitativa e descrição do ligamento oblíquo anterior

Anatomical Study of the Medial Region of the Knee: Qualitative, Quantitative Analysis and Description of the Anterior Oblique Ligament

Pedro Baches Jorge¹ Marconde de Oliveira e Silva¹ Melanie Mayumi Horita¹
Vanessa Ribeiro de Resende¹ Luiz Gabriel Betoni Guglielmetti¹ Diego Escudeiro de Oliveira¹

¹Grupo de Trauma do Esporte, Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Faculdade de Ciências Médicas, São Paulo, SP, Brasil

Endereço para correspondência Melanie Mayumi Horita, MD, Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, R. Dr. Cesário Mota Júnior, 112, Vila Buarque, São Paulo, SP, 01221-020, Brasil (e-mail: melmayumi.horita@gmail.com; dot@santacasasp.org.br).

Rev Bras Ortop 2022;57(4):682–688.

Resumo

Palavras-chave

- ▶ ligamento colateral médio do joelho/ anatomia e histologia
- ▶ reconstrução do ligamento cruzado anterior
- ▶ lesões do ligamento cruzado anterior
- ▶ ligamento cruzado anterior
- ▶ instabilidade articular

Objetivo Descrever todas as estruturas ligamentares, capsulares, tendinosas e marcos ósseos da região medial do joelho, assim como uma nova estrutura ligamentar identificada em uma série de disseções anatômicas de espécimes cadavéricos.

Métodos Vinte joelhos de cadáveres foram dissecados para estudar o compartimento medial. As principais estruturas dessa região foram identificadas durante a dissecação. A morfologia das estruturas e sua relação com parâmetros anatômicos conhecidos foram determinados tanto de forma qualitativa quanto de forma quantitativa. Os dados coletados foram analisados e interpretados por meio de estatística descritiva.

Resultados Na dissecação de todos os espécimes, foram identificadas todas as estruturas ligamentares já descritas anteriormente no estudo anatômico da porção medial do joelho, e foram realizadas medidas objetivas que podem auxiliar como parâmetros para a reconstrução ligamentar cirúrgica. Foram observados e descritos, ainda, ao se desprender o ligamento colateral medial superficial, uma proeminência óssea imediatamente distal à sua inserção tibial proximal, uma bursa abaixo do ligamento, na qual o mesmo não se mostrava inserido, assim como uma estrutura ligamentar localizada extracapsularmente e com origem na face anterior do epicôndilo medial, seguindo obliquamente em direção à tibia, aos quais foram dados os nomes, respectivamente, de tubérculo interinsercional, bursa interinsercional e ligamento oblíquo anterior.

Trabalho desenvolvido na Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Faculdade de Ciências Médicas, São Paulo, SP, Brasil.

recebido
01 de Outubro de 2020
Aceito após revisão
08 de Março de 2021
Publicado on-line
Outubro 13, 2021

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0041-1731419>
ISSN 0102-3616.

© 2021. Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. All rights reserved.

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution-NonDerivative-NonCommercial-License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit. Contents may not be used for commercial purposes, or adapted, remixed, transformed or built upon. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

Abstract

Conclusão Além da descrição e medida das estruturas e parâmetros já existentes no estudo anatômico da porção medial do joelho, foi possível a descrição de três novas estruturas: o tubérculo interinsecional a bursa interinsecional e o ligamento oblíquo anterior, ainda não descritos na literatura. Essas estruturas foram encontradas em todas as disseções realizadas.

Objective To describe all ligamentous, capsular, tendinous and bone landmarks structures of the medial region of the knee, as well as a new ligamentous structure identified in a series of anatomical dissections of cadaveric specimens.

Methods Twenty cadaver knees were dissected to study the medial compartment. The main structures of this region were identified during dissection. The morphology of the structures and their relationship with known anatomical parameters were determined both qualitatively and quantitatively. The collected data were analyzed and interpreted using descriptive statistics.

Results In the dissection of all specimens, all ligamentous structures previously described in the anatomical study of the medial part of the knee were identified, and objective measures that can help as parameters for surgical ligament reconstruction were identified. When dissecting the medial collateral ligament, a bony prominence immediately distal to its proximal tibial insertion was observed and described, as well as a bursa below the ligament, in which it was not inserted. We also described a ligamentous structure with extracapsular location, originated anteriorly to the medial epicondyle and following obliquely towards the tibia. These structures were named, respectively, interinsertional tubercle, interinsertional bursa and anterior oblique ligament.

Conclusion In addition to the description and measurement of the structures and parameters already existing in the anatomical study of the medial part of the knee, it was possible to describe three new structures not yet described in the literature: the interinsertional tubercle, the interinsertional bursa, and the anterior oblique ligament. These structures were found in all dissections performed.

Keywords

- ▶ medial collateral ligament, knee/ anatomy & histology
- ▶ anterior cruciate ligament reconstruction
- ▶ anterior cruciate ligament injuries
- ▶ anterior cruciate ligament
- ▶ joint instability

Introdução

As estruturas mediais do joelho desempenham papel primário na estabilização ao estresse em valgo, bem como ao estresse rotacional, o que faz delas extremamente importantes na avaliação global do joelho com lesão ligamentar e na escolha do tratamento mais adequado. O ligamento colateral medial (LCM) é o ligamento do joelho mais comumente lesionado.¹ No entanto, a importância dada ao estudo anatômico dessas estruturas foi pequena em comparação à porção lateral, o que pode ser explicado pelo fato do LCM ter um grande potencial de cicatrização após uma lesão.²

Warren et al.³ descreveram a anatomia medial do joelho com a divisão em três camadas distintas, conceito ainda utilizado na atualidade. A camada 1 é composta pela fâscia crural, da patela até a fossa poplíteia, incluindo a fâscia do sartório. Entre as camadas 1 e 2, se encontram os tendões do grácil e semitendíneo. A camada 2, por sua vez, é composta pelo ligamento colateral medial superficial (LCMs). Já a camada 3 consiste na cápsula articular e no LCM profundo.

Anos após essa descrição, Robinson et al.⁴ publicaram um novo estudo anatômico com uma nova divisão da porção medial do joelho em três partes, de anterior para posterior. A mais anterior compreende as estruturas do limite medial do

tendão patelar até a borda anterior das fibras longitudinais do LCMs. A porção média engloba o próprio LCMs, e a posterior se estende da borda posterior das fibras longitudinais do LCMs até a cabeça medial do gastrocnêmio.² LaPrade et al.,⁵ em um artigo publicado em 2007, trazem o conceito de que a simples divisão por camadas, ainda que adequada, talvez não seja o melhor método de descrição anatômica, uma vez que o conhecimento das origens e inserções das estruturas é essencial para o planejamento de uma reconstrução cirúrgica. Este estudo focou na avaliação quantitativa da porção medial do joelho, diferentemente dos estudos prévios que focavam na simples descrição qualitativa. Desta forma, este estudo apresentou padrões consistentes de medidas que puderam ser aplicados no planejamento das reconstruções cirúrgicas.

Com esse histórico de estudos relativamente recentes,^{4,6} é possível notar a importância do estudo anatômico da porção medial do joelho na busca de uma reconstrução cirúrgica ligamentar o mais semelhante à condição anatômica original. No presente estudo, procuramos descrever e orientar a dissecação anatômica da porção medial do joelho, passo a passo, para a identificação de todas as estruturas com importância biomecânica, bem como suas origens e inserções, com medidas precisas e de forma prática e objetiva. Além disso, foi possível descrever novas estruturas anatômicas, ainda não encontradas

na literatura, e que podem ser de grande importância no estudo biomecânico do joelho.

Materiais e métodos

Entre abril e agosto de 2020, foram dissecados 20 joelhos derivados de amputações transfemorais realizadas exclusivamente por motivos vasculares e sem sinais ou indicações de trauma. Foram aplicados os seguintes critérios de exclusão: sinais de trauma, cirurgia prévia, sinais macroscópicos de osteoartrite e mau estado de preservação. Assim, foram estudados 19 joelhos. Os joelhos foram armazenados em solução de formaldeído a 10% e refrigerados a 5,3°C. As dissecções foram realizadas 2 a 21 dias após a amputação. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da instituição.

Os espécimes foram fotografados em câmera digital de 12 megapixels e medidos em paquímetro digital com precisão de 0,01 mm (Mitutoyo Sul Americana Ltda. Suzano, SP – Brasil).

Todos os espécimes foram identificados de acordo com o gênero, idade, lado dissecado, data da amputação e data da dissecção. Os dados coletados foram analisados e interpretados por meio de estatística descritiva.

Resultados

Foi realizada uma incisão curvilínea de ~ 25 cm, tipo taco de hóquei, seguindo uma linha que corta a diáfise femoral, o



Fig. 1 Incisão curvilínea em taco de hóquei sobre eixo longo do fêmur (*1), epicôndilo medial (*2) e eixo longo da tíbia (*3).

epicôndilo medial e o eixo longo da tíbia, iniciando 4 cm proximal ao epicôndilo medial e estendendo-se até a base da inserção da pata anserina, com abertura suave da derme e do tecido celular subcutâneo até a exposição da coloração nacarada correspondente a uma fásia brilhante, a qual denominamos fásia óssea medial. Foi realizada uma dissecção ampla no plano subcutâneo até a exposição completa da fásia de anteromedial até posteromedial (► **Figura 1**).

Foi observado, ao nível da fossa poplíteia, o recesso das fâsias, amplamente coberto por tecido adiposo, sendo realizada uma ressecção cuidadosa desse tecido até a exposição das estruturas tendinosas posteromediais (► **Figura 2**).

O ponto mais delicado da dissecção é o plano abaixo da fásia, o qual está intimamente aderido a todas as estruturas mais profundas, demandando substancial cuidado para não lesionar as estruturas de interesse. Através de uma incisão longitudinal superficial, divulsiona-se a fásia, criando um espaço entre a mesma e as demais estruturas (► **Figura 3**).

Foi identificado o tendão do adutor magno inserido em uma depressão óssea posterior e proximal ao tubérculo do adutor. O aspecto distal medial do tendão adutor magno apresentava uma expansão fascial espessa, que se espalhava posteromedialmente. Sua inserção em forma oval apresentou em média 9,38 × 9,82 mm (► **Figura 4**).

A inserção do tendão do gastrocnêmio medial apresentava-se proximal e posterior em uma depressão adjacente ao tubérculo gastrocnêmio e distal e posterior ao tubérculo adutor. Como observado anteriormente, o tendão gastrocnêmio medial apresentava uma ligação fascial espessa ao longo de sua face lateral, distanciando em média, 10,92 mm do tendão adutor magno.

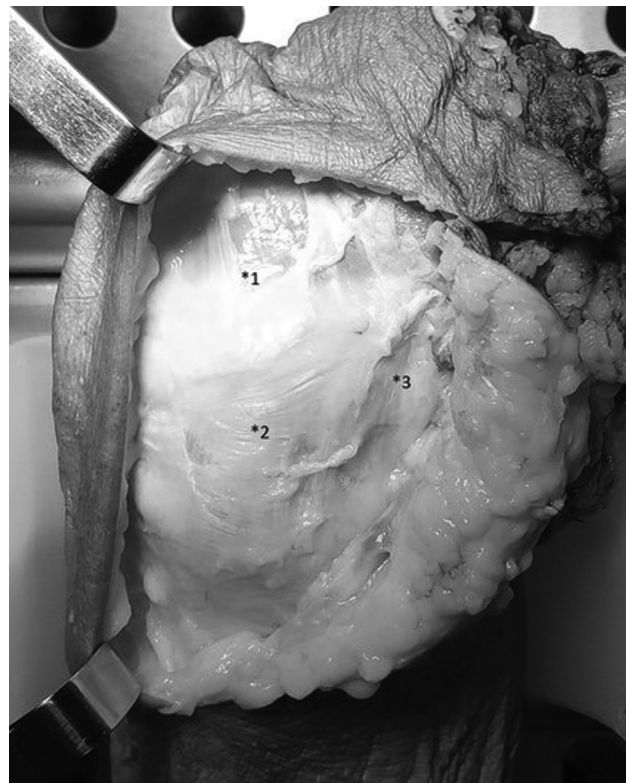


Fig. 2 Exposição abaixo do tecido celular subcutâneo mostrando a fásia do músculo vasto medial oblíquo (*1), fásia óssea medial (*2) e recesso posterior medial (*3) amplamente coberto de gordura.



Fig. 3 Dissecção no plano abaixo da fáscia demonstrando estruturas fortemente aderidas, com tendões da pata anserina já seccionados.

O ligamento patelofemoral medial estava localizado anterior e em uma camada extra-articular distinta da cápsula articular medial e foi localizado a partir da borda distal do vasto medial oblíquo. Sua inserção no fêmur era proximal e posterior ao epicôndilo medial e anterior e distal ao tubérculo adutor. O comprimento médio do ligamento femoropatellar medial foi de 50,52 mm (► **Figura 5**).

O LCMs insere-se no fêmur em uma pequena depressão, discretamente proximal e posterior ao centro do epicôndilo medial, a ~ 30,71 mm da superfície articular, anterior e distal aos tendões do gastrocnêmio medial e do adutor magno. O LCMs apresentava duas inserções tibiais distintas; a inserção tibial distal estava intimamente aderida ao osso e periosteio, sendo possível sua visualização na totalidade após a identificação e a ressecção dos tendões da pata anserina, e se situava a uma média de 66,85 mm da linha articular (► **Figura 6**).

Foi realizada a desinserção distal do periosteio até a visualização de uma bursa abaixo do ligamento, onde este não se encontrava inserido no osso. A essa estrutura, demos o nome de bursa interinsercional. Proximalmente à bursa, havia uma saliência óssea situada a uma média de 21,35 mm da superfície articular e a 28,35 mm da inserção distal do ligamento cola-



Fig. 4 Identificação do tendão do adutor magno (*1), com sua inserção distal (*2), sendo expostos músculo vasto medial oblíquo (*3), retináculo patelar medial (*4) e ligamento colateral medial superficial (*5).

teral medial superficial. A esta estrutura, demos o nome de tubérculo interinsercional. Proximal a ele, se inicia a inserção tibial proximal do LCMs, a uma distância média de 12,45 mm da linha articular (► **Figura 7**).

Com a desinserção do LCM, é possível a visualização de uma estrutura de característica ligamentar, a qual tem origem anterior à origem do LCMs e corre com fibras oblíquas em direção à tibia com inserção ~ 9,11 mm anterior à borda anterior do LCMs, em formato de leque (► **Figura 8**).

Tal estrutura, a qual foi nomeada ligamento anterior oblíquo, ficava mais evidente após a liberação do LCMs e mediante rotação externa da tibia. Ela apresentava um comprimento médio de 33,82 mm em flexão de 90° e de 26,56 mm em extensão completa, tendo uma largura média de 6,83 mm na origem, de 13,06 mm na inserção, e de 8,05 mm na altura da linha articular.

O LCM profundo tem sua inserção femoral oval na extensão anteroposterior, e a proximal na cartilagem articular do fêmur, imediatamente posterior e distal à fixação do LCMs e na superfície inferior do epicôndilo medial.

A inserção tibial era distal à margem da cartilagem articular, imediatamente proximal à inserção do tendão semimembranoso. As fibras eram paralelas e corriam em direção distal e discretamente anterior. Embora fosse uma estrutura distinta, era inseparável da cápsula e também se encontrava fixada ao menisco medial. A borda anterior foi facilmente identificável, pois o LCM profundo formava uma banda espessa facilmente palpável dentro do tecido capsular circundante. Já posteriormente, a porção proximal do ligamento se misturava com a cápsula posteromedial.

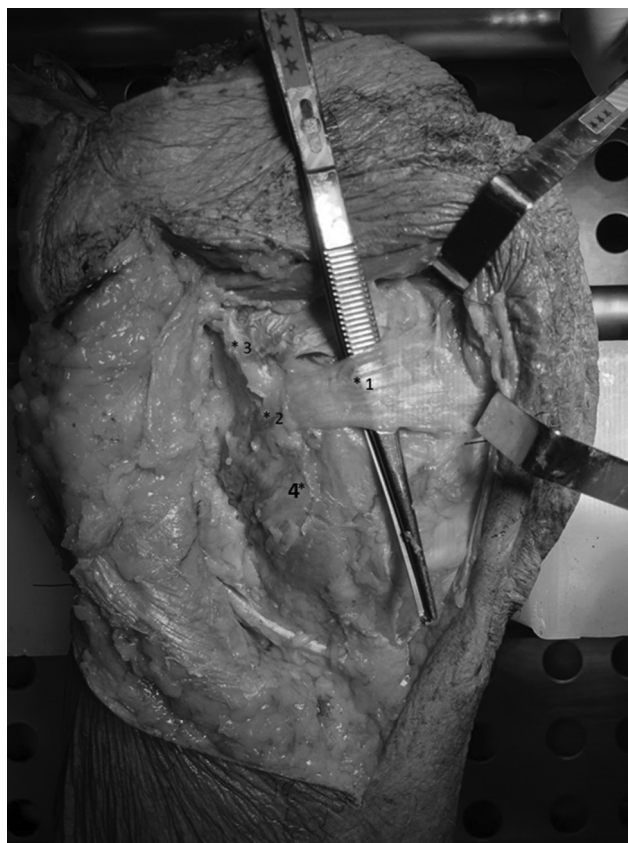


Fig. 5 Isolamento do ligamento patelofemoral medial inserido no retináculo patelar medial (*1), sendo observados também o tubérculo do adutor (*2), tendão do músculo adutor (*3) e ligamento colateral medial superficial (*4).

Discussão

A anatomia da região medial do joelho é muito importante, pois suas estruturas são responsáveis pela estabilização primária contra valgo e forças de rotação externa aplicadas ao joelho.^{2,3} A lesão do LCMs é a mais comum dentre as lesões ligamentares associadas à lesão do ligamento cruzado anterior, o que torna o presente estudo ainda mais relevante.

No entanto, na literatura, a importância dessas estruturas é negligenciada quando comparada às das estruturas laterais e estruturas do pivô central. Um provável motivo para tal é o alto potencial de cura do LCM, apesar das altas taxas de lesão.^{2,7,8} Outra possível causa advém da dificuldade de dissecação dos componentes mediais do joelho, uma vez que há grande aderência aos planos fasciais e uma espessa sobreposição de tecidos conjuntivos, o que torna a delimitação das estruturas de forma isolada difícil e trabalhosa. Por este motivo, as descrições dos parâmetros de fixação qualitativos da reconstrução ligamentar medial do joelho são imprecisas.

Na maioria das revisões da anatomia, sempre foram encontradas três proeminências ósseas (tubérculo do gastrocnêmio, tubérculo do adutor e epicôndilo medial) (→Figura 9).^{9,10} No entanto, não foi encontrada descrição da proeminência óssea tibial que se encontra abaixo do LCMs imediatamente distal à sua inserção tibial proximal – o tubérculo interinsecional – e nem da bursa que se encontra na mesma topografia – bursa interinsecional. A provável



Fig. 6 Visualização do ligamento colateral medial superficial (*4) e sua sobreposição com a pata anserina (*6) com exposição do retináculo patelar medial (*1), tubérculo do adutor (*2), tendão do músculo adutor (*3), ligamento oblíquo posterior (*5) e tendão do músculo gastrocnêmio (cabeça medial) (*7).

causa é a dificuldade na desinserção do LCMs e sua adesão à fáscia óssea medial, o que dificulta sua dissecação e isolamento. Tais parâmetros podem se tornar de suma importância no avanço das técnicas de reconstrução ligamentar medial do joelho, uma vez que são estruturas imediatamente distais à inserção tibial proximal do LCMs.

O LCMs, em sua origem femoral, foi descrito como sendo anterior e distal ao tubérculo adutor em um formato oval.^{11,12} A inserção tibial distal situa-se entre 46 e 60 mm distal à articulação,¹³ sendo seu comprimento total de 90 a 110 mm.^{5,14} Em sua inserção tibial distal, as fibras misturam-se tangencialmente com o periósteo.^{15,16} O LCMs apresentou-se, no presente estudo, com uma média de 11,35 mm de largura em sua inserção femoral, apresentando em sua inserção tibial distal uma largura média de 12,30 mm, com fibras conectadas à pata de ganso.¹⁷ É descrito como tendo fibras paralelas e fibras oblíquas, havendo uma expansão de tecidos conjuntivos em forma de leque que se estende da sua borda anterior em direção à patela, misturando-se com o retináculo patelar medial,^{18,19} observado em ~ 42% das disseções.

A maioria dos autores concorda que o LCM profundo é aderido ao menisco medial e se confunde com os ligamentos meniscofemorais e meniscotibiais,⁷ sendo descrito como inserido na tíbia logo distal à sua superfície articular ou, em alguns casos, na margem articular da tíbia.^{20,21} Há discordância, no entanto, quanto à diferenciação do LCM



Fig. 7 Exposição do tubérculo interinsercional (*2) após desinserção do ligamento colateral medial superficial em sua inserção tibial distal (*3) e proximal (*1).

profundo da cápsula articular. Em alguns casos, o LCM é descrito como contínuo à cápsula, misturando-se com fibras capsulares mediais. Em outros joelhos, o LCM profundo foi identificado como estrutura separada da cápsula, não estando, portanto, aderido ao menisco.²² Há, ainda, descrição do ligamento menisco femoral como parte do LCM profundo e, em outras disseções, como uma estrutura distinta.^{15,23} Em nossa disseção, todos os espécimes apresentaram o ligamento e a cápsula como estruturas inseparáveis, sendo impossível o isolamento das mesmas.

Durante as disseções, foi observada uma estrutura ligamentar ainda não descrita na literatura, entre o fêmur e a tibia, de orientação oblíqua. Esta estrutura ligamentar foi encontrada em 100% das peças. Sua localização se apresentava extracapsular e facilmente distinguível da cápsula articular (► **Figura 9**). A ela, foi dado o nome de ligamento oblíquo anterior, e sua descrição se encontra de forma mais detalhada em um trabalho inteiramente dedicado à mesma, onde já se comprova sua existência em estudos radiológicos com ressonância magnética (RM) e estudos histológicos que confirmam a presença de tecido ligamentar. Sua origem femoral ocorria diretamente na face anterior do epicôndilo medial, confundindo-se com a inserção femoral do LCMs. O mesmo corria de forma oblíqua em direção à tibia, na qual se inseria em formato de leque, como uma inserção capsular espessa. Alguns motivos foram levantados para justificar o fato de esta estrutura não ter sido descrita

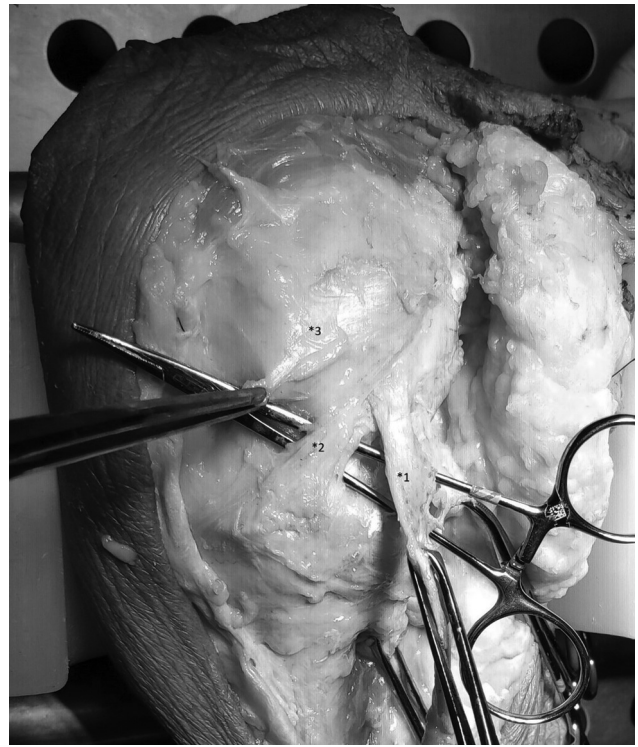


Fig. 8 Com desinserção do ligamento colateral medial superficial (*1) e rotação externa tibial, fica evidente o ligamento oblíquo anterior (*2); observado também o retináculo patelar medial (*3) rebatido.

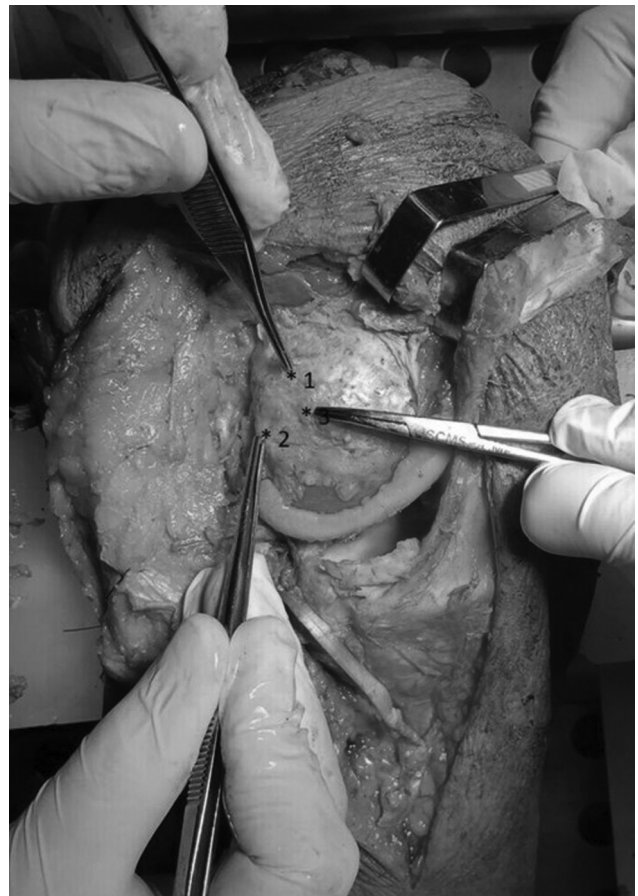


Fig. 9 Visualização do tubérculo do gastrocnêmio (*2), tubérculo do adutor (*1) e epicôndilo medial (*3) após ressecção de partes moles.

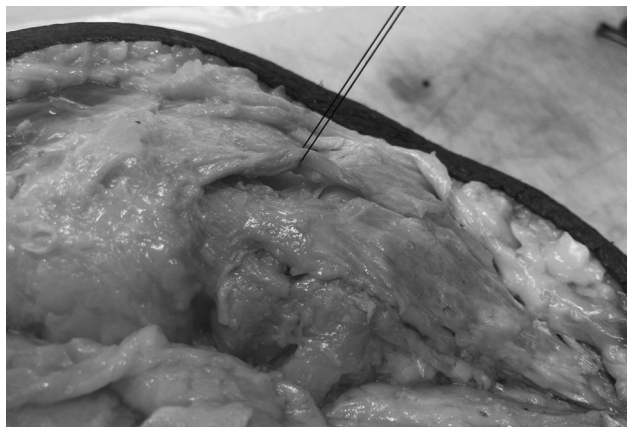


Fig. 10 Ligamento oblíquo anterior totalmente liberado da cápsula, demonstrando ser uma estrutura extracapsular.

anteriormente. Um deles é o fato do uso da descrição por camadas de Warren por um longo período, a qual já vem se provando pouco eficaz na dissecação medial do joelho e na visualização das estruturas isoladamente. Outra justificativa seria a dificuldade de visualização da estrutura, apenas evidente após liberação de todo o LCMs (► **Figura 10**).

O achado desta nova estrutura ligamentar possibilita uma nova visão em relação às estruturas articulares circunferenciais e ao controle rotacional, o que identificamos como Teoria dos Quadrantes. Por meio desta, de forma resumida, explica-se que as estruturas encontradas no quadrante anteromedial do joelho (delimitado pelo eixo transepicondilar e por uma linha perpendicular ao eixo transversal articular) seriam responsáveis pela restrição ao valgo e à rotação externa. Essa nova perspectiva sobre o controle rotacional pode auxiliar na avaliação da necessidade de reconstruções periféricas complementares ao pivô central que promovam maior estabilidade e menor taxa de falha.

Conclusão

No presente estudo, foi realizada uma descrição qualitativa e quantitativa das principais estruturas mediais do joelho, assim como a de três novas estruturas ainda não descritas na literatura: o tubérculo e a bursa interinsersionais e o ligamento anterior oblíquo. Com essas descobertas e uma melhor avaliação de toda anatomia medial do joelho, por vezes negligenciada em estudos anatômicos anteriores, acredita-se que será possível aperfeiçoar técnicas de reconstrução ligamentar já existentes, assim como compreender de forma mais completa a biomecânica do joelho. Desta forma, tornar-se-ia possível planejar uma reconstrução cirúrgica o mais semelhante à condição anatômica original, melhorando o resultado pós-operatório e diminuindo o índice de falha.

Suporte Financeiro

Não houve suporte financeiro de fontes públicas, comerciais, ou sem fins lucrativos.

Conflito de Interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

- 1 LaPrade RF. The medial collateral ligament complex and the posterolateral aspect of the knee. In: Arendt EA, editor. Orthopaedic knowledge update. Sports medicine 2. Rosemont, IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 1999:327–340
- 2 Warren LA, Marshall JL, Girgis F. The prime static stabilizer of the medial side of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1974;56(04):665–674
- 3 Warren LF, Marshall JL. The supporting structures and layers on the medial side of the knee: an anatomical analysis. *J Bone Joint Surg Am* 1979;61(01):56–62
- 4 Robinson JR, Bull AM, Thomas RR, Amis AA. The role of the medial collateral ligament and posteromedial capsule in controlling knee laxity. *Am J Sports Med* 2006;34(11):1815–1823
- 5 LaPrade RF, Morgan PM, Wentorf FA, Johansen S, Engebretsen L. The anatomy of the posterior aspect of the knee. An anatomic study. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89(04):758–764
- 6 LaPrade RF, Engebretsen AH, Ly TV, Johansen S, Wentorf FA, Engebretsen L. The anatomy of the medial part of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89(09):2000–2010
- 7 Loredó R, Hodler J, Pedowitz R, Yeh LR, Trudell D, Resnick D. Posteromedial corner of the knee: MR imaging with gross anatomic correlation. *Skeletal Radiol* 1999;28(06):305–311
- 8 Fanelli GC, Harris JD. Surgical treatment of acute medial collateral ligament and posteromedial corner injuries of the knee. *Sports Med Arthrosc Rev* 2006;14(02):78–83
- 9 Kaplan EB. Factors responsible for the stability of the knee joint. *Bull Hosp Jt Dis* 1957;18(01):51–59
- 10 Poliacu Prosé L, Lohman AH, Huson A. The collateral ligaments of the knee joint in the cat and man. Morphological and functional study of the internal arrangement of fibers. *Acta Anat (Basel)* 1988;133(01):70–78
- 11 Slocum DB, Larson RL. Rotatory instability of the knee. Its pathogenesis and a clinical test to demonstrate its presence. *J Bone Joint Surg Am* 1968;50(02):211–225
- 12 Tuxøe JI, Teir M, Winge S, Nielsen PL. The medial patellofemoral ligament: a dissection study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2002;10(03):138–140
- 13 Ivey M, Prud'homme J. Anatomic variations of the pes anserinus: a cadaver study. *Orthopedics* 1993;16(05):601–606
- 14 Cohen M, Astur DC, Branco RC, et al. An anatomical three-dimensional study of the posteromedial corner of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011;19(10):1614–1619
- 15 Brantigan OC, Voshell AF. The tibial collateral ligament: its function, its bursae, and its relation to the medial meniscus. *J Bone Joint Surg Am* 1943;25(01):121–131
- 16 Hughston JC, Andrews JR, Cross MJ, Moschi A. Classification of knee ligament instabilities. Part I. The medial compartment and cruciate ligaments. *J Bone Joint Surg Am* 1976;58(02):159–172
- 17 Sims WF, Jacobson KE. The posteromedial corner of the knee: medial-sided injury patterns revisited. *Am J Sports Med* 2004;32(02):337–345
- 18 Steensen RN, Dopirak RM, McDonald WG III. The anatomy and isometry of the medial patellofemoral ligament: implications for reconstruction. *Am J Sports Med* 2004;32(06):1509–1513
- 19 Amis AA, Firer P, Mountney J, Senavongse W, Thomas NP. Anatomy and biomechanics of the medial patellofemoral ligament. *Knee* 2003;10(03):215–220
- 20 Standring S, Editor. *Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice*. 39th ed. New York: Churchill Livingstone; 2005
- 21 De Maeseeneer M, Van Roy F, Lenchik L, Barbaix E, De Ridder F, Osteaux M. Three layers of the medial capsular and supporting structures of the knee: MR imaging-anatomic correlation. *Radiographics* 2000;20(Spec No):S83–S89
- 22 Thompson JC, Editor. *Netter's concise atlas of orthopaedic anatomy*. Teterboro, NJ: Icon Learning Systems; 2002
- 23 Brantigan OC, Voshell AF. The mechanics of the ligaments and menisci of the knee joint. *J Bone Joint Surg Am* 1941;23:44–66