

ESTUDO ANATÔMICO E FUNCIONAL DO COMPLEXO LIGAMENTAR COLATERAL MEDIAL DO COTOVELO

ANATOMICAL AND FUNCTIONAL STUDY OF THE MEDIAL COLLATERAL LIGAMENT COMPLEX OF THE ELBOW

MARCELO FERNANDES TRIBST¹, AMÉRICO ZOPPI FILHO², JOSÉ CARLOS SILVA CAMARGO FILHO³, DARLENE SASSI³, ANTONIO EGYDIO DE CARVALHO JUNIOR⁴

RESUMO

Objetivo: Realizar um estudo anatômico do ligamento colateral medial, um importante estabilizador do cotovelo, em diferentes graus de flexo-extensão do cotovelo. Métodos: Foram dissecados 40 cotovelos para analisar o comportamento funcional das bandas anterior, posterior e transversa do ligamento nas manobras de estresse em valgo do cotovelo durante seu movimento de flexão e extensão em diferentes graus. Determinou-se dois grupos: no GPA foi seccionado, a banda posterior do ligamento, depois a cápsula articular e, por fim, a banda anterior; no GAP, a ordem de dissecação foi inversa. Resultados: No GPA observou-se instabilidade somente na terceira etapa e a média de abertura foi maior entre 50° e 70° de flexão de cotovelo; no GAP, a instabilidade apareceu desde a primeira etapa e os graus de flexão com maior instabilidade foram nos mesmos do grupo A. Conclusão: A banda anterior do ligamento colateral medial do cotovelo é o mais importante estabilizador na instabilidade em valgo do cotovelo e sua atuação principal acontece entre 50° e 70° de flexão do cotovelo. **Nível de evidência III, Estudo Diagnóstico – Investigação de um exame para diagnóstico.**

Descritores: Cotovelo/lesão. Instabilidade articular. Humano.

ABSTRACT

*Objective: To carry out an anatomical study of the medial collateral ligament, an important elbow stabilizer in different degrees of elbow flexion-extension. Methods: Forty elbows were dissected in order to analyze the functional behavior of the anterior, posterior and transverse ligament bands during valgus stress maneuvers of the elbow in different degrees of flexion and extension. Two groups were determined; in the group GPA the posterior band of the ligament was sectioned initially, then the articular capsule and finally the anterior band; in group GAP this order was reversed. Results: Instability was observed in GPA only in the third stage, when there was a greater mean elbow's opening during the flexion (between 50° and 70°); in GAP, the instability was present since the first stage; the degrees of flexion with greater instability were the same as in group GPA. Conclusion: The anterior band of the medial collateral ligament of the elbow is the most important stabilizer of the elbow valgus instability, and its principal action occurs between 50° and 70° of elbow flexion. **Level of Evidence III, Diagnostic Studies – Investigating a diagnostic test.***

Keywords: Elbow/lesion. Articular instability. Human.

Citação: Tribst MF, Zoppi Filho A, Camargo Filho JC, Sassi D, Carvalho Junior AE. Estudo anatômico e funcional do complexo ligamentar colateral medial do cotovelo. Acta Ortop Bras. [online]. 2012;20(6):334-8. Disponível em URL: <http://www.scielo.br/aob>.

Citation: Tribst MF, Zoppi Filho A, Camargo Filho JC, Sassi D, Carvalho Junior AE. Anatomical and functional study of the medial collateral ligament complex of the elbow. Acta Ortop Bras. [online]. 2012;20(6):334-8. Available from URL: <http://www.scielo.br/aob>.

INTRODUÇÃO

A articulação do cotovelo é uma das mais congruentes do corpo humano; por ser uma articulação gínglimo proporciona uma estabilidade rotacional no plano sagital e no movimento de varo e valgo. É muito utilizada em diversas atividades diárias e, constantemente, recebe sobrecargas mediais, principalmente quando em extensão, sendo que esta sobrecarga pode levar a lesões agudas ou crônicas.¹⁻³

Os principais estabilizadores do cotovelo são os ligamentos colaterais medial e lateral e a articulação ulnohumeral.^{4,5} O ligamento

colateral medial tem origem na superfície ântero-inferior do epicôndilo medial e une a ulna ao úmero, proporcionando suporte e resistência nas sobrecargas em valgo. Este ligamento se divide em banda anterior, que durante o movimento de extensão do cotovelo fica tensionada; banda posterior, que fica tensionado durante a flexão do cotovelo; e banda transversal, que faz a união da banda anterior e posterior. Este ligamento recebeu a denominação de complexo ligamentar medial do cotovelo (CLCMC) devido à sua diversidade funcional e por possuir três bandas, a anterior, a posterior e a transversa, sendo que cada banda deste ligamento

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.

1. Universidade do Oeste Paulista - Presidente Prudente, SP, Brasil.
2. Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp – Campinas, SP, Brasil.
3. Universidade Estadual Júlio Mesquita Filho - Presidente Prudente, SP, Brasil.
4. Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - São Paulo, SP, Brasil.

Trabalho realizado no Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo IOT-HC-FMUSP. Correspondência: Darlene Sassi. Rua: Laguna, 64 Vila Liberdade, Presidente Prudente-SP, Brasil. E-mail: darlenesassi@hotmail.com

Recebido em 28/09/2010, aprovado em 05/03/2011.

apresenta funções diferentes durante os movimentos de flexão e extensão do cotovelo.⁶⁻⁹

É importante ressaltar que não é possível atingir o CLCMC sem agredir a musculatura e sua aponeurose; desse modo, a única maneira de visualizar este ligamento sem atingir estas estruturas é por via artroscópica.^{10,11}

Devido à sua importância na estabilidade do cotovelo, é essencial conhecer a anatomia deste ligamento e compreender seu comportamento funcional durante o movimento de flexão e extensão e na estabilização durante o estresse em valgo.

O objetivo da presente pesquisa é o estudo anatômico do CLCMC em diferentes graus de flexo-extensão do cotovelo, observando sua capacidade estabilizadora medial por meio de testes de estresse em valgo, com cortes seletivos e progressivos de sua estrutura.

MATERIAL E MÉTODO

Foram dissecados 40 cotovelos provenientes de 20 cadáveres frescos, com idade variando de 22 a 74 anos (média = 57,2 anos), sendo 18 (90%) do sexo masculino e dois (10%) do sexo feminino, com “causa mortis” não traumática, procedentes do Serviço de Verificação de Óbitos da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Todos foram examinados antes da dissecação e apresentaram sinais clínicos de frouxidão ligamentar na articulação do cotovelo. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – FMUSP, sob o protocolo nº 065/96. Os cadáveres foram posicionados em decúbito dorsal, com o ombro em abdução de 45° e máxima rotação externa. A via de acesso foi curvilínea, centrada no epicôndilo medial e de aproximadamente 20 cm de comprimento. Depois, foram expostos os tendões dos músculos flexores do antebraço até sua origem, e isolamento do nervo ulnar através da abertura do túnel ulnar. As paredes medial e lateral da cabeça ulnar do músculo flexor ulnar do carpo compõem o túnel ulnar, cujo assoalho é formado pela banda posterior do CLCMC, que só pode ser observada após anteriorização do nervo ulnar.

Feito isto, foi dissecado o músculo flexor superficial dos dedos com suas três expansões: a primeira em direção ao epicôndilo medial, a segunda em direção ao tubérculo do processo coronoide na inserção do CLCMC e a terceira que faz um reforço no próprio CLCMC.

A aponeurose foi encontrada em torno do músculo flexor superficial dos dedos e o músculo flexor radial do carpo, a qual contornava a musculatura e formava a fásia superior do tendão conjunto. Esse reforço tendinoso foi encontrado exatamente sobre a porção anterior do CLCMC. (Figura 1)

Para completar a exposição anterior das inserções do CLCMC e da cápsula articular na ulna, desinseriu-se o músculo pronador redondo e o músculo braquial na borda medial do processo coronoide. A exposição posterior do CLCMC foi obtida quando se desinseriu a porção medial do músculo tríceps braquial.

Ao expor por completo o CLCMC, pode-se observar a origem, a inserção e a localização das bandas anterior, posterior e transversa. (Figuras 2, 3 e 4)

A estabilidade foi analisada nos movimentos de flexão a 135° para a extensão, a 0° do cotovelo, com intervalo de 20 graus, ou seja, nos ângulos de 135°, 110°, 90°, 70°, 50°, 30° e 0°.

Determinou-se os grupos GPA e GAP, cada um com 20 cotovelos (10 direitos e 10 esquerdos). No GPA o sentido da secção das bandas do CLCMC foi de posterior para anterior em três etapas: iniciou-se procedendo à secção da banda posterior, seguida com

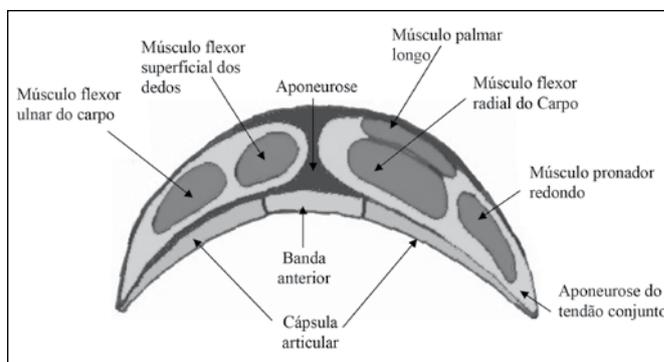


Figura 1. Esquema do tendão conjunto com suas estruturas, a cápsula articular e a banda anterior.

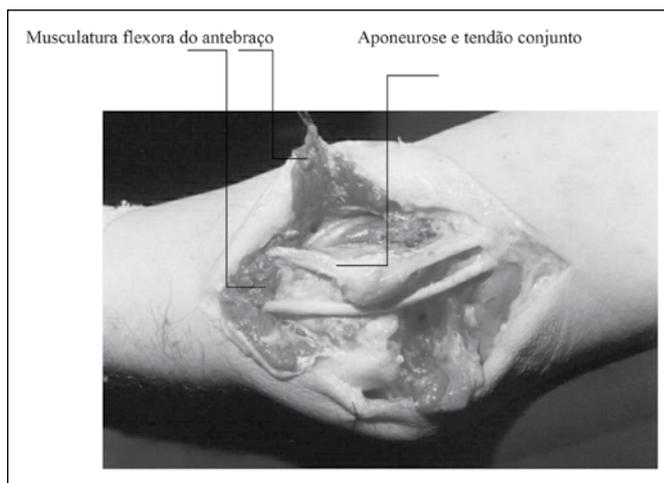


Figura 2. Tendão conjunto com sua aponeurose após retirada da musculatura flexora do antebraço.

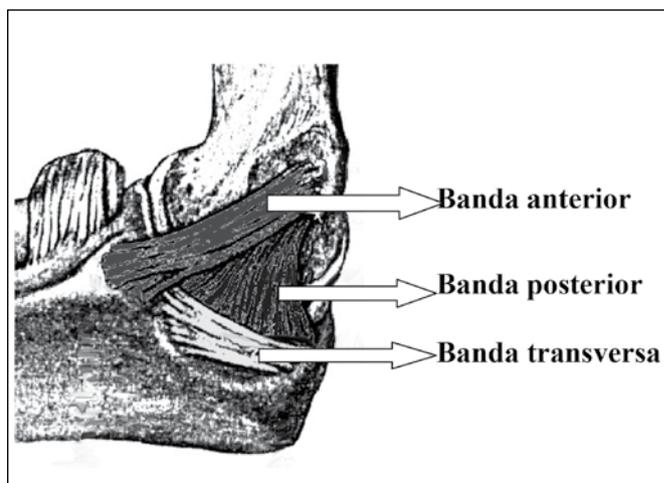


Figura 3. Esquema das três bandas do CLCMC.

a secção da cápsula articular até o início da banda anterior e finalizando com a secção da banda anterior.

No GAP, o sentido de secção foi contrário, de anterior para posterior e repetiram-se as três etapas: primeiramente foi seccionado a banda anterior, depois a cápsula articular até o início da banda posterior, finalizando com a secção da banda posterior.

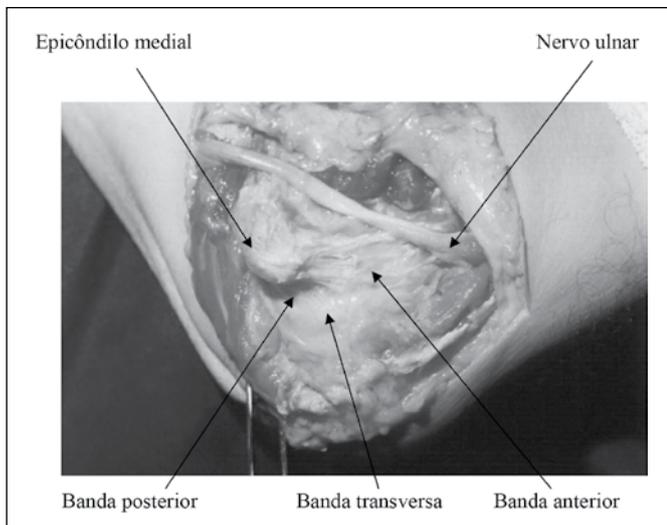


Figura 4. Tendão conjunto com sua aponeurose após retirada da musculatura flexora do antebraço.

Como parâmetro para medida das aberturas, utilizou-se o maior espaço entre a tróclea do úmero e a incisura troclear. Os instrumentos empregados para a mensuração foram o paquímetro analógico e o goniômetro.

O estresse em valgo era conseguido pela ação da gravidade dada pelo peso do antebraço e mão pendentes, apoiando-se o epicôndilo lateral do cotovelo na borda da maca.

Realizou-se 20 medidas para cada grupo em cada ângulo e calculou-se a média.

A análise estatística constou da distribuição de freqüências das variáveis nominais (qualitativas) e do estudo estatístico descritivo dos parâmetros quantitativos: média (M), desvio padrão (DP), erro padrão da média (EPM), valores máximo (MAX) e mínimo (MIN). Na comparação entre dois grupos de dados quantitativos foi empregado o teste *t Student*. Em todos os casos foi adotado o nível de significância de 5% ($p = 0,05$).

RESULTADOS

Na presente pesquisa observou-se, após a secção seletiva do CLCMC com abertura em valgo, um distanciamento da ulna com a tróclea em dois planos: sagital e transversal. O deslocamento no plano sagital era dado pela ação da gravidade, à medida que o ligamento era seccionado. No plano transversal, o deslocamento era causado pelo desencaixe da ulna de medial para lateral entre os côndilos umerais.

Com o CLCMC íntegro, mesmo com a manobra de valgo, a abertura medial do cotovelo mantinha-se inalterada durante o movimento de flexão e extensão.

GPA

Com o CLCMC íntegro, o cotovelo permaneceu estável; não houve abertura entre a tróclea do úmero e a incisura troclear.

Na primeira etapa, após a secção da banda posterior, o cotovelo mantinha-se estável, não apresentando abertura nos ângulos 135°, 110°, 90°, 70°, 50°, 30° e 0° de flexão do cotovelo.

A segunda etapa, após a secção da banda posterior, acompanhada da cápsula articular até o início da banda anterior, também não apresentou abertura em nenhum ângulo de flexão e durante as manobras com e sem estresse do cotovelo.

A secção da banda posterior e da cápsula articular até o limite da

banda anterior, executando-se a manobra proposta, não resultava em abertura medial. A contribuição da banda posterior para a estabilização medial do cotovelo era nula.

Na terceira etapa foi seccionado todo o CLCMC, banda posterior, cápsula articular até o final da banda anterior, realizou-se o movimento de flexão e extensão sem estresse, seguido da manobra de estresse em valgo. A Tabela 1 mostra as médias de aberturas e as diferenças entre os dois testes.

Tabela 1. Média das aberturas em centímetros do GPA, após a secção da banda posterior e da cápsula articular até o final da banda anterior, sem estresse e com estresse.

Ângulo	0°	30°	50°	70°	90°	110°	135°
BP+C+BAS	0,42	1,03	2,59	2,42	2,11	1,41	0,0
BP+C+BAC	0,53	1,62	2,88	2,82	2,51	1,71	0,0
D	0,06	0,59	0,29	0,4	0,4	0,3	0,0

BP = banda posterior, C = cápsula, BA = banda anterior, S = sem estresse, C = com estresse, D = diferença entre os testes.

GAP

A primeira etapa iniciou-se pela secção da banda anterior do CLCMC acompanhada pelo movimento de flexão e extensão sem estresse, seguido pela manobra de estresse em valgo; encontraram-se as médias de aberturas e as diferenças entre os dois testes. (Tabela 2 e Figura 5)

Os resultados obtidos na segunda etapa podem ser observados na Tabela 3 que expõe as médias de aberturas e as diferenças entre os dois testes. (Figura 6)

Por último a terceira etapa, onde seccionou-se todo o CLCMC, a banda anterior, a cápsula ligamentar até o final da banda posterior, acompanhado do movimento de flexão e extensão sem estresse, seguido da manobra de estresse em valgo; as médias de aberturas e as diferenças entre os dois testes podem ser vistas na Tabela 4 e Figura 7.

A Tabela 5 mostra a média das aberturas nas três etapas do grupo B, todas submetidas à manobra de estresse em valgo. (Figura 8).

Tabela 2. Média das aberturas em centímetros do GAP após secção da banda anterior do C.L.C.M.C., sem estresse e com estresse.

Ângulo	0°	30°	50°	70°	90°	110°	135°
BAS	0,30	0,49	0,75	0,73	0,60	0,54	0,0
BAC	0,47	0,62	0,87	0,89	0,79	0,68	0,0
D	0,17	0,13	0,12	0,16	0,19	0,14	0,0

BA = banda anterior, S = sem estresse, C = com estresse, D = diferença entre os testes.

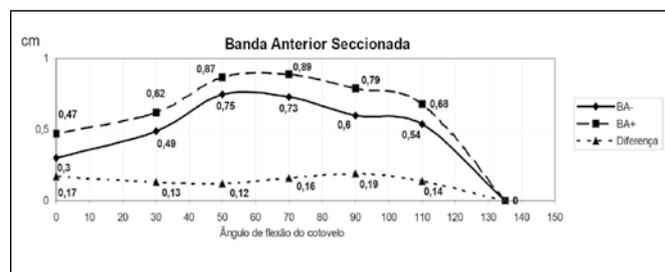


Figura 5. Comportamento das curvas com estresse e sem estresse e sua diferença, na primeira etapa do GAP. Maiores aberturas entre 50° e 70° de flexão do cotovelo.

Tabela 3. Média das aberturas em centímetros seccionado a banda anterior e a cápsula articular até o início da banda posterior do C.L.C.M.C., no GAP, sem estresse e com estresse.

Ângulo	0°	30°	50°	70°	90°	110°	135°
BA+CS	0,41	0,84	1,26	1,13	0,89	0,68	0,0
BA+CC	0,41	0,93	1,86	1,72	0,98	0,71	0,0
D	0,0	0,09	0,60	0,59	0,09	0,03	0,0

C= cápsula, BA= banda anterior, S =sem estresse, C = com estresse, D = diferença entre os testes.

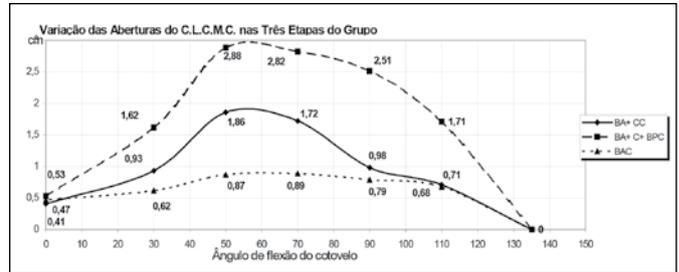


Figura 8. Variação da abertura do C.L.C.M.C. nas três etapas do grupo GAP com estresse.

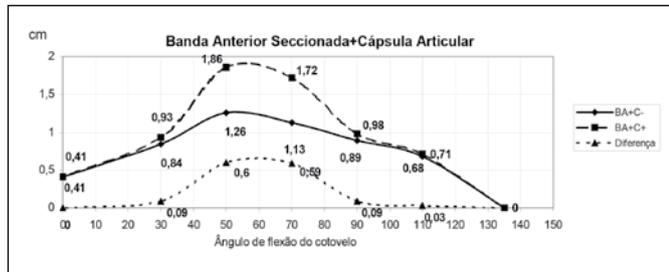


Figura 6. Comportamento das curvas com estresse, sem estresse e sua diferença, na segunda etapa do GAP. Maior abertura medial nos ângulos de 50° a 70° de flexão do cotovelo.

Tabela 4. Média das aberturas medidas em centímetros, no GAP, após secção da banda anterior e da cápsula articular até o final da banda posterior, sem estresse, com estresse e sua diferença.

Ângulo	0°	30°	50°	70°	90°	110°	135°
BA+C+BPS	0,42	1,03	2,59	2,42	2,11	1,41	0,0
BA+C+BPC	0,53	1,62	2,88	2,82	2,51	1,71	0,0
D	0,06	0,59	0,29	0,4	0,4	0,3	0,0

BP = banda posterior, C= cápsula, BA= banda anterior, S =sem estresse, C = com estresse, D = diferença entre os testes.

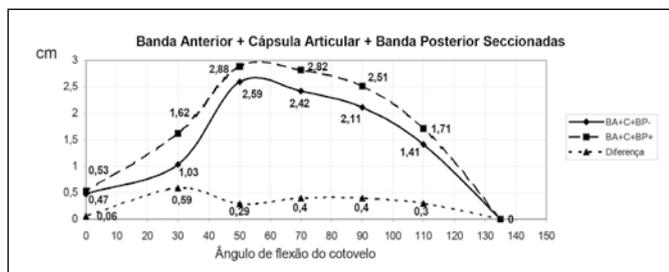


Figura 7. As curvas da terceira etapa do GAP com e sem estresse e a diferença. Máxima abertura medial entre 50° e 70° de flexão do cotovelo, após secção de todo o C.L.C.M.C.

Tabela 5. Média das aberturas em centímetros do GAP, com as três etapas submetidas a manobra de estresse em valgo.

Ângulo	0°	30°	50°	70°	90°	110°	135°
BAC	0,47	0,62	0,87	0,89	0,79	0,68	0,0
BA+CC	0,41	0,93	1,86	1,72	0,98	0,71	0,0
BA+C+BPC	0,53	1,62	2,88	2,82	2,51	1,71	0,0

BA= banda anterior, C= cápsula, BP = banda posterior, C = com estresse.

DISCUSSÃO

De acordo com Bennet et al.¹², a estabilidade do cotovelo é proporcionada pelos estabilizadores estáticos e dinâmicos. A estabilidade estática depende da relação entre o úmero e o rádio, o úmero e a ulna e o rádio e a ulna, componentes da articulação do cotovelo. A estabilidade dinâmica depende da musculatura flexora e extensora do antebraço, da cápsula articular e dos ligamentos colaterais medial e lateral. A musculatura flexora, a cápsula medial e os ligamentos mediais são mais fortes e resistentes do que a musculatura extensora e as estruturas capsulares e ligamentares laterais, inferindo-se que o compartimento medial é a chave da estabilidade dinâmica do cotovelo.

Tanto na pesquisa realizada por Schwab et al.¹³, como na realizada por Sojbjerg et al.¹⁴, ficou evidenciado que a estabilidade do cotovelo no arco de movimento de 0° a 20° e de 120° a 140° é proporcionada pelo encaixe ósseo entre a ulna e o úmero; já no arco de movimento entre 30° a 110° a estabilidade é dependente da integridade do C.L.C.M.C, como relatado por Conway et al.¹⁵ Richard et al.⁶, acompanharam, durante dez anos, onze atletas que sofreram ruptura do ligamento colateral medial sem história de luxação e observaram que todos apresentavam, ao exame clínico, instabilidade em valgo e alargamento do espaço articular medial na radiografia em valgo.

Os resultados observados no GPA vão de encontro com a pesquisa realizada por Pollock et al.¹⁶ que avaliaram os ângulos resultantes das manobras de estresse em varo e valgo e de rotação interna e externa, após a secção do feixe posterior do ligamento colateral medial. O citado autor não observou no movimento de flexão ativa o aumento do ângulo resultante das manobras de varo e valgo após a secção deste feixe; assim concluíram que a função do feixe posterior do ligamento colateral medial na estabilidade do cotovelo ainda não está bem definida.

De acordo com Morrey e An⁴ este feixe posterior encontra-se em tensão após 60 graus de flexão de cotovelo; de acordo com Vieira e Caetano¹⁷ este grau é de 120. Segundo Schwab et al.¹³ a secção não interfere de forma significativa na estabilidade medial do cotovelo.

No Grupo GAP, pode-se observar que após a secção completa da banda anterior, da cápsula articular e da banda posterior, encontrou-se o valor da abertura total, independentemente do sentido da secção. Estes achados estão de acordo com a pesquisa de Pichora et al.¹⁸ onde fica claro que o feixe anterior do ligamento colateral medial é o principal estabilizador do cotovelo no estresse em valgo. Os mesmos relatam Hotchkiss e Weiland¹⁹, que em suas pesquisas observaram que a porção anterior do ligamento colateral medial é o estabilizador primário do cotovelo no estresse em valgo.

Nos estudos realizados por diversos autores como Cage et al.²⁰,

Morrey²¹, Motta Filho e Malta²², ficou evidenciado que a porção anterior do ligamento colateral medial responde por 30% a 50% do estresse em valgo, de acordo com o grau de flexão do cotovelo. Para Vieira e Caetano¹⁷ a porção ântero-medial do CLCMC encontra-se em tensão no movimento de flexo-extensão do cotovelo a 30, 60 e 90 graus, sendo o principal estabilizador do cotovelo no esforço em valgo.

Segundo Lech et al.⁹ a banda anterior tem maior importância se comparada à banda posterior, tendo em vista a estabilidade que propicia ao cotovelo durante o estresse em valgo; o mesmo foi constatado por Jobe e Attracha.²³

A banda transversa não tem importância durante a secção, pois sua origem na face medial da ulna no processo olecraneano, e sua inserção no processo coronoide estão na própria ulna, reforçando a inserção da cápsula medialmente.

Embora não se possa comparar a variação angular obtida neste estudo, com a que foi encontrada pelos outros autores, com relação à distância linear, as aberturas máximas foram obtidas na proximidade dos intervalos angulares de 60° a 90° e entre 50° a 70°, em conformidade com outros trabalhos.

Na prática clínica raramente se observa a instabilidade medial do cotovelo. O mecanismo de lesão das fraturas da cabeça do rádio pode, eventualmente, colocar em risco a integridade do

CLCMC. Nem sempre é feita a pesquisa da instabilidade medial quando ocorrem as luxações ou fraturas do cotovelo, contudo, a padronização da pesquisa da lesão CLCMC deve ser sistemática. A contribuição deste estudo anatômico diz respeito ao reconhecimento do papel estabilizador do CLCMC, que até então não havia sido considerado em todos os seus detalhes.

Ao término desta discussão vale ressaltar que uma consideração definitiva acerca do tema não deve ser feita a partir de um único estudo. Sendo assim percebe-se a necessidade de repetições de trabalhos, uma vez que trabalhos repetidos nem sempre conduzem todos aos mesmos resultados.

CONCLUSÃO

A banda anterior é a única estrutura do CLCMC, cuja secção isolada permite a abertura em valgo do cotovelo, sendo o principal estabilizador do cotovelo na instabilidade em valgo.

Quanto realizada a secção isolada da banda posterior ou associada à secção da cápsula articular, e se mantendo intacta a banda anterior, não ocorre a abertura em valgo do cotovelo.

No intervalo de 50° a 70° de flexão do cotovelo ocorre a máxima abertura em valgo quando estão seccionadas a banda anterior, a cápsula articular e a banda posterior do CLCMC.

REFERÊNCIAS

1. Shiba R, Sorbie C, Siu DW, Bryant JT, Cooke TD, Wevers HW. Geometry of the humeroulnar joint. *J Orthop Res.* 1988; 6: 897-906.
2. Wadström J, Kinast C, Pfeiffer K. Anatomical variations of the semilunar notch in elbow dislocations. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1986; 105: 313-315.
3. Davidson PA, Pink M, Perry J, Jobe FW. Functional anatomy of the flexor pronator muscle group in relation to the medial collateral ligament of the elbow. *Am J Sports Med.* 1995; 23: 245-250.
4. Morrey BF, An KN. Stability of the elbow: osseous constraints. *J Shoulder Elbow Surg.* 2005; 14(Suppl 1): 174-178.
5. Knutzen KM, Hamill J. Bases biomecânicas do movimento humano. 2 ed. São Paulo: Manole; 2008.
6. Richard MJ, Aldridge JM 3rd, Wiesler ER, Ruch DS. Traumatic valgus instability of the elbow: pathoanatomy and results of direct repair. *Surgical technique. J Bone Joint Surg Am.* 2009; 91 (Suppl 2): 191-199.
7. Morrey BF, An KN. Functional anatomy of the ligaments of the elbow. *Clin Orthop Relat Res.* 1985; 201: 84-90.
8. Callaway GH, Field LD, Deng XH, Torzilli PA, O'Brien SJ, Altchek DW, et al. Biomechanical evaluation of the medial collateral ligament of the elbow. *J Bone Joint Surg Am.* 1997; 79 :1223-1231.
9. Lech O, Pitágoras T, Barbosa J, Severo A. Reconstrução cirúrgica das lesões ligamentares agudas do cotovelo. *Rev Bras Ortop.* 1998; 33: 945-950.
10. Field LD, Callaway GH, O'Brien SJ, Altchek DW. Arthroscopic assessment of the medial collateral ligament complex of the elbow. *Am J Sports Med.* 1995; 23: 396-400.
11. Timmerman LA, Andrews JR. Histology and arthroscopic anatomy of the ulnar collateral ligament of the elbow. *Am J Sports Med.* 1994; 22 :667-673.
12. Bennett JB, Green MS, Tullos HS. Surgical management of chronic medial elbow instability. *Clin Orthop Relat Res.* 1992; 278: 62-68.
13. Schwab GH, Bennett JB, Woods GW, Tullos HS. Biomechanics of elbow instability: the role of the medial collateral ligament. *Clin Orthop Relat Res.* 1980; 146: 42-52.
14. Søjbjerg JO, Ovesen J, Nielsen S. Experimental elbow instability after transection of the medial collateral ligament. *Clin Orthop Relat Res.* 1987; 218 :186-190.
15. Conway JE, Jobe FW, Glousman RE, Pink M. Medial instability of the elbow in throwing athletes. Treatment by repair or reconstruction of the ulnar collateral ligament. *J Bone Joint Surg Am.* 1992; 74 :67-83.
16. Pollock JW, Brownhill J, Ferreira LM, McDonald CP, Johnson JA, King GJ. Effect of the posterior bundle of the medial collateral ligament on elbow stability. *J Hand Surg Am.* 2009; 34: 116-123.
17. Vieira EA, Caetano EB. Bases anátomo-funcionais da articulação do cotovelo: contribuição ao estudo das estruturas estabilizadoras dos compartimentos medial e lateral. *Rev Bras Ortop.* 1999; 34: 481-488.
18. Pichora JE, Fraser GS, Ferreira LF, Brownhill JR, Johnson JA, King GJ. The effect of medial collateral ligament repair tension on elbow joint kinematics and stability. *J Hand Surg Am.* 2007; 32: 1210-1217.
19. Hotchkiss RN, Weiland AJ. Valgus stability of the elbow. *J Orthop Res.* 1987;5(3):372-7.
20. Cage DJ, Abrams RA, Callahan JJ, Botte MJ. Soft tissue attachments of the ulnar coronoid process. An anatomic study with radiographic correlation. *Clin Orthop Relat Res.* 1995; 320: 154-158.
21. Morrey BF. Complex instability of the elbow. *Instr Course Lect.* 1998; 47: 157-164.
22. Motta Filho GR, Malta MC. Lesões ligamentares agudas do cotovelo. *Rev Bras Ortop.* 2002; 37: 369-380.
23. Morrey BF. Master techniques in orthopaedic surgery. The Elbow. New York: Raven Press; 1994.