

CÁSSIO VALENTIM PENTEADO

ALGUNS ASPECTOS DA ARQUITETURA FUNCIONAL DOS
LIGAMENTOS CRUZADOS DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO

Tese apresentada ao Departamento de
Morfologia da F.O.P. - UNICAMP
para concorrer ao grau de Mestre em
Morfologia.

PIRACICABA - SÃO PAULO

- 1976 -

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

A meus pais

À Esther, Mauro e Cássio

AGRADECIMENTOS

Nesta oportunidade desejamos externar os nossos agra
decimentos

ao Prof. Dr. João Baptista Parolari, Professor Titular do Departamento de Morfologia - Setor Anatomia - do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, mestre e amigo, a quem devemos nossa iniciação e formação científicas, pela orientação segura e pelo apoio e estímulo permanentes.

A todos os colegas do Departamento pelas inúmeras sugestões e que, de uma forma ou de outra, tornaram possível a realização deste trabalho.

Aos funcionários Ari, Cristovan, Milton e Odair pelo auxílio na obtenção, fixação e conservação das peças.

Ao sr. Alfredo Furlan pela confecção das ilustrações.

À srta. Ivani Rodrigues Silva pelos serviços datilográficos.

Ao acadêmico de Medicina Felix Hendrik Pahl pelo inestimável auxílio na tradução dos artigos em língua alemã.

Ao sr. Pedro Gimenez Gomez pela realização da docu
mentação fotográfica.

À sra. Ada Tereza Spina Martinelli, bibliotecária chefe da Biblioteca Central da Unicamp, pela valiosa orientação na organização das Referências Bibliográficas.

Í N D I C E

	PAG.
INTRODUÇÃO	1
LITERATURA	2
SÍNTESE DA LITERATURA	17
MATERIAL E MÉTODO	20
RESULTADOS	23
1 - ESTUDO DAS INSERÇÕES E DA DISPOSIÇÃO DOS LIGAMENTOS	23
2 - ARQUITETURA GERAL	30
3 - COMPORTAMENTO DAS FIBRAS DOS LIGAMENTOS CRUZADOS DURANTE OS MOVIMENTOS DO JOELHO. AÇÃO DOS LIGAMENTOS	32
DISCUSSÃO	42
1 - INSERÇÕES, DISPOSIÇÃO E ARQUITETURA GERAL	42
2 - AÇÃO DOS LIGAMENTOS	44
CONCLUSÕES	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
APÊNDICE	59

INTRODUÇÃO

Este trabalho foi realizado por sugestão e sob a orientação do Prof. Dr. João Baptista Parolari, que nos alertou sobre as divergências existentes a respeito do assunto.

Embora os ligamentos cruzados do joelho sejam bem conhecidos macroscopicamente, há poucas referências à sua arquitetura observada ao nível do limiar macro-microscópico, bem como a certos detalhes e características de suas inserções.

O comportamento dos ligamentos cruzados (L.C.) nos diferentes movimentos da articulação do joelho têm sido objeto de numerosos trabalhos e de grandes controvérsias.

Suas funções, suas ações na limitação dos movimentos, suas porções tensas e frouxas, têm sido estudadas exaustivamente com os AA. chegando a conclusões na maioria das vezes divergentes.

Também a respeito do estado de tensão ou relaxamento dos ligamentos cruzados nas diferentes posições da articulação do joelho existem as mais variadas opiniões.

Para uns, os L.C. estão fortemente tensos nas posições extremas de flexão e extensão e moderadamente tensos nas posições intermediárias. Não há acordo sobre se um está frouxo e o outro tenso, ou se ambos estão tensos nessas posições extremas.

Segundo outros, nas posições intermediárias os L.C. apresentam porções frouxas e porções tensas. Outros ainda, dizem que ambos estão parcialmente tensos em todas as posições.

Divergem também os AA. quanto à ação dos L.C. na limitação da hiperextensão, da hiperflexão e da rotação medial e lateral da tíbia.

A única ação a respeito da qual concordam quase todos os AA. consultados, diz respeito à limitação exercida pelos L.C. sobre o deslizamento ântero-posterior da tíbia em relação ao fêmur.

O presente trabalho visa a observação do comportamento dos feixes dos ligamentos cruzados nas diferentes posições e movimentos do joelho e à observação e descrição, ao nível macro-microscópico, de particularidades das inserções, bem como, por meio da dissociação e dissecação fina, da disposição e do arranjo dos seus elementos constituintes.

Faz-se também uma análise das possíveis implicações práticas desses elementos nos movimentos e na estabilidade da articulação.

LITERATURA

Nesta revisão serão focalizados apenas os aspectos principais relacionados à arquitetura e à função dos ligamentos cruzados.

Faremos inicialmente um apanhado de trabalhos especializados e, a seguir, uma breve revisão de Tratados e obras gerais de Anatomia.

KAZZANDER (1895) em estudo sobre os ligamentos da articulação do joelho faz uma descrição pormenorizada dos ligamentos menisco-femorais anterior e posterior, considerando-os como ligamentos acessórios. Diz que o ligamento cruzado posterior é aderente à parede posterior da cápsula fibrosa mediante um tecido conjuntivo frouxo.

WILMART (1896) descrevendo um ligamento cruzado "supranumerário" faz referência ao enrolamento dos L.C. causado pela rotação medial da tíbia e ao seu descruzamento causado pela rotação lateral.

CUBBINS et al. (1937) falando dos sinais de ruptura dos ligamentos cruzados, fazem referência ao deslocamento antero-posterior anormal da tíbia como sendo dos mais importantes, evidenciando a função dos L.C. em impedir esse movimento.

HORWITZ (1938) procurando ajustar fatos anatômicos à experiência clínica, estuda vinte joelhos; após secção ora dos ligamentos cruzados, ora dos ligamentos colaterais, observa as alterações resultantes na estabilidade da articulação; provoca ruptura dos ligamentos por hiperextensão forçada; secciona longitudinalmente o fêmur e estuda o comportamento dos feixes dos ligamentos cruzados durante a flexão e mede a variação dos seus comprimentos.

Diz que durante a flexão há deslocamento da inserção femoral do L.C.P. para cima e para frente, com tensão progressiva da porção anterior, espessa; a porção posterior, delgada, não fica tão tensa e torna-se relativamente estirada somente na extensão completa, com a tíbia rodada externamente. O comprimento mínimo do ligamento observa-se na extensão completa (15 mm) e o máximo na flexão de 60 graus (23 mm).

Quanto ao ligamento cruzado anterior (L.C.A.) refere

que a porção principal, ântero-externa, mais espessa, fica tensa na flexão e relaxa-se na extensão; a porção posterior fica moderadamente tensa na extensão e todo o ligamento torna-se tenso com a rotação medial da tíbia. O comprimento mínimo do ligamento é atingido na posição de flexão de 45 graus (26 mm) e o máximo (31 mm) entre 90 e 150 graus.

Conclue afirmando que os ligamentos cruzados têm uma ação acessória na estabilidade do joelho e que as estruturas mais importantes são os ligamentos colaterais.

BRANTIGAN & VOSHILL (1941/1943) examinaram 100 articulações do joelho e em trabalho extenso e bem elaborado sobre a mecânica dos ligamentos e dos meniscos, lembram que o exame da literatura a respeito deixa-nos bastante confuso; salientam as opiniões e os aspectos contraditórios mostrando que não há unanimidade de opiniões em relação às funções dos ligamentos cruzados.

Afirmam que os ligamentos cruzados estão fortemente tensos em extensão e em flexão completas e moderadamente tensos nas posições intermediárias. Limitam a hiperextensão juntamente com os ligamentos colaterais, a porção posterior da cápsula e outros fatores; limitam também a hiperflexão ao lado de outras estruturas.

Segundo os AA. a rotação medial anormal da tíbia é impedida porque os L.C. tendem a se enrolar um em torno do outro.

Referem, como a maioria dos AA., que os ligamentos cruzados impedem o deslocamento ântero-posterior da tíbia.

Examinando os ligamentos após secção longitudinal do fêmur e da tíbia, mostraram que as fibras do L.C.P. se enrolam sobre si mesmas durante a flexão, o mesmo acontecendo com as do L.C.A.

Os AA. não provocaram a ruptura dos ligamentos por aplicação de forças externas por considerarem tais procedimentos artificiais, não reproduzindo as condições verificadas no vivo.

Terminam dizendo que é quase impossível dar funções separadas e definidas para qualquer dos ligamentos do joelho.

ABBOTT et al. (1944) referem que a disposição das inserções dos ligamentos cruzados resultam em ligeiro enrolamen

to das fibras ligamentares na direção de seu longo eixo, enrolamento que se realiza em direções opostas nos dois ligamentos, como se uma inserção fosse a imagem especular da outra. Dizem que o L.C.A. está fortemente estirado somente em extensão e em hiperextensão. Relaxa-se imediatamente após o início da flexão, permanecendo relaxado até quase flexão completa quando, então, algumas de suas fibras ântero-mediais se estiram. O estiramento do L.C.A. na extensão completa, dizem, provoca a rotação medial do fêmur ("rotação final compulsória" de Fick).

Quanto ao L.C.P., afirmam que somente suas fibras posteriores estão tensas em extensão. Durante toda a flexão algumas fibras estão tensas, com a zona de tensão deslocando-se progressivamente de diante para trás, à medida que a articulação passa da flexão para a extensão. Essa constante tensão do L.C.P. resulta em uma melhor fixação do côndilo medial do fêmur, impedindo seu escorregamento para a frente.

Lembram que embora seja costume descrever a função dos ligamentos isoladamente, não devemos nos esquecer de que eles funcionam em conjunto, juntamente com os meniscos e os músculos; a interação dos ligamentos pode ser bem evidenciada quando se analisa a progressão do joelho da flexão completa até a extensão completa. A extensão completa enrola os ligamentos cruzados entre si; o movimento é limitado pelo estiramento do L.C.A. que se rompe quando se tenta a hiperextensão; a secção experimental do mesmo permite hiperextensão de 25 graus além do normal.

LAST (1948) considera os ligamentos cruzados essenciais à estabilidade do joelho. O L.C.A. está tenso em extensão e o L.C.P. está tenso em flexão, mas nenhum dos dois está totalmente frouxo em nenhuma posição do joelho. A rotação medial da tibia enrola-os e a rotação lateral desenrola-os. A extensão é limitada pela tensão dos ligamentos colaterais e do L.C.A. e a flexão pelas partes moles posteriores da coxa e da perna.

BARNETT (1953) chama a atenção para as diferentes hipóteses que tentam explicar o mecanismo de rotação medial do fêmur no final da extensão do joelho, lembrando que esse movimento tem sido atribuído ao estiramento do L.C.A., ao "desenrolamento" dos ligamentos cruzados, às desigualdades dos côndilos femorais, etc. Afirma que esse movimento se realiza nos últimos

30 graus, sendo máximo nos 10 graus finais. O movimento inverso, de rotação lateral, está confinado somente aos primeiros graus de flexão.

MILCH (1953) lembra que as lesões dos ligamentos cruzados situam-se entre as mais sérias do joelho e que numerosas técnicas cirúrgicas têm sido desenvolvidas com a finalidade de corrigir suas conseqüências.

Diz que apesar do muito que se tem escrito sobre as funções dos ligamentos cruzados, não há unanimidade de opiniões a respeito. Enquanto uns os consideram como estruturas cuja integridade é indispensável à estabilidade do joelho, outros consideram-nos como simples meio de união entre os ossos e até mesmo estruturas vestigiais da primitiva articulação bicondilar. Anatomicamente, por sua situação e direção, parecem destinados a impedir o deslocamento ântero-posterior da tíbia. Durante a flexão e extensão normal do joelho, algumas partes de ambos os ligamentos cruzados estão tensas durante todo o movimento. Em hiperextensão o L.C.A. está tenso. As posições de máxima tensão dos ligamentos cruzados são a flexão completa e a rotação medial da tíbia. Parece pois razoável concluir-se que os L.C. funcionam principalmente durante o ato da flexão e que durante a extensão a estabilidade do joelho é devida a outras estruturas tais como o ligamento colateral medial e os músculos. Cita WEBER & WEBER que parecem ter chegado também a essa conclusão. Para estes AA., seccionando-se os ligamentos cruzados e mantendo-se os ligamentos colaterais intactos, o joelho mantém sua estabilidade em extensão, ficando instável em flexão. Nas condições inversas (secção dos ligamentos colaterais e ligamentos cruzados intactos) a estabilidade do joelho é mantida em flexão e perdida em extensão.

A seguir, cita HONIGSCHMIED, que demonstrou os seguintes fatos:

1- A hiperextensão forçada do joelho resulta, sucessivamente, em: ruptura do ligamento colateral medial, do ligamento cruzado anterior e do ligamento cruzado posterior.

2- A hiperadução e a hiperabdução só lesam os L.C. após ruptura dos ligamentos colaterais.

3- A hiperrotação medial e lateral da tíbia só lesa os L.C. após lesão da cápsula, dos ligamentos colaterais e dos meniscos.

FERREIRA (1965) considera os ligamentos cruzados importantíssimos, atribuindo-lhes a função de impedir todos os movimentos que não sejam a flexão e a extensão. Tendo uma obliquidade inversa da do ligamento colateral correspondente, contribuem, com estes, para reforçar o monobloco articular. Na extensão o L.C.A. está tenso; o L.C.P. está mais tenso em flexão que em extensão.

GAILLARD (1966) em extenso trabalho sobre os meniscos da articulação do joelho, relata a presença de um ligamento menisco-femoral, presente em 88% dos casos, que, originando-se no corno anterior do menisco lateral, une-se à margem externa do L.C.A., da qual não se pode separar por dissecção, indo inserir-se diretamente sobre o fêmur. Lembra que o menisco lateral, por seu corno anterior, além de se inserir na tibia, une-se também à borda lateral do L.C.A. ou penetra entre as fibras deste.

MAYOR (1966) refere que os ligamentos cruzados impedem o deslocamento da tibia para frente (L.C.A.) e para trás (L.C.P.). Ambos estão tensos nas posições extremas de flexão e extensão; nas posições intermediárias estão menos tensos, permitindo uma certa rotação ativa e movimentos ântero-posteriores passivos entre a tibia e o fêmur.

Diz que a tensão das estruturas extra-articulares do joelho aumenta gradativamente durante a extensão, levando, na posição de extensão completa, ao "bloqueio" da articulação. A tensão do L.C.A. também aumenta progressivamente, tracionando o côndilo lateral do fêmur na sua rotação final para dentro.

ROBICHON & ROMERO (1968), utilizando um método especial de fixação de cadáveres que permite amplos movimentos passivos das articulações, concluem que a ruptura do L.C.A. nem sempre leva ao deslizamento anormal da tibia para a frente, conforme tem sido aceito há muito tempo; o aumento da rotação medial da tibia seria, segundo os AA., um sinal muito mais importante da lesão daquele ligamento. A secção do L.C.A. tem pequena influência na estabilidade lateral e ântero-posterior do joelho, mas um acentuado efeito na rotação medial da tibia, que aumenta em todas as posições.

Os AA. fazem ressalvas ao estudo de joelhos dissecados, quando se tenta elucidar a ação dos ligamentos pois, dizem, é difícil determinar a validade de experiências em cadáver, feitas na ausência da musculatura.

LAURENCE & STRACHAN (1970) estudando 21 joelhos , nos quais fizeram secções de ligamentos e aplicaram forças externas de intensidade constante para produzir adução e abdução, concluem que o L.C.A. não interfere na abdução da tíbia; esse movimento é impedido pelo ligamento colateral tibial; quanto à adução, é limitada mais pelo tracto íleo-tibial que propriamente pelo ligamento colateral fibular.

CYRIAX (1971) discutindo as manobras executadas para testar a integridade dos diferentes ligamentos do joelho, deixa claro que o deslocamento anormal da tíbia para a frente e para trás indica, respectivamente, lesão dos ligamentos cruzados anterior e posterior.

KENNEDY et al. (1974) afirmam que a tensão do L.C.A. varia durante a flexão. O ligamento está tenso em extensão completa e em ligeira semi-flexão; afrouxa-se mais entre 40 e 50 graus e, a seguir, fica progressivamente mais tenso à medida que a flexão progride de 70 a 90 graus. A rotação medial da tíbia estira-o fortemente; a rotação lateral só o estira se for feita conjuntamente com a abdução forçada.

Segundo os AA. a luxação completa do joelho por hiperextensão forçada, provoca inicialmente a ruptura da porção posterior da cápsula, a seguir ruptura do L.C.P. e depois do L.C.A. Após a ruptura da cápsula, a inspecção mostra que o L.C.P. está intacto, não sendo possível uma observação correta do L.C.A.

Aplicando-se uma força contra a face posterior da cabeça da tíbia, de trás para a frente, em flexão de 90 graus, há ruptura do ligamento cruzado anterior (acidente comum na prática do futebol americano).

A rotação medial da tíbia pode provocar ruptura isolada do mesmo ligamento (acidente comum na prática do ski).

Para melhor observação das porções frouxas e tensas do L.C.A. os AA. usaram um estilite em gancho; removeram também um fragmento da parte anterior dos côndilos femorais.

A seguir, faremos uma breve revisão de alguns Tratados e obras gerais de Anatomia, dentre os quais destacamos:

REINLE (1855) descreve as inserções e a disposição geral dos ligamentos cruzados, mostrando a torção de suas fibras; diz que os mesmos são constituídos por feixes fibrosos constantes e essenciais e por outros acessórios, encontrando-se, às vezes, feixes achatados que decorrem sagitalmente, passando por cima da eminência intercondilar da tíbia e estendendo-se entre as raízes dos ligamentos.

SAPPEY (1871) refere que os L.C. compõem-se de feixes volumosos, em sua maioria paralelos. Diz que a rotação medial da tíbia aumenta o cruzamento dos L.C. enquanto a rotação lateral tende a descruzá-los. Na flexão, o L.C.A. apenas se modifica; o L.C.P. se torna tenso. Na extensão o L.C.A. se distende e o L.C.P. permanece frouxo, distendendo-se com a hiperextensão.

CRUVEILLHIER (1877) refere que os ligamentos cruzados estão dispostos de maneira a permitir a flexão e limitar a extensão.

Em flexão as fibras posteriores de ambos estão relaxadas. Em extensão suas fibras anteriores estão relaxadas e as posteriores tensas. A rotação medial da tíbia aumenta o cruzamento e o contacto dos L.C. que, assim, limitam o movimento. A rotação lateral se faz em maior extensão porque os L.C. se descruzam e se tornam paralelos.

FICK (1904/11) salienta que é difícil estudar o comportamento dos ligamentos cruzados durante a flexão e a extensão do joelho; os experimentos nem sempre correspondem à realidade, levando à numerosas contradições nos resultados.

Refere que a rotação lateral da perna distorce os ligamentos cruzados, tornando-se paralelos, enquanto a rotação medial torce-os mais fortemente. Durante a flexão, as fibras de cada um dos ligamentos cruzados torcem-se sobre si mesmas. Na posição de flexão completa os ligamentos ficam mais horizontais. O L.C.A. impede o deslizamento da tíbia para a frente e o L.C.P. impede o deslizamento da tíbia para trás, o que pode ser comprovado pela secção dos mesmos, quando, então, tais movimentos se tornam bem evidentes.

Descrevendo a ação dos L.C. nos movimentos de flexão

e extensão do joelho diz que as diversas partes dos ligamentos se comportam de maneira diferente. Em extensão, no ligamento cruzado anterior, a parte anterior (superior ou medial) fica tensa, arrastando o côndilo lateral do fêmur, na chamada "rotação final", no fim da extensão; a parte posterior (inferior ou lateral) se relaxa. No ligamento cruzado posterior, a parte posterior (ou medial) fica tensa e a parte anterior (ou lateral) se afrouxa. Em flexão, a parte anterior do L.C.A. se relaxa e a parte posterior fica tensa. No L.C.P. a parte anterior fica tensa e a parte posterior se relaxa, ficando tensa em semi-flexão.

Termina dizendo que, em peças dissecadas, o ligamento cruzado posterior limita a flexão e impede a hiperextensão juntamente com a porção posterior da cápsula articular.

VALLOIS (1926) descrevendo a ação dos ligamentos, refere que a todo momento da flexão ou da extensão, um certo número de suas fibras estão tensas. Diz que o ligamento cruzado anterior (L.C.A.) fica sobremodo tenso na extensão, contribuindo para a rotação terminal do movimento, enquanto na flexão só seus feixes posteriores se distendem. Quanto ao ligamento cruzado posterior (L.C.P.), está mais fortemente tenso na flexão. Limitam o escorregamento da tíbia para a frente (o anterior) e para trás (o posterior). Termina dizendo que na rotação medial da tíbia seu cruzamento aumenta, limitando o movimento.

TANDLER (1928) descrevendo os ligamentos cruzados, diz que os feixes do L.C.A. estão de tal modo torcidos que os inferiores, situados em sua maior parte na porção anterior da inserção tibial, terminam, pelo contrário, na parte posterior da inserção femoral. Discorrendo sobre a função dos L.C. refere que a flexão é limitada pelos dois ligamentos, além de outros fatores e que a rotação medial da tíbia é limitada pelo enrolamento dos ligamentos cruzados entre si. Para o Autor, a rotação final forçada da tíbia para fora, na extensão do joelho, parece ser devida ao fato do L.C.A. se tornar tenso, tracionando a tíbia; a rotação lateral desta, aproxima os seus pontos de inserção, relaxando-o e permitindo assim uma hiperextensão. Chama a atenção, no entanto, para o fato de não ser essa a única causa do movimento, evidentemente, entrando em ação também as relações mecânicas da marcha e da posição erecta.

GIANELLI (1932) diz que os L.C. representam a parte

posterior de um septo sagital estendido primitivamente entre as duas articulações condilares. Refere que o L.C.A. fica tenso na extensão completa e o L.C.P. na flexão.

BRUNI (1948) diz que a limitação tanto da extensão quanto da flexão é determinada especialmente pela tensão dos ligamentos cruzados. Para limitar a extensão concorrem também a parte posterior da cápsula e os ligamentos colaterais.

BENNINGHOFF (1949) salienta que os L.C. apresentam porções frouxas e porções tensas em todas as posições do joelho, assegurando a estabilidade principalmente em flexão. Refere que a rotação medial da tíbia aumenta o cruzamento dos L.C. que, assim, limitam o movimento; a rotação lateral, por outro lado, é mais livre por causa do descruzamento dos L.C. Diz ainda que os ligamentos cruzados impedem o deslizamento ântero-posterior da tíbia em relação ao fêmur e auxiliam a impedir os movimentos de adução e abdução da perna.

Na extensão, a parte anterior do L.C.A. fica tensa bem como a parte posterior do L.C.P. Na flexão dá-se o contrário: a parte posterior do L.C.A. fica tensa juntamente com a parte anterior do L.C.P.

Refere, finalmente, que a rotação lateral da tíbia, no final da extensão, deve-se ao estiramento do L.C.A.

PAFURST (1951) afirma que os ligamentos cruzados representam, embriologicamente, os ligamentos colaterais axiais das primitivas articulações condilares separadas. Para o A., durante a flexão do joelho, o L.C.A. se torna tenso e se opõe ao escorregamento da tíbia para a frente, enquanto o ligamento cruzado posterior se relaxa. Durante a extensão o L.C.A. se relaxa e o posterior se torna tenso, opondo-se ao escorregamento da tíbia para trás.

Na rotação lateral os ligamentos cruzados se descruzam e os ligamentos cruzado anterior e colateral fibular se torcem sobre si mesmos para limitar o movimento.

Na rotação medial os ligamentos cruzados aumentam seu cruzamento; seu enrolamento em torno um do outro limitam e param o movimento.

MORRIS (1953) diz que em semi-flexão os L.C. estão moderadamente tensos. A medida que a extensão progride, o L.C.A. torna-se mais tenso, ajudando, no final, a rotação externa

da tíbia. Os ligamentos cruzados impedem a rotação na posição de extensão completa; impedem deslocamentos ântero-posteriores e ajudam na estabilidade látero-lateral.

Em relação ao seu comportamento nos movimentos de flexão e extensão, diz que todos os ligamentos estão tensos em extensão completa (com exceção do patelar) e que este movimento é limitado pelos ligamentos cruzados e colaterais. Já na posição de flexão completa, o L.C.P. fica fortemente estirado e o anterior ligeiramente frouxo. Lembra que a flexão é limitada pelo contacto das partes moles da face posterior da coxa e da perna.

Analisando a rotação medial e lateral da perna afirma na que a rotação medial é limitada pelo L.C.A. enquanto os ligamentos colaterais ficam frouxos. Já a rotação lateral pôe tensos os ligamentos colaterais, que a limitam, enquanto os ligamentos cruzados são "descruzados" por esse movimento, afrouxando-se .

WALMSLEY (1953) refere que os ligamentos cruzados estão menos tensos na flexão do que na extensão e assim, no primeiro caso, eles permitem um pequeno escorregamento da tíbia em relação ao fêmur, se a coxa for fixada e a perna movida passivamente, com força. Diz que a rotação medial da perna torna os mais tensos e mais cruzados, enquanto a rotação lateral torna os menos tensos e menos cruzados.

BRADB & ELZE (1954) dizem que os ligamentos cruzados mantêm a união dos ossos do joelho principalmente durante a flexão. A rotação medial da tíbia é limitada pelo maior enrolamento dos L.C. entre si; na rotação lateral os ligamentos cruzados se des cruzam, afrouxando-se.

Dizem que a parte anterior do L.C.A. está tensa em extensão e a parte posterior tensa em flexão. Quanto ao L.C.P., dá-se o contrário: a parte posterior está tensa em extensão e a parte anterior tensa em flexão. Em qualquer posição do joelho, portanto, sempre existe uma parte dos L.C. que está tensa.

Terminam dizendo que os L.C. impedem o deslizamento ântero-posterior da tíbia em relação ao fêmur e auxiliam a limitar a adução-abdução da perna.

PZRUKOPF (1955) diz que os ligamentos cruzados encontram-se submetidos a uma tensão parcial em qualquer posição da articulação. Refere que embora os ligamentos cruzados se en-

rolem um sobre o outro na rotação medial da tibia, não é isso que limita o movimento, mas, sim, a tensão dos ligamentos colaterais.

HOLLINSHEAD (1958) afirma que existem as mais variadas opiniões a respeito da tensão dos ligamentos cruzados nas varias posições do joelho e seu conseqüente papel na estabilidade dessa articulação. Os AA. divergem a respeito da tensão dos L.C. nas posições de completa flexão e extensão, sobre qual deles está frouxo e qual está tenso. Diz que é geralmente aceito que eles estão em estado de tensão relativa em todas as posições e algumas vezes se diz que o anterior torna-se particularmente tenso na extensão completa e o posterior na flexão completa.

Refere que o L.C.A. é mais delgado e mais longo que o posterior.

ANSON & MADDOCK (1959) consideram os ligamentos cruzados como verdadeiros ligamentos colaterais da articulação bicondilar do joelho, dizendo que os mesmos são poderosos mecanismos de estabilização.

Referem que o L.C.A. fica tenso na extensão, impedindo a hiperextensão juntamente com os ligamentos colaterais e a porção posterior da cápsula; o L.C.A. impede, ainda, o escorregamento da tibia para a frente. Quanto ao L.C.P. dizem que está relaxado na extensão mas tenso na flexão, impedindo o escorregamento da tibia para trás. Ambos bloqueiam a excessiva rotação medial da tibia; a rotação lateral é bloqueada pelos ligamentos colaterais.

TESTUT & LATARJET (1959) dizem que os ligamentos cruzados têm sido estudados por AA. ingleses e, segundo estes, ficam tensos nas posições extremas de flexão e extensão e frouxos nas posições intermediárias. Referem que os L.C. evitam o deslocamento ântero-posterior da tibia em relação ao fêmur e se põem tensos nos movimentos de rotação.

Dizem não acreditar que a rotação medial da tibia se já limitada pelo maior enrolamento dos ligamentos cruzados entre si.

SPALTEHOLZ & SPANNER (1959/60) afirmam que a rotação lateral da tibia descruza os L.C., afastando-os um do outro e relaxando-os. A rotação medial, ao contrário, torce-os entre si, o que faz com que limitem o movimento.

Os ligamentos cruzados impedem o deslizamento ântero-posterior da tibia.

Referem que na flexão, as duas partes dos L.C. voltadas para o centro da articulação (e que portanto se tocam) estão tensas. Na extensão, as partes voltadas para fora da articulação é que estão tensas. A extensão é limitada pela metade anterior do L.C.A. Referem ainda que em todas as posições do joelho existem porções tensas e porções frouxas em ambos os ligamentos cruzados.

Terminam dizendo que a rotação lateral da tibia no final da extensão é devida ao estiramento do L.C.A.

GARDNER et al. (1963) dizem que todos os ligamentos estão tensos quando o joelho está completamente estendido e que os ligamentos cruzados impedem o escorregamento da tibia para a frente (o anterior) e para trás (o posterior).

ZUCKERMAN (1963) afirma que os L.C. estão tensos na maioria das posições do joelho e impedem o excessivo deslocamento da tibia em direção ântero-posterior, mantendo o fêmur e a tibia firmemente unidos. A ruptura de um ou de ambos resulta em instabilidade da articulação.

WOODBURNE (1965) diz que o L.C.A. impede o deslizamento da tibia para a frente e o L.C.P. impede o deslizamento da tibia para trás. Diz também que ambos estão moderadamente tensos em todas as posições do joelho e tornam-se fortemente estirados em extensão completa.

HOLLINSHEAD (1967) diz que enquanto os ligamentos cruzados estão mais tensos durante a extensão e a flexão completas, algumas partes deles estão também tensas durante as fases intermediárias, exercendo um efeito estabilizador da articulação durante todo o movimento.

Afirma ainda que como os dois ligamentos são um tanto achatados nas suas inserções femorais, o movimento de rolamento do osso durante a flexão torce as fibras e essa torção mantém algumas partes em constante tensão.

WALDEYER (1967) refere que os L.C. mantêm a estabilidade do joelho durante a flexão e impedem o deslizamento ântero-posterior da tibia em relação ao fêmur. Na extensão, diz, ficam tensas as porções mediais de ambos os ligamentos cruzados. Na flexão, ficam tensas a parte lateral do L.C.A. e a parte medial do L.C.P.

A rotação lateral da tíbia no final da extensão é, segundo o A., devido à tensão do L.C.A.

TÖNDURY (1968) descrevendo a ação dos ligamentos na mecânica do joelho, diz que a extensão é limitada pelo ligamento cruzado anterior, juntamente com o ligamento poplíteo oblíquo e os ligamentos colaterais, sendo o L.C.A. a primeira dessas estruturas a sofrer estiramento com a extensão. Para o A., a estabilidade do joelho depende do seu aparelho ligamentar, sendo a musculatura o segundo elemento em importância; sem esta, o aparelho ligamentar é insuficiente para manter a estabilidade do joelho.

O máximo estiramento dos ligamentos verifica-se em extensão completa e o máximo relaxamento em flexão de 20 a 30 graus.

LOCKHART et al. (1969) afirmam que os ligamentos cruzados têm sido considerados como ligamentos colaterais das primitivas cavidades articulares separadas.

Referindo-se à função dos mesmos, dizem que o anterior impede o escorregamento da tíbia para a frente e o posterior impede o escorregamento da tíbia para trás.

ORTS LLORCA (1970) referindo-se à torção das fibras do L.C.A. diz que as fibras que se originam mais lateralmente na tíbia, terminam na parte mais inferior da inserção femoral e vice-versa.

Segundo o A., a limitação da rotação medial da perna é consequência do maior cruzamento dos L.C. Quanto à flexão, é limitada pelas fibras tibiais do L.C.P. e fibulares do L.C.A., além de outros fatores. A extensão seria limitada pelas fibras tibiais de ambos os ligamentos, ao lado de outros fatores.

BAIRATI (1971) descrevendo as inserções dos ligamentos cruzados refere que o L.C.A. origina-se do tubérculo intercondilar medial da tíbia. Diz que os L.C. estão tensos durante a extensão da perna, quando são importantes meios de bloqueio da articulação. Por outro lado, tornam-se relaxados durante a flexão.

BECKER et al. (1971) consideram os ligamentos cruzados extremamente importantes para a estabilidade do joelho, impedindo a rotação do fêmur sobre a tíbia na posição de extensão.

Dizem que os ligamentos cruzados ficam moderadamente tensos não importa a posição do joelho, mas tornam-se mais tensos nas posições extremas de flexão e de extensão.

GARDNER & OSBURN (1971) consideram os ligamentos cruzados como estabilizadores gerais da articulação do joelho, evitando afastamentos entre a tibia e o fêmur, ajudando a impedir deslocamentos laterais e mantendo a proximidade dos ossos. Como os ligamentos são cruzados, algumas de suas fibras estão tensas em movimentos de qualquer direção.

ROUVIFRE (1971) considera os ligamentos cruzados como verdadeiros ligamentos posteriores do joelho porque engrossam a parte posterior da cápsula articular. Diz que ambos estão tensos na extensão e que alguns feixes mantêm-se tensos em todas as posições do joelho, assegurando o contacto entre as superfícies articulares. Refere que a extensão é limitada pelos ligamentos cruzados e colaterais e que a rotação medial da tibia é limitada pelos ligamentos cruzados, mas não faz referência se tal ação decorre do maior enrolamento deles entre si.

CHIARUCI & BUCCIANZE (1972) consideram os ligamentos cruzados como os mais importantes meios de união entre a tibia e o fêmur. Segundo os AA. os ligamentos cruzados representam a parte posterior de um septo incompleto entre as duas articulações condilares, cuja parte anterior é representada de forma rudimentar pela prega sinovial patelar (ligamento adiposo).

Descrivendo a ação dos ligamentos nos movimentos do joelho afirmam que a extensão é limitada pela tensão dos ligamentos cruzados e colaterais os quais tornam impossíveis movimentos de lateralidade e de rotação, assegurando a estabilidade da articulação na posição erecta e na deambulação. Quanto aos movimentos de rotação, possíveis em quase todos os graus de flexão, declaram que a rotação interna da tibia aumenta o cruzamento dos L.C. e isso limita rapidamente o movimento. A rotação externa "desenrola" os ligamentos, sendo limitada pela tensão dos ligamentos colaterais.

GRAY (1972) diz que a situação intra-articular dos L.C. justifica sua identificação como ligamentos colaterais das articulações fêmoro-tibiais primitivamente separadas.

Comparando os dois ligamentos diz que o posterior é mais robusto, mais curto e menos oblíquo que o anterior. Refere

que os ligamentos cruzados estão tensos em todas as posições do joelho e que sua principal função é agir como uma ligação direta entre os ossos e impedir o escorregamento da tibia para a frente (ligamento anterior) e para trás (ligamento posterior).

LANG & KACHSMUTH (1972) referem que a flexão torce as fibras dos ligamentos cruzados; em consequência, existem porções frouxas e porções tensas em todas as posições do joelho. Assim, em relação ao L.C.A., a parte anterior (medial) estira-se na extensão e relaxa-se na flexão; a parte posterior (lateral) relaxa-se na extensão e estira-se na flexão.

No que diz respeito ao L.C.P., afirmam que a parte anterior (lateral) relaxa-se na flexão e na extensão; a parte posterior (medial) estira-se na flexão máxima; em semi-flexão está frouxa.

Os AA. apresentam uma tabela sobre o comportamento das diversas partes dos ligamentos cruzados nas diferentes posições do joelho.

A respeito dos movimentos de rotação medial e lateral da tibia, mostram que o primeiro põe tensas todas as partes de ambos os ligamentos cruzados; o segundo relaxa-os totalmente.

RASCH & BURKE (1973) lembram que quando o joelho está em extensão completa ou quase completa e o membro inferior sustentando o peso do corpo, tanto os ligamentos cruzados como os colaterais experimentam certa tensão, o que os torna especialmente vulneráveis aos traumatismos, como se observa nos acidentes de rugby. Referem ainda que a ruptura dos ligamentos cruzados pode ocorrer por torção do joelho, acidente muito comum na prática do ski.

SÍNTESE DA LITERATURA

Embora ROBICHON & ROMERO (1968) façam ressalvas ao estudo dos movimentos do joelho em peças dissecadas, BRANTIGAN & VOSHELL (1941), MORRIS (1953) e KENNEDY et al. (1974) julgam tais experimentos perfeitamente válidos desde que se conheçam suas limitações e se observem certas cautelas na sua realização e na interpretação dos resultados.

WEBER & WEBER (1836), HONIGSCHMIED (1893), PACENSTECHER (1903), HORWITZ (1938), ABBOTT et al. (1944) e KENNEDY et al. (1974) provocaram, em seus trabalhos, a ruptura experimental dos L.C., com o que não concordam FICK (1904/11), BRANTIGAN & VOSHELL (1941) e ROBICHON & ROMERO (1968) por considerarem que tais experimentos não reproduzem as condições que ocorrem no vivo, levando a numerosas contradições nos resultados.

Os ligamentos cruzados são essenciais à estabilidade do joelho segundo FICK (1904/11), CUBBINS et al. (1937), BRANTIGAN & VOSHELL (1941), LAST (1948), BENNINGHOFF (1949), MILCH (1953), MORRIS (1953), BRAUS & ELZE (1954), HOLLINSHEAD (1958/67), ANSON & MADDOCK (1959), SPALTEHOLZ & SPANNER (1959/60), GARDNER et al. (1963), ZUCKERMAN (1963), FERREIRA (1965), WALDEYER (1967), BECKER et al. (1971), CYRIAX (1971), GARDNER & OSBURN (1971), GRAY (1972), CHIARUGI & BUCCIANTE (1972) e KENNEDY et al. (1974).

Por outro lado, para HORWITZ (1938), os ligamentos cruzados não são tão importantes na manutenção da estabilidade do joelho.

No que diz respeito à ação dos ligamentos cruzados nos movimentos de flexão e extensão do joelho, TESTUT & LATARJET (1959) referem que segundo os AA. ingleses, que estudaram o assunto, os L.C. estão tensos nas posições extremas de flexão e extensão e frouxos nas posições intermediárias.

BRANTIGAN & VOSHELL (1941) e MAYOR (1966) são da mesma opinião quanto às posições extremas, mas dizem que nas posições intermediárias ambos estão moderadamente tensos.

HOLLINSHEAD (1958/67) e BECKER et al. (1971) concordam com os AA. anteriores no que diz respeito às posições extremas, mas afirmam que nas posições intermediárias os L.C. apresentam porções frouxas e porções tensas.

Os ligamentos cruzados apresentam porções frouxas e porções tensas em todas as posições do joelho segundo FICK(1904 /11), HORWITZ (1938), ABBOTT et al. (1944), LAST (1948), BENNIN GHOFF (1949), MILCH (1953), BRAUS & ELZE (1954), PERNKOPF(1955), HOLLINSHEAD (1958/67), SPALTEHOLZ & SPANNER (1959/60), WALDEYER (1967), BECKER et al. (1971), GARDNER & OSBURN (1971), ROUVIÈRE (1971), GRAY (1972) e LANG & WACHSMUTH (1972).

O L.C.A. apresenta-se tenso na extensão e o L.C.P. tenso na flexão para SAPPEY (1871), VALLOIS (1926), GIANELLI (1932), ABBOTT et al. (1944), LAST (1948), MORRIS (1953), ANSON & MADDOCK (1959) e FERREIRA (1965).

O L.C.A. está frouxo na flexão e o L.C.P. frouxo na extensão segundo SAPPEY (1871), GIANELLI (1932), ABBOTT et al. (1944) e ANSON & MADDOCK (1959).

Ambos estão tensos na extensão conforme CRUVEILHIER (1877), BRANTIGAN & VOSHELL (1941), MORRIS (1953), MAYOR (1966), GARDNER et al. (1968) e ROUVIÈRE (1971).

Ambos estão tensos em flexão para BRANTIGAN & VOSHELL (1941), MILCH (1953) e MAYOR (1966).

BAIRATI (1971) é o único dentre os AA. consultados a afirmar que ambos estão tensos na extensão e frouxos na flexão.

PATURET (1951), por sua vez, diz que o L.C.A. está tenso em flexão e frouxo na extensão, enquanto o L.C.P. encontra-se tenso na extensão e frouxo na flexão, o que também está em desacordo com a opinião da totalidade dos AA. consultados.

Ambos os ligamentos cruzados limitam a extensão segundo CRUVEILHIER (1877), BRANTIGAN & VOSHELL (1941), BRUNI (1948), MORRIS (1953), MAYOR (1966), ORTS LLORCA (1970), BECKER et al. (1971), ROUVIÈRE (1971) e CHIARUGI & BUCCIANTE (1972).

Ambos limitam a flexão segundo TANDLER (1928), BRANTIGAN & VOSHELL (1941), BRUNI (1948) e ORTS LLORCA (1970).

Dos dois ligamentos cruzados, somente o anterior limita a extensão segundo ABBOTT et al. (1944), LAST (1948), MILCH (1953), ANSON & MADDOCK (1959) e TONDURY (1968).

O L.C.A. está fortemente tenso em extensão e moderadamente tenso nas posições intermediárias, segundo LAST (1948) e KENNEDY et al. (1974).

O L.C.P. está fortemente tenso em flexão e moderadamente tenso nas posições intermediárias para ABBOTT et al. (1944) e LAST (1948).

A rotação medial do fêmur que ocorre no final da extensão é devida ao estiramento do L.C.A., que arrasta o côndilo lateral, na opinião de FICK (1904/11), TANDLER (1928), ABBOTT et al. (1944), BENNINGHOFF (1949), MORRIS (1953), SPALTEHOLZ & SPANNER (1959/60), MAYOR (1966) e WALDEYER (1967).

A rotação medial da tíbia é limitada pelo maior "enrolamento" dos ligamentos cruzados entre si segundo CRUVEILHIER (1877), VALLOIS (1926), TANDLER (1928), BRANTIGAN & VOSHELL (1941), BENNINGHOFF (1949), PATURET (1951), BRAUS & ELZE (1954), SPALTEHOLZ & SPANNER (1959/60), ORTS LLORCA (1970) e CHIARUGI & BUCCIANTE (1972).

Para outros, esse movimento é limitado pela tensão dos ligamentos cruzados (além de outros fatores) e não pelo maior enrolamento dos mesmos; é o que afirmam HORWITZ (1938), MORRIS (1953), WALMSLEY (1953), ANSON & MADDOCK (1959), TESTUT & LATARJET (1959), ROBICHON & ROMERO (1968), ROUVIÈRE (1971), LANG & WACHSMUTH (1972) e KENNEDY et al. (1974).

TESTUT & LATARJET (1959) não acreditam que a rotação medial da tíbia seja limitada pelo maior enrolamento dos ligamentos cruzados.

É opinião quase unânime dos AA. consultados que os ligamentos cruzados impedem o deslocamento (deslizamento) da tíbia para a frente (L.C.A.) e para trás (L.C.P.); é o que afirmam FICK (1904/11), VALLOIS (1926), CUBBINS et al. (1937), BRANTIGAN & VOSHELL (1941), ABBOTT et al. (1944), BENNINGHOFF (1949), PATURET (1951), MILCH (1953), MORRIS (1953), BRAUS & ELZE (1954), ANSON & MADDOCK (1959), TESTUT & LATARJET (1959), SPALTEHOLZ & SPANNER (1959/60), ZUCKERMAN (1963), WOODBURNE (1965), MAYOR (1966), WALDEYER (1967), LOCKHART et al. (1969), BECKER et al. (1971), CYRIAX (1971), GARDNER & OSBURN (1971), GRAY (1972) e KENNEDY et al. (1974).

Os ligamentos cruzados auxiliam na manutenção da estabilidade látero-lateral do joelho, limitando os movimentos de adução e abdução da tíbia, segundo BRANTIGAN & VOSHELL (1941/43), BENNINGHOFF (1949), MORRIS (1953), BRAUS & ELZE (1954), FERREIRA (1965), e GARDNER & OSBURN (1971).

Os ligamentos cruzados não interferem na limitação desses movimentos para HONIGSCHMIED (1893), HORWITZ (1938), ABBOTT et al. (1944), LAST (1948), MILCH (1953), ZUCKERMAN (1963), WOODBURNE (1965), MAYOR (1966), ROBICHON & ROMERO (1968) e LAURENCE & STRACHAN (1970).

MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizados trinta e três joelhos - dezessete direitos e dezesseis esquerdos - de adultos de ambos os sexos das raças branca e negra bem como de mestiços, obtidos no Departamento de Morfologia - setor Anatomia - do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas.

Todos os espécimes provieram da sala de trabalhos práticos do laboratório de Anatomia e haviam sido fixados previamente em solução de formol a 10%. Todas as articulações examinadas eram normais.

Inicialmente os joelhos eram dissecados, mantendo-se intactos a cápsula articular, os ligamentos e os meniscos. Em seguida fazia-se a ressecção do ligamento patelar juntamente com a patela. Ressecava-se então o restante da cápsula articular, tomando-se especial cuidado na separação desta do ligamento cruzado posterior.

A essa altura era feito um exame sumário dos ligamentos, realizando-se alternados e sucessivos movimentos de flexão e extensão.

Passava-se então à dissecção dos L.C. ressecando-se a sinovial e o tecido conjuntivo que normalmente os recobre bem como os ligamentos menisco-femorais anterior e posterior.

Terminada a dissecção e o isolamento dos ligamentos cruzados, eram executados movimentos de flexão e extensão, exaustivamente, ora com fixação da tíbia, ora do fêmur, observando-se os ligamentos cruzados pela face anterior e posterior, em flexão e extensão completa e nas mais diferentes posições intermediárias.

Nesse exame, feito pela inspeção visual direta e pela utilização de um pequeno estilete em gancho, com o qual testávamos a tensão das diferentes partes dos ligamentos, eram observadas e anotadas as posições nas quais os ligamentos, ou parte deles, tornavam-se frouxos ou tensos. Todas essas observações foram repetidas posteriormente em cinco casos, após secção longitudinal do fêmur e da tíbia.

A seguir, em uma posição de flexão em torno de 60 graus, com fêmur fixado, faziam-se movimentos de rotação lateral e medial da tíbia, examinando-se o comportamento dos liga-

mentos cruzados nessas condições e principalmente o "enrolamento" dos L.C. na rotação medial.

Nas peças nas quais, posteriormente, foi feita a ressecção dos ligamentos colaterais, os movimentos de rotação medial e lateral foram repetidos nessas novas condições, observando-se o enrolamento e o desenrolamento dos L.C. e o grau de rotação alcançado.

Passava-se então ao exame do comportamento dos L.C. nos movimentos de lateralidade (abdução e adução da tibia) e nos movimentos de deslizamento antero-posterior da tibia, em flexão de 90 graus, com o fêmur fixo.

A seguir, procedeu-se de modo diferente segundo os espécimes, a saber:

cinco peças (nº 21, 23, 24, 25 e 29) foram tratadas por uma solução de ácido nítrico a 5% durante 20 horas;

oito peças (nº 22, 26, 27, 28, 30, 31, 32 e 33) foram tratadas por uma solução de ácido acético a 3% durante 4 dias;

em três casos (peças 1, 2 e 3) foi feita a divisão e dissociação completa das fibras dos ligamentos, com consequente destruição dos mesmos, para nos familiarizarmos com todas as suas peculiaridades;

em 20 casos (peças 4, 5, 6, 7, 8, 14, 15, 16, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31 e 32) foi feita a secção longitudinal do fêmur e a ressecção dos ligamentos colaterais e dos meniscos;

em cinco casos (peças 13, 17, 18, 30 e 31) foi feita a secção longitudinal do fêmur e da tibia, mantendo-se intactos os ligamentos cruzados, os ligamentos colaterais e os meniscos. Procedeu-se então à medida do comprimento dos ligamentos cruzados por meio de um compasso; tomaram-se como referência dois pontos marcados com alfinete colorido, respectivamente, na parte média das inserções tibial e femoral. As medidas foram tomadas nas seguintes posições: extensão completa e flexões de 45, 90 e 135 graus. Os resultados constam da Tabela 3. A seguir executaram-se movimentos de flexão e extensão com essas hemi-articulações, observando-se apenas o enrolamento dos feixes do L.C. e não o seu estado de tensão ou relaxamento;

em três casos (peças 9, 10 e 11) foi feita a ressec

ção em bloco dos L.C. e regiões ósseas vizinhas às inserções, procedendo-se à descalcificação por meio de uma solução de HCL a 2% durante cerca de 3 meses, após o que realizaram-se cortes das inserções, paralelos e perpendiculares à direção das fibras, para posterior exame sob lupa binocular;

em um caso (peça 12) os ligamentos cruzados foram ressecados, seccionados transversal e longitudinalmente e examinados sob lupa;

em outro caso (peça 33) foram deixados intactos os ligamentos cruzados e colaterais e os meniscos;

em vinte peças nas quais havia sido feita previamente a secção longitudinal do fêmur (peças 4, 5, 6, 7, 8, 14, 15, 16, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31 e 32), procedeu-se à medida do comprimento das inserções femorais de ambos os L.C.. Os resultados constam da Tabela 1.

A seguir, foi feita, em vinte e cinco exemplares (nº 4, 5, 6, 7, 8, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 e 32), a dissecação fina dos ligamentos cruzados, sob lupa binocular estereoscópica (estereomicroscópio ZEISS, Mod. 3) com aumentos que variaram de 5 a 40 vezes, procedendo-se à divulsão e dissociação dos feixes de fibras com o auxílio de bisturi, tesoura e um estilete de ponta fina. Foram anotados, em desenhos, a direção e a disposição das fibras, em flexão e extensão completa e nas posições intermediárias. Examinavam-se também as inserções tibiais e femorais dos ligamentos, sob os mesmos aumentos.

As medidas dos diferentes graus de flexão foram sempre aproximadas (\pm 5 graus) por se considerar desnecessárias medidas excessivamente rigorosas. Para essas medidas, marcava-se em uma prancheta de madeira, com o auxílio de um goniômetro, os diferentes ângulos desejados, estendendo-se a seguir sobre a mesma a articulação do joelho.

Em virtude das dificuldades em estabelecer pequenas diferenças entre graus de tensão ou relaxamento dos ligamentos, em cuja avaliação entram forçosamente fatores subjetivos, resolveu-se considerar apenas três classes de variação, a saber; 1) fortemente tenso; 2) moderadamente tenso; 3) frouxo.

RESULTADOS

Antes de iniciar a descrição dos resultados, achamos oportuno lembrar que existe uma certa discordância na literatura, quando se faz referência aos feixes dos ligamentos cruzados; as designações de feixes (fibras, partes ou porções) superiores, inferiores, anteriores e posteriores não são empregadas por todos com o mesmo significado. O mesmo pode ser dito em relação aos termos lateral, medial, interno e externo que são tomados em relação ao plano sagital mediano, ora do corpo, ora da articulação do joelho.

As denominações de feixes (fibras, partes ou porções) superiores, inferiores, anteriores e posteriores, utilizadas neste trabalho, referem-se à posição dos feixes ao nível das inserções femorais, com o joelho em extensão - posição anatômica. Os termos lateral e medial são tomados sempre em relação ao plano sagital mediano do corpo.

1- ESTUDO DAS INSERÇÕES E DA DISPOSIÇÃO DOS LIGAMENTOS

O L.C.A. origina-se da porção medial da área intercondilar anterior da tíbia, entre as inserções anteriores dos dois meniscos, apresentando uma superfície de inserção triangular, ovalar ou reniforme (Fig. 1), parcialmente fundida com o corno anterior do menisco lateral. A partir da inserção tibial, os feixes se dirigem para cima, para trás e lateralmente, achatando-se no sentido transversal e abrindo-se em leque, para se inserir na face medial do côndilo lateral do fêmur, próximo à sua borda posterior, segundo uma superfície alongada, ligeiramente curva, em crescente, convexa posteriormente (Fig. 2, A), com um comprimento médio de 17 mm (Tab. 1) e inclinada de aproximadamente 30 graus em relação à vertical, de tal modo que os feixes inferiores situam-se em um plano mais posterior que os superiores.

O L.C.P. origina-se da área intercondilar posterior e da porção adjacente da face posterior da tíbia, atrás das inserções posteriores dos meniscos, apresentando uma superfície

de inserção retangular, de longo eixo ântero-posterior, medindo cerca de 1 X 2 cm (Fig. 1). Os feixes dirigem-se para cima, para a frente e medialmente, achatando-se no sentido sùpero-inferior e expandindo-se em leque, para se inserir na face lateral do cõndilo medial do fêmur, próximo à sua borda ântero-inferior, segundo uma superfície alongada, horizontal, ligeiramente curva, em crescente, de convexidade inferior (Fig. 2, B), medindo aproximadamente 20 mm de extensão (Tab. 1).

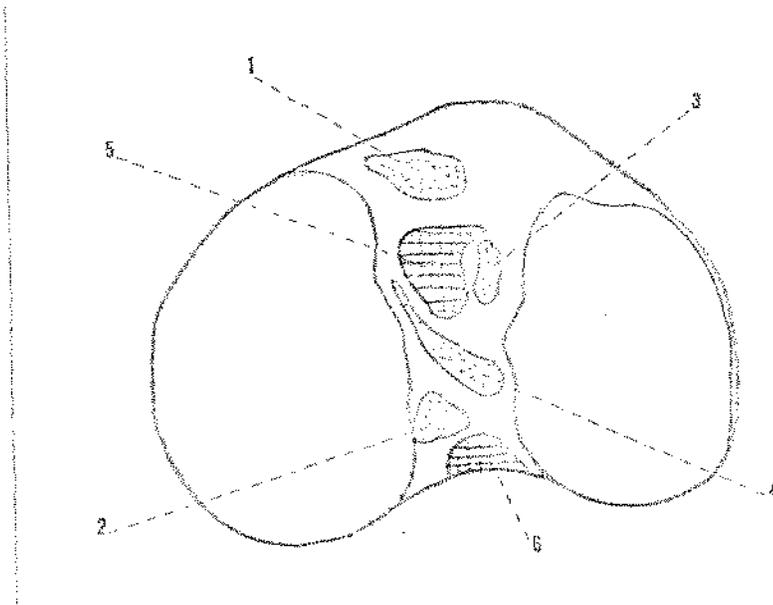


Fig. 1- Inserções dos meniscos e dos ligamentos cruzados na face superior da tíbia direita.

- 1 e 2 - inserções do menisco medial.
- 3 e 4 - inserções do menisco lateral.
- 5 - inserção do lig. cruzado anterior
- 6 - inserção do lig. cruzado posterior.

Devido à convergência anterior dos cõndilos femorais, os feixes posteriores (mediais) do L.C.P. estão situados mais "externamente" (em relação ao plano sagital médio da articulação do joelho) que os feixes anteriores (ou laterais). Do mesmo modo, os feixes inferiores (ou laterais) do L.C.A. são mais "externos" (em relação ao centro do joelho) que os feixes superiores (ou mediais). Assim, os feixes superiores (mediais) do L.C.A. e os feixes anteriores (laterais) do L.C.P. estão voltados para o centro da articulação e, portanto, se tocam.

Tabela 1 - Comprimento das inserções femorais dos ligamentos cruzados, em mm.

Nº da peça	L.C.A.	L.C.P.	Nº da peça	L.C.A.	L.C.P.
4	22	24	21	16	23
5	20	24	22	17	26
6	22	22	23	16	21
7	16	17	24	17	20
8	17	19	25	17	22
13	17	20	26	16	19
14	15	17	27	15	19
15	18	21	28	15	19
16	20	22	29	16	19
17	16	18	30	20	22
18	15	18	31	17	20
19	21	23	32	16	20
20	21	25			

Comprimento Médio- L.C.A. : 17,52 L.C.P. : 20,80 (*)

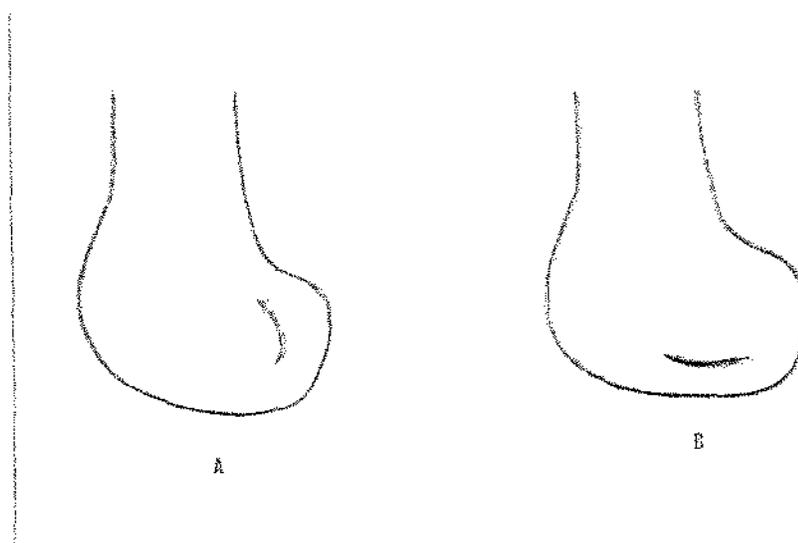


Fig. 2- Superfícies de inserção femoral dos ligamentos cruzados anterior (A) e posterior (B).

(*) Ver Apêndice.

Ao nível da inserção femoral os ligamentos são achatados e não apresentam a mesma espessura em toda a sua extensão. Assim, a porção inferior (lateral) do L.C.A. é mais delgada que a porção superior (medial). O mesmo acontece com a porção posterior (medial) do L.C.P. em relação à porção anterior (lateral).

A maior parte das fibras dos ligamentos cruzados alcança a superfície óssea, ao nível da inserção femoral, sob um ângulo acentuadamente agudo, com as fibras dispostas em uma direção retilínea, próximas e quase paralelas à superfície óssea e distribuídas em pequenos fascículos divergentes. Dependendo do ligamento considerado e da posição do joelho - se em flexão ou extensão - essa disposição inverte-se completamente, passando as fibras a se disporem afastadas e perpendiculares à superfície óssea, aumentando acentuadamente o ângulo entre elas e o osso; as fibras apresentam-se então encurvadas e reviradas para fora, invertendo sua direção e dispondo-se como se estivessem (e na realidade estão) sendo tracionadas em sentido contrário. (Fig. 3, 4, 13 e 14).

Assim, para o L.C.A. a primeira disposição é encontrada na extensão completa (Fig. 3, A e 13, A). Na flexão completa temos uma disposição inversa (Fig. 3, B e 13, C).

Para o L.C.P., em flexão completa, as fibras apresentam, ao nível da inserção femoral, o aspecto retilíneo, situando-se próximas ao osso e atingindo-o em ângulo agudo (Fig. 4, A e 14, C); essa disposição inverte-se em extensão (Fig. 4, B e 14, A).

Ao se aproximar da inserção femoral, algumas fibras dos ligamentos cruzados afastam-se das demais, seguindo uma direção ligeiramente divergente, "alargando" a superfície de inserção (Fig. 5 e 6).

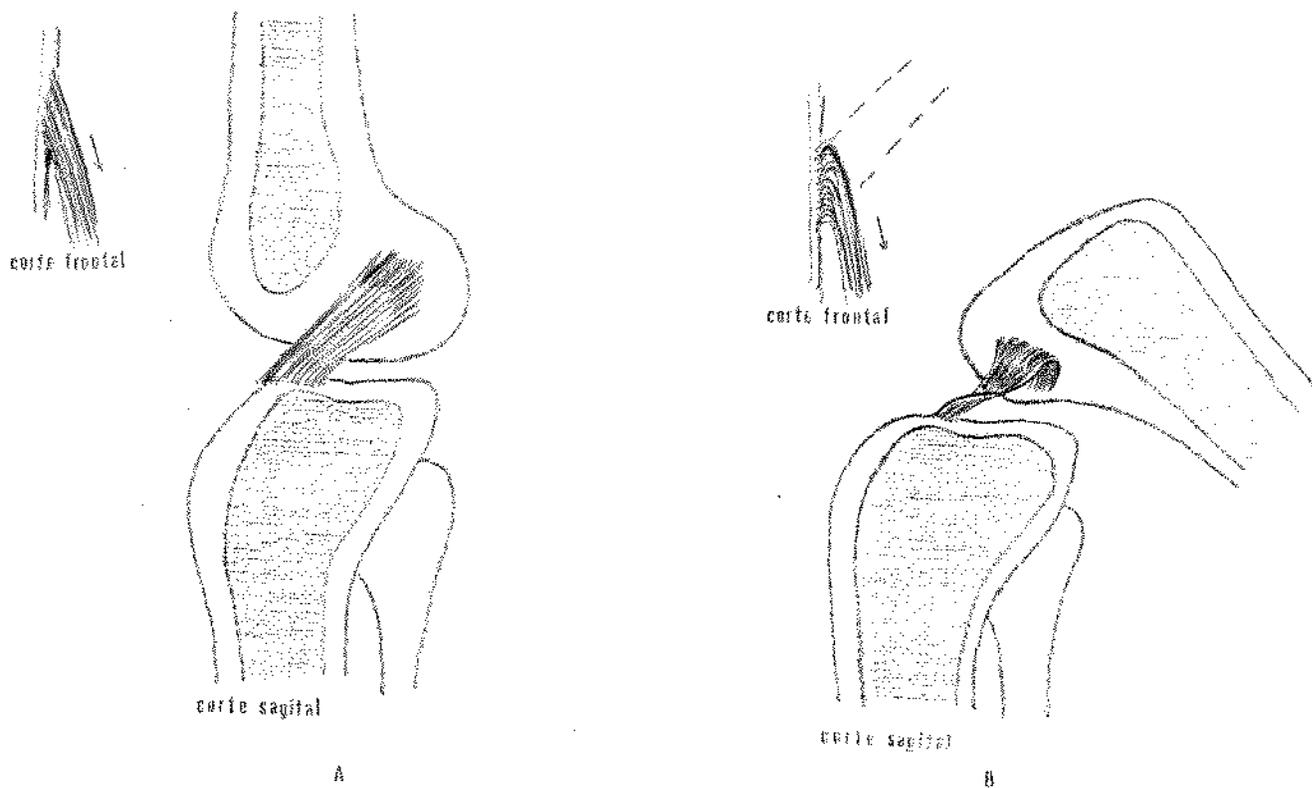


Fig. 3 - Disposição das fibras do L.C.A. ao nível da inserção femoral.

A- Extensão completa: as fibras alcançam a superfície óssea sob um ângulo agudo e se dispõem em direção retilínea, quase paralelas à superfície óssea. As forças agem no sentido do comprimento das fibras (seta) que, assim, resistem melhor à tração.

B- Flexão completa: as fibras afastam-se da superfície óssea, apresentando-se invertidas, encurvadas e reviradas para fora. As forças de tração (seta) tendem a provocar a ruptura ou arrancamento das inserções.

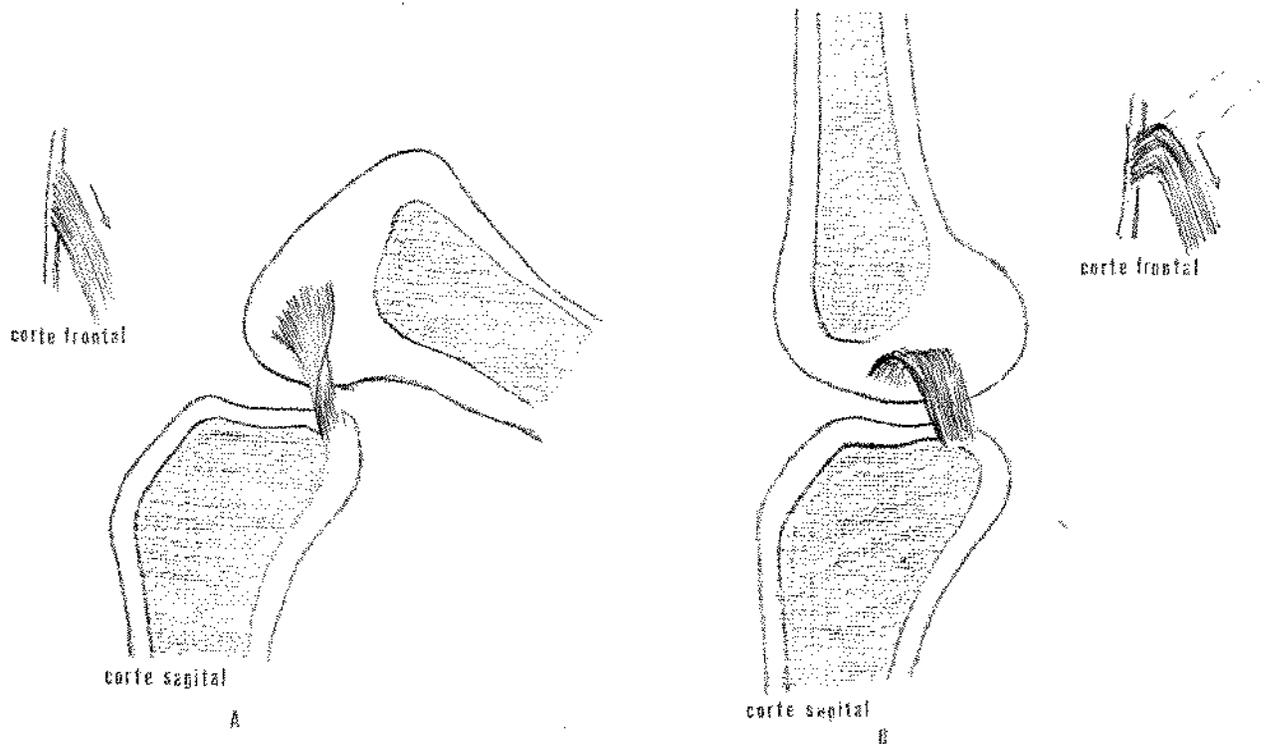


Fig. 4 - Disposição das fibras do L.C.P. ao nível da inserção femoral.

A- Flexão completa: as fibras apresentam a disposição retilínea, alcançando a superfície óssea sob um ângulo agudo.

B- Extensão completa: as fibras afastam-se do osso, apresentando-se encurvadas e reviradas para fora.



Fig. 5 - Esquema mostrando o comportamento das fibras dos ligamentos cruzados ao nível da inserção femoral. Notar algumas fibras divergindo das demais e alargando a superfície de inserção. L.C.P., corte frontal.



Fig. 6 - Notar o alargamento ao nível da inserção femoral. L.C.P., corte frontal.

2 - ARQUITETURA GERAL

As fibras dos ligamentos cruzados dispõem-se em feixes primários, os quais, por sua vez, se reúnem em feixes secundários; estes, encontram-se separados por tecido conjuntivo frouxo e são mais facilmente visíveis e identificáveis ao nível das inserções e na periferia do ligamento (Fig. 7).

Na maior parte das vezes, em ambos os ligamentos, com o joelho em extensão, os feixes secundários apresentam uma disposição quase paralela. Podem no entanto se apresentar torcidos de tal modo que, por exemplo, as fibras situadas mais anteriormente ao nível da inserção tibial do L.C.A., tornam-se inferiores ao nível da inserção femoral. Nesses casos, durante a flexão do joelho, sofrerão uma torção mais acentuada. Analogamente para o L.C.P., as fibras que se originam na porção mais posterior da inserção tibial podem se tornar anteriores ao nível da inserção femoral, torcendo-se ainda mais durante a flexão.

Em ambos os casos, entre as duas posições extremas e existe toda uma gama de disposições intermediárias. A disposição torcida dos feixes secundários apresenta-se com mais evidência no ligamento cruzado anterior.

Por outro lado, a rotação medial e lateral da tibia têm ligeiro efeito de torção ou distorção sobre as fibras dos ligamentos cruzados. Assim, a rotação medial torce as fibras do L.C.A. e torce as do L.C.P.

Inversamente, a rotação lateral torce as fibras do L.C.A. e distorce as do L.C.P. (Tab. 2).

Os ligamentos cruzados anteriores são a imagem especular um do outro o mesmo se passando com os ligamentos cruzados posteriores. (Fig. 8).

Tabela 2 - Ação dos movimentos de rotação medial e lateral da tibia sobre a torção das fibras dos ligamentos cruzados.

Rotação da tibia	L.C.A.		L.C.P.	
	direito	esquerdo	direito	esquerdo
Medial	distorce	distorce	torce	torce
Lateral	torce	torce	distorce	distorce



Fig. 7 - Corte transversal mostrando os feixes primários e secundários dos ligamentos cruzados. 6 X

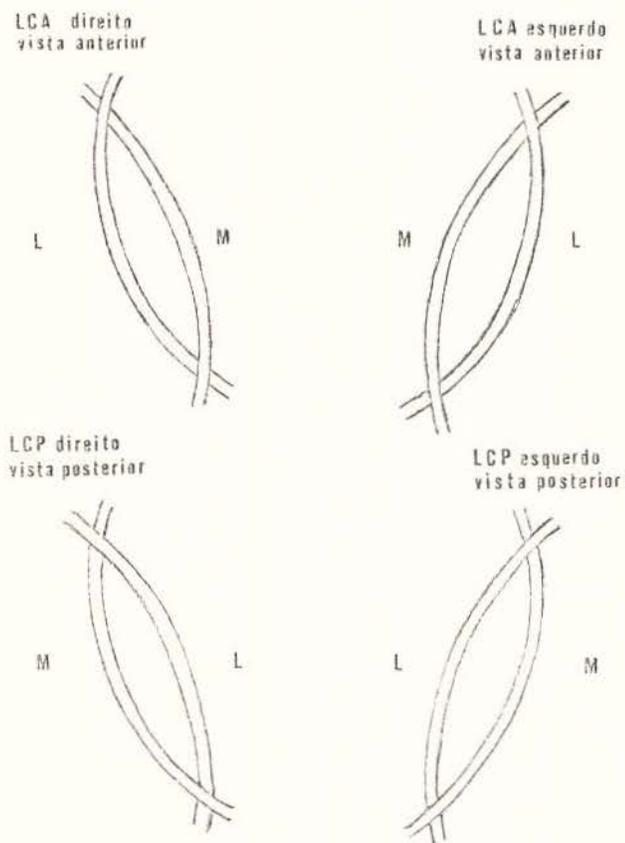


Fig. 8 - Esquema mostrando o sentido de torção das fibras dos ligamentos cruzados.

3 - COMPORTAMENTO DAS FIBRAS DOS LIGAMENTOS
CRUZADOS DURANTE OS MOVIMENTOS DO JOELHO.
AÇÃO DOS LIGAMENTOS.

A - Movimentos de flexão e extensão: analisaremos o comportamento dos L.C. nas posições extremas de extensão e flexão e nas posições intermediárias.

Na extensão completa, todo o L.C.A. encontra-se fortemente tenso; a inserção femoral apresenta-se com a disposição da Fig. 3, A, favorável para resistir às forças de tração. O ligamento limita a extensão, opondo-se à hiperextensão; quando se tenta este movimento há forte estiramento de todo o ligamento, mas, principalmente, da porção inferior (Fig. 9, A).

O L.C.P. apresenta-se frouxo; a inserção femoral apresenta o aspecto encurvado e invertido da Fig. 4, B. Quando se tenta a hiperextensão há apenas um leve estiramento da porção posterior (Fig. 9, B), pois o movimento é bloqueado logo a seguir pelo estiramento do L.C.A.

Conclue-se que, na extensão completa, o L.C.A. fica fortemente tenso, parecendo ser um dos fatores mais importantes na limitação do movimento, opondo-se à hiperextensão. O L.C.P. apresenta-se frouxo; a hiperextensão apenas estira levemente seus feixes posteriores (mediais); seus feixes anteriores (laterais) permanecem frouxos (Tab. 4).

Na flexão completa, o L.C.A. apresenta sua inserção femoral fortemente encurvada e invertida, com o aspecto da Fig. 3, B. Suas fibras mediais (superiores) estão sob tensão moderada mas suas fibras laterais (inferiores) apresentam-se frouxas. Todo o L.C.P. encontra-se fortemente tenso (estirado) e a inserção femoral apresenta o aspecto da Fig. 4, A.

Forçando-se a flexão o L.C.P. fica ainda mais tenso, não chegando contudo, em nenhum momento, a limitar a hiperflexão. O L.C.A. tende a afrouxar-se pois sua inserção femoral aproxima-se da tibial.

(Nota: a limitação da flexão, como sabemos, ocorre pelo contacto das massas musculares da face posterior da coxa e da perna).

Concluimos que em flexão completa o L.C.P. fica for-

temente tenso, não chegando contudo a limitar o movimento. O L.C.A. apresenta suas fibras mediais sob tensão moderada e suas fibras laterais relaxadas (Tab. 4). A hiperflexão estira mais o L.C.P. e tende a afrouxar o L.C.A.

Nas posições intermediárias, partindo-se da extensão completa e realizando-se a flexão, nota-se que a inserção femoral do L.C.A. desloca-se para baixo e para a frente (Fig. 10), com afrouxamento progressivo dos seus feixes inferiores, que se deslocam sucessivamente pelos pontos B1, B2, B3, B4 e B5, cada vez mais próximos da inserção tibial. Ao mesmo tempo, os feixes superiores excursionam pelos pontos A1, A2, A3, A4 e A5, mais ou menos equidistantes da inserção tibial, mantendo-se pois moderadamente tensos. É fácil perceber que a hiperflexão tenderá a aproximar A5 da inserção tibial, afrouxando os feixes superiores.

Durante a flexão, um ponto situado no centro da inserção femoral tende a se aproximar cada vez mais da inserção tibial, conforme se pode observar pela Fig. 10 e pelos dados da Tab. 3. Partindo-se portanto da extensão completa e realizando-se a flexão até 135 graus o L.C.A. encurta-se progressivamente, afrouxando-se como um todo.

A extensão realiza um movimento inverso, com tensão progressiva do ligamento que atinge o grau máximo em extensão completa, quando ajuda a rodar a tibia lateralmente, levando o joelho à posição de "bloqueio".

L.C.P.: com a flexão do joelho, a inserção femoral deste ligamento desloca-se para cima e para a frente (Fig. 11), com tensão progressiva dos seus feixes anteriores que percorrem sucessivamente, a trajetória indicada por C1, C2, C3, C4 e C5. Por outro lado, seus feixes posteriores relaxam-se inicialmente (de D1 até meio caminho entre D2 e D3, cerca de 60 graus) e tirando-se a seguir progressivamente (D3 a D5) para ficar fortemente tenso em flexão completa. O movimento inverso, de extensão, afrouxa progressivamente todo o ligamento. Um ponto situado no centro da inserção femoral tende a afastar-se da inserção tibial durante a flexão e a aproximar-se na extensão (ver Tab. 3 e Fig. 11).

Durante todo o movimento de flexão, as fibras de ambos os ligamentos voltadas para o centro da articulação (me -

Tabela 3 - Comprimento dos ligamentos cruzados nas diferentes posições do joelho (em mm).

		Comprimento							
		L.C.A.				L.C.P.			
		Ext.	Flexão			Ext.	Flexão		
nº da peça	Graus	45	90	135	45	90	135		
13		32	30	27	21	28	32	37	39
17		32	22	20	28	27	29	33	36
16		30	27	25	25	24	27	30	31
21		35	30	23	21	28	29	30	34
30		34	31	29	27	23	24	33	34
MÉDIA (*)		32,6	28	24,8	24,4	26	28,2	32,6	34,8

diais ou superiores do anterior e laterais ou anteriores do posterior) mantêm-se tensas (Fig. 10 e 11), contribuindo para manter a aproximação e o contacto das superfícies articulares, impedindo a separação dos ossos, o escorregamento da tibia no sentido ântero-posterior e ajudando a estabilizar a articulação durante o movimento.

Como vemos, em todas as posições do joelho existem porções frouxas e porções tensas em ambos os ligamentos cruzados com exceção da extensão completa, quando todo o L.C.P. está frouxo. As fibras inferiores (laterais) do L.C.A. apresentam-se frouxas em todas as posições do joelho, com exceção da extensão completa.

A flexão torce os feixes de fibras dos ligamentos cruzados, tanto do anterior como do posterior, levando os feixes superiores (mediais) do L.C.A. para trás e para baixo e os inferiores (ou laterais) para frente e para cima, enrolando-os entre si (Fig. 10, 12 e 13). Ao mesmo tempo, leva os feixes posteriores (mediais) do L.C.P. para baixo e para a frente, enrolando-os em torno dos feixes anteriores (laterais) que são, por sua vez, levados para cima e para trás (Fig. 11 e 14). A extensão realiza um movimento inverso. Os feixes de fibras dos ligamentos cruzados estarão, pois, mais ou menos torcidos segundo os diferentes graus de flexão do joelho.

(*) Ver Apêndice.

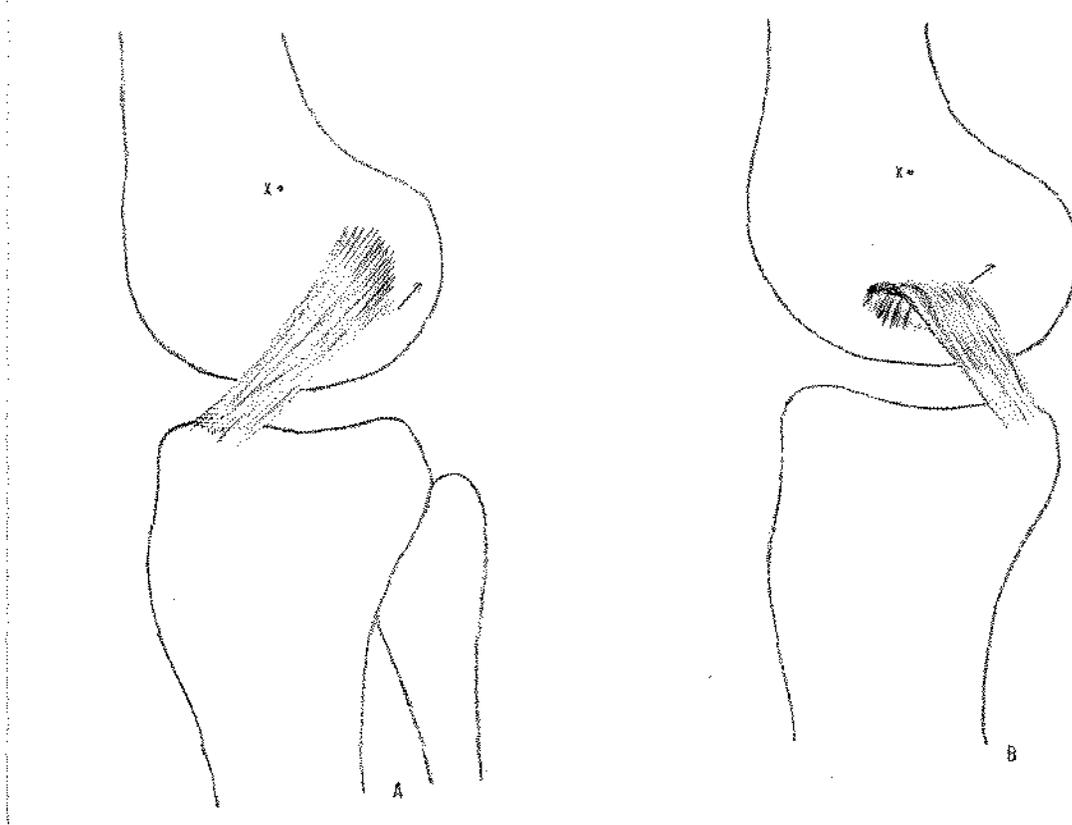


Fig. 9 - Efeito da hiperextensão sobre os ligamentos cruzados.
x = eixo de movimento.

A - L.C.A. : a hiperextensão, provoca o estiramento de todo o ligamento mas, principalmente, das fibras inferiores (seta), pois tende a afastá-las da inserção tibial.

B - L.C.P. : a hiperextensão põe tensas as fibras posteriores (seta) tendendo a afastá-las da inserção tibial. O movimento, no entanto, é bloqueado pelo L.C.A. e por outras estruturas.

Quando, partindo da posição erecta, flexionamos os joelhos unicamente pela ação da gravidade, provocamos a torção das fibras dos ligamentos cruzados. Essa torção de cada um dos ligamentos sobre si mesmo, provoca o seu encurtamento, mantendo sempre algumas de suas partes sob certa tensão, aproximando as superfícies ósseas, suavizando o movimento (é evidente que esta última ação é desempenhada também por todas as estruturas situadas em torno da articulação, e principalmente, pela contração

do m. quadríceps femoral), ajudando assim a evitar deslocamentos das superfícies articulares e estiramentos súbitos dos ligamentos.

O mecanismo pode ser comparado à suspensão por barras de torção, utilizado na indústria automobilística.

Na posição de "bloqueio" da articulação (extensão completa) os ligamentos cruzados apresentam-se com seus feixes de fibras pouco torcidas, quase paralelos o que, ao lado de outros fatores, os tornam particularmente vulneráveis aos traumatismos.

B - Movimentos de rotação: a rotação medial da tibia realiza-se na direção do longo eixo dos ligamentos cruzados , afastando os seus pontos de inserção, provocando assim o seu estiramento, o qual, juntamente com aquele sofrido pelos ligamentos colaterais (principalmente o medial) é o fator mais importante na limitação do movimento. Segundo nossas observações, os L.C. apenas se tocam na posição de máxima rotação medial; embora seu cruzamento aumente, eles não se enrolam a ponto de limitar o movimento.

Tabela 4 - Comportamento dos feixes dos ligamentos cruzados nas diferentes posições do joelho.

- = frouxo

+ = moderadamente tenso

++ = fortemente tenso

POSIÇÃO \ FEIXES	L.C.A.		L.C.P.	
	laterais (inf.)	mediais (sup.)	laterais (ant.)	mediais (post.)
Flexão completa	-	+	++	++
Semi-flexão (+ 50°)	-	+	++	-
Extensão completa	++	++	-	-
Hiperextensão forçada	++	++	-	+
Rotação medial da tibia	++	++	++	++
Rotação lateral da tibia	-	-	-	-

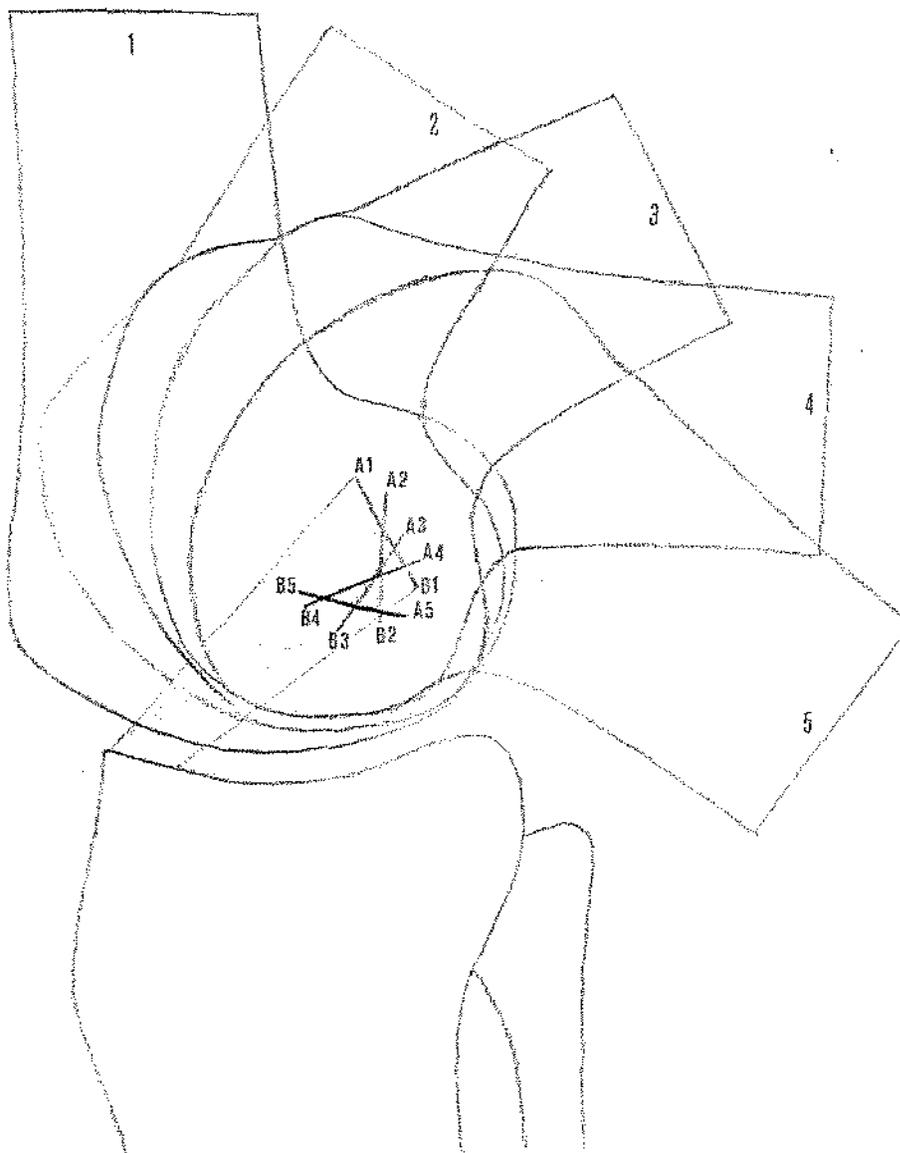


Fig. 10 - Esquema para mostrar o deslocamento sofrido pela inserção femoral do L.C.A. durante a flexão do joelho (com a tíbia fixa). A1 - B1= posição em extensão completa. A5 - B5= posição em flexão completa. Notar que o movimento leva os feixes superiores para trás e para baixo (de A1 para A5), sempre mais ou menos equidistantes da inserção tibial, mantendo-os, em consequência, moderadamente tensos. Ao mesmo tempo, os feixes inferiores são deslocados para baixo e, a seguir para a frente (de B1 para B5) afrouxando-se progressivamente. A área sombreada representa a posição do ligamento em extensão.

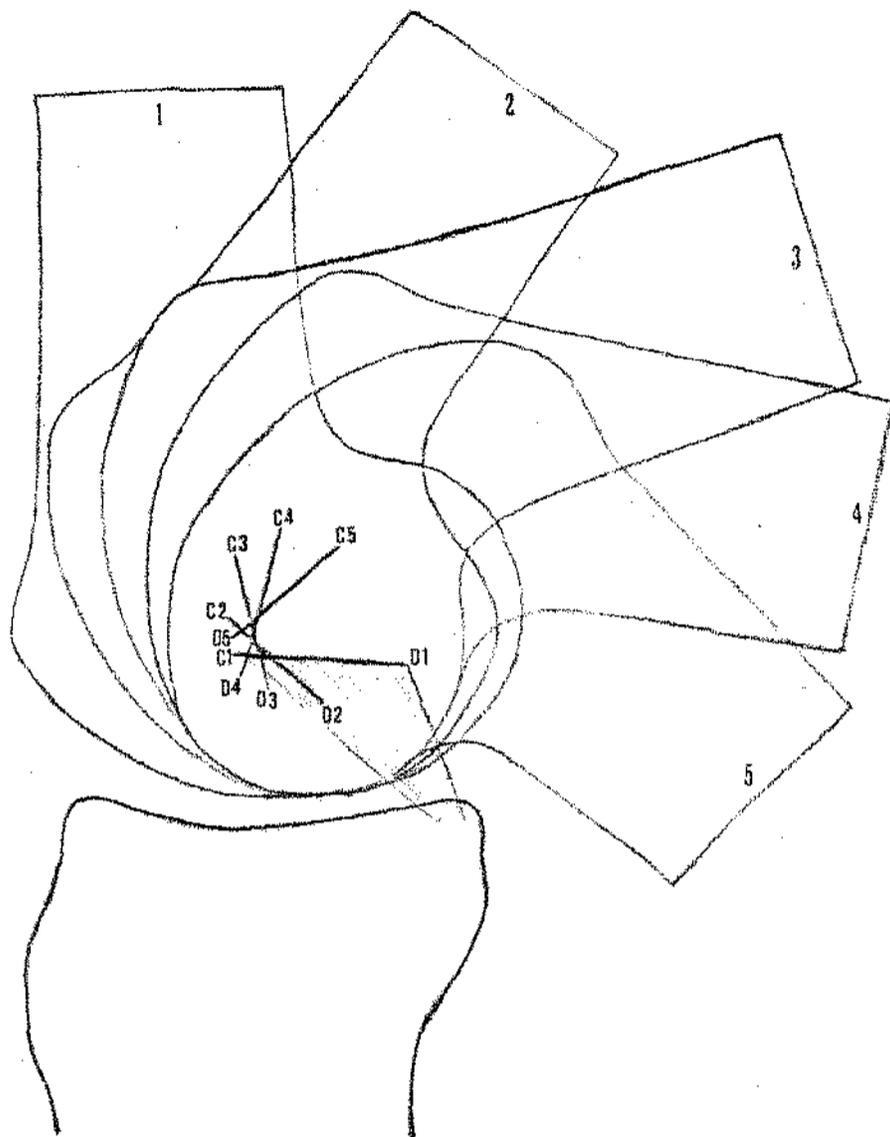


Fig. 11 - Esquema para mostrar o deslocamento sofrido pela inserção femoral do L.C.P. durante a flexão do joelho (com a tíbia fixa). C1 - D1= posição em extensão completa. C5 - D5= posição em flexão completa. Notar que o movimento leva os feixes anteriores para cima (de C1 para C5) afastando-os progressivamente da inserção tibial e, em consequência, estirando-os. Ao mesmo tempo, os feixes posteriores são deslocados inicialmente para baixo, afrouxando-se e, a seguir, para a frente, distendendo-se progressivamente até o final do movimento. A área sombreada representa a posição do ligamento em extensão.

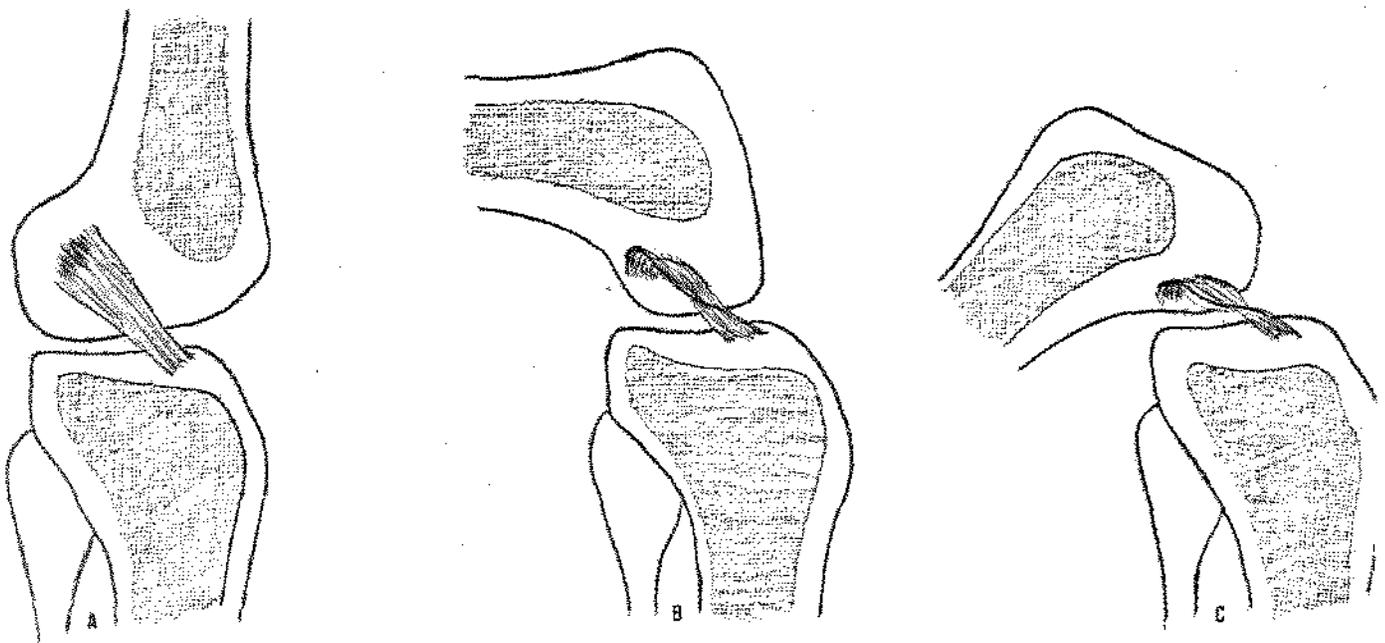


Fig. 12 - Vista do L.C.A. pela face medial, após secção longitudinal do fêmur e da tíbia.

Partindo da posição de flexão completa (A) em que as fibras se apresentam paralelas, à medida que executamos a flexão, as fibras inferiores e superiores são deslocadas em sentidos opostos, enrolando-se umas em torno das outras e torcendo o ligamento (C). (O mesmo aspecto é observado em relação ao L.C.P.).

A rotação lateral "descruza" os ligamentos cruzados, aproximando os pontos de inserção tanto do anterior como do posterior, levando-os ao relaxamento. O movimento é limitado principalmente pelo estiramento dos ligamentos colaterais.

C - Movimentos de lateralidade (adução e abdução da tíbia): segundo pudemos constatar, os ligamentos cruzados, pela sua disposição sagital, não interferem na limitação desses movimentos pois as estruturas laterais e mediais do joelho limitam-nos antes que haja estiramento daqueles.

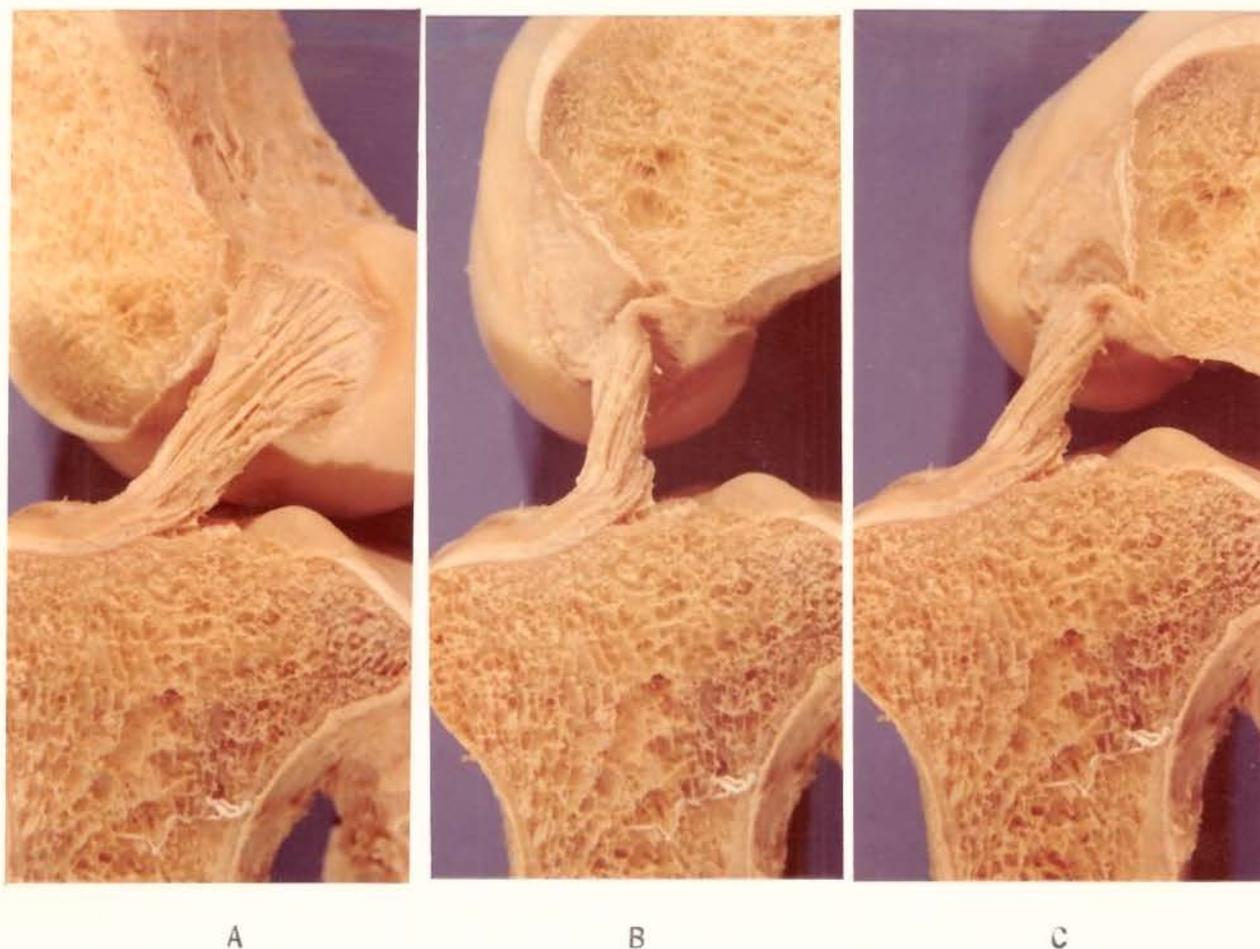
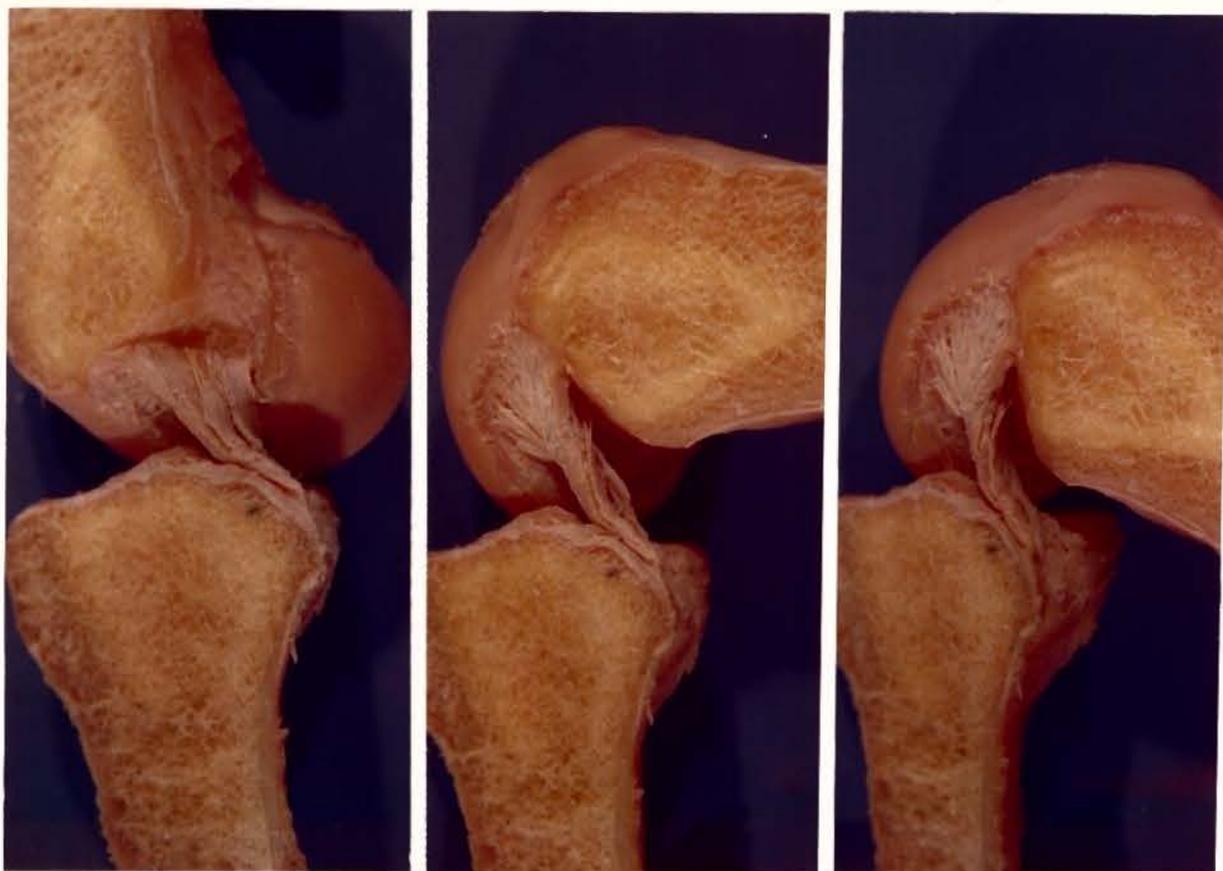


Fig. 13 - L.C.A. : notar em A a direção retilínea das fibras ao nível da inserção femoral e em C a posição "invertida" dessas mesmas fibras. Notar ainda a torção do ligamento quando passa da posição de extensão completa para a de flexão completa.

D - Deslizamento ântero-posterior da tíbia: segundo nossas observações, os L.C. limitam o deslizamento ântero-posterior da tíbia; o ligamento cruzado anterior limita o deslizamento da tíbia para a frente enquanto o ligamento cruzado posterior limita o deslizamento da tíbia para trás.

(Nota: observamos em um caso (peça nº30) um septo sagital formado pela união dos L.C. com o ligamento adiposo, dividindo a cavidade articular em duas metades que se comunicavam pela borda anterior deste último ligamento. No lugar do menisco lateral encontrava-se um disco articular completo. Os ligamentos cruzados apresentavam-se com características normais).



A

B

C

Fig. 14 - L.C.P. : notar em A a disposição "invertida" das fibras ao nível da inserção femoral e em C a direção reta dessas mesmas fibras. Ao se passar da posição de extensão completa (A) para a flexão completa (C) o ligamento é torcido sobre si mesmo.

D I S C U S S Ã O

Os ligamentos cruzados distinguem-se em anterior e posterior segundo a situação das suas inserções tibiais. Seus nomes derivam da disposição cruzada, como os braços de um X; cruzam-se em sentido sagital e frontal, o anterior sendo lateral e o posterior medial.

São, indubitavelmente, as mais fortes estruturas ligamentares do joelho.

São intra-articulares, mas extra-sinoviais. Projeitam-se no interior da cavidade articular, a partir de trás, como se empurrassem na frente a membrana sinovial; esta, reveste suas faces anteriores e laterais; suas faces posteriores estão recobertas por tecido areolar e gorduroso que constitui a bolsa adiposa posterior do joelho, por meio da qual unem-se à parte posterior da cápsula articular (HENLE, KAZZANDER). Estão em contato com uma de suas faces, podendo existir entre eles uma bolsa serosa ou um recesso da sinovial (FICK).

O ligamento posterior é mais curto, mais robusto e mais vertical que o anterior.

Próximo às inserções tibiais são grosseiramente cilíndricos ou poliédricos, achatando-se em direção às inserções femorais.

1 - INSERÇÕES, DISPOSIÇÃO E ARQUITETURA GERAL

Existe uma certa unanimidade de opiniões entre os AA. a respeito das características morfológicas e de situação das inserções tibiais dos ligamentos cruzados.

Considera-se o L.C.A. como originando-se da área intercondilar anterior e do tubérculo intercondilar medial da tíbia, entre as inserções anteriores dos dois meniscos, onde se funde parcialmente com a inserção anterior do menisco lateral (GAILLARD). A superfície de inserção apresenta uma forma grosseiramente triangular, ovalar ou reniforme, com concavidade posterior-lateral. Quanto ao L.C.P., origina-se da área intercondilar posterior e da região vizinha da face posterior da tíbia, atrás das inserções posteriores dos dois meniscos, com uma superfície

de inserção de forma retangular, de maior eixo ântero-posterior. Essas características correspondem às nossas observações e estão, em linha gerais, de acordo com a totalidade dos AA. consultados.

É a respeito das inserções femorais dos L.C. que encontramos opiniões contraditórias. Poucos AA. descrevem com detalhes essas inserções. Geralmente limitam-se a dizer que o ligamento anterior se insere na face medial do côndilo lateral do fêmur e o posterior na face lateral do côndilo medial.

Comumente se considera a inserção femoral do L.C.A. como se fazendo através de uma superfície reta, vertical, medindo de 1 a 2 cm de extensão (PATURET, MORRIS, TESTUT & LATARJET). Segundo nossos achados, no entanto, tal inserção se faz segundo uma superfície alongada, curva, em crescente, com convexidade posterior, medindo em média 17 mm de extensão, inclinada de cerca de 30 graus em relação à vertical, de tal modo que os feixes inferiores situam-se em um plano mais posterior que os superiores. Não encontramos, entre os AA. consultados, referência a esta disposição.

Em relação ao L.C.P., descreve-se a sua inserção femoral como se fazendo segundo uma superfície reta, horizontal, medindo de 1,5 a 2 cm de extensão (FICK, PATURET, TESTUT & LATARJET). Nossas observações mostraram essa inserção fazendo-se segundo uma superfície alongada, curva, em crescente, de convexidade inferior, medindo cerca de 20 mm de extensão, no que estamos de acordo com as afirmações de MORRIS.

Não encontramos na literatura referências às características das inserções femorais (objeto de nossa descrição detalhada em Resultados) que se modificam conforme se passa da extensão para a flexão e vice-versa, apresentando uma disposição ora favorável ora desfavorável para se opor às forças de tração e que estariam correlacionadas, a nosso ver, com o estado de tensão ou relaxamento dos ligamentos cruzados nessas posições extremas.

Os AA. são quase unânimes em salientar a disposição torcida, em espiral, dos feixes dos ligamentos cruzados, mais evidente no anterior e que se acentua com a flexão.

SAPPEY e FICK, no entanto, referem que os feixes são, em sua maioria, paralelos, com o que concordam nossas observa-

ções. De fato, a grande maioria apresenta uma disposição paralela, observável quando se procede ao exame dos ligamentos com o joelho em extensão, após secção longitudinal do fêmur.

O exame da inserção tibial do L.C.A. por exemplo, pela face anterior, com o joelho semi-fletido, mostra os feixes anteriores e mediais fortemente torcidos, contornando os demais e dirigindo-se para trás e lateralmente; tal aspecto, no entanto, deve-se à flexão do joelho, pois o exame pela face medial do ligamento, após secção longitudinal do fêmur, mostra a disposição predominantemente paralela das fibras.

2 - AÇÃO DOS LIGAMENTOS

Conforme já referimos na introdução deste trabalho, o comportamento dos ligamentos cruzados nas diferentes posições da articulação do joelho, suas funções, suas partes tensas e frouxas, suas ações na limitação dos movimentos, etc, têm sido objeto de grandes controvérsias.

De um modo geral, admite-se que os ligamentos cruzados agem como estabilizadores gerais da articulação do joelho (HOLLINSHEAD, ANSON & MADDOCK, GARDNER & OSBURN) tendo ação em praticamente todos os movimentos, limitando uns e facilitando outros, impedindo movimentos anormais, etc.

Para WEBER & WEBER e MILCH os ligamentos cruzados agem como estabilizadores do joelho durante a flexão; durante a extensão a estabilidade seria devida mais a outros fatores como os ligamentos colaterais e os músculos.

As ações mais admitidas e estudadas referem-se ao comportamento dos ligamentos cruzados nos movimentos ativos de flexão e extensão, rotação lateral e medial, deslizamento antero-posterior da tibia em relação ao fêmur e nos movimentos passivos de adução e abdução da tibia.

Embora seja comum descrever-se a ação isolada dos ligamentos do joelho, não devemos nos esquecer de que eles funcionam em conjunto, completando-se em suas funções juntamente com os meniscos, a cápsula articular, os músculos e os tendões, como bem lembram ABBOTT et al.

Segundo BRANTIGAN & VOSHELL, é praticamente impossí-

vel dar funções separadas e definidas para os ligamentos, isoladamente.

Embora alguns AA. como ROBICHON & ROMERO, façam ressalvas ao estudo dos movimentos em joelhos dissecados, na ausência da musculatura, quando então criam-se condições que não correspondem à realidade que se observa no vivo, achamos, juntamente com BRANTIGAN & VOSHELL, MORRIS, e KENNEDY et al., tais experimentos perfeitamente válidos e até vantajosos pelas facilidades de observação, desde que, naturalmente, se observem certas precauções na sua realização e na interpretação dos resultados.

É nos movimentos de flexão e extensão do joelho que mais se acentuam as divergências entre os diferentes AA.

Não há acordo sobre o estado de tensão ou relaxamento dos ligamentos cruzados durante as diferentes fases desses movimentos, nem sobre se limitam ou não a flexão-extensão e, se limitam, como o fazem.

Segundo nossas observações, o L.C.A. encontra-se fortemente tenso em extensão completa, conforme referem também SAPPY, CRUVEILHIER, VALLOIS, GIANELLI, BRANTIGAN & VOSHELL, ABBOTT et al., LAST, MAYOR, MORRIS, ANSON & MADDOCK, FERREIRA e TONDURY.

Limita a hiperextensão, no que concordamos com CRUVEILHIER, BRANTIGAN & VOSHELL, ABBOTT et al., BRUNI, LAST, MAYOR, MILCH, MORRIS, ANSON & MADDOCK, ORTS LLORCA, TONDURY, BAIRATI, BECKER et al., ROUVIÈRE e CHIARUGI & BUCCIANTE.

Esta última ação se realiza principalmente à custa de suas fibras inferiores segundo CRUVEILHIER e BRANTIGAN & VOSHELL (Fig. 9, A). É, a nosso ver, uma das primeiras e principais estruturas a receber o impacto da hiperextensão e a limitar este movimento, conforme refere também TONDURY.

A disposição das fibras do L.C.A. ao nível da inserção femoral, em extensão completa, apresenta o aspecto da Fig. 3, A, que nos parece particularmente favorável para resistir às forças de tração, pois, estas irão agir no sentido do comprimento daquelas, que, assim, resistirão melhor, tornando menores as possibilidades de ruptura ou de arrancamento das inserções.

Já na posição de flexão completa, nossos achados mostraram o L.C.A. com apenas suas fibras superiores (mediais) moderadamente tensas e as restantes totalmente frouxas (Fig. 10).

Lembramos que nesta posição, as fibras do ligamento apresentam a disposição da Fig. 3, B, que nos parece desfavorável para se opor às forças de tração; estas tendem a provocar a ruptura ou o arrancamento das inserções femorais.

Achamos pois que as fibras do L.C.A., ao nível da inserção femoral, na posição de flexão completa do joelho, não apresentam uma disposição destinada a suportar fortes tensões, o que parece estar concorde com os nossos achados pois é nessa posição que o ligamento apresenta-se mais frouxo do que em qualquer outra posição do joelho, conforme referem também SAPPEY, GIANELLI, ABBOTT et al. e ANSON & MADDOCK.

Nas posições intermediárias, conforme já vimos, devido ao deslocamento sofrido pela inserção femoral do ligamento (ver Fig. 10), as fibras superiores (ou mediais) apresentam-se frouxas.

Em resumo, segundo nossas observações, o L.C.A. apresenta-se fortemente estirado em extensão completa, sendo uma das principais estruturas do joelho a limitar a hiperextensão; para isso, apresenta uma disposição de fibras que parece especificamente destinada a essa ação. Segundo pudemos constatar, dos ligamentos cruzados, somente o anterior limita a extensão, no que estamos de acordo com ABBOTT et al., LAST, MILCH e ANSON & MADDOCK. Nas demais posições do joelho, o ligamento anterior apresenta porções frouxas (laterais) e porções tensas (mediais).

Nossos achados, em relação ao L.C.A., estão inteiramente de acordo com as afirmações de VALLOIS, ABBOTT et al., LAST, ANSON & MADDOCK e KENNEDY et al.

Quanto ao L.C.P., segundo pudemos constatar, encontra-se frouxo em extensão completa, no que concordamos com SAPPEY, GIANELLI, ABBOTT et al. e ANSON & MADDOCK. Nesta posição, suas fibras apresentam, ao nível da inserção femoral, o aspecto da Fig. 4, B, que se afigura particularmente desfavorável para se opor às forças, de tração, pela possibilidade de ruptura ou arrancamento das inserções. De acordo com os nossos achados, o L.C.P. não limita a hiperextensão, no que discordamos de FICK e PATURET. Embora seja essencialmente uma estrutura da região posterior da articulação do joelho, estendida entre a tíbia e o fêmur, cujas inserções tendem a ser naturalmente afastados pela hiperextensão, suas fibras não se distendem nesse caso porque o

movimento é bloqueado precocemente pela tensão do L.C.A., dos ligamentos colaterais e da porção posterior da cápsula articular.

Partindo-se da extensão completa e realizando-se a flexão, devido ao deslocamento sofrido pela sua inserção femoral (Fig. 11), o L.C.P. estira-se progressivamente; as fibras laterais (anteriores) estiram-se desde o início do movimento, enquanto as mediais (posteriores) relaxam-se no início para se estirarem em seguida até o final do movimento.

Em flexão completa, verificamos que o L.C.P. apresenta-se fortemente tenso; o que é corroborado pelas afirmações de SAPPEY, VALLOIS, GIANELLI, BRANTIGAN & VOSHELL, ABBOTT et al, LAST, MORRIS, ANSON & MADDOCK, FERREIRA e MAYOR.

Suas fibras apresentam o aspecto da Fig. 4, A, disposição, a nosso ver, favorável para resistir às forças de tração (pelos mesmos motivos referidos a respeito do L.C.A.), minimizando as possibilidades de ruptura ou arrancamento das inserções.

Segundo FICK, TANDLER, BRANTIGAN & VOSHELL, BRUNI e ORTS LLORCA, o L.C.P. limita a hiperflexão. Nossos achados não ratificaram essas afirmações, no que ficamos concordes com ABBOTT et al., LAST, MILCH e ANSON & MADDOCK. Apesar do estado de forte tensão, o L.C.P. parece não limitar a hiperflexão, que, como já referimos anteriormente, ocorre pelo contacto das partes moles da face posterior da coxa e da perna.

Resumindo nossas observações sobre o L.C.P., podemos dizer que o mesmo apresenta-se frouxo na extensão completa, estirando-se progressivamente durante a flexão, para ficar fortemente tenso na flexão completa. Corroboram nossos achados as afirmações de SAPPEY, GIANELLI, ABBOTT et al. e ANSON & MADDOCK.

Sintetizando o comportamento dos ligamentos cruzados durante os movimentos de flexão e extensão do joelho, julgamos poder afirmar, baseado em nossas observações, que ambos os ligamentos apresentam porções frouxas e porções tensas em todas as posições do joelho, com exceção da extensão completa, quando todo o L.C.P. está frouxo; que o L.C.A. apresenta-se fortemente estirado em extensão completa, limitando a hiperextensão (ao lado de outros fatores), relaxando-se progressivamente durante a flexão, para apenas as suas fibras mediais permanecerem modera-

damente tensas em flexão completa; que o L.C.P. apresenta-se frouxo em extensão completa, estirando-se progressivamente à medida que aumenta a flexão, tornando-se fortemente tenso em flexão completa; que, dos dois ligamentos cruzados, somente o anterior limita a extensão; que nenhum dos L.C. limita a flexão. Nas observações estão inteiramente de acordo com as afirmativas de SAPPEY, GIANELLI, ABBOTT et al. e ANSON & MADDOCK.

Segundo pudemos constatar, a rotação medial da tíbia (ou lateral do fêmur), realizando-se no sentido do comprimento dos ligamentos cruzados, tende a afastar as inserções tibiais das femorais, provocando o estiramento dos mesmos que, assim, limitam o movimento (ao lado de outros fatores). Isso está de acordo com a opinião da quase totalidade dos AA. consultados, tais como WILMART, HORWITZ, MILCH, MORRIS, WALMSLEY, ANSON & MADDOCK, ROBICHON & ROMERO, ROUVIÈRE, LANG & WACHSMUTH e KENNEDY et al.

BRANTIGAN & VOSHELL afirmam que a limitação do movimento é auxiliada pela tensão dos ligamentos colaterais, opinião corroborada por PERNKOPF.

Para KENNEDY et al. a rotação medial forçada da tíbia pode provocar ruptura isolada do L.C.A., acidente comum na prática do ski. Para HONIGSCHMIED tal ruptura só ocorre após lesão da cápsula articular, do ligamento colateral medial e dos meniscos. ROBICHON & ROMERO referem que a secção do L.C.A. provoca acentuado efeito na rotação medial da tíbia, que aumenta em todas as posições, evidenciando a ação limitante do ligamento neste movimento.

Embora a rotação medial da tíbia aumente o cruzamento dos L.C., nossos achados não corroboraram a afirmação de muitos AA. entre os quais CRUVEILHIER, VALLOIS, TANDLER, BRANTIGAN & VOSHELL, BENNINGHOFF, PATURET, BRAUS & ELZE, SPALTEHOLZ & SPANNER, ORTS LLORCA e CHIARUGI & BUCCIANTE de que o maior enrolamento dos ligamentos, em torno um do outro, limita e pára o movimento. Segundo nossas observações, os L.C. apenas se tocam na posição de máxima rotação medial. Embora seu cruzamento aumente, eles não se enrolam a ponto de limitar o movimento.

TESTUT & LATARJET também não acreditam que a rotação medial da tíbia seja limitada pelo maior cruzamento dos L.C.

Segundo pudemos constatar, a rotação lateral da tí-

bia (ou medial do fêmur), tendendo a aproximar os pontos de inserção e a "descruzar" os ligamentos, provoca o relaxamento de ambos, o que está de acordo com as afirmações de FICK, SAPPEY, CRUVEILHIER, WILMART, LAST, BENNINGHOFF, MORRIS, WALMSLEY, BRAUS & ELZE, SPALTEHOLZ & SPANNER, CHIARUGI & BUCCIANTE e LANG & WACHSMUTH. O movimento é limitado principalmente pelo estiramento dos ligamentos colaterais, segundo a maioria dos AA.

PATURET admite o "descruzamento" mas refere que, nesse caso, a torção das fibras do L.C.A. e do ligamento colateral fibular é que limitam o movimento.

O movimento de rotação lateral da tibia ocorre espontaneamente no final da extensão, quando o estiramento progressivo do L.C.A. traciona o cõndilo lateral do fêmur, provocando a sua rotação medial, ("rotação compulsória final" de FICK) afrouxando o ligamento e permitindo a continuação da extensão até a posição de "bloqueio", conforme referem também FICK, VALLOIS, TANDLER, ABBOTT et al., BENNINGHOFF, MORRIS, SPALTEHOLZ & SPANNER, MAYOR e WALDEYER.

Essa rotação final tem sido atribuída também ao "desenrolamento" dos ligamentos cruzados, à desigual curvatura dos cõndilos femorais e à desigualdade do comprimento ântero-posterior dos mesmos cõndilos, hipótese esta mais comumente aceita e que consta da maioria dos tratados, segundo BARNETT.

Quando se seccionam os ligamentos colaterais, deixando-se a tibia e o fêmur ligados unicamente pelos ligamentos cruzados, a rotação medial da tibia alcança facilmente um arco de 90 graus. BRANTIGAN & VOSHELL, no entanto, afirmam que nessas condições não há praticamente rotação medial da tibia porque os L.C. tendem a se "enrolar", limitando o movimento.

Nas mesmas condições, a rotação lateral, "descruzando" e afrouxando os L.C. permite alcançar um arco de 180 graus ou mesmo mais, no que concordam HORWITZ e BRANTIGAN & VOSHELL.

Tais experimentos, no entanto, a nosso ver, nada demonstram, pois se realizam em condições bastante artificiais. Basta lembrar que há necessidade dos cõndilos femorais saltarem sobre a eminência inter-condilar da tibia.

A limitação do deslizamento da tibia para a frente (ligamento cruzado anterior) e para trás (ligamento cruzado posterior) parece ser a única ação dos L.C. a respeito da qual há,

praticamente, acordo unânime entre os AA. consultados, entre os quais FICK, VALLOIS, CUBBINS et al., BRANTIGAN & VOSHELL, ABBOTT et al., BENNINGHOFF, PATURET, MILCH, MORRIS, BRAUS & ELZE, ANSON & MADDOCK, SPALTEHOLZ & SPANNER, GARDNER et al., ZUCKERMAN, FERREIRA, WOODBURNE, MAYOR, WALDEYER, LOCKART et al., BECKER et al., CYRIAX, GRAY e KENNEDY et al.

Nossas observações confirmam a ação dos L.C. em limitar o deslocamento ântero-posterior da tibia. A nosso ver, essa é a mais importante das funções dos ligamentos cruzados. Embora a tensão das estruturas peri-articulares (ligamentos colaterais, cápsula articular, tendões, etc.) interfiram nessa ação, os ligamentos cruzados são as primeiras estruturas a suportar a tensão causada pelo movimento. A disposição dos L.C. e sua direção aproximadamente sagital, com as inserções tibiais colocadas à frente e atrás, parecem especificamente destinadas a essa ação limitante, como bem observa MILCH.

A ruptura de um ou de ambos os L.C. resulta em instabilidade ântero-posterior da articulação segundo FICK, CUBBINS et al., BRANTIGAN & VOSHELL, ABBOTT et al., LAST, BENNINGHOFF, SPALTEHOLZ & SPANNER, FERREIRA, WALDEYER, BECKER et al., e CYRIAX, dando origem ao chamado "sinal da gaveta", sobejamente conhecido pelos Ortopedistas e Traumatologistas.

ROBICHON & ROMERO, fazem uma pequena ressalva dizendo que a ruptura do L.C.A. nem sempre leva ao deslocamento anormal da tibia para a frente, conforme tem sido aceito há muito tempo.

A ruptura do L.C.A. por deslizamento da tibia para a frente é acidente comum entre os jogadores de futebol americano, conforme atestam os numerosos AA. que investigaram o assunto, entre os quais NICHOLAS, RASCH & BURKE, KENNEDY et al., etc.

PAGENSTECHER e KENNEDY et al. provocaram a ruptura experimental dos L.C. por deslocamento ântero-posterior da tibia, chegando aos seguintes resultados: com o joelho fletido em ângulo reto, forçando-se o deslocamento da cabeça da tibia para a frente há ruptura do L.C.A.; quando o movimento é realizado em sentido inverso, rompe-se o L.C.P. Esses achados parecem confirmar que os L.C. são as primeiras estruturas a suportar o impacto do deslocamento ântero-posterior da tibia, evidenciando a ação limitante dos ligamentos sobre o movimento.

Nossos achados permitiram concluir que os ligamentos cruzados, pela sua disposição sagital, não intervêm na limitação dos movimentos de lateralidade do joelho (adução e abdução da tibia), conforme referem também HONIGSCHMIED, HORWITZ, ABBOTT et al., LAST, BENNINGHOFF, MILCH, BRAUS & ELZE, ZUCKERMAN, WOOD BURNE, MAYOR, ROBICHON & ROMERO, LAURENCE & STRACHAN e CYRIAX.

Para outros AA. no entanto, entre os quais BRANTIGAN & VOSHELL, MORRIS, FERREIRA e GARDNER & OSBURN os ligamentos cruzados ajudam na limitação dos movimentos de lateralidade do joelho.

C O N C L U S Õ E S

Das nossas observações sobre a arquitetura funcional dos ligamentos cruzados do joelho acreditamos poder tirar as seguintes conclusões:

1- O ligamento cruzado anterior insere-se no fêmur segundo uma superfície curva, convexa posteriormente, inclinada de mais ou menos 30 graus em relação à vertical.

2- O ligamento cruzado posterior insere-se no fêmur segundo uma superfície curva horizontal, convexa inferiormente.

3- As fibras dos ligamentos cruzados dispõem-se em feixes primários e secundários, estes separados por tecido conjuntivo frouxo.

4- Os feixes secundários podem apresentar desde uma disposição quase paralela, até acentuados graus de torção.

5- Tais disposições variam de um para outro ligamento e também segundo a posição da articulação do joelho.

6- Em extensão completa, as fibras do L.C.A. apresentam, ao nível da inserção femoral, uma disposição particularmente favorável para resistir ao estiramento. Essa disposição inverte-se em flexão completa.

7- Para o L.C.P. a disposição favorável é encontrada em flexão completa, invertendo-se na extensão.

8- Ambos os ligamentos cruzados apresentam porções frouxas e porções tensas em todas as posições do joelho, com exceção da extensão completa, quando todo o L.C.P. está frouxo. Forçando-se a hiperextensão, há estiramento das fibras posteriores deste ligamento.

9- O L.C.A. apresenta-se fortemente estirado em extensão completa, limitando a hiperextensão (ao lado de outros fatores); relaxa-se progressivamente durante a flexão, para apenas as suas fibras mediais permanecerem moderadamente tensas no final do movimento.

10- O L.C.P. apresenta-se frouxo em extensão completa, estirando-se progressivamente à medida que aumenta a flexão e tornando-se fortemente tenso no final do movimento.

11- Dos ligamentos cruzados, somente o anterior limita a extensão.

12- Os ligamentos cruzados não limitam a flexão.

13- A flexão torce as fibras dos ligamentos cruzados. A extensão distorce-as.

14- A rotação medial da tíbia estira fortemente os ligamentos cruzados que, assim, limitam o movimento (ao lado de outros fatores).

15- A rotação medial da tíbia não é limitada pelo maior "enrolamento" dos ligamentos cruzados entre si.

16- A rotação lateral da tíbia afrouxa os ligamentos cruzados.

17- Os ligamentos cruzados limitam o deslizamento antero-posterior da tíbia em relação ao fêmur. O.L.C.A. impede o deslizamento da tíbia para a frente. O.L.C.P. impede o deslizamento da tíbia para trás.

18- Os ligamentos cruzados não interferem na limitação dos movimentos de lateralidade do joelho (adução e abdução da tíbia).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, L. C. et al. - Injuries to the ligaments of the knee joint. J. Bone Joint Surg., 26(3): 503-521, 1944.
- ANSON, B. J. & MADDOCK, W. G. - Callander's surgical anatomy. 4.ed. Philadelphia, W. B. Saunders, 1959. p. 1024-1027
- BAIRATI, A. - Trattato di anatomia umana. 2.ed. Torino, Minerva Medica, 1971. v. 4, p. 782.
- BARNETT, C. H. - Locking at the knee joint. J. Anat., 87: 91-95, 1953.
- BECKER, R. F. et al. - The anatomical basis of medical practice. Baltimore, Williams and Wilkins, 1971. p. 810.
- BENNINGHOFF, A. - Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 4.ed. Berlin, Urban und Schwarzenberg, 1949. v. 1, p. 262-270.
- BRANTIGAN, O. C. & VOSHELL, A. F. - The mechanics of the ligaments and menisci of the knee joint. J. Bone Joint Surg., 23(1): 44-66, 1941.
- _____ & _____ - The tibial collateral ligament: its function, its bursae, and its relation to the medial meniscus. J. Bone Joint Surg., 25(1): 121-131, 1943.
- BRAUS, H. & ELZE, C. - Anatomie des Menschen. 3.ed. Berlin, Springer, 1954. v. 1, p. 525-540.
- BRUNI, A. C. - Compendio di anatomia descrittiva umana. 3.ed. Milano, F. Vallardi, 1948. v. I, p. 335-338.
- CHIARUGI, G. & BUCCIANTE, L. - Istituzioni di anatomia dell'uomo. 10.ed. Milano, F. Vallardi, 1972. v. 1, p. 1175-1183.

- CRUVEILHIER, J. - Traité d'anatomie descriptive. 5.ed. Paris, P. Asselin, 1877. v. 1, p. 541-550.
- CUBBINS, W. R. et al. - Cruciate ligament injuries. Surg. Gynec. Obstet., 64: 218-225, 1937.
- CYRIAX, J. - The knee. Physiotherapy, 57: 203-206, 1971.
- FERREIRA, A. dos S. - A propósito da mecânica articular do joelho. Arq. Anat. Antropol., 33: 179-184, 1965.
- FICK, R. - Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke. In: BARDELEBEN, K. von - Handbuch der Anatomie des Menschen. Jena, G. Fischer, 1904. v. 2, pt. 1, p. 371-378.
- _____ - Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke. In: BARDELEBEN, K. von - Handbuch der Anatomie des Menschen. Jena, G. Fischer, 1911. v. 2, pt. 3, p. 545-549.
- GAILLARD, J. M. - Les ménisques de l'articulation du genou: étude de morphologique et fonctionnelle. Arch. Anat. Histol. Embryol., 71: 327-357, 1966.
- GARDNER, E. et al. - Anatomy: a regional study of human structure. 2.ed. Philadelphia, W. B. Saunders, 1963. p. 285-287.
- GARDNER, W. D. & OSBURN, W. A. - Anatomia humana: estrutura do corpo. Trad. de O. Aídar. São Paulo, Atheneu, 1971. p. 104-105.
- GIANELLI, L. - Osteologia e sindesmologia. In: BALLI, R.; BERTELLI, D. et al. - Trattato di anatomia umana. 2.ed. Milano, F. Vallardi, 1932. v. 1, p. 393-398.
- GRAY, H. - Gray's anatomy; ed. by D.V. Davies. 34.ed. London, Longmans, 1972. p. 561-565.
- HENLE, J. - Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. 1855. p. 136-138.

- HOLLINSHEAD, W. H. - Anatomy for surgeons. New-York, Hoeber-Harper, 1958. v. 3, p. 782-793.
- _____ - Textbook of anatomy. 2.ed. New-York, Harper and Row, 1967. p. 465-466.
- HONIGSCHMIED, J. apud MILCH, H. - Injuries to the crucial ligaments. Arch. Surg., 30: 805-819, 1953.
- HORWITZ, M. T. - An investigation of the surgical anatomy of the ligaments of the knee joint. Surg. Gynec. Obstet., 67: 287, 1938.
- KAZZANDER, G. - Osservazioni sull'anatomia dell'articolazioni del ginocchio nell'uomo. Anat. Anz., 11(2): 33-41, 1895.
- KENNEDY, J. C. et al. - The anatomy and function of the anterior cruciate ligament. J. Bone Joint Surg., 56-A(2): 223-235, 1974.
- LANG, J. & WACHSMUTH, W. - Bein und Static. In: LANZ, T. von & WACHSMUTH, W. - Praktische Anatomie. 2.ed. Berlin, Springer, 1972. v. 1, pt4, p. 247-273.
- LAST, R. J. - Some Anatomical details of the knee joint. J. Bone Joint. Surg., 30-B(4): 683-688, 1948.
- LAURENCE, M. & STRACHAN, J. C. H. - The dynamic stability of the knee. Proc. R. Soc. Med., 63: 758-759, 1970.
- LOCKHART, R. D. et al. - Anatomy of the human body. 2.ed. London, Faber and Faber, 1969. p. 122.
- MAYOR, D. - Anatomical and functional aspects of knee-joint. Physiotherapy, 52: 224-228, 1966.
- MILCH, H. - Injuries to the crucial ligaments. Arch. Surg., 30: 805-819, 1953.

- MORRIS, H. - Morri's human anatomy; ed. by J. P. Schaeffer. 11.ed. New-York, Mc Graw-Hill, 1953. p. 369-375.
- NICHOLAS, J. A. - Injuries to knee ligaments: relationship to looseness and tightness in football players. JAMA, 212(13): 2236-2239, 1970.
- ORTS LLORCA, F. - Anatomía humana. 4.ed. Barcelona, Científico-médica, 1970. v. 1, p. 372-277.
- PAGENSTECHER apud MILCH, H. - Injuries to the crucial ligaments. Arch. Surg, 30: 805-819, 1953.
- PATURET, G. - Traité d'anatomie humaine. Paris, Masson, 1951. v. 2, p. 679-692.
- PERNKOPF, E. - Anatomía topográfica humana. Trad. de J.L.P. Domínguez. Barcelona, Labor, 1955. v. 2, p. 129.
- RASCH, P. J. & BURKE, R. K. - Kinesiología y anatomía aplicada. Trad. de J. M. Nãgera, y A. J. Cases 4.ed. Barcelona, El Ateneo, 1973. p. 383-388.
- ROBICHON, J. & ROMERO, C. - The functional anatomy of the knee joint, with special reference to the medial collateral and anterior cruciate ligaments. Can. J. Surg., 11: 36-40, 1968.
- ROUVIÈRE, H. - Anatomía humana descriptiva y topográfica. Trad. de R. L. Prieto y M. G. Bofill. 8.ed. Madrid, Bailly-Baillière, 1971. v. 3, p. 296-309.
- SAPPEY, Ph. C. - Traité d'anatomie descriptive. Paris, Adrien Delahaye, 1871 v. 1, p. 704-712.
- SPALTEHOLZ, W. & SPANNER, R. - Handatlas der Anatomie des Menschen. 16.ed. Amsterdam, Scheltema und Holkema, 1959/60. v. 1, p. 150-156.

- TANDLER, J. - Tratado de anatomía sistemática. 2.ed. Barcelona, Salvat, 1928. v. 1, p. 248-255.
- TESTUT, L. & LATARJET, A. - Tratado de anatomía humana. 9.ed. Barcelona, Salvat, 1959. v. 1, p. 689-703.
- TÓNDURY, G. - Bewegungsapparat. In: BARGMANN, W. et al. - Rau-ber/Kopsch Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen. 20.ed. Stuttgart, G. Thieme, 1968. v. 1, p. 367-377.
- VALLOIS, H. V. - Arthrologie. In: POIRIER, P. & CHARPY, A. - Traité d'anatomie humaine. 4.ed. Paris, Masson, 1926. v. 1, fasc. 2, p. 282-296.
- WALDEYER, A. - Anatomie des Menschen. 5.ed. Berlin, W. de Gruyter, 1967. v. 1, p. 348-354.
- WALMSLEY, R. - Arthrology. In: Cunningham, D. J. - Cunningham's text-book of anatomy; ed. by J. C. Brash. 9.ed. London, Oxford Univ., 1953. p. 384-388.
- WEBER, W. E. & WEBER, E. F. apud MILCH, H. - Injuries to the crucial ligaments. Arch. Surg., 30: 805-819, 1953.
- WILMART, L. - Fragments d'anatomie: ligament croisé (du genou) surnuméraire. La Clinique, 16: 249-251, 1896.
- WOODBURNE, R. T. - Essentials of human anatomy. 3.ed. New-York, Oxford Univ., 1965. p. 631-632.
- ZUCKERMAN, S. - A new system of anatomy. London, Oxford Univ., 1963. p. 175-177.

APÊNDICE

TABELA 1:

	L.C.A.	L.C.P.
\bar{x}	17,52	20,08
s	2,25	5,93
CV	12,84%	29,53%

TABELA 3:

		<u>Extensão</u>	<u>Flexão</u>		
			45°	90°	135°
L.C.A.	\bar{x}	32,50	28,00	24,80	24,40
	s	1,74	3,29	3,12	2,94
	CV	5,34%	11,75%	12,58%	12,05%
L.C.P.	\bar{x}	26,00	28,20	32,60	34,80
	s	2,10	2,64	2,58	2,64
	CV	8,08%	9,36%	7,91%	7,59%