

# EXERCÍCIOS DE CADEIA CINÉTICA ABERTA (CCA) E DE CADEIA CINÉTICA FECHADA (CCF) PARA A REABILITAÇÃO NO PÓS-OPERATÓRIO DE RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR (LCA)

Bruna Fernandes de Paula , Viviane Ribeiro Leite, Daniel Vilela Nogueira  
Fundação de Ensino e Pesquisa de Itajubá,  
Av. Dr. Antônio Braga Filho, 68.7, CEP 37501-002  
Itajubá - MG  
brunamta@yahoo.com.br; fisioviviane@hotmail.com, danielvnogueira@ibraesp.com.br

## RESUMO

O objetivo do estudo foi realizar uma revisão bibliográfica sobre a utilização de exercícios de fortalecimento muscular em cadeia cinética fechada (CCF) e cadeia cinética aberta (CCA) na reabilitação de indivíduos pós-operados para reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA). Existem na literatura questionamentos sobre a utilização destes exercícios no processo de reabilitação principalmente a respeito de qual deles apresentaria maior ou menor risco de tensão excessiva no enxerto do LCA e de sobrecarga na articulação patelo-femoral. Pode ser observado que conforme a hipótese do estudo a utilização de exercícios em CCF apresenta resultados mais satisfatórios no tratamento destes pacientes, no entanto é importante destacar a necessidade de mais estudos com o objetivo de melhor demonstrar os benefícios dos exercícios em CCA.

**Palavras-chave:** LCA, CCF, CCA.

### 1. Introdução

Dentre as lesões relacionadas com o joelho, a lesão do LCA é a mais freqüente, sendo diagnosticada em 50% dos casos. É maior o acometimento de pacientes jovens, do sexo masculino, que praticam algum tipo de esporte, como por exemplo, o futebol, seja de forma habitual ou esporádica (COLBY; KISNER, 1998, SILISKI, 2002, CARRIL; GABRIEL; PETIT, 2001).

Indivíduos portadores de lesão do LCA tendem a apresentar importantes limitações mecânicas como dificuldade em movimentos que produzem cargas laterais ou rotacionais no joelho, assim como a redução da amplitude nos movimentos de flexão e extensão durante a marcha (HALL, 2005).

No processo reabilitação o fortalecimento muscular utilizando exercícios em CCA ou em CCF é bastante discutido, com a dúvida de qual deles apresenta maiores benefícios aos pacientes, como menor risco de tensão excessiva no enxerto do LCA e de sobrecarga na articulação patelo-femoral.

Sendo assim o objetivo do estudo foi comparar o desempenho de exercícios em cadeia cinética fechada e cadeia cinética aberta por meio de uma revisão bibliográfica, procurando demonstrar qual deles estaria mais indicado no processo de reabilitação de indivíduos em pós-operatório para a reconstrução do LCA.

### 2. Avaliação

Pacientes portadores de lesão do LCA apresentam um histórico bastante típico. Têm como mecanismo de lesão - em uma situação onde ocorre contato - o golpe na face lateral do joelho provocando stress em valgo. Já quando não ocorre contato, o mecanismo mais comum é o de rotação, no qual a tibia é rodada externamente sobre o pé fixo, outras

situações são a desaceleração e a hiperextensão (COLBY; KISNER, 2005).

É comum a descrição de sensação de falseio no joelho, bem como, a sensação de estalido, sendo este audível ou não no momento da lesão. A incapacidade de praticar esportes e a presença de edema articular também estão presentes nestes casos (SILISKI, 2002).

O exame físico inicia-se com a inspeção, acompanhado da palpação, avaliação da mobilidade articular, exames ligamentares e testes especiais. O paciente com lesão de LCA tende a apresentar claudicações e mantém o joelho em flexão durante a marcha, o que ocorre por consequência da dor, edema ou espasmo dos isquiotibiais. O exame também revela perda de mobilidade, em especial a extensão (SILISKI, 2002).

A ruptura do LCA é acompanhada de aumento da translação tibial anterior em relação ao fêmur, este aumento pode ser detectado clinicamente nos exames ligamentares (ANDREWS; HARRELSON; WILK, 2000).

Existe uma grande variedade de testes para a avaliação da integridade do LCA. A utilidade de cada teste depende do tempo da lesão, da complacência do paciente e da familiarização do avaliador com o teste a ser realizado (TRIA, 2002).

O teste de Lachman é o mais sensível para a integridade do LCA. Este teste é efetuado com o paciente em decúbito dorsal, o avaliador aplica uma pressão anterior à tibia proximal, enquanto o joelho é sustentado em 20 a 30 graus de flexão. A quantidade de deslocamento anterior, bem como a qualidade do ponto terminal são registrados. Qualquer alteração, quando comparado ao membro não afetado, é considerado positivo e graduado (TRIA, 2002).



**Fig. 1- Teste de Lachman**

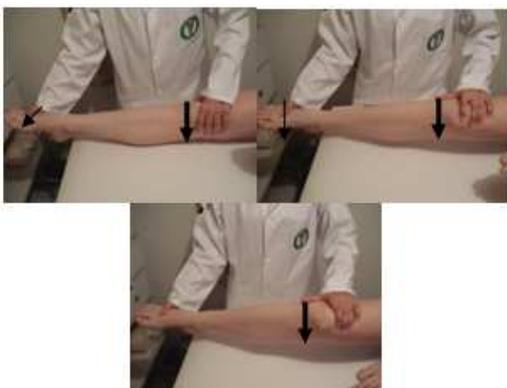
O Teste da gaveta anterior tem sido exame-padrão para avaliar a integridade do LCA. Na realização deste teste o paciente deve estar em decúbito dorsal. Flexiona-se o quadril a 45 graus e o joelho em um ângulo reto, então com ambas as mãos o fisioterapeuta segura a extremidade superior da tibia fazendo um deslocamento pósterio-anterior da tibia sob o fêmur. A positividade deste teste implica em uma exacerbação deste deslizamento quando comparado ao contralateral (KAPANDJI, 2000).

**Fig. 2- Teste da Gaveta Anterior**



Apesar dos testes de Lachman e da gaveta anterior avaliarem diretamente a frouxidão anterior decorrente da lesão do LCA, outros exames foram elaborados para avaliar a instabilidade antero-lateral. Dentre esses exames o mais utilizado é a clássica manobra de pivot shift de MacIntosh e Galway. A instabilidade ântero-lateral é considerada por muitos como a que melhor reflete a instabilidade funcional dinâmica real quando comparada aos testes para a frouxidão anterior direta (TRIA, 2002).

A manobra de pivot shift de MacIntosh e Galway é realizada com o paciente em decúbito dorsal, o examinador se posiciona lateralmente ao membro a ser examinado, com a mão distal segura o pé com a face palmar da mão espalmada na face plantar do pé e o quinto dedo apoiando a anterior do pé do paciente. A mão proximal mantém espalmada sobre o a face anterior do joelho, enquanto o quinto dedo é posicionado sobre a cabeça da fíbula. O joelho é plenamente estendido e rodado internamente. Com um “stress” em valgo, o joelho é lentamente flexionado. O teste é positivo quando a tibia inicialmente está luxada anteriormente e reduz com a flexão (KAPANDJI, 2000, TRIA, 2002).



**Fig. 3- Manobra de Pivot Shift**

Simonsen et al.(1984) citam relatos de diferentes estudos para a sensibilidade e ou especificidade nos testes de Lachman, gaveta anterior e “Pivot Shift”. Assim, eles referem uma variação de sensibilidade com média de 84%

para o teste de Lachman, média de 62% para a Gaveta Anterior e média de 38% para o “Pivot Shift”. Como pode ser visto, existem grandes diferenças na análise de cada um dos métodos testados, sendo que o que menos variou foi o teste de Lachman, teste este já considerado o mais confiável no diagnóstico das lesões do ligamento cruzado anterior.

No exame físico do joelho também são realizados outros testes especiais e ligamentares, pois além da lesão do LCA pode ocorrer comprometimento de outras estruturas do joelho, como outros ligamentos, cápsulas e meniscos (SILISKI, 2002).

O reconhecimento precoce da lesão do LCA, assim como a identificação de lesões associadas que podem dificultar a decisão sobre o tratamento, tem melhorado acentuadamente nos últimos anos. A adequada avaliação clínica seguida de manobras específicas do exame físico resulta em alto índice de acerto no diagnóstico destas lesões. No entanto, os exames complementares ocupam espaço importante, confirmando e documentando o exame clínico, identificando lesões associadas e contribuindo para o diagnóstico final (SARAIVA et al., 1999).

Uma vez diagnosticado ruptura do LCA, é necessária a seleção de um plano ideal de tratamento, específico para o paciente (SILISKI, 2002).

### 3. Formas de Tratamento

#### *Tratamento Não-Cirúrgico:*

O tratamento não-cirúrgico é indicado nos casos de distensões agudas e rupturas parciais, e tem como objetivo a redução da dor, edema e inflamação, como também recuperar a amplitude normal de movimento, a propriocepção e a força muscular (SILISKI, 2002, COLBY; KISNER, 2005).

Os pacientes são orientados a evitar atividades de alto risco que envolvam saltos, corte e desaceleração, após a realização do tratamento não cirúrgico. Mas as atividades realizadas em linha reta, como o trote, ciclismo e natação são indicados (SILISKI, 2002).

#### *Tratamento cirúrgico:*

O tratamento cirúrgico é indicado nos casos de instabilidade articular, que causam incapacidade e limitações funcionais ou que podem consequentemente prejudicar as superfícies articulares (COLBY; KISNER, 1998).

Dependendo da gravidade e do tipo de lesão, os tratamentos cirúrgicos podem ser de reparação (sutura das pontas), reinserção (ao nível proximal ou distal do ligamento) e substituição (enxertos) (CARRIL; GABRIEL; PETIT, 2001).

A sutura ou a reinserção do LCA não produzem um resultado satisfatório, logo, o tratamento mais utilizado é a substituição deste ligamento por enxerto retirado do terço médio do tendão patelar, que é fixado exatamente nos pontos de inserção do LCA na tibia e no fêmur. Outros tipos de enxerto também utilizados são o tensor da fásia lata ou o grácil e semi-tendinoso (HEBERT; XAVIER, 2003, KERKOUR; SALGADO, 2003).

Atualmente é comum realizar a cirurgia através da artroscopia, devido à baixa agressividade desta técnica. As seqüelas da imobilização que tanto demoravam e dificultavam a recuperação destes pacientes serão evitadas, pois os pacientes poderão iniciar a mobilização, a descarga de peso e o fortalecimento no pós-operatório imediato. Com isso o paciente poderá retornar as suas atividades de vida

diária (não desportivas) em um curto período de tempo (CARRIL; GABRIEL; PETIT, 2001).

#### *Tratamento Pós-Operatório (Fisioterapia):*

Segundo Siliski (2002), os objetivos do tratamento devem ser de acordo com o tempo pós-operatório. No pós-operatório imediato o terapeuta deve se preocupar com o controle da dor e edema, o aumento e manutenção da extensão total do joelho, a prevenção de atrofia muscular e o treino de marcha. A fase inicial da reabilitação, definida pela saída do hospital até 6 a 8 semanas, a ênfase deve ser na manutenção da extensão total e da mobilidade patelar normal, no ganho de amplitude de movimento, aumento da força muscular o suficiente para a realização das atividades de vida diária. Fase intermediária; início em aproximadamente 8 semanas até 4 meses; deve-se continuar o ganho de resistência e força muscular, proteção do enxerto do LCA contra forças intensas de translação anterior, evitar cargas excessivas na articulação patelofemoral e início do tratamento proprioceptivo. E finalmente na fase final continuar com o fortalecimento muscular e o treino proprioceptivo, iniciar exercícios de corrida e para treinamento de agilidade e, retorno aos esportes.

Os problemas que acompanham o pós-cirúrgico do joelho incluem uma enorme fraqueza e perda de massa nos músculos extensores do joelho. As razões destas mudanças não estão bem esclarecidas pela literatura e podem ser de origem neural ou mecânica, e/ou um produto de descondição. Um fator importante a ser considerado é a inibição muscular, ou a incapacidade de ativar todas as unidades motoras do músculo durante a contração voluntária máxima. Desta forma, um bom programa de fortalecimento muscular é parte essencial do processo de reabilitação destes pacientes (HALL, 2005, ANDRADE; FONSECA; LUSTOSA, 2007).

Freqüentemente é discutido qual o melhor exercício para fortalecer e garantir a integridade do enxerto após a cirurgia, principalmente a relação entre os exercícios de cadeia cinética aberta (CCA) e cadeia cinética fechada (CCF).

#### **4. Aspectos Relevantes Sobre os Exercícios em CCA e CCF**

Os exercícios de cadeia cinética aberta são aqueles no qual o segmento distal (mão ou pé) move-se com liberdade no espaço, resultando no movimento isolado de cada articulação. No joelho a extensão em CCA é resultado da contração isolada do quadríceps e a flexão pela contração isolada dos ísquios-tibiais. Sabe-se que em CCA ocorre um baixo nível de coativação entre o quadríceps e os ísquios-tibiais, exceto durante a amplitude final da extensão para desacelerar o joelho e atuar como sinergista do LCA minimizando a translação tibial anterior produzida pela contração do quadríceps (HEBERT; XAVIER, 2003).

Escamilla et al. (1998), através da mensuração de força em um trabalho dinâmico observado pela eletromiografia, foi capaz de afirmar que no exercício em cadeia cinética fechada houve um maior ganho de força nos ísquios-tibiais e na atividade dos músculos vasto medial e lateral, enquanto que o músculo retofemoral trabalha mais em atividades em cadeia cinética aberta.

Já exercícios em cadeia cinética fechada são realizados quando o corpo se movimenta sobre um segmento distal fixo, assim, o movimento de uma articulação resulta em movimentos simultâneos das outras articulações da cadeia cinética. Este tipo de exercício vem se tornando muito popular principalmente por se acreditar que é mais funcional do que exercícios em cadeia cinética aberta, pois

esses exercícios além de melhorar a força dos músculos, sua potência e resistência, melhoram também a estabilidade, o equilíbrio, a coordenação e a agilidade nas posturas funcionais com descarga de peso (COLBY; KISNER, 1998).

Beynon (1997), acredita que as atividades em cadeia fechada como, por exemplo, o agachamento produzem uma compressão significativa na articulação e não necessariamente protegem o LCA.

#### **5. Discussão**

O sucesso da reconstrução do LCA vai além do ato cirúrgico, sendo dependente também dos procedimentos utilizados na reabilitação pós-cirúrgica, pois a estabilidade do joelho depende da integridade músculo-ligamentar desta região (GUIMRÃES; LIMA, 1999).

É freqüente observar a hipotrofia do músculo quadríceps nos pacientes em pós-operatório de reconstrução do LCA, e seu fortalecimento é parte essencial do processo de reabilitação destes pacientes (ANDRADE; FONSECA; LUSTOSA, 2007).

Há bastante discussão sobre a utilização de exercícios em CCA e CCF na reabilitação dos pacientes com reconstrução do LCA, com o objetivo de estabelecer qual destes exercícios é o mais adequado para ser realizado no início da reabilitação (GUIMRÃES; LIMA, 1999).

Alexander; Barrack e Bynum (1995) defendem a hipótese de que os exercícios de CCF quando usados como parte de um programa de tratamento acelerado são um meio seguro e efetivo de reabilitar o joelho nos primeiros estágios após a reconstrução do LCA. Os resultados do estudo também sugerem que os exercícios em CCF podem oferecer vantagens como menor tensão no enxerto que está amadurecendo e menor impacto na articulação patelofemoral.

Já, para Beynon, et al (1997), os valores de tensão máxima no LCA obtidos durante o agachamento (CCF) com ou sem resistência elástica, e durante a flexão e extensão ativos (CCA) não são diferentes. Foi observado também, que o deslocamento tibial anterior durante os exercícios de CCF e CCA realizados no pós-operatório de reconstrução do LCA ou em indivíduos com LCA íntegro é igual (GUIMARÃES; LIMA, 1999).

Howell (1990) afirma que o exercício de extensão isométrica do joelho (CCA) entre 15° e 60° de flexão, provoca translação tibial anterior, porém, a tensão no LCA durante uma contração isométrica máxima do quadríceps não é maior do que a tensão produzida nos testes instrumentados de frouxidão.

Mas, exercícios isométricos em CCF, quando comparados com exercícios de CCA, produzem significativamente menos força de cisalhamento no LCA, devido à orientação mais axial da força muscular aplicada e da co-contração dos músculos quadríceps e ísquiotibiais (SILISKI, 2002).

Logo, a tensão no LCA é minimizada usando o agachamento (CCF), quando comparada ao deslocamento tibial anterior durante o exercício de extensão do joelho (CCA) (COLLINS; WHIELDON; YACK, 1993).

O estudo de Alencar, et al (2005), demonstrou que a atividade eletromiográfica nos músculos vasto medial e vasto lateral durante exercícios de CCF e CCA é igual, mesmo ao utilizarem cargas diferentes.

Fitzgerald (1997) relata a necessidade de mais estudos sobre o assunto, mas considera os exercícios em CCF mais seguros, melhores e mais funcionais. Porém defende a opinião de que os clínicos não devem abandonar

os exercícios mais tradicionais de CCA e substituí-los pelos de CCF nos programas de reabilitação pós-operatória, pois acredita que ambos os exercícios podem ser modificados para minimizar o risco de aumentar a tensão no enxerto do LCA e na articulação patelo-femoral, pois os melhores exercícios são aqueles que maximizam a habilidade dos pacientes de alcançar seus objetivos e ao mesmo tempo minimizam o risco de novas lesões.

### 6. Conclusão

Conclui-se que tanto os exercícios em CCF quanto os em CCA não devem ser excluídos do processo de reabilitação pós-operatória, porém cada um tem sua função e tempo no tratamento dos pacientes pós-reconstrução do LCA. Mediante a revisão realizada pode ser observado que os exercícios em CCF são mais seguros e efetivos, oferecendo vantagens importantes quando comparados aos exercícios de CCA, no entanto é importante destacar a necessidade de mais estudos com o objetivo de demonstrar os benefícios dos exercícios em CCA.

### 7. Referências

[1] ALENCAR, J.F. et al. Estudo comparativo do fortalecimento muscular pela técnica ERPAD: cadeia cinética aberta versus fechada. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 1, n. 1, 2005.

[2] ALEXANDER, A.H.; BARRACK, R.L.; BYNUM, E.B. Open versus closed chain kinetic exercises after anterior cruciate ligament reconstruction – a prospective randomized study. **The American Journal of Sports Medicine**, Oakland, CA, v. 23, n. 4, 1995.

[3] ANDRADE, M.A.P.; FONSECA, S.T.; LUSTOSA, L.P. Reconstrução do ligamento cruzado anterior: impacto do desenvolvimento muscular e funcional no retorno ao mesmo nível de atividade pré-lesão. **Acta Ortopedia Brasileira**, São Paulo, v. 15, n. 5, 2007.

[4] ANDREWS, J.R.; HANRRELSON, G.L.; WILK, K.E. **Reabilitação física das lesões desportivas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

[5] BEYNNON, B.D. et al. The strain behavior of the anterior cruciate ligament during squatting and active flexion-extension. **The American Journal of Sports Medicine**, Buena Vista, Florida, v. 25, n. 6, 1997.

[6] CARRIL, M.L.S.; GABRIEL, M.R.S.; PETIT, J.D. **Fisioterapia e Traumatologia Ortopedia e Reumatologia**. Rio de Janeiro: Revinter, 2001.

[7] COLBY, L.A.; KISNER, C. **Exercícios Terapêuticos Fundamentos e Técnicas**. 3. ed. São Paulo: Editora Manole Ltda, 1998.

[8] COLBY, L.A.; KISNER, C. **Exercícios Terapêuticos Fundamentos e Técnicas**. 4. ed. São Paulo: Editora Manole Ltda, 2005.

[9] COLLINS, C.E.; WHELDON, T.J.; YACK, H.J. Comparison of closed and open kinetic chain exercise in the anterior cruciate ligament-deficient knee. **The American Journal of Sports Medicine**, Buffalo, NY, v. 21, n. 1, 1993.

[10] ESCAMILLA, R. F. et al. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. **Med Sci Sports Exerc** Abril 30.

[11] FITZGERALD, G.K. Open versus closed kinetic chain exercise: issues in rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstructive surgery. **Physical Therapy**. Philadelphia, USA, v. 77, n. 12, 1997.

[12] GUIMARÃES, A.C.; LIMA, C.S. Implicações de prática de exercícios em cadeia cinética aberta e fechada no deslocamento tibial anterior após reconstrução de ligamento cruzado anterior. **VIII Congresso Brasileiro de Biomecânica**. 1999.

[13] HALL, S. J. **Biomecânica básica**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2005.

[14] HEBERT, S.; XAVIER, R. **Ortopedia e Traumatologia Princípios e Prática**, 3 ed. São Paulo: Artmed Editora, 2003.

[15] HOWELL, S.M. Anterior tibial translation during a maximum quadriceps contraction: is it clinically significant?. **The American Journal of Sports Medicine**, Sacramento, CA, v. 18, n. 6, 1990.

[16] KAPANDJI, A.I. **Fisiologia articular – membro inferior**. 5 ed. : Maloine, 2000.

[17] KERKOUR, K.; SALGADO, A.S.I. Reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA). **Terapia Manual**, Londrina, v. 1, n. 3, fevereiro/maio, 2003.

[18] SARAIVA, et al., Diagnóstico da lesão do ligamento cruzado anterior por tomografia computadorizada de duplo contraste com comprovação artroscópica, **Rev Bras Ortop** \_ Vol. 34, Nº 4 – Abril, 1999.

[19] SILISKI, J.M. **Joelho Lesões Traumáticas**. Rio de Janeiro: Revinter, 2002.

[20] SIMONSEN, O. et al. **The accuracy of clinical examination of injury to the knee joint**. Injury 1984.

[21] TRIA, A.J. **Lesões ligamentares do joelho – anatomia, diagnóstico, tratamento, resultados**. Rio de Janeiro: Revinter, 2002.