

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL**  
ADRIANA MAGALHÃES BRANDÃO DE OLIVEIRA  
MARINA COSTA DE OLIVEIRA

**O RESTABELECIMENTO DE FORÇA NA MUSCULATURA DA COXA NO PÓS-  
OPERATÓRIO DE RECONSTRUÇÃO DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR:  
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.**

**Belo Horizonte**  
**2009**

ADRIANA MAGALHÃES BRANDÃO DE OLIVEIRA  
MARINA COSTA DE OLIVEIRA

**O RESTABELECIMENTO DE FORÇA NA MUSCULATURA DA COXA NO PÓS-  
OPERATÓRIO DE RECONSTRUÇÃO DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR:  
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

Orientador: Sérgio Teixeira da Fonseca

Co-Orientador: Thales Rezende de Souza

**Belo Horizonte**

**2009**

ADRIANA MAGALHÃES BRANDÃO DE OLIVEIRA  
MARINA COSTA DE OLIVEIRA

**O RESTABELECIMENTO DE FORÇA NA MUSCULATURA DA COXA NO PÓS-  
OPERATÓRIO DE RECONSTRUÇÃO DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR:  
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA EM

BANCA EXAMINADORA:

## RESUMO

Esse trabalho é uma revisão sistemática da literatura cujos objetivos foram estabelecer quais os tipos de fortalecimento e programas de treinamento usados no pós-operatório de reconstrução do LCA e investigar os seus efeitos na força dos músculos quadríceps e isquiossurais. Assim, foi feita uma busca na literatura através de bancos de dados eletrônicos (Medline, Scielo, ISI Web of Knowledge e PEDro) por ensaios clínicos que estudassem o assunto. Após o cruzamento das listas de 2 revisores, foram lidos na íntegra 41 artigos científicos dos quais 16 foram incluídos nesta revisão, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos. Os resultados demonstram que não existem evidências científicas suficientes a favor do fortalecimento por meio de estimulação elétrica em comparação com fortalecimento usual. Existem fortes evidências a favor do fortalecimento excêntrico, em comparação com o fortalecimento concêntrico. Existem poucos trabalhos que compararam o fortalecimento em cadeia cinemática aberta e fechada e nada pode ser concluído em relação à comparação dessas modalidades. O fortalecimento precoce tem fortes evidências ao seu favor, em comparação com o fortalecimento tardio, mas necessita de pesquisas mais recentes e, portanto, mais ligadas às intervenções atualmente usadas na clínica. Os programas de fortalecimento domiciliar mostraram-se eficazes, mas apenas 2 trabalhos contemplaram o assunto e com focos diferentes. Pode-se concluir que ainda há muito que avançar em termos de pesquisas clínicas no que tange ao fortalecimento de musculatura de coxa no pós-operatório de LCA. A análise dos estudos mostrou a falta de trabalhos com boa qualidade metodológica que contribuam satisfatoriamente para a reabilitação no pós-operatório de reconstrução do LCA.

**Palavras chave:** Ligamento cruzado anterior, Reabilitação, Pós-operatório, Fortalecimento, Quadríceps, Isquiossurais, Joelho

## **ABSTRACT**

This work is a systematic review of the literature, which aimed at establishing the modalities of strength training and/or training programs that are commonly used in the postoperative rehabilitation of ACL reconstruction, and investigated their effects on the strength of the quadriceps and hamstrings muscles. A search, based on electronic databases (Medline, Scielo, ISI Web of knowledge and PEDro), was conducted for clinical trials that studied ACL rehabilitation. After searching, each of the examiners read the list of 41 articles, of which 16 were included in this review, according to established inclusion and exclusion criteria. The results show that few studies provided evidence for the use of neuromuscular electrical stimulation, compared to standard strength training. There is a strong evidence for the use of eccentric exercises in comparison to concentric exercises. Few studies compared the strength gain obtained with open and closed kinematic chain exercises, which made it difficult to compare these rehabilitation modalities. There is a strong evidence about the efficacy of accelerated rehabilitation programs, compared to late strengthening, although more recent clinical trials should be conducted with the clinical resources used currently. Home-based rehabilitation programs seem to be effective for strength gains and preventing further complications, although only two articles, with different objectives, investigated home-based exercises. The analyses of the studies revealed a lack of high-quality clinical trials that could contribute satisfactorily to the improvement of postoperative rehabilitation of ACL reconstruction.

**Keywords:** Anterior cruciate ligament, Rehabilitation, Post-operative, Strengthening, Hamstrings, Quadriceps, Knee

## **LISTA DE SIGLAS**

ADM – amplitude de movimento

ECA – exercícios em cadeia cinemática aberta

ECF – exercícios em cadeia cinemática fechada

EE – eletro-estimulação

LCA – Ligamento cruzado anterior

TENS – estimulação elétrica transcutânea nervosa

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	7
2	OBJETIVO.....	10
3	METODOLOGIA.....	11
3.1	PROCEDIMENTOS.....	11
4	DESENVOLVIMENTO.....	13
4.1	RESULTADOS.....	13
4.2	DISCUSSÃO.....	19
5	CONCLUSÃO.....	28
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
	APÊNDICE A – Cronograma.....	36
	APÊNDICE B – Lista de palavras usadas nas buscas.....	37
	APÊNDICE C – Tabela de apresentação dos artigos.....	40
	ANEXO 1 – Artigos científicos selecionados para análise .....	53

## 1 INTRODUÇÃO

Pacientes com rupturas de ligamento cruzado anterior (LCA) são freqüentes tanto na clínica habitual como em clínicas especializadas na área esportiva. Lesões desse ligamento são, significativamente, mais comuns entre pessoas mais jovens e ativas<sup>29</sup>. Essas lesões podem gerar uma instabilidade mecânica do joelho que, por sua vez, pode levar a contínuos episódios de falseio e à degeneração precoce dessa articulação<sup>15</sup>. Com a lesão do LCA, além da instabilidade, ocorre edema articular, desarranjo dos tecidos periarticulares, inibição da musculatura por dor<sup>5</sup> e enfraquecimento rápido ou hipotrofia muscular<sup>5,46</sup>. Por esses motivos é importante o tratamento fisioterápico adequado e efetivo, seja após cirurgia de reconstrução ou em casos de tratamento conservador. No entanto, a abordagem adequada durante a reabilitação após a lesão de cruzado anterior ainda permanece controversa<sup>38</sup>.

A maioria dos autores consideram que para o retorno aos níveis de atividade anteriores à lesão, a reconstrução cirúrgica da estrutura rompida deve ser realizada<sup>10,15</sup>. Essa intervenção tem como objetivo recuperar, pelo menos em parte, a estabilidade mecânica da articulação<sup>15</sup>. Caso isso não seja feito, a instabilidade funcional decorrente da lesão pode levar à degeneração precoce da articulação pelas forças de cisalhamento e compressivas, resultantes da instabilidade<sup>15</sup>, ou a lesões de outras estruturas, como os meniscos<sup>25</sup>. Entretanto, apesar de freqüentemente necessária, a reconstrução cirúrgica do LCA resulta em perda da função apropriada dos músculos da coxa.

Os tipos comuns de enxertos autólogos utilizados na reconstrução do LCA são aqueles retirados do tendão patelar, dos tendões de isquiossurais (semitendinoso, semimembranoso e grácil), mas também podem ser realizadas cirurgias com enxertos da banda iliotibial e do tendão quadriciptal<sup>23</sup>. Dentre as formas mais comuns (tendão patelar e tendões de isquiossurais) existem 4 tipos de co-morbidades associados ao processo cirúrgico em si (dor anterior no joelho, dor e inflamação aguda no local doador e nas feridas cirúrgicas, aderência de cicatriz cirúrgica e tecidos agredidos durante o processo, fraqueza muscular por inibição neural)<sup>23</sup>. No caso de enxerto de tendão patelar a dor anterior no joelho e a resultante fraqueza do mecanismo extensor são as conseqüências mais comuns. No

caso de enxerto com tendões de isquiossurais a dor no sitio doador e inibição da musculatura flexora do joelho são os achados mais comuns. Em ambos os casos o edema capsular (sinovial) gerado pela reação inflamatória ao processo cirúrgico em si (entrada e saída de objetos cortantes, retirada dos enxertos) acaba inibindo a geração de força do quadríceps<sup>23</sup>.

Dessa forma, a maioria das reconstruções de LCA é abordada por fisioterapeutas no processo de reabilitação para que o indivíduo lesado atinja, o mais rápido possível, um nível funcional mais próximo do apresentado anteriormente à lesão<sup>38</sup>. O papel do fisioterapeuta inclui, também, evitar ao máximo os efeitos deletérios da cirurgia<sup>44</sup>. Vários recursos fisioterapêuticos são utilizados durante a reabilitação após a lesão de LCA, como crioterapia, enfaixamento compressivo, técnicas de mobilização articular precoce (ativa e passiva) para recuperação de amplitude de movimento articular, treinos de proteção articular e fortalecimento muscular<sup>7,43</sup>. Recentemente, a tendência tem sido a busca por programas de reabilitação que associam esses recursos<sup>38,43</sup>.

A partir dos anos 90 foram desenvolvidos protocolos mais agressivos para recuperação da função muscular, na abordagem pós-cirúrgica da reconstrução do LCA<sup>19,43</sup>, baseados no conhecimento pré-estabelecido sobre malefícios causados pela função muscular deficitária nas articulações, como no joelho<sup>50</sup>. Protocolos acelerados utilizam basicamente a descarga de peso precoce na deambulação com ênfase na restauração precoce de amplitude de movimento articular (ADM) e em um programa de fortalecimento muito mais precoce e intenso do que dos protocolos tradicionais (que prioriza exercícios em cadeia fechada nos 3 primeiros meses de reabilitação)<sup>7,43</sup>.

Ao longo da reabilitação e dependendo do quadro apresentado pelo paciente, pode ser também importante a abordagem de musculaturas como as da pelve e tronco, a fim de garantir o controle proximal da estabilidade rotatória do membro inferior, melhorando assim a estabilidade local no joelho<sup>28</sup>. No entanto, o ganho de massa magra e força na coxa é sempre necessário, visto que essa é a musculatura mais afetada pela cirurgia<sup>23</sup>.

Os dois tipos de cirurgia de reconstrução do LCA mais comuns são os que usam o enxerto advindo do tendão patelar e o enxerto ipsilateral advindo dos músculos semitendinoso, semimembranoso e grácil<sup>1, 40</sup>. Durante a reabilitação

dessas intervenções, o fortalecimento dos músculos da coxa (quadríceps e isquiossurais) é usado para devolver de forma local a estabilidade dinâmica da articulação do joelho.

Apesar de diferentes autores recomendarem protocolos específicos para recuperação da função muscular da coxa (quadríceps e isquiossurais) <sup>8,14,26,39,45,51</sup>, ainda não existe um consenso sobre qual seria o programa de treinamento de força mais efetivo para alcançar ganho de força e trofismo após a reconstrução cirúrgica do LCA.

## **2 OBJETIVO**

Este estudo teve como objetivo investigar a eficácia de diferentes tipos e programas de fortalecimento dos músculos quadríceps e isquiossurais no ganho de força durante a reabilitação após a cirurgia de reconstrução do LCA. Para isso foi realizada uma revisão sistemática da literatura, sobre ensaios clínicos aleatorizados controlados que investigaram efeitos do fortalecimento muscular nesses parâmetros.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 PROCEDIMENTOS

Foi feita uma busca literária em bancos de dados eletrônicos de artigos nas línguas inglesa e portuguesa. Os bancos de dados utilizados foram: Scielo, Medline (Pubmed), ISI Web of Knowledge e PEDro. As palavras-chave incluídas foram: pós-operatório, pós-cirúrgico, LCA, ligamento cruzado anterior, reconstrução, reabilitação, fortalecimento, força, *post surgical*, *post operative ACL* e *anterior cruciate ligament*, *reconstruction*, *rehabilitation*, *strength*, *strengthening*.

A busca literária foi realizada independentemente por 2 examinadores e os resultados finais foram o produto do cruzamento das listas geradas por ambos. No caso de divergência entre a seleção dos artigos, foi realizado consenso entre os dois examinadores acerca da manutenção, ou não, de cada artigo na seleção. Não foi necessária a presença de um terceiro examinador como critério de desempate, caso não houvesse consenso.

Os estudos selecionados atenderam aos seguintes critérios de inclusão: possuir o desenho experimental de ensaio clínico controlado; investigar os efeitos dos recursos e programas de fortalecimento dos músculos quadríceps e isquiossurais para a reabilitação após reconstrução do LCA. Artigos aos quais não se tinha acesso aos resumos foram incluídos por precaução. Os critérios de exclusão utilizados foram: não explicitar com clareza o programa de exercícios realizados na intervenção, não realizar medidas de força como desfecho, possuir nota PEDro inferior a 4/10 (por serem considerados de baixa qualidade metodológica pelos examinadores da presente revisão)<sup>38,42</sup>. A escolha dos estudos não dependeu de características de suas amostras relacionadas a sexo, idade ou nível de atividade física (sedentários, atividade moderada ou atletas de elite). Isso foi feito com a intenção de realizar uma busca mais ampla o possível, visto que a restrição a qualquer um desses critérios limitaria a oferta de trabalhos científicos sobre o assunto. Além disso, como a ruptura do LCA é uma lesão cada vez mais comum entre os indivíduos fisicamente ativos, os resultados que abrangem maior

diversidade de características populacionais é o mais facilmente reproduzido na clínica, para a prática da reabilitação.

No banco de dados do PEDro foram usadas 38 combinações de palavras e no ISI Web of Knowledge e no Medline foram usados 12 combinações de palavras (Apêndice C). No Scielo, foram utilizados cada termo individualmente, além das mesmas combinações do Medline e ISI Web of knowledge. Após a eliminação dos títulos repetidos nas buscas realizadas no mesmo banco de dados, o universo de artigos do PEDro foi de 111 artigos, do Scielo de 35 artigos, do Pubmed de 5576 artigos e do ISI Web de 4392 artigos.

Destes foram selecionados através da leitura de seus títulos e resumos 26 artigos do PEDro, 25 artigos do ISI Web of knowledge, 32 artigos do Medline e nenhum do Scielo, de acordo com os critérios de inclusão. Nenhum dos artigos selecionados estava na língua portuguesa. Após o cruzamento das três listas obtidas, foram excluídos os resumos repetidos e foi gerada uma lista final de 41 artigos, que foram lidos na íntegra.

Foram excluídos 7 artigos por não medirem força como desfecho da intervenção, 3 artigos que não mediram força no período pré-intervenção e 9 artigos por terem escore PEDro inferior a 4/10. Dois artigos foram excluídos por não serem ensaios clínicos (entraram na seleção devido a precaução de não se excluir artigos aos quais não se tinha acesso aos resumos). Dos 20 artigos restantes, não foi possível ter acesso a 3. Dessa forma restaram 16 artigos que foram abordados nessa revisão sistemática.

## 4 DESENVOLVIMENTO

### 4.1 RESULTADOS

#### 4.1.1 Estimulação elétrica neuromuscular

A estimulação elétrica neuromuscular vem cada vez mais sendo estudada e recomendada como tratamento adjunto ou principal para o fortalecimento e/ou prevenção da atrofia e fraqueza muscular durante o pós-operatório cirúrgico de reconstrução do LCA<sup>14</sup>. No presente trabalho foram analisados 6 ensaios clínicos que comparam diferentes protocolos de estimulação elétrica e combinações desses com exercícios ativos dentro de um programa de reabilitação.

Sisk et al. (1987) analisaram a efetividade da eletro-estimulação (EE) em conjunto com o fortalecimento isométrico no ganho de força isométrica de quadríceps após reconstrução do LCA. Os resultados mostraram ganho de força isométrica significativo para todos os sujeitos dos estudos, porém não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos nas 7<sup>a</sup>, 8<sup>a</sup> ou 9<sup>a</sup> semanas pós-operatórias, mesmo com a continuação da intervenção.

Snyder-Mackler et al. (1994) observaram que os pacientes que receberam a EE de aparelhos portáteis apresentaram capacidade de treinamento com uma intensidade menor (apesar de a corrente ter sido maior, 83 mA) e apresentaram menor recuperação da força muscular isométrica de quadríceps em comparação aos pacientes que receberam a EE de estimuladores em clínica de reabilitação. Snyder-Mackler et al. (1995), em outro estudo, demonstrou que houve maior ganho de força isométrica de quadríceps em grupos que receberam EE de alta intensidade em conjunto com reabilitação convencional em relação a grupos que realizaram apenas exercícios voluntários ou receberam EE de baixa intensidade em conjunto com o mesmo programa de reabilitação convencional.

Resultado semelhante ao estudo de Sisk et al. (1987) foi encontrado por Lieber et al. (1996) quando compararam a EE com fortalecimento por contrações

voluntárias como tratamentos independentes. Os testes de força não mostraram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos em 6, 8, 12, 24 e 52 semanas após cirurgia, apesar de o ganho de força ter apresentado um aumento significativo se comparadas as medidas antes e após a intervenção em cada grupo.

Paternostro-Slugá et al. (1999), testou o ganho de força entre três grupos: reabilitação padrão associada a EE; reabilitação padrão associada a estimulação elétrica transcutânea nervosa (TENS); e reabilitação padrão apenas. Não foram encontradas diferenças significativas entre as medidas realizadas nos períodos de 6 semanas, 12 semanas e 52 semanas no pico de força isométrica de quadríceps ou no pico de força isocinética, testada a 60°/s, de quadríceps e isquiossurais.

Fitzgerald et al. (2003) testou a efetividade da EE como tratamento adjunto na reabilitação após a reconstrução do LCA. Foi observada uma diferença estatisticamente significativa no ganho de força isométrica de quadríceps entre os grupos após 12 semanas de intervenção, favorecendo o uso da EE. Porém após 16 semanas de intervenção, apesar da média de força do grupo EE ainda ser maior que a do grupo controle, essa diferença passou a não apresentar importância estatística.

#### **4.1.1 Fortalecimento excêntrico**

Dois estudos incluídos nessa revisão abordaram especificamente o fortalecimento excêntrico da musculatura da coxa em comparação com as formas tradicionais de fortalecimento predominantemente concêntrico na reabilitação após a reconstrução do LCA<sup>17,18</sup>. Gerber et al. (2007) e Gerber et al. (2009) usaram, além de um ciclo-ergômetro comum, um ciclo-ergômetro especial no qual a máquina cria uma resistência contra o membro inferior do indivíduo e este tem que frear o movimento ao invés de realizá-lo (como acontece nos ciclo ergômetros tradicionais). Embora o treino com ciclo ergômetro seja visto por muitos apenas como a parte do treinamento de resistência cardiovascular do paciente<sup>25,30</sup> houve ganhos de força significativamente maiores dos pacientes envolvidos no grupo em uso do aparelho especial em ambos os estudos.

Em Gerber et al. (2007) foram comparados dois grupos. O grupo controle realizou o mesmo protocolo de reabilitação do grupo experimental (que envolvia predominantemente movimentação ativa precoce, descarga de peso precoce e exercícios progressivos de fortalecimento da musculatura de quadril e coxa em cadeia cinética fechada). A diferença entre os grupos foi a realização do ciclo ergômetro concêntrico tradicional (controle) e excêntrico (intervenção) com evolução também progressiva e baseada na resposta individual do paciente. Os resultados mostraram um ganho de força (pico de torque) significativo da musculatura do quadríceps entre o período pré-operatório e o final do tratamento no grupo experimental, mas não no grupo controle.

Em um estudo posterior Gerber et al. (2009) realizaram uma avaliação *follow-up* de 1 ano após intervenção estruturada da mesma forma que no trabalho de 2007. Os resultados mostraram que na comparação entre dados do pré-treinamento e do *follow-up* houve diferença significativa no ganho de força de quadríceps entre os grupos experimental e controle, sendo de 33% no grupo intervenção e 9% no grupo controle. Não houve diferença significativa entre os grupos no ganho de força de isquiossurais após 1 ano de treinamento.

#### **4.1.2 Treinamento funcional**

O treinamento neuromuscular funcional consiste na realização de exercícios que imponham tarefas desafiadoras para o equilíbrio e/ou que sejam mais próximos das tarefas funcionais do indivíduo<sup>39</sup>. Essas tarefas teriam, portanto, a função de restabelecer o controle do indivíduo sobre o membro com reconstrução do LCA<sup>39</sup>, o que não deixa de ser uma forma de fortalecimento da musculatura (fortalecimento principalmente por adaptação neural) .

Donatelli et al. (1996) realizaram três tipos de intervenções no pós operatório de reconstrução do LCA. O Grupo A realizou apenas exercícios concêntricos em cadeia aberta (em aparelho isocinético), o Grupo B apenas exercícios concêntricos em cadeia fechada (em aparelho *leg press*) e o Grupo C apenas exercícios descritos como funcionais. Os três grupos demonstraram ganho significativo de força entre o

pré treinamento e após 6 semanas de treinamento para os grupos musculares flexores e extensores dos joelhos.

No trabalho realizado por Risberg et.al (2007) foram comparados dois programas de reabilitação. Um dos grupos realizou exercícios predominantemente de fortalecimento baseados em isometria de músculos da coxa na primeira fase, depois em cadeia cinemática aberta e fechada. O outro grupo realizou o que foi chamado de treinamento neuromuscular. Este treinamento consistia em exercícios de marcha, controle do apoio unipodal em atividades dinâmicas, corrida, saltos e exercícios pliométricos e voltados para o esporte. Não houve diferenças significativas entre os grupos na geração de força (neste estudo sendo considerada o trabalho total do músculo com o braço isocinético movendo a 60°/ segundo) em nenhum dos três momentos em que a medida foi realizada (no pré operatório, aos três meses e aos 6 meses).

#### **4.1.3 Cadeia cinemática aberta e cadeia cinemática fechada**

Dentre os estudos que compararam diferentes tipos de fortalecimento durante o pós-operatório de reconstrução do LCA, três dos selecionados estudavam a diferença entre fortalecimento em cadeia cinemática aberta e fechada.

Heijne e Werner (2007) avaliaram o efeito clínico da realização precoce ou tardia dos exercícios em cadeia aberta num programa de reabilitação. Os grupos trabalharam num protocolo básico em comum, com a única diferença entre eles, sendo o intervalo de tempo em que os exercícios em cadeia aberta (ECA) eram realizados. Dois dos grupos iniciaram os ECA na 4<sup>a</sup> semana de intervenção e outros dois grupos iniciaram os mesmos apenas na 12<sup>a</sup> semana. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos para o ganho de força após 3, 5 ou 7 meses de intervenção, na velocidade de 90°/s.

Em Mikkelsen et al. (2000) avaliaram os efeitos da reabilitação de quadríceps com exercícios em cadeia cinemática fechada (ECF) em comparação com o mesmo programa com a adição de ECA após reconstrução do LCA. Depois de 6 meses da

cirurgia os pacientes que realizaram ECA demonstraram significativamente maior ganho de força, a 30, 120 e 240°/s, do que os que realizaram somente ECF.

Donatelli et al. (1996), já descrito anteriormente, comparou o uso de exercícios de fortalecimento em cadeia aberta (em aparelho isocinético) com treino de força com ECF (usando um aparelho *leg press*). Os resultados após 6 semanas de intervenção mostraram ganho significativo de força para todos os participantes (todos os grupos) para os grupos musculares flexores e extensores dos joelhos no membro inferior afetado.

#### **4.1.4 Protocolos de intervenção baseado em exercícios domiciliares**

Os protocolos de intervenção baseada em exercícios domiciliares vêm ganhando espaço no âmbito dos estudos científicos. Dois estudos incluídos nessa revisão utilizaram protocolos de intervenção domiciliar. De Carlo et al. (1997) comparou alguns resultados clínicos (força, amplitude de movimento, funcionalidade, etc.) entre grupos de pacientes com tratamentos realizados em casa e em clínica. Em um dos grupos os pacientes foram instruídos a fazer sessões de reabilitação nas clínicas, sobre supervisão direta de fisioterapeutas, algumas vezes por semana, numa média de 20 sessões em seis meses. No outro grupo, os pacientes foram encorajados a manter os exercícios aprendidos no ambiente domiciliar e apenas realizar algumas visitas à clínica para supervisão dos profissionais e se houvesse problema em relação aos objetivos traçados previamente. Como resultado os grupos tiveram diferenças significativas entre o número de sessões realizadas em clínica, média de 20 para o primeiro e 7 para o segundo grupo em 6 meses de reabilitação. Foi observado que não houve diferenças significativas entre os grupos para o pico de torque isocinético (180°/s) de quadríceps ou isquiossurais após os 6 meses.

Apenas 1 artigo que testava a eficácia de um exercício específico na intervenção domiciliar no pós operatório de reconstrução do LCA foi incluído nessa revisão. Blanpied et al. (2000) verificaram a eficácia da adição de um exercício de deslizamento lateral (*lateral slide*) em um programa domiciliar de reabilitação no pós operatório de reconstrução do LCA. Os resultados do estudo mostraram um ganho

significativo de força (pico de toque isométrico) no quadríceps entre o pré o e o pós teste do grupo intervenção, mas não houve ganho significativo para o mesmo parâmetro no grupo controle (submetido ao mesmo programa de reabilitação domiciliar do que o grupo intervenção sem o exercício de deslizamento lateral). Com relação aos isquiossurais não houve ganhos significativos do mesmo parâmetro em nenhum dos dois grupos entre o pré teste e o pós teste.

#### 4.1.5 Fortalecimento precoce

Desde a década de 1990 a reabilitação no pós-operatório do LCA vem sofrendo modificações e vem sendo criados e testados protocolos acelerados de reabilitação. Esse tipo de intervenção implica no fortalecimento precoce da musculatura da coxa no pós cirúrgico. Em um estudo sobre a reabilitação acelerada, Shelbourne et al. (1990) investigaram os efeitos da aplicação de dois protocolos de intervenção distintos na reabilitação após reconstrução do LCA. No programa previamente aplicado (protocolo tradicional) a flexão e extensão ativas e isotônicas do joelho só começavam após 3 semanas de pós operatório. A descarga de peso parcial só era feita após 6 semanas e exercícios de cadeia cinemática fechada eram realizados apenas após 12 a 14 semanas. No programa testado (protocolo acelerado) a descarga parcial de peso começava aos 3 dias, e os exercícios de fortalecimento em cadeia fechada começavam aos 7-10 dias. Os resultados mostraram um ganho de força mais acelerado do grupo que tratou através do protocolo acelerado (força proporcional a perna não afetada significativamente maior aos 6, 10 e 12 meses), mas não houve diferença significativa de força entre os grupos no *follow-up* após 1 ano do fim da intervenção.

De Carlo et al. (1992) realizaram um estudo que incluiu dois protocolos diferenciados de reabilitação. O Grupo A seguiu o protocolo tradicional de reabilitação no qual a musculatura do joelho só começava a ser fortalecida e a descarga de peso permitida entre a oitava e décima semanas após a reconstrução. O Grupo B seguiu o protocolo acelerado no qual a descarga de peso era feita no segundo ou terceiro dia e os exercícios de fortalecimento começavam entre o sétimo

e o décimo dia pós-operatório. Foram realizadas medidas de força no dinamômetro isocinético a uma velocidade angular constante de 180 graus por segundo aos 3, 6 e 12 meses após reconstrução dos grupos musculares quadríceps e isquiossurais. O Grupo B apresentou medidas de força significativamente maiores do que o Grupo A nas três medidas para o grupo muscular do quadríceps e para as medidas de 3 e 6 meses para o grupo dos isquiossurais. Não houve diferença significativa na força de isquiossurais na medida aos 12 meses.

## **4.2 DISCUSSÃO**

### **4.2.1 Estimulação elétrica neuromuscular**

A EE é hoje tida como método de importância clínica considerável e de fácil acessibilidade aos pacientes<sup>11,38</sup>. Há atualmente um consenso sobre a importância da recuperação da força muscular no MI reconstruído<sup>25,38,41</sup>. Porém ainda não está estabelecida qual a maneira mais eficaz de fortalecimento muscular ou prevenção do enfraquecimento muscular que ocorre inevitavelmente com o desuso, imobilização e diminuição da capacidade de ativação do músculo como consequência da cirurgia de reconstrução do LCA<sup>9</sup>.

A importância clínica da EE é fruto da capacidade de fortalecimento muscular, mesmo em condições em que normalmente não seria possível a contração voluntária muscular, por exemplo, com a inibição do músculo que ocorre naturalmente em situações de dor ou edema<sup>23</sup>, ou até mesmo em situações não abordadas no presente estudo como os acometimentos neurológicos<sup>23</sup>. A fácil acessibilidade a esse recurso se dá pelo relativo baixo custo para obtenção e manutenção dos aparelhos o que permite que mais profissionais os adquiram e, também, à possibilidade da utilização em qualquer ambiente, no caso dos aparelhos portáteis, e ao fácil manuseio.

Nessa revisão sistemática da literatura foram incluídos para análise 6 artigos que abordaram a intervenção com o uso de aparelhos para eletro estimulação

neuromuscular e que analisaram a relevância clínica do fortalecimento dessa forma em comparação ao fortalecimento convencional com apenas contrações voluntárias<sup>14,26,36,46,47,48</sup>. No estudo de Sisk et al. (1987), vale ressaltar que todos os pacientes fizeram uso de tala gessada com o joelho a 45-50° de flexão durante as primeiras duas semanas pós-operatórias e, mesmo após a retirada desta, usaram outros tipos de talas que impediam a livre movimentação ou a realização de movimentos/atividades funcionais do dia-a-dia durante os primeiros 6 meses após reconstrução. Tal fato, tendo em vista os conhecidos efeitos deletérios da imobilização prolongada<sup>48</sup>, pode ter tido grande influência no ganho de força de ambos os grupos. Apesar disso, um fato favorável à qualidade metodológica desse ensaio foi o de ambos os grupos passarem pelo mesmo programa de reabilitação, tornando-os similares e passíveis de comparação.

Nos estudos de Snyder-Mackler et al (1994 e1995) dois tipos diferentes de eletro estimuladores, a bateria (portátil) e alimentado com energia da rede elétrica local (plugados na clínica) foram utilizados. Os resultados encontrados em ambos favorecem o uso da EE em associação com os exercícios voluntários. O grupo da EE em clínica manteve suas sessões de eletroterapia sobre supervisão direta de profissionais enquanto que o grupo da EE portátil apenas realizava visitas semanais aos terapeutas para demonstrar a técnica aprendida. Essa diferença pode ter contribuído para o aparecimento de viés nos resultados dos artigos.

Lieber et. al. (1996), em uma tentativa de equalizar a carga de exercícios entre os grupos, fizeram com que o grupo que realizou exercícios voluntários fortalecesse com uma carga pré-estipulada pela equipe enquanto o outro grupo sempre recebesse uma intensidade de EE subjetiva, medida pela tolerância máxima individual. Esse fato pode ter levado a uma maior carga de treinamento para o primeiro grupo. Soma-se a isso o fato de a medida de força não ter sido realizada com os métodos tradicionais (uso de dinamômetro isocinético), mas com um aparelho desenvolvido pela equipe, constituído de uma cadeira e um transdutor de força. Apesar de ter sido um ponto em comum entre os grupos, minimizando a disparidade entre eles, essa medida de força não contribui para a reprodução do estudo e fortalecimento da evidência científica.

No artigo de Paternostro-Sluga et. al. (1999), os pacientes que receberam eletroterapia (EE e TENS) eram cegados em relação ao tipo de terapia que

recebiam , e todos os pacientes realizaram um programa de exercícios domiciliar igual e fizeram a mesma quantidade (e no mesmo espaço de tempo) de visitas clínicas para supervisão do tratamento. Tal fato amplificou a similaridade entre os grupos e aumentou a validade interna do estudo.

Fitzgerald et. al. (2003) usou como o protocolo de EE uma modificação dos métodos usados anteriormente por Snyder-Mackler et al. (1994,1995). Dessa forma a comparação entre os resultados obtidos ficou impossibilitada. Vale ressaltar que o programa de exercícios mantidos pelos grupos não foi realizado sobre supervisão profissional, apenas o protocolo de EE foi controlado, o que pode incluir viés na pesquisa.

Os resultados, apesar de existirem peculiaridades passíveis de discussão em cada artigo, não favorecem o uso da EE para ganho de força em pacientes com LCA reconstruído em substituição ao fortalecimento convencional, baseado em exercícios voluntários. Mais estudos controlados são necessários para confirmação e comparação dos resultados.

#### **4.2.2 Fortalecimento excêntrico**

A associação de fortalecimento excêntrico a um programa de fortalecimento concêntrico mostrou-se eficaz em ambos os estudos apresentados nos resultados dessa revisão. Tanto o primeiro trabalho de Gerber, et al. (2007) quanto o segundo Gerber, et al. (2009) mostraram ganhos significativamente maiores da força (pico de torque) da musculatura do quadríceps do grupo intervenção (excêntrico) em relação ao grupo controle (concêntrico). No entanto, o ganho de força ocorreu em consequência a um programa de condicionamento aeróbio realizado em ciclo ergômetro excêntrico e não a um programa de fortalecimento excêntrico de grupos musculares isolados. Ambos estudos utilizaram um aparelho especial (ciclo ergômetro excêntrico) para a realização dos exercícios. Isso distancia os resultados desses estudos específicos da prática clínica, uma vez que esse ciclo ergômetro não é comumente encontrado no nesse ambiente.

Existe, portanto, uma necessidade do desenvolvimento de novos estudos que abordem o fortalecimento excêntrico de forma mais aplicável na clínica (como, por exemplo, um agachamento no qual o paciente realize a fase concêntrica com ambas as pernas e excêntrica apenas com uma delas) que sejam realizados por grupos diferentes de pesquisadores com o objetivo de enriquecer a informação científica.

#### 4.2.3 Treinamento funcional

O treinamento neuromuscular funcional (seja através dos exercícios ditos “proprioceptivos”, seja através da implementação de exercícios ditos “funcionais”) tem como base o ganho de controle de movimentos e estabilidade na articulação afetada em situações de desestabilização<sup>39</sup>. Geralmente se tem como resposta a esse tipo de treinamento a co-contracção da musculatura da coxa e quadril na tentativa de estabilizar o seguimento ou a contracção coordenada da musculatura dos membros inferiores e tronco para realização de uma determinada tarefa com estabilidade<sup>38,39</sup>. Dessa forma, desde trabalhos publicados em 1990<sup>45</sup> esses exercícios são incluídos em protocolos propostos para a reabilitação após cirurgia de reconstrução de LCA. Visto o destaque que tal intervenção ganhou nos últimos 20 anos, dois dos trabalhos incluídos nessa revisão abordaram a comparação de exercícios de treinamento neuromuscular com os exercícios de fortalecimento<sup>12,27,38</sup>. Nenhum dos trabalhos encontrou diferenças significativas entre o ganho de força da musculatura de quadríceps e isquiossurais entre os grupos cuja intervenção foi guiada por exercícios de treinamento neuromuscular e aquelas cuja intervenção foi guiada por exercícios de fortalecimento muscular (concêntrico, cadeias cinemáticas aberta e fechada). No entanto, o objetivo dessa intervenção não foi focado apenas em ganho de força e sim no ganho do desempenho nas atividades realizadas durante os exercícios. Assim, considerar apenas força muscular para medir a eficácia dessa intervenção pode ser inadequado.

Donatelli, et al. (1996) verificaram um ganho de força nos três grupos comparados. No entanto, os grupos estudados (diferentes intervenções) não foram comparados entre si. Dessa forma é possível inferir que as três intervenções (cadeia

fechada, cadeia aberta e exercícios funcionais) foram eficazes no ganho de força, mas não é possível identificar diferenças na eficácia das intervenções utilizadas. Similarmente, Risberg, et al. (2007) compararam os dados dos dois grupos ao final da intervenção e mostraram que houve ganho significativo de força entre o início e o fim da intervenção em ambos os grupos (fortalecimento e treinamento funcional) e que não havia diferenças significativas entre o ganho de força entre os grupos. Estes resultados devem ser destacados pelo fato de o estudo possuir um desenho criterioso e uma excelente qualidade metodológica (nota PEDro: 08/10), nota máxima entre os estudos incluídos na presente revisão.

Ainda existe a necessidade de novos trabalhos que investiguem de forma mais criteriosa diferenças entre esses dois tipos de intervenção no ganho de força da musculatura de coxa como feito no estudo de Risberg<sup>39</sup>. Estudos com melhor qualidade metodológica contribuiriam para o desenvolvimento de programas de reabilitação cada vez mais eficientes e objetivos (ligados as tarefas do esporte e do dia-a-dia do indivíduo) no pós-operatório do LCA.

#### **4.2.4 Cadeia cinemática aberta e cadeia cinemática fechada.**

O uso de exercícios em cadeia cinemática aberta e fechada ainda causam grande discussão acerca de seus efeitos sobre o enxerto<sup>22,38</sup>. Os exercícios em cadeia cinemática aberta são definidos como tendo a extremidade distal do membro livre para movimentação, enquanto os de cadeia fechada tem a extremidade distal fixa<sup>12,38</sup>. Durante a realização de exercícios em cadeia fechada a movimentação de uma articulação gera movimento nas outras articulações do membro, obrigatoriamente<sup>12</sup>. Como os exercícios em cadeia fechada para a reabilitação do LCA são realizados em apoio sobre o membro é proposto que os mesmos evitariam estresses tensionais excessivos sobre o LCA (protegeriam o enxerto ao realizar uma aproximação das superfícies articulares do joelho)<sup>12,32</sup>.

Apesar da utilização de exercícios em cadeia cinemática aberta ter sido questionada no início dos anos 90<sup>38</sup>, atualmente vem ocorrendo um processo de reintegração desses nos protocolos de reabilitação<sup>22</sup>. Visto isso, foram incluídos

neste trabalho três artigos que abordam o assunto<sup>12, 20, 32</sup>. Entretanto, alguns desses apresentam falhas em relação ao desenho experimental.

Em Milkelsen et al. (2000), a carga de exercícios imposta ao grupo experimental (grupo que combinava exercícios em cadeia cinemática fechada e aberta) foi maior que a carga de exercícios realizada pelo grupo controle, o que favoreceu o ganho de força no grupo experimental. De acordo com o princípio da sobrecarga muscular, um maior ganho de força/torque muscular seria então esperado para o grupo com maior carga de treinamento. Por outro lado, no estudo de Heijne et al. (2007), houve uma tentativa de equalização da carga entre os dois grupos, o que se mostrou um ponto positivo para comparação entre eles. Os resultados deste último mostraram-se diferentes dos de Milkelsen et al. (2000), não havendo diferença significativa entre o ganho de força dos grupos.

Um ponto importante discutido no estudo de Heijne et al. (2007) foi que a reconstrução do LCA, feita com tendões patelares, resultou num ganho de força significativamente menor no quadríceps desses pacientes em relação a indivíduos com reconstrução com enxertos de isquiossurais, mesmo após intervenção. Isso poderia ser explicado pelas reações inflamatórias que ocorrem no local da incisão cirúrgica, com conseqüente inibição muscular e demandaria maior atenção do profissional durante a reabilitação desses pacientes em relação a ganho de força de quadríceps.

#### **4.2.5 Protocolos de intervenção baseado em exercícios domiciliares**

Com as atuais considerações econômicas sobre o custo de tratamentos que requerem muitas sessões dentro das clínicas de reabilitação e as mudanças nos protocolos pós-operatórios, que atualmente são capazes de prevenir várias complicações antes comumente observadas (imobilização prolongada gerando importantes perda de força muscular e ADM articular), os programas de reabilitação baseados em exercícios domiciliares tentam buscar uma alternativa mais barata e tão eficaz quanto os conduzidos em clínica<sup>9</sup>.

De Carlo, et al. (1997) preconizaram que, em relação à força muscular, não há diferenças significativas entre pessoas que realizam exercícios sobre supervisão freqüente e as que realizam menor número de supervisões por profissionais. De qualquer maneira, um número mínimo de visitas de supervisão do programa de reabilitação é necessário para se garantir que os objetivos do tratamento sejam atingidos e ainda para controle de quaisquer complicações que possam surgir, visto a peculiaridade de cada paciente.

Na busca por protocolos ótimos de reabilitação domiciliar, alguns investigadores propuseram novos exercícios e os testaram na tentativa de comprovar a sua eficácia na reabilitação do indivíduo lesado. Um único estudo (Blanpied et al., 2000) que foi incluído nessa revisão testou a adição de um exercício específico de deslizamento lateral realizado numa prancha especial a um protocolo de reabilitação domiciliar. Esse exercício consistia em deslizar lateralmente sobre uma tábua especial que permitia o movimento de um lado para o outro, com os joelhos flexionados (maior flexão do joelho para o qual estava sendo realizado deslizamento e semi-flexão do joelho contralateral) mantendo a estabilidade do quadril e do joelho (não realizando rotação interna de quadril nem valgismo de joelho). O objetivo do exercício era a promoção de contrações tanto concêntricas quanto excêntricas do grupo muscular do quadríceps femoral. A sua inclusão em um protocolo de reabilitação domiciliar tinha como objetivo otimizar esses tipos de contrações. O estudo mostrou um ganho de força significativo na musculatura do quadríceps no grupo intervenção, mas não no grupo controle (nesse caso um grupo que realizava o programa domiciliar idêntico sem adição do novo exercício). No entanto, existe uma limitação no desenho desse estudo, visto que um dos grupos acabou ficando com uma quantidade maior de exercícios de fortalecimento em relação ao outro (grupo intervenção). Dessa forma, o ganho de força no grupo intervenção pode ser devido a uma maior carga de treinamento e não a adição do exercício específico do deslizamento em questão. Assim sendo, para a comprovação da eficácia deste exercício em um programa de fortalecimento domiciliar serão necessários novos estudos. Além disso, poderia ser enriquecedor para os programas de reabilitação pós operatório, o desenvolvimento e teste de novos exercícios com a finalidade de fortalecimento em domicílio visto que nem

sempre é possível a visita do paciente a clínica com a frequência necessária para uma boa reabilitação<sup>9</sup>.

#### 4.2.6 Fortalecimento precoce

A idéia do fortalecimento precoce surgiu em 1985, no *Methodist Sports Medicine Center* quando ao avaliar a relação de adesão ao tratamento dos pacientes com a eficácia do mesmo, os pesquisadores descobriram haver uma relação entre a não-adesão e os melhores resultados<sup>7</sup>. Pacientes que faziam descarga de peso precoce e movimentavam seus joelhos tinham recuperação mais rápida e menos déficits (como o déficit de ADM, por exemplo) após a reabilitação. Assim, foram desenvolvidos no mesmo centro estudos que abordavam os protocolos acelerados de reabilitação do LCA. Embora apresentem protocolos de reabilitação discretamente diferentes, ambos os estudos de Shelbourne, et al. (1990) e De Carlo, et al. (1992), se assemelham no sentido de que ambos os grupos intervenção fizeram descarga precoce de peso, ganho de ADM precoce e principalmente fortalecimento precoce da musculatura do membro inferior operado (basicamente através de exercícios concêntricos em cadeia cinemática fechada) em relação aos grupos controle (protocolos tradicionais). Em ambos os estudos houve um ganho de força no quadríceps significativamente maior no grupo intervenção quando comparado ao controle até um período de 6 a 10 meses após a reconstrução. No entanto, no estudo de 1990 após o período de 1 ano de *follow up* as diferenças no quesito força desapareceram. A diminuição das diferenças na força entre grupos após o período de *follow up* pode ter acontecido porque os indivíduos voltaram a suas atividades “normais” nesse período e elas próprias acabaram gerando uma diminuição na assimetria de força entre os membros operado e não operado. Apesar da equalização da força após o período de *follow up*, vale lembrar que uma reabilitação e um retorno mais rápido as atividades normais (sejam elas esportivas ou não) são desejados na prática clínica. Dessa forma, seria vantajoso um ganho mais rápido de força.

Nos dois estudos selecionados, foi discutido o fato que os sujeitos do grupo controle retornaram a atividades esportivas apenas entre o 9° e 12° meses enquanto os do protocolo de fortalecimento precoce retornaram em torno de 6 meses. Isso ocorreu sem que houvesse diferenças significativas na estabilidade mecânica da articulação (variável que também foi testada nos estudos).

Uma possível fonte de viés, em ambos os estudos, é o fato de ter sido inviável a aleatorização dos sujeitos nos grupos<sup>38,42</sup>. Isso aconteceu porque os grupos foram divididos de acordo com o período em que ocorreu a reabilitação. Os sujeitos tratados até uma determinada data foram aqueles que seguiram o protocolo tradicional e os sujeitos que realizaram reabilitação a partir desta data os que seguiram o protocolo acelerado. Isso inviabilizou, portanto, a alocação aleatória dos sujeitos (que acabou acontecendo por ordem de chegada). Apesar dessa limitação, os estudos apresentaram uma grande vantagem em relação ao seu número de participantes. No estudo de 1990 foram 385 participantes e no de 1992 foram 1508 participantes (análise retrospectiva dos dados). Isso pode ter gerado poder estatístico alto nas análises realizadas, o que significa que pode-se ter maior confiança nos resultados observados.

Existe, ainda, uma carência de estudos atuais que foquem na eficiência de fortalecimento precoce e que sejam realizados por grupos de pesquisadores diferentes. O estudo mais atual aqui apresentado é do ano de 1992 enquanto há, incluídos nessa revisão, estudos sobre outros assuntos publicados ao longo dos anos 2000 mostrando um hiato de mais de 10 anos de estudos com boa qualidade que abordam esse assunto. Há uma coerência entre os nossos dados e de uma revisão que abordou apenas os protocolos acelerados<sup>43</sup> na qual a maioria dos trabalhos abordados também foi produzida no início da década de 90.

## 5 CONCLUSÃO

Essa revisão sistemática incluiu artigos que estudaram o fortalecimento da musculatura de coxa (dentre outras variáveis não citadas por não serem de interesse na confecção do texto) usando estimulação elétrica neuromuscular, fortalecimento excêntrico, fortalecimento através de exercícios funcionais, fortalecimento em cadeia cinemática aberta e fechada, fortalecimento precoce e tardio. Após a leitura e análise de todos os artigos foi possível observar que ainda há uma carência de artigos de boa qualidade metodológica. Por esse motivo restaram poucos artigos a serem analisados o que acaba diminuindo a quantidade de dados relevantes na presente revisão sistemática.

Mesmo dentre os artigos incluídos no texto principal, ainda existem graves falhas na metodologia no desenho dos estudos (como, por exemplo a falta de aleatorização), o que pode ser observado pelas freqüentes notas baixas e moderadas na escala Pedro (Apêndice C). Dessa forma, embora as informações contidas nos resultados e discussão possuam valor clínico, ainda não permitem chegar a uma conclusão baseada em evidências científicas sobre a eficácia da reabilitação do pós-operatório de reconstrução do LCA ou de algum programa comparado a outro.

Apesar da baixa qualidade metodológica de alguns artigos, foi possível chegar a algumas conclusões com base na leitura dos mesmos. A maioria dos artigos que avaliam a EE, em comparação com fortalecimento usual, não encontraram evidências a favor do fortalecimento via EE. Os resultados sugerem a eficácia do fortalecimento excêntrico através de ciclo ergômetro especial em programas de reabilitação em comparação com ciclo ergômetro tradicional, porém mais estudos precisam ser realizados para futuras comparações. O treinamento funcional parece não aumentar a força muscular, mas sim melhorar o desempenho (estabilidade funcional) dos pacientes em atividades perturbadoras. Não existe suporte literário suficiente para o uso de exercícios em cadeia cinemática preferencialmente aberta ou preferencialmente fechada. O fortalecimento precoce da musculatura aumentou mais rapidamente a força muscular, o que constitui uma vantagem clínica dessa intervenção. Entretanto, vale destacar que, a longo prazo,

não houve diferença em relação ao fortalecimento não-precoce. No entanto a reinserção nas atividades esportivas foi mais rápida. Os programas de reabilitação domiciliar mostraram-se eficazes no ganho de força.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGEBERG, E. et al. Knee extension and flexion muscle power after anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon graft or hamstring tendons graft: a cross-sectional comparison 3 years post surgery. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy** (2009) 17:162–169
2. AGEBERG, E. et al. Muscle Strength and Functional Performance in Patients With Anterior Cruciate Ligament Injury Treated With Training and Surgical Reconstruction or Training Only: A Two to Five-Year Followup. **Arthritis and Rheumatism**. (2008) 59(12): 1773-1779.
3. BEYNNON, B. D. et al. Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. **The American Journal of Sports Medicine**. (2005) 33(3): 347-359.
4. BYNUM, E.B. Open Versus Closed Chain Kinetic Exercises After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. **The American Journal of Sports Medicine**. (1995) 23(4): 401-406.
5. COURY, H.J.C.G. et al . Change in knee kinematics during gait after eccentric isocinetic training for quadriceps in subjects submitted to anterior cruciate ligament reconstruction. **Gait and Posture** (2006) 24: 370-374
6. BLANPIED, P. et al . Effectiveness Of Lateral Slide Exercise in an Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Rehabilitation Home Exercise Program. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**. (2000) 30(10): 602-611.
7. DE CARLO, M.S. et al. ACL Surgery and Accelerated Rehabilitation: Revisited. **Journal of Sport Rehabilitation** ( 1997) 5: 144-156
8. DE CARLO, M.S. et al . Tradicional versus Accelerated Rehabilitation following ACL Reconstruction : One-Year Follow-Up. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy** (1992) 15( 6) 309-316
9. DE CARLO, M.S. et al . The Effects of the Number and Frequency of Physical Therapy Treatments on Selected Outcomes of Treatment in Patients With Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy** (1997) 26 (6) 332-339.
10. DEEHAN, D. J., SALMON L. J., WEBB V. J., DAVIES A., PINCZEWSKI L. A. Endoscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament with an ipsilateral patellar tendon autograft. **The Journal of Bone and Joint Surgery**. Sept. 2000; 82-B(7):984-991.

11. DELITTO, A. et al. Electrical Stimulation Versus Voluntary Exercise in Strengthening Thigh Musculature After Anterior Cruciate Ligament Surgery. **Physical Therapy** ( 1988) 68(5) : 660-663.
12. DONATELLI, R. et al. Open and closed kinetic chain strength training versus functional exercises to improve performance in patients with ACL reconstructed knees : prospective study. **Isokinetics and Exercise Science** ( 1996) 6 : 7-13.
13. DRAPER, V. ; BALLARD, L. Electrical Stimulation Versus Electromyographic Biofeedback in the Recovery of Quadriceps Femoris Muscle Function Following Anterior Cruciate Ligament Surgery. **Physical Therapy**. ( 1991) 71(6) : 455-461.
14. FITZGERALD, G.K. et al. A Modified Neuromuscular Electrical Stimulation Protocol For Quadriceps Training Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy** (2003) 33( 9) 492-501.
15. GARY, G et al. Analysis of Outcomes of Anterior Cruciate Ligament Repair With 5-Year Follow up : Allograft Versus Autograft. **Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, Vol 21, No 7 (July), 2005: pp 774-785
16. GOBBI, A. et. al. Patellar Tendon Versus Quadrupled Bone Semitendinosus Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Prospective Clinical Investigation in Athletes. **Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, Vol 19, No 6 (July-August), 2003: pp 592-601.
17. GERBER, J.P. et al. Safety, Feasibility, and Efficacy of Negative Work Exercise Via Eccentric Muscle Activity Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. **Journal Of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**. ( 2007) 37(1) 10-18.
18. GERBER, J.P. et al. Effects of Early Progressive Eccentric Exercise on Muscle Size and Function After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A 1- Year Follow-up Study of a Randomized Clinical Trial. **Physical Therapy** (2009) 39(1) 51-59.
19. GRODSKY, M. et al. Exercises Following Anterior Cruciate Ligament Reconstructive Surgery: Biomechanical Considerations and Efficacy of Current Approaches. **Research in Sports Medicine**, (2008) 16: 75-96
20. HEIJNE. A. et al. Early versus late start of open kinetic chain quadriceps exercises after ACL reconstruction with patellar tendon or hamstring grafts: a prospective randomized outcome study. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy** ( 2007) 15: 402-414

21. HOLM, I. et al. Muscle strength recovery following anterior cruciate ligament reconstruction: A prospective study of 151 patients with a two-year follow-up. **Isokinetics and Exercise Science** (2000) 8 : 57-63.
22. HOOPER, D. M. et al. Open and Closed Kinetic Chain Exercises in the Early period after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. **The American Journal of Sports Medicine**. ( 2001) 29(2): 167-174.
23. KARTUS, J. et al. Donor-Site Morbidity and Anterior Knee Problems After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Autografts. **Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, Vol 17, No 9 (November-December), 2001: pp 971–980
24. LAWRENCE, W. Adolescent Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Retrospective Analysis of Quadriceps Strength Recovery and Return to Full Activity After Surgery. **Journal of Pediatric Orthopaedics** ( 2009) 29 (5) 486-489
25. LEE, D.Y.H. et al. Return to Sports After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction – A Review of Patients with Minimum 5-year Follow-up. **Annals Academy of Medicine**, Vol. 37, No. 4, April 2008.
26. LIEBER, R.L. et al. Equal Effectiveness of Electrical and Volitional Strength Training for Quadriceps Femoris Muscles After Anterior Cruciate Ligament Surgery. **Journal of Orthopaedic Research**. (1996) 14 (1) 131-138.
27. LIU-AMBROSE, T. et al. The effects of proprioceptive o strength training on the neuromuscular function of the ACL reconstructed knee: a randomized clinical trial. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**. ( 2003) 13: 115-123.
28. LUSTOSA L.P., FONSECA S.T., ANDRADE M.A.P. Reconstrução do ligamento cruzado anterior: impacto do desempenho muscular e funcional no retorno ao mesmo nível de atividade pré lesão . **Acta Ortopédica Brasileira**. 2007; 15(5): 280-284.
29. MASCARENHAS, R. ; MACDONALD, P.B. Anterior cruciate ligament reconstruction: a look at prosthetics - past, present and possible future. **McGill Journal of Medicine** (2008) 11(1):29-37
30. MEYERS, M.C. et al. Efficacy of Stairclimber Versus Cycle Ergometry in Postoperative Anterior Cruciate Ligament Rehabilitation. **Clinical Journal of Sports Medicine**. (2002) 12 : 85-94

31. MILKKELSEN, C. et al. Closed Kinetic chain alone compared to combined open and closed Kinetic chain exercises for quadriceps strengthening after anterior cruciate ligament reconstruction with respect to return to sports : a prospective matched follow-up study. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy** ( 2000) 8 : 337-342
32. MORRISSEY, M.C. et al . Effects of open versus closed kinetic chain training on knee laxity in the early period after anterior cruciate ligament reconstruction. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy.** ( 2000) 8 : 343-348.
33. OHTA, H. et al. Low-load resistance muscular training with moderate restriction of blood flow after anterior cruciate ligament reconstruction. **Acta Orthopaedica Scandinavica** ( 2003) 74(1) :62-68.
34. OLIVO, S.A. et al. Scales to Access the Quality of Randomized Controlled Trials : A Sitematic Review. **Physical Therapy** ( 2008) 88(2) ; 156-175
35. PAPANDREOU, M.G. et al. Effect of cross exercise on quadriceps acceleration reaction time and subjective scores ( Lysholm questionnaire) following anterior cruciate ligament reconstruction. **Journal of Orthopaedic Surgery and Research.** ( 2009) 4(2) 1-9.
36. PATERNOSTRO-SLUGA, T. et al. Neuromuscular Electrical Stimulation After Anterior Cruciate Ligament Surgery. **Clinical Orthopaedics and Related Research.** (1999) No 368 :166-175.
37. PERRY, M.C. et al. Effects of closed versus open kinetic chain knee extensor resistance training on knee laxity and leg function in patients during the 8- to 14-week post operative period after anterior cruciate ligament reconstruction. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy** ( 2005) 13 : 357-369.
38. RISBERG, M.A. et al. A Systematic review of evidence for anterior cruciate ligament rehabilitation: how much and what type? **Physical Therapy in Sport** ( 2004) 5: 125-145
39. RISBERG, M.A. et al. Neuromuscular Training Versus Strength Training During First 6 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Clinical Trial. **Physical Therapy** ( 2007) 87 ( 6) 737-750.
40. ROSE, T. et al. Differences in the rehabilitation period following two methods of anterior cruciate ligament replacement: semitendinosus/gracilis tendon vs. ligamentum patellae. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy** (2004) 12 : 189–197

41. ROSS, M. et al. Electrical Stimulation for Anterior Cruciate Ligament-Reconstruction Rehabilitation. **Athletic Therapy Today**. ( 2000) 5(6) 54-60.
42. SAMPAIO,R.F. ; MANCINI, M.C. Estudos de revisão sistemática: Um guia para a síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. (2007) 11(1) : 83-89.
43. SHAW, T. Accelerated reahabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. **Physical Therapy in Sport** ( 2002) 3, 19-26
44. SHAW, T. et al . Do early Quadriceps exercises Affect the outcome of ACL reconstruction ? A randomised controlled trial. **Autralian Journal of Physiotherapy** ( 2005) 51: 9-17
45. SHELBOURNE , K.D. et al . Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. **The American Journal of Sports Medicine**. (1990)Vol 18(3) 292-299.
46. SISK, T.D. et al. Effect of electrical stimulation on quadriceps strength after reconstructive surgery of the anterior cruciate ligament. **The American Journal of Sports Medicine**. (1987) 15(3) 215-219.
47. SNYDER-MACKLER,L. et al. Electrical Stimulation of the Thigh Muscles After R Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament. **Journal of Bone and Joint Surgery**. (1991) 73-A ( 7) : 1025-1031.
48. SNYDER-MACKLER,L. et al. Stregth of the quadriceps femoris muscle and functional recovery after reconstruction of the anterior cruciate ligament. A prospective renadomized clinical trial of eletrical stimulation. **Journal of Bone and Joint Surgery**. (1995) 77-A (8) 1166-1173
49. SNYDER-MACKLER,L. et al. Use of eletrical Stimulation to Enhance Recovery of Quadriceps Femoris Muscle Force Production in Patients Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. **Physical Therapy** (1994) 74(10) : 901-907.
50. SPLINDER, K.P. et al. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Autograft Choice: Bone-Tendon-Bone Versus Hamstring : Does It Really Matter? A Systematic Review. **The American Journal of Sports Medicine** , Vol. 32, No. 8, 2004
51. TOVIN, B.J. et al. Comparison of the Effects of Exercise in Water and on Landon the Rehabilitation of Patients With Intra-articular Anterior Cruciate Ligament Reconstructions. **Physical Therapy** ( 1994) 74( 8) 710-719

52. TSAKLIS, P. et al. ACL rehabilitation program using a combined isokinetic and isotonic protocol. **Isokinetics and Exercise Science** (2002) 10 : 211-219.
53. VIEIRA, L.A.M. et al Avaliação dos mecanismos de lesão do ligamento cruzado anterior no futebol. **Revista do Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia.** (2005) 3(2) :1-36

### **APÊNDICE A – Cronograma**

Junho de 2008: Confeção do Pré-projeto

Março de 2009: Mudanças no pré-projeto e atualização do tema para revisão sistemática da literatura.

Maio de 2009 a Setembro de 2009: Busca bibliográfica e seleção dos artigos a serem lidos na integra.

Outubro de 2009: Leitura e classificação dos artigos pré-selecionados. Produção do texto do Trabalho de conclusão de curso.

Novembro de 2009: Correções no Texto do Trabalho de conclusão de curso

30/11/2009: Entrega do trabalho de conclusão de curso.

**APÊNDICE B – Lista de palavras usadas para as buscas***Combinações usadas no PEDro (38)*

ACL reconstruction

ACL reconstruction rehabilitation

ACL reconstruction strength

ACL reconstruction strengthening

ACL reconstruction post surgical

ACL reconstruction post operative

ACL rehabilitation

ACL rehabilitation strength

ACL rehabilitation strengthening

ACL rehabilitation post surgical

ACL rehabilitation post operative

ACL strength

ACL strength post surgical

ACL strength post operative

ACL strengthening

ACL strengthening post surgical

ACL strengthening post operative

ACL post surgical

ACL post operative

Anterior cruciate ligament reconstruction

Anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation

Anterior cruciate ligament reconstruction strength

Anterior cruciate ligament reconstruction strengthening

Anterior cruciate ligament reconstruction post surgical

Anterior cruciate ligament reconstruction post operative

Anterior cruciate ligament rehabilitation

Anterior cruciate ligament rehabilitation strength

Anterior cruciate ligament rehabilitation strengthening

Anterior cruciate ligament rehabilitation post surgical

Anterior cruciate ligament rehabilitation post operative

Anterior cruciate ligament strength  
 Anterior cruciate ligament strength post surgical  
 Anterior cruciate ligament strength post operative  
 Anterior cruciate ligament strengthening  
 Anterior cruciate ligament strengthening post surgical  
 Anterior cruciate ligament strengthening post operative  
 Anterior cruciate ligament post surgical  
 Anterior cruciate ligament post operative

*Combinações usadas no Pubmed e no ISI Web of Knowledge (12)*

ACL reconstruction  
 ACL rehabilitation  
 ACL strength  
 ACL strengthening  
 ACL post operative  
 ACL post surgical

Anterior cruciate ligament reconstruction  
 Anterior cruciate ligament rehabilitation  
 Anterior cruciate ligament strength  
 Anterior cruciate ligament strengthening  
 Anterior cruciate ligament post operative  
 Anterior cruciate ligament post surgical

*Combinações usadas no Scielo ( 20)*

ACL  
 LCA  
 Anterior cruciate ligament  
 Ligamento cruzado anterior  
 Reconstruction  
 Reconstrução  
 Rehabilitation  
 Reabilitação

Post Operative

Pós-operatório

Post Surgical

Pós-cirúrgico

Strength

Força

Strengthening

Fortalecimento

ACL reconstruction

ACL rehabilitation

ACL strength

ACL strengthening

ACL post operative

ACL post surgical

Anterior cruciate ligament reconstruction

Anterior cruciate ligament rehabilitation

Anterior cruciate ligament strength

Anterior cruciate ligament strengthening

Anterior cruciate ligament post operative

Anterior cruciate ligament post surgical

**APÊNDICE C – Quadro de apresentação dos artigos**

Estudo	Escore PEDro	Tipo de Cirurgia (enxerto)	Amostra (n)	Grupo(s) Muscular(es) Fortalecido(s)	Tipos de fortalecimentos/ treinamentos comparados	Programas de reabilitação (intervenções)		Medida de força / follow up	Instrumento de medida de força	Desfecho (força)
						Grupo Controle	Grupo Intervenção			
Sisk et al.(1987)	4/10	Auto-enxertos de tendão semitendinoso; auto-enxerto de terço medial de banda iliotibial	n=22. GRUPO ES=11 GRUPO Não-ES=11	Flexores e extensores de joelho, e abdutores de quadril.	Fortalecimento isométrico voluntário X elicitado por eletro estimulação	Programa de exercícios isométricos para flexores e extensores de joelho e abdutores de quadril; ganho de ADM.	Programa de exercícios em associação a estimulação elétrica (40 HZ de frequência, duração de pulso 300 ms, tempo on 10 s, tempo off 30 s, tempo rise 0,5s.	7 <sup>a</sup> , 8 <sup>a</sup> e 9 <sup>a</sup> semanas de pós-operatório.	Dinamômetro isocinético.	Não houve diferença estatisticamente significativa entre a força dos grupos em todos os testes ( 7 <sup>a</sup> , 8 <sup>a</sup> e 9 <sup>a</sup> semanas pós-operatórias).  Houve ganho de força significativo para todos os sujeitos se comparados o primeiro e último testes.
Snyder-Mackler et al. (1994)	5/10	Alo-enxerto de tendão de aquiles; alo-enxerto de tendão patelar; auto-enxerto de semitendino e grácil; e auto-enxerto de tendão patelar.	n=52 GRUPO1 = 31 GRUPO2 = 21	Músculos dos MMII	*	Reabilitação intensiva (exercícios em cadeia cinemática fechada; descarga de peso precoce; e movimentação precoce) em conjunto com EE realizada em clínica (15 contrações isométricas, 2500 HZ,	Reabilitação intensiva associada a EE com estimulador portátil (pulso de 300 microssegundos, 55 pulsos/s, tempo on 15 s e tempo off 50 s)	4 semanas após início da intervenção	Dinamômetro isocinético.	Participantes do grupo 1 treinaram em intensidades de onda mais altas e tiveram maior recuperação de força de quadríceps que os participantes do grupo 2. Porém o grupo 2 treinou em média numa intensidade de corrente mais

						corrente alternada com 75 bursts/s)			elevada (83 mA).
Snyder-Mackler et al. (1995)	5/10	Alo-enxerto de tendão de aquiles; alo-enxerto de tendão patelar; auto-enxerto de semitendinso e grácil; e auto-enxerto de tendão patelar.	n=110 Grupo1= 31 Grupo2= 34 Grupo3= 25 Grupo4= 20	Músculos dos MMII *	Reabilitação intensiva (exercícios em cadeia cinemática fechada; descarga de peso precoce; e movimentação precoce) associada a fortalecimento voluntário isométrico.	GRUPO 1: EE de alta intensidade (15 contrações isométricas, 2500 HZ, corrente alternada com 75 bursts/s) associada a reabilitação intensiva  GRUPO 2: EE de baixa intensidade (pulso de 300 microssegundos, 55 pulsos/s, tempo on 15 s e tempo off 50 s) em conjunto com reabilitação intensiva.  GRUPO 3: EE de alta intensidade associada a ES de baixa intensidade em conjunto com reabilitação	4 semanas após início da intervenção	Dinamômetro isocinético.	Houve diferenças significativas entre os grupos que receberam EE de alta intensidade e os que não receberam, sendo que os primeiros apresentaram maior ganho de força.

							intensiva.			
Lieber et al. (1996)	5/10	*	n=40. Grupo NMES=20 Grupo VC=20	*	Fortalecimento isométrico voluntário X elicitado por eletro estimulação	Contrações voluntárias	Estimulação elétrica (10 s de contração, 2 s <i>ramp up</i> e <i>ramp down</i> , 20 s tempo <i>off</i> .)	6, 8, 12, 24 sem  Follow up: 52 semanas	Instrumento de medida de força constituído de uma cadeira e um transdutor de força. Medida de força isométrica a 85% do torque máx.	Houve aumento estatisticamente significativo nos valores de contração voluntária máx. para ambos os grupos, mas a magnitude do ganho não foi significativa entre os mesmos.
Paternostro-Sluga et al. (1999)	5/10	Reparo ou reconstrução do LCA com auto-enxerto de tendão patelar	n=49. Grupo1 NMES=16 Grupo2 TENS=14 Grupo3 Exercise alone=17	Quadríceps e isquiossurais	Fortalecimento voluntario isométrico e isotônico de quadríceps e isquiossurais X Fortalecimento voluntario isométrico e isotônico de quadríceps e isquiossurais + Fortalecimento isométrico (eletro estimulação) X Fortalecimento voluntario isométrico e isotônico de quadríceps e isquiossurais +	Reabilitação padrão e estimulação elétrica neuromuscular	GRUPO 1: Reabilitação padrão e estimulação elétrica transcutânea do nervo  GRUPO 2: Reabilitação padrão apenas (exercícios isométricos para quadríceps e isquiossurais; ganho de ADM-passivo e ativo-; exercícios com carga elástica; facilitação	6 e 12 sem  Follow up: 52 sem	Dinamômetro isocinético.	Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos para pico de força isométrica ou isocinética do quadríceps, assim como para pico de força isocinética de isquiossurais.

		TENS					neuromuscular proprioceptiva; exercícios em cadeia cinética fechada; movimentos funcionais; treino proprioceptivo; bicicleta estacionária).			
Fitzgerald et al. (2003)	06/10	10 auto-enxerto tendão patelar; 21 auto-enxerto tendão isquiossurais; 12 aloenxertos	n=43. Grupo controle=21 Grupo NMES=22	Quadríceps e isquiossurais	Fortalecimento isométrico e concêntrico X Fortalecimento isométrico e concêntrico + fortalecimento isométrico (eletro estimulação)	Programa de reabilitação: ganho de ADM, fortalecimento muscular para MMII (flexo-extensão ativa de joelho; strigth-leg raises. Treino de equilíbrio, corrida.	Programa de reabilitação em associação com estimulação elétrica neuromuscular (corrente alternada 2500 HZ, 75 bursts/s, 2 s ramp up e ramp down, 10 s estimulação em amplitude max., 50 s intervalo)	12 e 16 semanas após o início do tratamento	Dinamômetro isocinético.	Grupo NMES apresentou índice de força de quadríceps significativamente maior em 12 semanas que o Grupo controle. Em 16 semanas não houve diferença estatisticamente significativa.
Gerber et al. (2007)	05/10	Tendões semitendinoso e grácil ( quadruplicado)  Osso - tendão (ligamento) patelar - osso	Total: 32  C: 16  I: 16	Quadriceps, Isquiossurais e Glúteos	Concêntrico X Excêntrico	Programa Progressivo de fortalecimento de musculatura da coxa e quadril em cadeia cinética fechada + treinamento em ciclo ergômetro concêntrico	Programa Progressivo de fortalecimento de musculatura da coxa e quadril em cadeia cinética fechada + treinamento em ciclo ergômetro excêntrico	Pré-operatório/ 26semanas	Dinamômetro isocinético	Quadríceps: Houve diferença significativa entre o início e o fim do tratamento no grupo intervenção, mas não houve no controle.  Isquiossurais: Não menciona no

Gerber et al. (2009)	05/10	Tendões semitendinoso e grácil ( quadruplicado)  Osso - tendão (ligamento) patelar - osso	Total: 40  C:20  I: 20	Quadriceps, Isquiossurais e Glúteos	Concêntrico X Excêntrico	Programa Progressivo de fortalecimento de musculatura da coxa e quadril em cadeia cinética fechada + treinamento em ciclo ergômetro concêntrico	Programa Progressivo de fortalecimento de musculatura da coxa e quadril em cadeia cinética fechada + treinamento em ciclo ergômetro excêntrico	1 ano	Dinamômetro isocinético	Pré-treinamentoX 1 ano Follow up:  Quadriceps : Diferença significativa entre os grupos. A melhora da força foi de 33% no grupo excêntrico e 9% no grupo concêntrico.  Ísquiossurais: Não houve diferença significativa entre os grupos.
Donatelli et al. (1996)	04/10	Tendão (ligamento) patelar .	Total: 31  A:11  B: 11  C:9	Quadriceps, isquiossurais , extensores de quadril, flexores de quadril, flexores plantares e flexores dorsais	Concêntrico ( cadeia cinética fechada X cadeia cinética aberta) e "Funcional" (neuromuscular)	GRUPO C (exercícios funcionais em cadeia cinética fechada) : Mini agachamentos, subir degraus, saltos laterais ( <i>Hopping from side to side</i> ). Carga de treinamento determinada apenas pelo peso do corpo e pelo aumento da velocidade não sendo	GRUPO A (cadeia cinética aberta): fortalecimento concêntrico apenas do membro inferior afetado, no aparelho isocinético MERAC ®. As carga era de 90% da contração máxima e eram realizados inicialmente 5 series de 10	Pré operatório / 6 sem.	Dinamômetro isocinético	Diferenças significativas de força (ganho) foram encontradas nos flexores de joelho, extensores de quadril e joelhos, flexores plantares e dorsais nos três grupos.  Nos flexores de quadril as diferenças pré e pós treinamento foram

						adicionada sobrecarga aos exercícios	repetições. Eram aumentadas 10 repetições a cada semana.		significativas apenas no Grupo A	
							GRUPO B (Cadeia cinética fechada): Fortalecimento concêntrico apenas do membro inferior afetado em aparelho de <i>leg press</i> FITNET® com o tronco em posição supina. Realização de exercício de flexão plantar no mesmo aparelho. A carga e a progressão eram iguais ao Grupo A.			
Risberg et al. (2007)	08/10	Osso-Tendão (ligamento) patellar -Osso	Total: 74 C:35 I: 39	Quadríceps, Isquiossurais, glúteos médio e máximo e gastrocnêmio.	Fortalecimento Concêntrico X Treino Neuromuscular	Programa de reabilitação inicial domiciliar com foco em redução de edema e ganho de ADM.  <b>Fase 1:</b> Exercícios em prono e supino + bicicleta estacionária. Fase 2:	Programa de reabilitação inicial domiciliar com foco em redução de edema e ganho de ADM.  <b>Fase 1:</b> Fase da caminhada (treino do padrão de marcha). <b>Fase2:</b> Equilíbrio e estabilização dinâmica da articulação. <b>Fase 3:</b> Fase do	Preoperatório / 3 meses / 6 meses.	Dinamômetro Isocinético	Preoperatório: não houve diferenças de força significativa entre grupos.  Aos 3 meses: Não houveram diferenças significativas na medida de força das musculaturas flexora e extensora do joelho.

						Exercícios com descarga de peso visando controle do joelho e pélvis. Fase 3: adição de um exercício de apoio unipodal. Fase 4: diminuição dos número de repetições e aumento da sobrecarga (peso)	fortalecimento muscular ( adição de sobrecarga aos exercícios "funcionais" ). <b>Fase 4:</b> Fase da corrida ( treino de corrida em varias superfícies e intensidades) . <b>Fase 5:</b> Fase do salto ( introdução de saltos). <b>Fase 6:</b> Pliométrica e do treinamento de agilidade (exercícios pliométricos e de mudanças de direção + específicos do esporte)			Aos 6 meses: não houve diferenças significativas na força da musculatura de coxa.
Blanpied, et al. (2000)	05/10	Tendão ( ligamento) patelar	Total : 14 C:7 I:7	Quadríceps, Isquiossurais, extensores flexores, abdutores e adutores de quadril.	Exercícios de fortalecimento (concêntrico em cadeia cinética aberta e fechada) e exercícios de fortalecimento + <b>LATERAL SLIDE</b> (deslizamento lateral)	Bicicleta estacionária ou caminhada, agachamento na parede ( <i>slide wall</i> ), mini agachamentos livres, exercícios resistidos por bandas elásticas ou pesos livres de flexão de joelhos, abdução, adução, flexão	Bicicleta estacionária ou caminhada, agachamento na parede ( <i>slide wall</i> ), mini agachamentos livres, exercícios resistidos por bandas elásticas ou pesos livres de flexão de joelhos, abdução, adução, flexão e extensão de quadris. + Exercício de	Não tem	Dinamômetro isocinético Cybex II ®	Pré teste X Pós teste ( pico de torque isométrico):  Quadriceps: Houve ganho significativo de força do grupo intervenção , mas não houve do grupo controle.  Isquiossurais: nenhum dos dois grupos apresentou

Mikkelsen et al. (2000)	05/10	Auto-enxerto de tendão patelar	n=44 Grupo 1=22 Grupo 2=22	Músculos dos MMII, principalmente quadríceps e isquiossurais	Fortalecimento concêntrico e excêntrico em cadeia cinemática aberta ou fechada.	e extensão de quadris. Tratamento base (ganho de ADM, treino de flexibilidade, treino proprioceptivo e de equilíbrio, fortalecimento de MMII em cadeia cinemática fechada, fortalecimento de isquiossurais).	deslizamento lateral Tratamento base em conjunto com exercícios de fortalecimento de quadríceps em cadeia aberta (isocinéticos concêntricos e excêntricos).	Pré-operatório / 6 meses após reconstrução.	Dinamômetro isocinético.	ganhos significativos de força Participantes do grupo 2 apresentaram ganho de força de quadríceps significativamente maior que os do grupo 1. Para o pico de força de isquiossurais não houve diferença significativa entre os grupos.
Heijne, et al. (2007)	06/10	Reconstruções por tendão patelar ou tendões de isquiossurais.	n=36 Grupo P4=19 Grupo P12=15 Grupo H4=17 Grupo H12=17	Fortalecimento focado principalmente em musculatura de coxa.	Fortalecimento em cadeia cinemática aberta	GRUPOS H12 e P12 completaram o tratamento protocolar e apenas na 12ª semana pós-operatória iniciaram o fortalecimento em cadeia aberta.	GRUPOS H4 e P4 realizaram o tratamento protocolar (exercícios de flexibilidade articular e muscular, treino de equilíbrio e coordenação, e treinamento de força focado principalmente na musculatura de coxa) e na 4ª semana pós-operatória iniciaram o	4 sem pós-operatórias / 3, 5 e 7 meses após reconstrução.	Dinamômetro isocinético.	Não foi observada diferença significativa, em termos de ação muscular concêntrica ou excêntrica, entre os grupos.

										fortalecimento em cadeia aberta de quadríceps.
De Carlo et al. (1997)	05/10	Tendão patelar	n=180 Grupo 1= 96 Grupo 2= 84	Musculatura de MMII.	Fortalecimento em cadeia aberta e fechada, concêntrica e excêntrica.	Reabilitação protocolar (recuperação da ADM completa, descarga de peso precoce, controle muscular de MMII) em casa e visitas à clínica de reabilitação limitadas.	Reabilitação protocolar em casa e visitas previamente agendadas à clínica de reabilitação (1ª, 2ª, 5ª semanas, 2, 4, 6 meses e 1 ano após cirurgia).	1, 6 e 12 meses após reconstrução.	Dinamômetro isocinético.	Não houve diferença significativa para pico de força isocinética de quadríceps ou isquiossurais entre os grupos em nenhum intervalo de medida.
Shelbourne, et al. (1990)	04/10	Ossos-Tendão patelar-Ossos	Total: 385 G 1: 138 G 2: 247	Quadríceps, isquiossurais, abdotores, adutores, extensores e flexores de quadril, tríceps sural	Fortalecimento isométrico e concêntrico ( não precoce) X (precoce)	GRUPO 1: <b>Dia 1:</b> Movimentação passiva contínua <b>Dia 2-3:</b> <i>Straight leg raises</i> (exceto o de flexão), exercícios de glúteos, deambulação sem descarga de peso. <b>Dia 5-6:</b> fortalecimento de isquiossurais com	GRUPO 2: <b>Dia 1:</b> movimentação passiva contínua. <b>Dia 2-3:</b> descarga de peso sem muletas. <b>Dia 7-10:</b> flexão de joelho com caneleira, agachamentos na parede, flexão ativa assistida, extensão ativa de joelhos, flexão plantar de pé, subida de degraus,	3 meses(G2) 6 meses 10 meses 1 ano follow up: 1 ano após fim da intervenção .	Dinamômetro isocinético	3 meses: apenas o grupo 2 medido. Média de 66% da força da perna não afetada no músculo Quadríceps.  6, 10, 12 meses: ganho de força significativamente maior no grupo 2.  Follow up de 1 ano: sem diferença significativa na força de

---

<p>caneleiras, descarga de peso apenas tocando o hálux</p>	<p>descarga de peso total sem órtese.</p>	<p>quadríceps entre grupos.</p>
<p><b>3 sem:</b> Exercícios de quadríceps isocinéticos ( 60 a 90) com progressão lenta de sobrepeso.</p>	<p>2-3 sem: atividades previamente feitas com maior sobrepeso, <i>leg press</i>, bicicleta ergométrica.</p>	
<p><b>6 sem:</b> descarga de peso completa se tolerado com auxílio de órtese.</p>	<p>5-6 sem: Saltos laterais, “cariocas”, corrida leve, pular corda.</p>	
<p><b>8-10 sem:</b> Ganho de ADM, <i>Straight leg raises</i> com maiores pesos, Extensão excêntrica do joelho, bicicleta ergométrica.</p>	<p>10 sem: Aumento das atividades funcionais, introdução de atividades específicas do esporte.</p>	
<p><b>12-14 sem:</b> agachamentos, subida e descida de degraus, flexão plantar.</p>	<p>4-6 meses: retorno a atividade desportiva.</p>	
<p><b>4 meses:</b> retirada da órtese para atividades diárias, Evolução das cargas de todos os</p>		

---

---

						exercícios.				
						<b>5 meses:</b> pular corda				
						<b>6 meses:</b> Fortalecimento isocinético, caminhada				
						<b>7-8 meses:</b> corrida progressiva.				
						<b>9-12 meses :</b> voltar atividades normais				
De Carlo, et al. (1992)	05/10	Ossos-Tendão patelar-Ossos	Total: 1508 G A: 600 G B: 1052  OBS: Dado inconsistente apresentado dessa forma no artigo!	Quadríceps, isquiossurais, abdutores, adutores e extensores de quadril.	Fortalecimento isométrico concêntrico e excêntrico (não precoce) X (precoce)	GRUPO A : Imobilização até a 2 sem. <b>2ª a 4ª sem:</b> movimentação passiva . Adução, abdução e extensão de quadril com joelho estendido sem peso. <b>4 a 8 sem:</b> Adição de peso aos exercícios. <b>8 a 10 semana:</b> descarga de peso. Extensão ativa de joelho. Fortalecimento resistido de isquiossurais,	GRUPO B: <b>2 a 3 dias:</b> movimentação passiva, descarga de peso. <b>7 a 10 dias:</b> flexão ativa assistida, fortalecimento dos membros inferiores em cadeia fechada sem e com adição de sobrecarga, bicicleta ergométrica . <b>5 a 6 sem:</b> "cariocas", pular corda . <b>10 sem:</b> Aumento do treinamento de agilidade. <b>16 a 24 sem:</b>	3 meses 6 meses 1 ano	Dinamômetro isocinético	Quadríceps (180°/seg): Houve diferença significativa entre a força (porcentagem da perna afetada em relação a não afetada) . O grupo B apresentou maior ganho.  Isquiossurais (180°/seg): Houve diferença significativa (maior ganho grupo B) nas medidas dos 3 e 6 meses, mas não no <i>follow up</i> de 1 ano.

---

---

Bicicleta ou natação.	retorno ao esporte se a força for maior que 80% e tiver sucesso na progressão funcional.
<b>12 a 14 sem:</b> adição agachamentos sem carga e subida de degraus.	
<b>4 meses:</b> carga em cadeia fechada.	
<b>6 meses:</b> introdução de saltos laterais e apicais.	
<b>7 meses:</b> introdução da corrida	
<b>8 mês:</b> exercícios “funcionais”, fortalecimento isocinético.	
<b>9 a 12 meses:</b> retorno as atividades	

---

Legenda:

\* : Quando o item não descrito ou especificado no artigo

Aloenxerto: quando o enxerto usado para a reconstrução do LCA não é oriundo do individuo

Auto-enxerto: quando o enxerto usado para a reconstrução do LCA é oriundo do individuo

Enxerto de semitendinoso e grácil/isquiossurais : quando o enxerto usado na reconstrução é uma parte do tendão destes músculos geralmente do joelho ipsilateral. É comum que estes sejam usados em três dobras (triplicado).

Osso tendão osso: Quando o enxerto usado vai do pólo superior da patela até a inserção do tendão patelar na tíbia.

Tendão patelar: enxerto oriundo do tendão patelar , com ou sem recortes de osso

