

José Carlos Alves Fabrício Júnior

**Um estudo comparativo entre dois protocolos fisioterapêuticos:
convencional x acelerado nos pacientes submetidos à reconstrução do
ligamento cruzado anterior**

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Ciências**

Programa de Ortopedia e Traumatologia

**Orientador: Prof. Dr. Roberto Freire da
Mota e Albuquerque**

São Paulo

2015

José Carlos Alves Fabrício Júnior

**Um estudo comparativo entre dois protocolos fisioterapêuticos:
convencional x acelerado nos pacientes submetidos à reconstrução do
ligamento cruzado anterior**

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Ciências**

Programa de Ortopedia e Traumatologia

**Orientador: Prof. Dr. Roberto Freire da
Mota e Albuquerque**

São Paulo

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Fabício Júnior, José Carlos Alves

Um estudo comparativo entre dois protocolos fisioterapêuticos: convencional x acelerado nos pacientes submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior / José Carlos Alves Fabício Júnior. -- São Paulo, 2015.

Dissertação(mestrado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Programa de Ortopedia e Traumatologia.

Orientador: Roberto Freire da Mota e Albuquerque.

Descritores: 1.Ligamento cruzado anterior 2.Joelho 3.Reconstrução do ligamento cruzado anterior 4.Reabilitação 5.Terapia por exercício

USP/FM/DBD-133/15

DEDICATÓRIAS

Aos meus pais Isabel e Fabrício pelo exemplo de vida e orgulho eterno

A minha esposa Edlayne pelo amor e carinho matrimonial

A minha irmã Fabiana por ter me concedido a alegria eterna de ser tio de
Ana Luíza!

AGRADECIMENTOS

À Deus e a Virgem Maria, pela base religiosa, fortaleza e confiança divina em toda minha vida!

Aos meus pais, pela formação e exemplo a ser seguido.

À minha esposa querida, pela dedicação e companheirismo irrestrito durante todos os momentos desse trabalho.

A toda minha família, pelas orações e apoio direcionado para realização deste trabalho.

À família da minha esposa, em especial Luiz e Ednalva, por proporcionar junto a minha esposa apoio e confiança.

Aos Profs. Drs. Gilberto Luis Camanho, Olavo Pires de Camargo e Tarcísio E.P. de Barros Filho, pela oportunidade de realizar esse trabalho no Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Ao Dr. Roberto Freire da Mota e Albuquerque, pela orientação nessa dissertação de Mestrado, por ter acreditado e depositado confiança no meu potencial.

Ao Prof. Vinícius Grecco, pelo apoio e parceria durante todas as avaliações deste trabalho.

À Dra. Julia Maria D´ Andrea Greve, pelo apoio e autorização na utilização do laboratório de estudo do Movimento-LEM para realização desta pesquisa.

À Dra. Márcia Uchôa de Rezende, pelo apoio e força durante a realização do estudo.

Aos colegas Marcelo e André, pelo apoio e realização dos exames no trabalho.

Ao Prof. Paulo Roberto Santos Silva, pelo apoio e oportunidade de dividir o espaço de trabalho durante todos os atendimentos da pesquisa.

As recepcionistas Adriana, Edna e Sara, por acolher todos os pacientes do estudo com alegria.

Ao Prof. Henry Dan, pela colaboração científica e orientações produtivas para realização deste estudo.

Ao Prof. Eduardo Nakano, pelo apoio na realização da análise estatística deste trabalho.

A todos os pacientes que participaram, pela alegria, disposição e confiança na realização deste trabalho.

NORMALIZAÇÃO ADOTADA

Esta dissertação de mestrado está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journal Editors* (Vancouver)

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Aneliese Carneiro da Cunha, Maria Júlia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valeria Vilhena. 3ª ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos: List of Journals Indexed in Index Medicus, 1992.

Nome das estruturas anatômicas baseados na Nomina anatômica, 5a ed. Rio de Janeiro, 1984.

Vocabulário ortográfico da língua portuguesa, 5a edição, 2009, elaborado pela Academia Brasileira de Letras, em consonância com o Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa, promulgado pelo decreto nº6583/2008.

SUMÁRIO

Lista de abreviaturas, siglas e símbolos

Lista de figuras

Lista de tabelas

Resumo

Summary

1. INTRODUÇÃO	22
2. OBJETIVO	26
3. REVISÃO DA LITERATURA	28
3.1 Anatomia do ligamento cruzado anterior	28
3.2 Maturação do Ligamento Cruzado anterior	29
3.3 Reabilitação acelerada após reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior	35
3.4 Métodos de avaliação após reconstrução do Ligamento cruzado	42
3.4.1 Avaliação isocinética	42
3.4.2 Avaliação subjetiva do joelho	44
3.4.3 International Knee Documentation Committee (IKDC)	44
3.4.4 Escore Lysholm e a escala de Tegner	45
3.4.5 Lassidão anterior do joelho (KT1000)	46
3.4.6 Single Hop Teste.....	46
4. MATERIAIS E MÉTODOS	49
4.1 Casuística	49
4.2 Procedimento Cirúrgico	50
4.3 Protocolo de avaliação	51
4.4 Randomização.....	52
4.5 Cegamento	53
4.6 Protocolos de reabilitação	53
4.7 Análise estatística.....	54
5. RESULTADOS	56
5.1 Análise estatística da casuística.....	56
5.2 Avaliação da força muscular.....	57
5.3 Avaliação da Lassidão Ligamentar	61
5.4 Avaliação funcional do Hop Test	64
6. DISCUSSÃO	68
7. CONCLUSÃO	77
8. ANEXOS	79
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97

**LISTA DE ABREVIATURAS,
SIGLAS E SÍMBOLOS**

ABD	Abdução
ADD	Adução
AM	Anteromedial
BW	Body weigth
CAPPesq	Comissão de ética para Análise de Projeto de Pesquisa
CCA	Cadeia cinética aberta
CCF	Cadeia cinética fechada
cm	Centímetros
CONSORT	Consolidated Standards Of Reporting Trials
CPM	Continues passive movement
EXT	Extensão
FLX	Flexão
GA	Grupo Acelerado
GC	Grupo Convencional
IKDC	International Knee Documentation Committee
KOOS	Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score
LCA	Ligamento Cruzado Anterior
mm	Milímetros
PL	Posterolateral
QF	Quadríceps femoral
RLCA	Reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ligamento Cruzado Anterior.....	28
Figura 2 - Visualização por via artroscópica do enxerto reconstruído.....	32
Figura 3 - Processo de remodelação do neoligamento, fase inicial e final...	33
Figura 4 - Processo de ligamentização entre enxertos humanos x animais	34
Figura 5 - Comparação do Peak de Torque entre os grupos em todos os momentos de avaliação	59
Figura 6 - Comparação do Peak de Torque/Bw entre os grupos em todos os momentos de avaliação	59
Figura 7 - Comparação do déficit do Peak de Torque entre os joelhos dos grupos em todos os momentos de avaliação	61
Figura 8 - Comparação da lassidão ligamentar entre os grupos em todos os momentos de avaliação	62
Figura 9 - Comparação do escore IKDC 2000 entre os grupos em todos os momentos de avaliação	64
Figura 10 - Comparação da média do Hop Test entre os grupos em todos os momentos de avaliação	65
Figura 11 - Comparação do déficit do Hop Test entre os grupos em todos os momentos de avaliação	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Medidas descritivas da idade, peso corporal e membro dominante dos pacientes, segundo os grupos.....	56
Tabela 2 - Distribuição de lesão associada e número de falta dos pacientes, segundo os grupos.....	57
Tabela 3 - Medidas descritivas para o Peak de Torque e o Pico de Torque/Bw avaliadas nos momentos pré-operatório, 4º e 6º mês após a cirurgia, segundo grupos.....	58
Tabela 4 - Medidas descritivas para o déficit do Peak de Torque avaliadas nos momentos pré-operatório, 4º e 6º mês após a cirurgia, segundo grupos	60
Tabela 5 - Medidas descritivas para lassidão ligamentar avaliadas nos momentos pré-operatório, 4º e 6º mês após a cirurgia, segundo grupos.....	62
Tabela 6 - Medidas descritivas para o formulário IKDC 2000 avaliadas nos momentos pré-operatório, 4º e 6º mês após a cirurgia, segundo grupos.....	63
Tabela 7 - Medidas descritivas para o Hop Test da perna envolvida avaliadas no 4º e 6º mês após a cirurgia, segundo grupos	64
Tabela 8 - Medidas descritivas para diferença entre os membros inferiores no Hop Test avaliadas no 4º e 6º mês após a cirurgia, segundo grupos	66

RESUMO

Fabício Júnior JCA. Um estudo comparativo entre dois protocolos fisioterapêuticos: convencional x acelerado nos pacientes submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior [Dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2015.

INTRODUÇÃO: Anualmente nos E.U. A, estima-se mais de 250.000 mil casos de lesão do ligamento cruzado anterior, o que torna a reconstrução cirúrgica um procedimento comum na prática da medicina esportiva. Ainda não existe consenso sobre o quanto de atividade promove uma reabilitação adequada sem prejudicar o enxerto ou produzir uma frouxidão anterior anormal, com conseqüente dano ao menisco e a cartilagem articular. **OBJETIVO:** Analisar e comparar o efeito de um protocolo de fisioterapia acelerado na estabilidade anterior e evolução clínica dos indivíduos submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior. **MÉTODOS:** Foram incluídos 29 indivíduos no estudo que apresentaram ruptura total do LCA confirmada por RM e submetidos à reconstrução ligamentar com Tendão patelar. Aleatoriamente foram alocados em dois grupos com intervalos de reabilitação diferentes: Grupo Acelerado (4 meses) ou Grupo Convencional (6 meses). No pré-operatório, sexto e no quarto mês de pós-operatório um avaliador cego registrou: a lassidão anterior através do KT1000, Força muscular (CYBEX) e a função do joelho acometido através do IKDC (2000) e o Hop Test. **RESULTADOS:** os grupos foram semelhantes em relação aos dados demográficos. Não foi encontrada diferença estatística na lassidão anterior no quarto mês 0,92mm versus 1,33mm e no sexto mês 0,50mm versus 1,67mm sendo Grupo Convencional versus Grupo Acelerado respectivamente. No quarto mês o Grupo Acelerado apresentou uma melhora significativa ($P < 0,001$) na evolução clínica do IKDC (2000) 79,50 versus 60,61 do Grupo Convencional, essa diferença não se repetiu no sexto mês. A força muscular e o Hop Test, o Grupo Acelerado apresentou maiores valores, mas não de forma significativa nos dois momentos de avaliação ($P > 0,05$). **CONCLUSÃO:** Com base nos resultados obtidos, o protocolo acelerado quando comparado ao Convencional, não se diferiu quanto à estabilidade anterior do joelho e foi suficiente para demonstrar uma melhora significativa precoce na evolução clínica do joelho.

Descritores: Ligamento cruzado anterior; Joelho; Reconstrução do ligamento cruzado anterior; Reabilitação; Terapia por exercício.

SUMMARY

Fabrício Júnior JCA. *A comparative study of two physical therapy protocols: Conventional x Accelerated in patients undergoing reconstruction of the anterior cruciate ligament* [Dissertation]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2015.

BACKGROUND: Each year in the US, it is estimated more than 250 million cases of anterior cruciate ligament injury, which makes surgical reconstruction a common procedure in the practice of sports medicine. There is still no consensus on how much activity to promote adequate rehabilitation without damaging the graft or produce an abnormal anterior laxity, with consequent damage to the meniscus and articular cartilage. **PURPOSE:** To analyze and compare the effect of an accelerated physiotherapy protocol in the anterior-stability and clinical outcome of patients undergoing reconstruction of the anterior cruciate ligament. **METHODS:** We included 29 subjects in the study who had total ACL rupture confirmed by MRI and underwent ligament reconstruction with patellar tendon. Patients were randomly allocated in two groups with different rehabilitation intervals: Accelerated Group (4 months) or Conventional Group (6 months). Preoperatively, six and four months postoperatively a blind evaluator recorded: anterior laxity by KT1000, Brawn (CYBEX) and knee function affected by IKDC (2000) and the Hop Test. **RESULTS:** the groups were similar relative to demographic data. There was no statistical difference in anterior laxity in the fourth month 0,92mm versus 1.33mm and 0.50mm in the sixth month versus 1,67mm being conventional group versus accelerated group respectively. In the fourth month the accelerated group showed a significant improvement ($P < 0.001$) in the clinical evolution of the IKDC (2000) 79.50 versus 60.61 in the conventional group, this difference was not repeated in the sixth month. Muscle strength and the Hop Test, the fast group had higher values, but not significantly in both time points ($P > 0.05$). **CONCLUSION:** Based on these results, the Accelerated protocol when compared to conventional, do not differ as the anterior knee stability and was sufficient to establish an early significant improvement in the clinical outcome of the knee.

Descriptors: Anterior cruciate ligament; Knee; Anterior cruciate ligament reconstruction; Rehabilitation; Exercise therapy.

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A fisioterapia é uma área da saúde que busca alcançar através de metodologias e técnicas adequadas, uma melhor qualidade de vida para o cidadão frente às disfunções, baseadas na utilização terapêutica dos movimentos e dos fenômenos físicos¹.

Como sabemos, a fisioterapia vem expandindo seu campo profissional e diversificando suas áreas. Talvez, uma das mais procuradas dentro da fisioterapia seja a Traumatologia, na qual a incidência de traumas esportivos principalmente nos adultos jovens vem crescendo de forma significativa. O tratamento cirúrgico, muitas vezes é a alternativa terapêutica mais utilizada no tratamento das lesões decorrentes. Sendo assim, a fisioterapia imediata faz uso de métodos e técnicas que visam ampliar os resultados benéficos destas cirurgias. A fisioterapia no pós-operatório tem por objetivo promover e reabilitar a saúde desses pacientes².

A função do fisioterapeuta é avaliar e tratar o paciente na tentativa de evitar repercussões negativas na saúde e conseqüentemente melhorar a qualidade de vida. Tal avaliação deve estar presente em dois momentos diferentes: avaliação pré e pós-operatória. Assim, a presença de um fisioterapeuta atuante no pós-operatório imediato busca garantir uma recuperação mais precoce e completa. Cumpre-nos mostrar a importância da fisioterapia no pós-operatório imediato, como também, ressaltar que a troca de informações e conhecimentos entre a equipe de profissionais na área da saúde (atuação multidisciplinar) pode oferecer um atendimento mais eficaz para o paciente².

O joelho é uma articulação de carga, de grande amplitude de movimento, situada na porção central do membro inferior. Sua função está relacionada com sua anatomia óssea, ligamentar e toda estrutura em sua

volta. Suas superfícies articulares estão expostas a tensões e esforços que em cadeia cinética aberta, proporcionam mobilidade e estabilidade aos membros inferiores. As estruturas dos tecidos moles também funcionam em cadeia cinética fechada, onde ocorre uma combinação com as articulações do quadril e tornozelo a fim de sustentar o peso corpóreo³.

O ligamento cruzado anterior (LCA) é responsável por 86% da restrição ao deslocamento anterior da tíbia. A ruptura deste ligamento causa instabilidade crônica do joelho, a qual se não tratada pode evoluir com lesão meniscal, degeneração articular e modificações artríticas⁵.

As lesões no joelho são muito frequentes em indivíduos que praticam esportes. Essas lesões são comuns em indivíduos entre 10 e 29 anos de idade com prevalência de 57% no sexo masculino. Os tecidos moles do joelho mais lesionados são o menisco medial, ligamento colateral medial e o ligamento cruzado anterior. A incidência dessas lesões por ano é de 0,3 a 0,7 a cada 1000 pessoas⁴.

Anualmente nos E.U. A, estima-se mais de 250.000 mil casos de lesão do ligamento cruzado anterior, o que torna a reconstrução cirúrgica um procedimento comum na prática da medicina esportiva^{13, 14}.

Segundo O'sullivan e Schmitz², a fisioterapia possui o objetivo no pós-operatório de dar funcionalidade ao membro operado, diminuindo a sensação de dor, fazendo uso de exercícios para alcançar objetivos, tais como: manutenção ou ganho de amplitude de movimento e força muscular, analgesia, relaxamento, redução de edemas no pós-operatório, promoção de independência funcional, treino de marcha e reeducação dos movimentos comprometidos por alguma disfunção.

A reabilitação fisioterapêutica na lesão do ligamento cruzado anterior é uma temática bastante ressaltada na literatura, Shelbourne et al.⁶ foi um dos pioneiros a estudar a recuperação desses pacientes dando origem a reabilitação acelerada. Wright et al.⁷ mostra no seu estudo de revisão sistemática a diversidade de recursos nos programas de tratamento dentre

eles: movimentação passiva contínua, descarga de peso precoce, utilização do brace de estabilização, exercício em cadeia cinética aberta/ fechada na melhora da força do músculo quadríceps, eletroestimulação, reabilitação acelerada entre outros.

Ainda não existe consenso sobre o quanto de atividade promove uma reabilitação adequada sem prejudicar o enxerto ou produzir uma frouxidão anterior anormal, com consequente dano ao menisco e a cartilagem articular³⁶.

Kruse et al.⁹, em 2012, afirmam em uma revisão sistemática que a reabilitação acelerada ou retorno precoce após a reconstrução do ligamento cruzado anterior não parece ser prejudicial, mas ainda precisa de uma investigação mais aprofundada para definir o tempo ideal de reabilitação. Com base nesta lacuna, buscamos desenhar adequadamente nosso estudo através de métodos e técnicas mais complexas, para que comparando dois programas de reabilitação consigamos alcançar uma reabilitação precoce sem prejudicar a estabilidade anterior do joelho.

Antigamente, era considerado um prazo de doze meses para obter sucesso num programa de reabilitação, porém, nos dias atuais vem sendo considerado um prazo de seis meses o tempo geralmente aceito para retorno ao esporte. Alguns ortopedistas defendem programas de recuperação mais curtos (acelerado), no entanto, são poucos os estudos que analisaram a eficácia deste protocolo de fisioterapia⁷. Diante do citado surge um questionamento: Um protocolo acelerado de reabilitação comparado ao convencional pode proporcionar uma reabilitação mais precoce sem comprometer a estabilidade anterior do joelho?

OBJETIVO

2. OBJETIVO

Analisar e comparar o efeito de um protocolo de fisioterapia acelerado na estabilidade anterior e evolução clínica dos indivíduos submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior.

REVISÃO DA LITERATURA

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Anatomia do ligamento cruzado anterior

O ligamento cruzado anterior possui uma estrutura formada por tecido conectivo denso e está localizado entre o fêmur e a tíbia. Origina-se na parede medial do côndilo lateral e desce na direção distal, anterior e medial para se inserir anterior a área intercondilar ¹⁰.



Figura 1 - Ligamento Cruzado Anterior
Fonte: Stieven-Filho et al.¹⁰⁹

Em 1975, Girgis et al.¹¹ realizaram um estudo em 44 joelhos de cadáveres com intuito de estudar a geometria do LCA e sua relação com a arquitetura óssea. Concluíram que sua secção resulta em um aumento da gaveta (translação) anterior do joelho em extensão, flexão e na rotação interna e externa com joelho estando em flexão.

Ressaltam ainda, a existência de dois feixes do LCA, primeiro o anteromedial (AM) responsável pelo aumento da translação anterior da tíbia em relação ao fêmur e uma rotação interna com o joelho em flexão; o segundo feixe o posterolateral (PL) tem função de restringir a translação anterior tibial e a rotação interna/externa próximo da extensão total. Embora exista uma divergência na sua divisão anatômica é aceito entre os pesquisadores, que o LCA possui duas bandas funcionais distintas que possui momentos de tensão diferentes de acordo com amplitude articular¹¹.

Norwood et al.¹² analisaram a anatomia do LCA em 18 joelhos de indivíduos que sofreram a amputação do membro inferior e o comportamento dos feixes ligamentares em momentos artificiais de instabilidades rotatórias. Concluíram que o LCA é um estabilizador estático secundário em instabilidades rotacionais onde o feixe AM atua contribuindo na estabilidade anterolateral, a banda intermediária na estabilidade anteromedial e o feixe PL na estabilidade póstero-lateral.

3.2 Maturação do enxerto

Barrack et al.¹⁵ afirma que o tratamento da lesão do LCA não ocorre de forma espontânea, sendo necessário, portanto, a abordagem cirúrgica. O reparo das partes lesadas do LCA, ou seja, união das extremidades através da sutura não se mostrou adequada, tornando a técnica cirúrgica de substituição ligamentar por enxerto de tendão, o tratamento padrão atual para lesão do ligamento cruzado anterior¹⁶.

No tocante à estrutura, tendões e ligamentos são constituídos por tecido conjuntivo denso, que contem colágeno do tipo I e III, proteoglicanos e células. Claramente diferem-se por proporcionar as suas propriedades mecânicas de acordo com a sua disposição. Os ligamentos são considerados metabolicamente mais ativos, contendo células com núcleos arredondados, maior conteúdo de DNA, mais colágeno tipo III, irreduzíveis ligações cruzadas e uma distribuição diferenciada de suas fibrilas. Apesar destas diferenças estruturais, na atualidade a reconstrução cirúrgica com o

enxerto de tendão é considerada o padrão ouro para substituir o LCA rompido^{17, 18}.

Amiel et al.¹⁹ realizaram um estudo em joelhos de 37 coelhos e demonstraram que o autoenxerto transplantado para substituir o LCA passa por um processo de ligamentização. Este fenômeno é um desenvolvimento contínuo de um tecido que era na sua forma original um tendão patelar em uma substância muito semelhante ao LCA normal, dando origem assim as bases para atuais técnicas de reconstrução. O autor utilizou o membro esquerdo dos animais para realizar a cirurgia, tomando como controle o LCA do membro inferior direito.

Ressaltam ainda que existem quatro fases bem definidas na ligamentização, estas foram demonstradas na análise histológica e bioquímica durante o período de remodelação das estruturas do tendão patelar ao longo do período pós-operatório. A primeira é caracterizada por uma fase de *necrose* que vai até as 6 primeiras semanas após a reconstrução, nesta fase a partir do 2º dia de pós-operatório a densidade celular diminui modificando a forma dos fibroblastos, sendo alguns ainda vistos bem disseminados até o 7º dia após a cirurgia. Após há segunda semana, tanto na periferia quanto na porção central do enxerto não foram vistos mais nenhum vaso ou célula, nesta fase o transplante está necrosado, equivalente a uma prótese de colágeno¹⁹.

A segunda fase é chamada de *sinovialização*, possui duração de até 12 semanas de pós-operatório, onde a inflamação desaparece de forma estatisticamente significativa ($p=0,002$). Não foram observados sinais inflamatórios em nenhum dos enxertos e todos os casos apresentavam sinais de revestimento sinovial completo. A terceira fase é caracterizada pelo aparecimento da vascularização central nos enxertos, que ocorreu de forma significativa após a 14ª semana de pós-operatório, antes disso, não foi observado nenhuma formação de vasos na região central em nenhum dos transplantes analisados. Devido à presença dos vasos ficou chamada de *revascularização*¹⁹.

Embora não tenha sido um achado comum a todos os casos estudados, a transformação da orientação dos feixes de colágeno de forma incompleta para completa ocorreu de forma significativa ($p=0,005$) após as 16 semanas de pós-operatório. Na quarta e última fase do processo de ligamentização chamada de *remodelação histológica*, não foram observadas diferenças aparentes nos resultados, quando se comparam as características do revestimento sinovial, vascularização, orientação dos feixes de colágeno, celularidade e fenótipo fibrocartilágneo dos enxertos com o LCA do membro direito que serviu de controle após 30 semanas de pós-operatório¹⁹.

Estudos recentes, com amostras diversificadas, buscam observar o comportamento dos enxertos transplantados. Nesta variabilidade estão incluídos joelhos de diferentes tipos de animais como cães, cabras, ovelhas e macacos, mas a complexidade da anatomia humana, técnicas cirúrgicas, protocolos de reabilitação e as condições dos testes impedem a transmissão direta dos dados animais para humanos^{15, 20, 21, 22, 23,24}.

Apesar de existirem vários trabalhos analisando dados em animais, se faz necessário a realização de estudos que envolvam biópsia em humanos. A cronologia de alterações biológicas do transplante parece ser substancialmente diferente, os humanos apresentam um ritmo de atividade de remodelação muito mais lento em comparação com os animais²⁵. Pesquisas envolvendo biopsias em animais demonstram que o enxerto passa por uma fase inicial de necrose em sua região central, entretanto esta fase não se reproduz em humanos^{19, 23, 26,27}.

Abe et al.²⁷ realizou o primeiro estudo com propósito de identificar em humanos o comportamento dos enxertos transplantados na reconstrução do LCA analisando a biópsia obtida em um segundo momento operatório por artroscopia em 21 pacientes, 6 homens e 15 mulheres numa faixa etária de 14 a 36 anos. Vascularização, celularidade dos fibroblastos, orientação dos feixes de colágeno foram analisados e comparados com o LCA normal do grupo controle. No que diz respeito à vascularização, durante as 6 e 8

primeiras semanas, os enxertos estavam hipervascularizados e completamente cobertos por um tecido sinovial espesso com abundantes capilares sanguíneos, como nos mostra a Figura 1^a. Após o sexto mês de pós-operatório, foi observado um fino tecido sinovial na sua estrutura e uma diminuição na vascularização de superfície, conforme demonstrado na Figura 1B. Após 1 ano de pós-operatório, o ligamento apresentava-se com uma menor vascularização, menor bainha sinovial, tecido espesso, tenso, e funcional, conforme a Figura 1C.

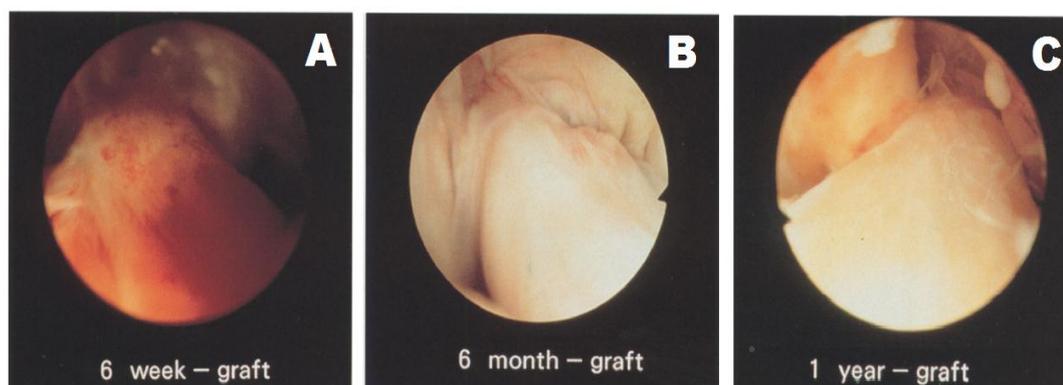


Figura 2 - Visualização por via artroscópica do enxerto reconstruído

Fonte: Abe et al.²⁷

Na fase inicial (6 e 8 semanas) os enxertos apresentaram uma orientação irregular das fibras de colágeno, hiper celularidade dispostas de forma aleatória. No sexto mês eram predominantes os fibroblastos como tipo de célula presente no enxerto, a orientação das fibrilas de colágeno foi regular no sentido longitudinal. Nas análises de 1 ano de pós-operatório a orientação das fibras de colágeno continuaram dispostas longitudinalmente com um padrão de friso semelhante ao do grupo controle como ilustrado abaixo na Figura 2, sugerindo uma remodelação completa do neoligamento²⁷.

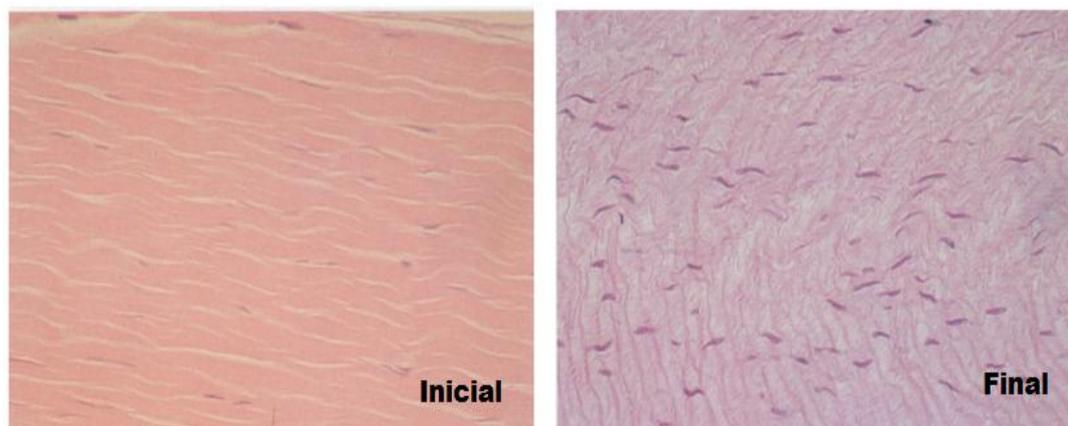


Figura 3 - Processo de remodelação do neoligamento, fase inicial e final
Fonte: Abe et al.²⁷

Existe um consenso na literatura, que após a reconstrução do LCA os enxertos passam por um processo de ligamentização, mas o que surpreende é a diferença no tempo necessário para remodelação total tornando-se a questão em debate como ilustrado na Figura 3. O processo final da ligamentização é definido como o ponto no qual nenhuma alteração é identificada no processo de remodelação do enxerto. Falcioniero et al.²⁸ não encontraram nenhuma diferença estatística no aspecto histológico dos seus enxertos, quando comparados com um grupo controle, concluíram que a ligamentização ocorre ao longo de um período de 12 meses corroborando com Abe et al.²⁷ Por outro lado, Rougraff et al.³⁰ observou nos transplantes estudados áreas de degeneração, neovascularização e hiperplasticidade em até 3 anos após a reconstrução e Sánchez et al.³¹ ressaltam no seu recente estudo, que os enxertos atingem a maturidade total em cerca de 1 a 2 anos após o procedimento cirúrgico. Atualmente não se encontra na literatura, alguma evidência que assumam um comportamento diferente no processo de maturação do neoligamento em humanos entre os dois tipos de enxertos, (Patelar x Isquiotibiais)²⁸.

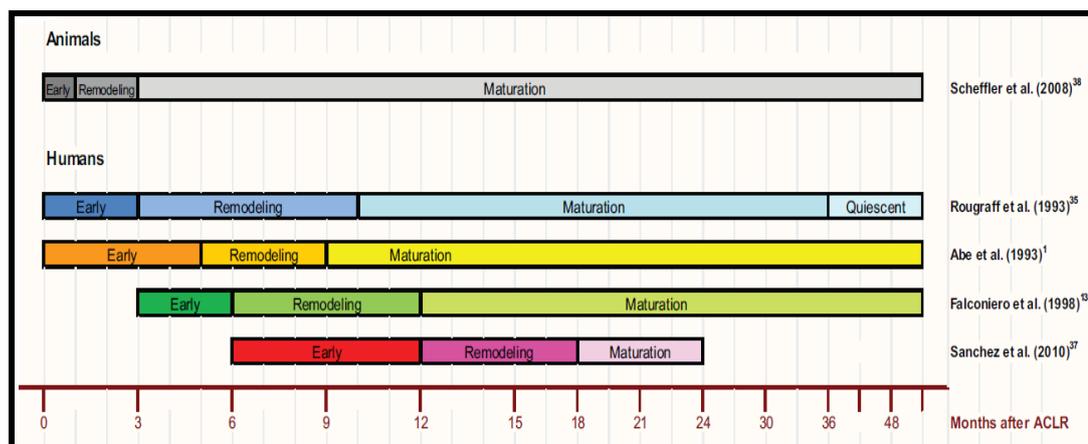


Figura 4 - Processo de ligamentização entre enxertos humanos x animais
Fonte: Claes et al.²⁹

Claes et al.²⁹ em sua revisão sistemática, buscou mostrar o que existe na literatura sobre o processo de cicatrização intra-articular de enxertos transplantados para reconstrução do LCA em humanos. Cerca de 300 estudos foram selecionados e avaliados de acordo com o tipo de estudo, método de reconstrução do LCA, tipo e origem do enxerto de tendão utilizado, número de biópsia, tamanho da amostra, número de amostras de controle seja tendão ou ligamento nativo e a ligamentização. Apenas 30 artigos foram selecionados para uma revisão mais aprofundada, passando por um grupo de avaliadores criteriosos. Quatro artigos foram considerados apropriados para este estudo, com um número médio de 31 biopsias de LCA para cada artigo com um total de 124 procedimentos para análise. A qualidade dos estudos desta revisão foi considerada baixa devido à natureza deste procedimento para realização em estudos prospectivos, os autores concluíram que não há evidência que os enxertos com tendão patelar ou isquiotibiais se comportam da mesma forma em humanos; apesar de existir uma concordância na literatura sobre o processo de ligamentização, este se apresenta com grandes diferenças em relação ao tempo entre as fases em todos os autores, portanto é considerado um processo mal compreendido no joelho, necessitando da realização de mais estudos em humanos para

compreender o processo de cicatrização normal após a reconstrução do LCA.

3.3 Reabilitação acelerada após reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior

Em 1992, Shelbourne idealizou a reabilitação acelerada. Seu estudo de caráter retrospectivo teve como objetivo avaliar clinicamente os resultados de dois grupos de pacientes de ambos os sexos que seguiram um protocolo acelerado e outro seguindo um programa tradicional de fisioterapia com 1 ano de duração. Na sua avaliação objetiva, foi utilizado o KT1000 para medir a lassidão anterior do joelho, o Cybex para analisar a força muscular e uma avaliação subjetiva do joelho aplicando uma escala modificada de Noyes.

Ambos os grupos foram operados pelo mesmo cirurgião, o primeiro grupo recebeu fisioterapia tradicional entre 1984 e 1985 e o segundo fisioterapia acelerada, no período de 1987 a 1988. Nos resultados, ao analisar a extensão/flexão total e força muscular, o grupo II apresentou melhores resultados nas avaliações iniciais quando comparado com grupo I, não apresentando diferença estatística. Este achado não foi encontrado após um ano de cirurgia. Quanto à lassidão anterior o grupo I apresentou valores parecidos quando comparado com o grupo II, no entanto, o segundo apresentou uma média menor em todos os momentos de avaliação⁶.

Em 1990, Ekstrand³⁴ realizou um estudo randomizado com objetivo de comparar dois protocolos fisioterapêuticos. Um grupo de 6 meses de tratamento versus 8 meses, em uma amostra de vinte jogadores de futebol que realizaram a reconstrução do LCA utilizando a fásia lata como enxerto. Os programas de reabilitação eram semelhantes, exceto a corrida e o fortalecimento que iniciava quatro semanas depois, quando comparado com o grupo de 8 meses. Nos seus resultados foram avaliados a Força isocinética, Escala de Lysholm, Hop Test e retorno ao esporte, o grupo 6

meses, obteve um melhor desempenho na força muscular, mas nenhuma diferença estatística existiu em todas as variáveis avaliadas após 12 meses de acompanhamento.

Howell et al.³⁵ em seu estudo observacional, objetivou avaliar o efeito de um protocolo acelerado em pacientes que realizaram a reconstrução do LCA com isquiotibiais. Foram realizadas 49 cirurgias no período de 1991 a 1992 utilizando tendão do semitendíneo/ grácil. Do total da amostra, oito pacientes foram excluídos por não comparecer as reavaliações, totalizando 41 pacientes. O protocolo de fisioterapia composto por CPM foi mantido nas primeiras 24h às 48h; descarga foi conforme tolerado, sendo iniciado marcha sem muletas, a partir da terceira semana. Os exercícios em cadeia cinética aberta/fechada foram iniciados após a quarta semana sem restrição, a corrida em linha reta se iniciou na oitava semana e o trabalho com as atividades esportivas foram finalizados após o quarto mês.

Para análise dos resultados os pacientes realizaram o Hop test na avaliação funcional, o KT1000 para avaliar a lassidão ligamentar, a escala de Lysholm junto com formulário IKDC para análise da função do joelho operado e a avaliação radiográfica em dois períodos distintos: no quarto mês e após 2 anos de cirurgia.

Na avaliação do quarto mês o nível de atividade física melhorou de forma significativa, mas não chegou ao nível pré-lesão. Após dois anos, dos 41 pacientes tratados 25, retomaram para o nível de atividade extenuante (Máximo). Na avaliação do Hop test, o índice aumentou de forma significativa na avaliação dos 2 anos em relação aos quatro meses, pois 33 dos 39 pacientes que completaram o exame apresentaram o índice de salto de mais de 85% de acordo com a perna não operada³⁵. Na pontuação do Lysholm, no formulário IKDC e na análise da estabilidade pelo KT100 os valores foram praticamente os mesmos quando comparado o 4º mês e os 2 anos, não apresentando diferença estatística entre eles. No exame radiográfico, nenhuma alteração significativa foi encontrada³⁵.

Um estudo prospectivo, randomizado e duplo-cego foi realizado por Beynnon et al.³⁶ comparando dois programas de reabilitação administrados em intervalos diferentes. Através da elaboração de números aleatórios por um programa de computador, 25 pacientes foram distribuídos em dois grupos: acelerado e não acelerado. O grupo acelerado realizou o tratamento em 19 semanas, o não acelerado recebeu um protocolo fisioterapêutico com duração de 32 semanas. Foram incluídos no estudo pacientes de ambos os sexos, numa faixa etária de 18 a 50 anos, que apresentassem antes da lesão um nível de atividade igual ou superior a 5 na escala de Tegner e que eram candidatos a reconstruir o LCA através do tendão patelar.

As avaliações foram realizadas 3, 6, 12 e 24 meses após a cirurgia, sendo paciente e avaliador cegos do grupo de tratamento. Nos resultados foram utilizadas as seguintes ferramentas o KT 1000, KOOS, IKDC, nível de atividade, Hop Test e os marcadores bioquímicos do metabolismo da cartilagem articular em líquido sinovial. Não foi identificada nenhuma diferença significativa entre os dois grupos, mas o protocolo acelerado não apresentou efeitos deletérios quando comparado com o grupo não-acelerado.

Valadá et al.³⁷ realizaram um estudo com o objetivo de avaliar o efeito de um programa de reabilitação acelerado sem a utilização de um brace estabilizador do joelho em pacientes submetidos à reconstrução do LCA com os tendões do semitendíneo e grácil. Os autores levantaram uma hipótese que o início precoce de movimentação do joelho sem estabilização levaria ao aumento do diâmetro dos túneis ósseo tibial e femoral. Foram recrutados no estudo 45 pacientes e de forma aleatória foram divididos em dois grupos: grupo A (25 pacientes) reabilitação padrão ou grupo B (20 pacientes) reabilitação acelerada sem a utilização do brace estabilizador. Para suas avaliações foram utilizados exames de tomografia computadorizada para avaliação dos túneis ósseos e as medições foram realizadas por um radiologista avaliador cego com um seguimento médio de 10 meses. O alargamento do túnel investigado através da TC foi maior no

grupo B de forma significativa, quando comparado com o grupo A, em ambos o femoral e tibial. Os autores sugerem que o aumento do túnel ósseo pode ser devido ao protocolo acelerado sem a utilização do brace estabilizador.

Gerber et al.³⁸ buscaram analisar o efeito de um treinamento progressivo de exercícios excêntricos através de um cicloergômetro em indivíduos que realizaram a reconstrução do LCA através do tendão patelar ou flexores (semitendíneo/grácil). A amostra foi subdividida em dois grupos, no primeiro, o treinamento excêntrico foi iniciado após três semanas, o segundo iniciado após o terceiro mês. Os pacientes de ambos os grupos eram pareados de acordo com tipo de enxerto, sexo, idade e nível de atividade, o primeiro grupo realizava uma reabilitação padrão composta por três fases, ganho de amplitude articular do joelho, exercícios em cadeia fechada, treinamento funcional; o segundo grupo segue o mesmo princípio que o padrão, mas iniciava o treino excêntrico progressivo através do cicloergômetro a partir da terceira semana, onde os pacientes eram posicionados no aparelho com o joelho entre 20° a 60° evitando assim momentos de hiperextensão.

No seu estudo inicial, avaliaram a dor com a escala VAS, derrame no joelho, lassidão anterior do joelho com KT1000, força do quadríceps, Single Hop test, atividades de vida diária e a escala de Lysholm. Nos resultados, não foi encontrada nenhuma diferença estatística na dor, derrame e lassidão anterior, porém, na avaliação funcional com o Hop test e na força do quadríceps o grupo que iniciou o treino excêntrico precoce, apresentou um aumento significativo quando comparado com o grupo de reabilitação padrão. Os escores de qualidade de vida e avaliação subjetiva do joelho (Lysholm) apresentaram melhora significativa em ambos os grupos.

Em outro trabalho envolvendo 40 pacientes, os autores supracitados utilizaram a mesma intervenção e acompanharam os pacientes por um ano. Utilizaram como instrumento de avaliação o Single Hop test, escores

Lysholm, força isocinética de quadríceps/ flexores, o KT100 para avaliar a lassidão anterior e a ressonância magnética ponderada em T1 para avaliar volume muscular e área de secção transversa do quadríceps, isquiotibiais e glúteo. O exame de ressonância magnética realizado após um ano demonstrou que quando comparado com primeiro follow-up de 15 semanas, o grupo do treino excêntrico mostrou um aumento significativo no seu volume e na área de secção transversa de todos os músculos avaliados, todas as outras variáveis não apresentaram diferença estatística³⁹.

Shaw et al.⁴⁰ estudaram um grupo de 103 pacientes distribuídos em dois grupos aleatoriamente, o primeiro grupo realizou exercícios de elevação com a perna estendida e contrações isométricas de quadríceps de forma imediata no primeiro dia após a cirurgia, enquanto que o segundo grupo deu início apenas após duas semanas. As avaliações foram realizadas através de um avaliador cego. Nos resultados após três e seis meses de follow-up não foi possível encontrar diferença estatística na avaliação da força isocinética do quadríceps, lassidão anterior, Hop teste funcional e a pontuação do escore Cincinnati.

Em 2010, Karasel et al.⁴¹ utilizou um protocolo de fisioterapia acelerado em 38 pacientes que realizaram a reconstrução do LCA com tendão patelar. O objetivo do estudo foi avaliar os resultados clínicos, funcionais e proprioceptivo deste programa modificado de reabilitação. Foram incluídos 38 pacientes, destes apenas 6 eram atletas. Nas avaliações foram utilizados o exame Isocinético, o equilíbrio estático através do dispositivo Sport-KAT 2000, aplicação da Escala de Tegner e Lysholm, Hop test, Triplo Hop test e o Crossover Hop test na avaliação funcional. A estabilidade do joelho foi avaliada pelo teste de Lachman e gaveta anterior e a amplitude de movimento foi mensurada. Os pacientes receberam visitas de acompanhamentos após 3, 6 e 12 semanas para orientação da fisioterapia, as avaliações foram realizadas no terceiro e sexto mês de pós-operatório, o protocolo de fisioterapia teve duração de 5 a 6 meses.

Não foi observado falha do enxerto durante o follow-up, 26 pacientes (52,6%) apresentaram hipoestesia na área doadora e 15 pacientes apresentaram dor anterior. Na avaliação pré-operatória teste Lachman foi positivo em todos os pacientes, após o sexto mês foi negativo em 32 pacientes (84,2%), seis pacientes que apresentaram Lachman positivo tinham grau 1 de frouxidão. A média do escore de Lysholm mostrou um aumento significativo no pós-operatório, a escala de Tegner não apresentou diferença significativa. Não ocorreu diferença estatística entre os membros na amplitude de movimento, na propriocepção e no equilíbrio. A força muscular do quadríceps foi significativamente reduzida na velocidade angular de 60°/seg, a relação flexores/extensores foi significativamente maior na extremidade envolvida em todas as velocidades utilizadas. O resultado dos três testes funcionais foi maior do que 85% quando comparado com a extremidade não envolvida no final do tratamento, por fim todos os pacientes retornaram ao nível de atividade pré-lesão ou atividade esportiva entre 6 e 12 meses de pós-operatório ⁴¹.

Sekir et al.⁴² buscou investigar se um programa de exercícios isotônicos para isquiotibiais no pós-operatório imediato, altera de forma significativa a evolução de indivíduos submetidos à reconstrução do LCA com tendão patelar em 12 meses. A sua amostra foi composta por 48 homens, que foram distribuídos aleatoriamente através do sorteio de envelopes lacrados para seu grupo de reabilitação. Ambos os grupos seguiram os mesmos objetivos em sua recuperação, os pacientes do grupo 1 eram incentivados a realizar exercícios diários de isquiotibiais a partir da terceira semana, enquanto o grupo 2 foi instruído a realizar esses exercícios após a nona semana de cirurgia. Todos os pacientes realizaram fisioterapia numa frequência de cinco vezes por semana com duração de quatro meses.

As avaliações foram realizadas no 1, 2, 3, 4 e 12 meses após a cirurgia, através do Isocinético Cybex, escores de Cincinnati e o formulário IKDC. Foi encontrada diferença estatística na força isométrica e isocinética dos músculos isquiotibiais no primeiro/segundo mês de avaliação, porém,

não houve diferença na avaliação do musculo quadríceps. No terceiro, quarto e décimo segundo mês após a cirurgia o grupo 1 apresentou um aumento significativo da força isocinética do quadríceps na velocidade de 60°/seg quando comparado com o grupo 2. De acordo com o escore Cincinnati os pacientes do grupo 1 apresentaram melhora significativa comparado ao grupo 2 em todos os momentos de avaliação. No formulário IKDC, o grupo 1 não apresentou uma melhora significativa, mas em todos os momentos de avaliação mostrou mais resultados (normal ou quase normal) do que o grupo 2. Os autores concluíram que os exercícios para isquiotibiais não promoveram efeitos nocivos ao joelho operado podendo ser introduzido precocemente nos programas de fisioterapia⁴².

Em 2011, Beynnon et al.⁴¹ levantaram uma hipótese: um protocolo acelerado comparado com um não acelerado promove alguma alteração significativa nos seis graus de liberdade do joelho ou aumento da lassidão anterior, após a reconstrução do LCA. Para responder o questionamento, realizaram um ensaio clínico randomizado e controlado composto por 390 pacientes submetidos à reconstrução com o tendão patelar. Esses pacientes foram aleatoriamente distribuídos em grupo de tratamento, acelerado (19 semanas) e o grupo não acelerado (32 semanas). A lassidão nos seis graus de movimento do joelho foi avaliada no momento da cirurgia, após 3, 6, 12 e 24 meses, através do Roentgen Stereophotogrammetric e avaliação clínica e funcional do joelho acometido.

Nos seus resultados 85% dos pacientes continuaram na análise até os 24 meses, ambos os programas apresentaram o mesmo aumento de frouxidão do joelho ao longo de 2 anos de acompanhamento em todos planos da articulação, os pacientes do grupo acelerado mesmo não sendo estatisticamente significativo apresentaram uma força maior no 3° mês de avaliação quando comparado com o não acelerado, após este intervalo isto não ocorreu. Após 2 anos de cirurgia os grupos eram semelhantes em termos de avaliação clínica, funcional, propriocepção e força isocinética da coxa. Os autores concluíram que ambos os protocolos de fisioterapia

produziram o mesmo efeito sobre os 6 graus de liberdade da articulação do joelho, lesão ou osteoartrite de acordo com escore KOOS, avaliação da qualidade de vida e retorno aos níveis pré-lesão⁴¹.

Kruse et al.⁴⁴ realizaram uma revisão sistemática acerca da reabilitação fisioterapêutica após a reconstrução do LCA. Essa pesquisa foi composta por estudos com nível de evidencia I e II, realizados no período de janeiro de 2006 a dezembro de 2010. Foram selecionados 85 estudos, mas apenas 29 foram incluídos e avaliados de acordo com as normas consolidadas na reportagem de ensaios (CONSORT). Dentre os tópicos avaliados na pesquisa, a reabilitação acelerada mostra não ser prejudicial quanto ao retorno precoce ao esporte, no entanto ainda é necessária a realização de mais pesquisas para definir o período adequado de recuperação.

3.4 Métodos de avaliação após reconstrução do Ligamento cruzado

3.4.1 Avaliação isocinética

Em 1967 foi definido o termo isocinético, mas a utilização deste recurso objetivo de avaliação veio se tornando mais frequente nas últimas duas décadas. A vivência deste teste vem crescendo em nosso meio há 10 anos, por proporcionar um parâmetro de grande importância na avaliação do joelho que é o equilíbrio funcional musculotendíneo^{45, 46}.

Composto por um dinamômetro eletromecânico com um sistema servomotor, o aparelho isocinético se apresenta nos dias de hoje todo computadorizado e durante a execução do teste o indivíduo realiza um esforço muscular máximo ou submáximo que irá acomodar a resistência do aparelho. Este apresenta uma velocidade angular constante medida em (°/seg), permitindo que o indivíduo realize o exame na sua amplitude articular. Momento de força angular ou torque define-se a alteração da força

desempenhada pelos grupos musculares de acordo com o arco de movimento. A resistência do aparelho também é variável de acordo com a força exercida pelo indivíduo na sua amplitude articular⁴⁷.

O isocinético tanto pode nos proporcionar uma análise do equilíbrio muscular funcional como também nos ajuda na reabilitação das lesões do aparelho locomotor. Ele não fornece um diagnóstico etiológico, mas garante uma avaliação adequada da atividade funcional do músculo servindo de orientação objetiva em eventual déficit muscular para um ideal tratamento cinesioterapêutico^{45, 46,47}.

Rosene e Fogarty⁴⁸ avaliaram a incidência de lesões musculoesqueléticas em atletas de Basquete de ambos os sexos, dentre elas se destaca a lesão do LCA, esta relacionada a dois fatores: *intrínsecos* que abrange o alinhamento do membro, lassidão articular, dimensão dos ligamentos, nível de coordenação e força muscular. O segundo grupo (*extrínseco*) os autores consideram a lesão associada ao gesto esportivo. Acredita-se que a principal causa do aumento da proporção de lesões nos joelhos dos atletas é o desequilíbrio muscular causada por fraqueza dos isquiotibiais/quadríceps e também por uma considerável diferença de força entre os membros inferiores^{49, 50}.

O desequilíbrio muscular pode ser identificado através da análise do momento máximo (*Peak Torque*), mas também pode ser utilizado o valor de *Peak Torque/ body weight* um valor mais importante e pertinente para atividade funcional que traduz a porcentagem do torque máximo do músculo produzido pelo peso corporal do indivíduo. Grande importância também é direcionada para a análise das diferenças bilaterais e a relação entre os músculos agonistas/antagonistas no caso do joelho isquiotibiais/quadríceps^{51, 52, 53}.

Pua et al.⁵⁴ explica que o exame isocinético não reproduz o movimento de uma atividade cotidiana ou esportiva, ambos exigem uma atividade multiarticular enquanto o exame isola apenas uma articulação.

Porem o teste é considerado útil na quantificação dos déficits musculares podendo especificar os pacientes aptos ao retorno atividade esportiva quando correlacionada as avaliações subjetivas e funcionais do joelho.

3.4.2 Avaliação subjetiva do joelho

A literatura nos dias de hoje dispõe de mais de 50 questionários de avaliação funcional do joelho para quantificar a deficiência causada pela lesão do ligamento cruzado anterior. Grande importância é direcionada para as estes escores, escalas de atividades físicas e testes função nas lesões ligamentares do joelho, antes, durante e após a reabilitação na tentativa de excluir a subjetividade do pesquisador e paciente. A maioria das avaliações realiza a associação de sintomas e habilidades com o exame físico^{55, 56}.

3.4.3 International Knee Documentation Committee (IKDC)

O Comitê Internacional de Documentação do Joelho foi fundado em 1987 pelos membros da European Society of Sports Traumatology, Knee Surgery and Arthroscopy (ESSKA) e da American Orthopaedic Society for Sports Medicine (AOSSM), sendo o questionário produzido em um encontro 1991 e modificado em 1993. É composto por escore objetivo e outro subjetivo. O objetivo classifica em categorias relacionadas ao joelho que reflete em deficiências e incapacidades. Presença de derrame articular, amplitude de movimento e estabilidade ligamentar são os três primeiros campos onde a pior graduação determina o escore final do IKDC objetivo. Com o resultado o paciente é enquadrado em um dos quatro grupos (normal, quase normal, anormal ou gravemente anormal)⁵⁷.

O IKDC subjetivo é um questionário validado para investigação do LCA por Irrgang et al.⁵⁸ com intuito de analisar a evolução dos sintomas,

atividades habituais e esportivas em pacientes com uma variedade de problemas no joelho.

A tradução do IKDC para a versão brasileira foi realizada respeitando as recomendações propostas pela “American Orthopaedic Society for Sports e Medicine”. A validação foi realizada seguindo a correlação dos valores da versão brasileira do IKDC com outros questionários sendo a sua reprodutibilidade analisada através da consistência interna e sua concordância⁷⁰.

3.4.4 Escore Lysholm e a escala de Tegner

Escore Lysholm foi desenvolvido em 1982 para avaliar o seguimento das cirurgias para lesões ligamentares do joelho dando maior ênfase a instabilidades. É formado por oito questões objetivas fechadas. O seu resultado é mostrado de forma ordinal onde uma pontuação de 95 a 100 é graduado como excelente, 84 a 94 como bom, 65 a 83 considerado um resultado regular e quando o escore é abaixo de 64 é ruim. A sua aplicação no Brasil foi mostrado ser muito útil em pessoas com sintomas na articulação do joelho⁶⁰.

A escala de Tegner é designada para classificar o nível de atividade do indivíduo, é utilizada para comparar o nível pré e pós-operatório para comprovar que o paciente conseguiu recuperar seu nível antes da lesão. Varia de 0 a 10 abrangendo desde atividades domiciliares até os esportes competitivos. Níveis entre 5 e 10 são encontrados em pacientes que praticam atividades esportivas, competitivas ou recreativas⁵⁶.

3.4.5 Laxidão anterior do joelho (KT1000)

Equipamento utilizado para quantificar o deslocamento da tíbia em relação ao fêmur. O aparelho tem um sensor que fica posicionado na patela e outro na tíbia e possui um dinamômetro que nos mostra a força mostrada do avaliador responsável pelo teste. De acordo com a colocação de força em sua prática o KT1000 emite dois sons: primeiro quando indica força aplicada a 67N (15 libras), segundo bip que indica força de 89N (20 libras) e para uma terceira e última forma de avaliação do joelho que seria o teste de tração manual máxima para avaliar a integridade ligamentar⁶¹.

De acordo com a força manual a tíbia vem sendo deslocada para anterior ou para posterior conforme o ligamento a ser testado, este movimento da tíbia é mensurado em milímetros por um sistema de escalas existente no mesmo aparelho. Para realização do exame o indivíduo fica deitado em decúbito dorsal com leve flexão de joelho de 20°, posiciona-se o aparelho tomando como base a interlinha articular do joelho e realiza a fixação firme com tirantes, três medições são realizadas e o valor médio destas três aplicações é comparado com o membro contralateral para assim constar uma diferença acima de 3 mm considera-se um joelho instável⁶¹.

3.4.6 Single Hop Teste

O hop test (salto com uma perna só) é realizado para complementar a avaliação funcional, este escolhido por ser um teste altamente reprodutível na literatura validado por Ageberg et al⁶².

O Single Hop Test é caracterizado por avaliar o desempenho no membro inferior a combinação de força muscular, controle neuromuscular, confiança na integridade física e capacidade de tolerar as atividades exigidas no esporte. Este teste é comumente utilizado para quantificar o desempenho funcional do joelho após reconstrução cirúrgica. Este teste tem

a capacidade de distinguir aqueles indivíduos que conseguem ou não retornar ao nível de atividade pré-lesão. Além disso, este teste auxilia no tratamento, guiando o terapeuta para poder propor uma intervenção mais direcionada para reduzir a diferença entre os membros^{59, 63}.

Para executar o teste o paciente é orientado a realizar um salto com apenas uma perna para frente o mais distante possível e realizar a aterrissagem com a mesma perna. Após a aterrissagem é mensurado com fita métrica a distância frontal alcançada pelo salto. O exame é considerado positivo quando o paciente realizava o pouso firme, estável sem a ajuda do membro contralateral⁶².

MATERIAIS E MÉTODOS

4. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa em questão caracteriza-se por ser um estudo prospectivo, comparativo e randomizado. Teve como lócus o Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

O trabalho foi aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa respeitando a resolução nº 196/96 do Conselho Nacional da Saúde, capítulo II que se refere às considerações éticas em pesquisas com seres humanos, (CAPPesq: 121.047) anexo D do Hospital das clínicas da FMUSP e possui registro no clinical trials (NCT01821599).

Para a realização da pesquisa todos os pacientes consentiram a sua participação assinando o termo de consentimento livre e esclarecido, no qual informou a sua trajetória na presente pesquisa, riscos envolvidos e seus respectivos benefícios.

4.1 Casuística

Para realização do estudo foi realizado o cálculo amostral pré-projeto, através do programa Open Epi. Com base no estudo realizado por Abdala et al.¹⁰⁰, utilizamos como variável a lassidão anterior e considerando o poder da amostra de 80%, desvio padrão e diferença esperada de 40% com ($\alpha=0,05$), foi determinado uma amostra de 32 sujeitos. Durante o andamento do estudo, após ter coletado 50% da amostra definida anteriormente, foi realizado um segundo cálculo amostral utilizando os nossos dados e seguindo o mesmo planejamento do primeiro. Foi definido que para realização do estudo seria suficiente coletar um total de 24 pacientes, porém, optou-se por um valor maior prevenindo as perdas.

A coleta dos dados teve início em setembro de 2012 a janeiro de 2015, totalizando 29 indivíduos subdivididos e randomizados em dois grupos, conforme a técnica de Minimização^{64, 65, 66,67}. Do total da amostra 5 pacientes foram excluídos, 3 por terem mais de 30% de falta ao tratamento, 1 por desistência e 1 por apresentar fratura durante a fixação do parafuso no ato cirúrgico, restando 24 pacientes, sendo 12 no Grupo Acelerado (GA) e 12 no Grupo Convencional (GC).

Foram incluídos na pesquisa indivíduos na faixa etária de 18 a 45 anos, com nível de atividade física pré-lesão ≥ 5 na escala de Tegner (Anexo D), com diagnóstico de lesão do ligamento cruzado anterior do joelho confirmado por exame de ressonância magnética, associada ou não a lesão meniscal ou dos colaterais (LCM / LCL). Os pacientes foram submetidos a uma intervenção cirúrgica para reconstrução do ligamento cruzado anterior e acompanhados por uma mesma equipe.

Foram excluídos do estudo os pacientes que tiveram mudanças no seu diagnóstico constatadas no ato cirúrgico, complicações intraoperatórias, suspensão da operação independente do motivo, abandono ou mais de 30% de falta no acompanhamento fisioterapêutico.

4.2 Procedimento Cirúrgico

O procedimento cirúrgico para ambos os grupos foi realizado por uma mesma equipe. A técnica de reconstrução do ligamento cruzado anterior foi realizada por via artroscópica com enxerto de tendão patelar. O enxerto de tendão patelar foi retirado do terço central com largura de 10mm e segmento ósseo tibial e patelar de 25mm de comprimento, 10mm de largura e 10mm de espessura, por via de acesso anterior. Os túneis ósseos tiveram 10 mm de diâmetro confeccionados com brocas canuladas desse mesmo diâmetro passadas sobre fio guia. Na tibia o fio guia foi introduzido de fora para dentro, pela metáfise Anteromedial da tibia, próximo à sua

borda medial com guia de LCA com 50° de angulação saindo no centro da inserção tibial do LCA, logo à frente da eminência tibial medial. O guia femoral foi introduzido transtunel tibial na posição do feixe anteromedial do LCA no fêmur, assim buscando um posicionamento anatômico e próximo da isometricidade. Ambas as extremidades do enxerto foram fixadas nos túneis com parafusos de interferência metálicos.

4.3 Protocolo de avaliação

Foi realizada a aplicação do protocolo de avaliação (Apêndice A) composto por uma avaliação fisioterapêutica pré-operatória, seguida da intervenção cirúrgica do joelho acometido (RLCA) e mais duas reavaliações no quarto / sexto mês de pós-operatório.

Foi avaliado o deslocamento anteroposterior da tíbia em relação ao fêmur bilateralmente através do artrômetro (KT1000). O indivíduo foi posicionado em decúbito dorsal com aproximadamente 20° de flexão dos joelhos, seguindo a padronização do manual de instruções (MEDmetric, Corp., San Diego, CA, USA)⁶¹.

A avaliação clínica foi realizada através da aplicação do International Knee Documentation Committee - IKDC (2000) traduzido e validado para investigações no Brasil⁵⁸.

O hop test (salto frontal com uma perna só) foi realizado apenas no quarto e no sexto mês de pós-operatório para complementar a avaliação funcional. Este teste foi validado por Ageberg et al⁶², sendo considerado altamente reprodutível e confiável na literatura. Em sua análise, três medições foram realizadas em ambos os membros inferiores e a distância foi quantificada em centímetros (cm). Ao final, utilizamos a média dos 3 saltos e o déficit em porcentagem (%) foi calculado de acordo com o membro inferior não operado.

Todos os pacientes realizaram a avaliação da força dos músculos extensores do joelho pelo Dinamômetro Isocinético da marca (Cybex) com velocidade angular de 60°/s. Nesta avaliação, foram medidas as seguintes variáveis do músculo quadríceps femoral: Peak Torque, caracterizado como momento de maior força do músculo; Peak Torque/BW, relação entre o peak de torque dividido pelo peso corporal do indivíduo e por último déficit ou diferença de força muscular entre os membros.

4.4 Randomização

Os pacientes foram distribuídos de forma aleatória através do sorteio de envelopes lacrados com fichas coloridas em dois grupos: Grupo A (Verde): submetidos à reabilitação com protocolo convencional (Apêndice B) e o Grupo B (Azul): submetidos à reabilitação com protocolo acelerado (Apêndice C).

Para atingir o balanceamento de fatores prognósticos confundidores, foi utilizado a aleatorização por meio da técnica de minimização criada por Taves et al.⁶⁴.

A randomização foi feita por envelopes lacrados com as duas opções de tratamento e seguiu os seguintes passos; primeiro foram identificados os fatores prognósticos que na frente pudessem causar algum desequilíbrio, estes fatores foram o sexo e a presença de lesões associadas (menisco/LCM ou LCL). Para cada fator confundidor foi atribuído um escore, sendo 1 ponto para pacientes do sexo feminino e 1 ponto para lesão associada, estes dados foram coletados na avaliação pré-operatória. Uma diferença de dois pontos entre os grupos foi considerada significativa e quando atingida o próximo paciente era alocado para o outro grupo de modo a manter o equilíbrio entre os mesmos. Na sequência a randomização com os envelopes era retomada.

Um terceiro indivíduo oculto das avaliações e dos grupos de tratamento foi responsável por aleatorizar cada paciente chamado para cirurgia e direcioná-lo para seu grupo de tratamento. Todos os pacientes se apresentaram para fisioterapia com seu grupo de tratamento definido.

4.5 Cegamento

O médico e o avaliador responsável pelas medições foram cegos desde o primeiro encontro na avaliação pré-operatória, não sabendo o grupo de tratamento fisioterapêutico.

4.6 Protocolos de reabilitação

Os pacientes do Grupo A foram submetidos ao protocolo de reabilitação Convencional que teve como objetivos: ganhar amplitude de movimento; diminuir a dor/derrame articular, fortalecer a musculatura global do membro inferior acometido; promover a funcionalidade do joelho, através dos seguintes recursos fisioterapêuticos: eletroterapia através da Estimulação elétrica funcional (FES) com intuito de melhorar o trofismo muscular; cinesioterapia geral composta de exercícios ativos, ativo-assistido, resistidos, mecanoterapia, treino sensório-motor, exercícios aeróbicos, treino alternado com contrações concêntricas e excêntricas (Pliometria) e por fim o gesto esportivo (Apêndice C). O grupo B foi caracterizado por receber um protocolo de reabilitação acelerada com exercícios de fortalecimento de quadríceps/flexores em cadeia cinética aberta/fechada, corrida, treino pliométrico de agilidade e salto. Seguiu o mesmo princípio do protocolo convencional, mas atuando de forma mais precoce com maior intensidade em um período de 4 meses de reabilitação (Apêndice D). Os programas de exercícios de ambos os protocolos foram baseados em estudos que quantificaram a tensão exercida no LCA durante a sua execução,

considerando as angulações que produz carga podendo prejudicar a cicatrização do enxerto^{68, 69, 75, 76, 77, 78,79}.

Visando manter a homogeneidade nos grupos, os protocolos de reabilitação do nosso estudo foram aplicados pelo mesmo fisioterapeuta especialista em fisioterapia músculoesquelética, numa frequência de três vezes por semana, com 1 hora de duração cada sessão desde a primeira semana de cirurgia.

4.7 Análise estatística

A análise dos dados foi feita com o pacote estatístico *SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows* versão 15.0. Todos os testes foram realizados assumindo hipóteses bilaterais e um nível de significância $\alpha=5\%$.

Inicialmente estão apresentadas as descritivas dos pacientes que participaram do estudo discriminando-os em Grupo Convencional e Acelerado. As variáveis quantitativas foram apresentadas na forma de média e desvio-padrão (DP) e as qualitativas na forma de frequência e percentual (%).

As comparações entre os Grupos Convencional e Acelerado foram realizadas pelo teste t Student para as variáveis quantitativas (e o teste de Levene para a verificação da homogeneidade das variâncias), o teste Qui-quadrado de Pearson foi utilizado para as variáveis qualitativas. A normalidade dos dados quantitativos foi verificada pelo teste não paramétrico de Kolmogorov-Smirnov. Durante a análise, foi realizada uma comparação dos resultados entre os grupos em todos os momentos de avaliação (Pré-operatório, 4° e 6° mês de pós-operatório).

RESULTADOS

5. RESULTADOS

5.1 Análise estatística da casuística

A Tabela 1 representa a comparação dos grupos conforme a idade, peso corporal e membro dominante.

Tabela 1 - Medidas descritivas da idade, peso corporal e membro dominante dos pacientes, segundo os grupos

	Grupo Convencional	Grupo Acelerado	Valor p
	Média (DP)	Média (DP)	
Idade	24,50 (4,75)	28,33 (7,84)	0,162
Peso	86,08 (13,68)	78,08 (11,04)	0,129
Membro Dominante			
Sim	3 (25,0%)	4 (33,3%)	0,653**
Não	9 (75,0%)	8 (66,7%)	

Valor p referente ao teste T de student

Referente aos dados acima, não foi encontrado diferença estatística entre os grupos.

Na Tabela 2 são apresentados os dados referentes às lesões associadas (meniscal / ligamentos colaterais) e número de faltas segundo os grupos.

Tabela 2 - Distribuição de lesão associada e número de falta dos pacientes, segundo os grupos

	Grupo Convencional	Grupo Acelerado	Valor p
	Média (DP)	Média (DP)	
Lesão associada			
Não	5 (41,7%)	5 (41,7%)	1,000**
Sim	7 (58,3%)	7 (58,3%)	
Número de faltas	10,92 (8,37)	7,17 (4,82)	0,196*

Valor de p* referente ao teste T de student

Valor de p** Teste Qui-quadrado de Pearson

Em ambos os grupos, sete pacientes apresentaram lesões associadas. Quanto ao número de faltas, o GC apresentou uma média de 10,9 versus 7,1 do grupo GA. Conforme descrito na tabela acima, os grupos não apresentaram diferença estatística significativa.

5.2 Avaliação da força muscular

Os valores referentes ao Peak Torque e Peak Torque/BW estão descritos nas Tabelas 3.

Tabela 3 - Medidas descritivas para o Peak de Torque e o Peak de Torque/Bw avaliadas nos momentos pré-operatório, 4^o e 6^o mês após a cirurgia, segundo grupos

	Grupo Convencional	Grupo Acelerado	p
	Média (DP)	Média (DP)	
Peak Torque			
Pré-operatória	174,87 (52,77)	169,78 (56,04)	0,821
4 ^o mês	125,58 (43,05)	142,19 (44,66)	0,363
6 ^o mês	169,64 (50,26)	168,57 (50,23)	0,959
Peak torque/Bw			
Pré-operatória	203,28 (64,90)	215,08 (64,60)	0,660
4 ^o mês	152,36 (57,12)	182,36 (51,62)	0,191
6 ^o mês	219,99 (87,53)	249,31 (95,68)	0,442

Valor de p referente ao teste T de student comparando grupos Convencional e Acelerado
Bw - Body weight

Apesar do Grupo Acelerado não apresentar diferença estatística quando comparado ao Grupo Convencional, este apresentou maiores valores do Peak de torque e Peak de Torque/Bw nos dois momentos de avaliação após a cirurgia, como ilustrado nas Figuras 4 e 5.

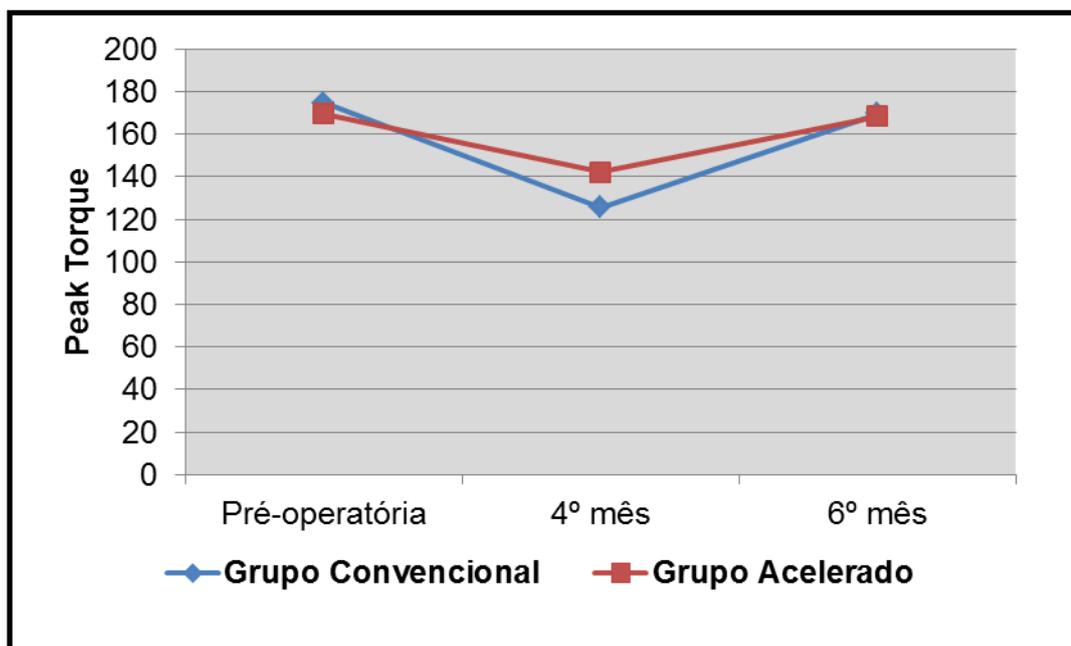


Figura 5 - Comparação do Peak de Torque entre os grupos em todos os momentos de avaliação

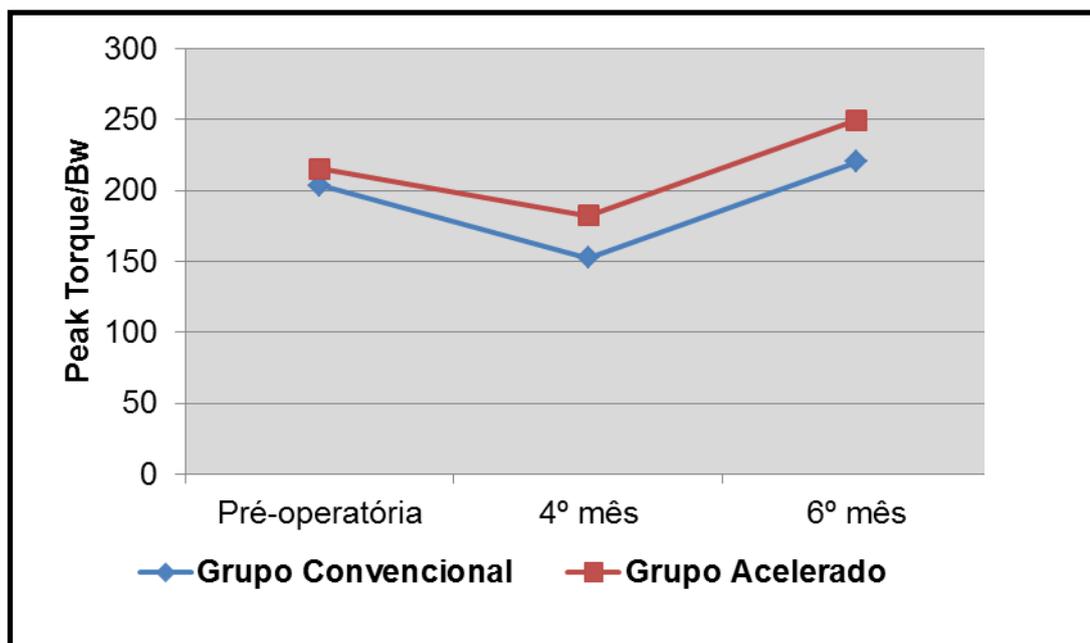


Figura 6 - Comparação do Peak de Torque/Bw entre os grupos em todos os momentos de avaliação

Abaixo estão apresentados os dados referentes ao déficit do músculo quadríceps em relação aos grupos (Tabela 4).

Tabela 4 - Medidas descritivas para o déficit do Peak de Torque avaliadas nos momentos pré-operatório, 4^o e 6^o mês após a cirurgia, segundo grupos

	Grupo Convencional	Grupo Acelerado	Valor p
	Média (DP)	Média (DP)	
Déficit (%)			
Pré-operatória	25,86 (17,96)	18,91 (18,55)	0,361
4 ^o mês	48,16 (17,14)	40,19 (13,70)	0,222
6 ^o mês	33,64 (16,40)	30,48 (13,17)	0,608

Valor de p referente ao teste T de student comparando grupos Convencional e Acelerado

Conforme descrito acima, não houve diferença estatística entre os grupos. O déficit muscular foi menor no Grupo Acelerado nos dois momentos de avaliação pós-operatória, como ilustrado na Figura 6.

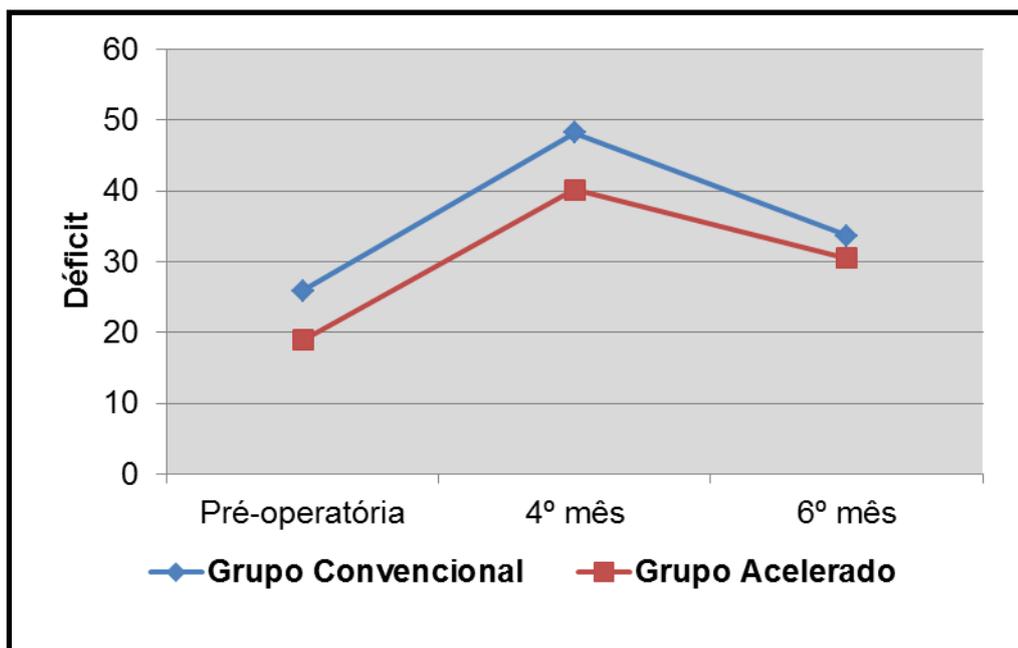


Figura 7 - Comparação do déficit do Peak de Torque entre os joelhos dos grupos em todos os momentos de avaliação

5.3 Avaliação da Laxidão Ligamentar

Valores referentes à laxidão anterior em todos os momentos de avaliação estão apresentados a seguir na Tabela 5.

Tabela 5 - Medidas descritivas para lassidão ligamentar avaliadas nos momentos pré-operatório, 4º e 6º mês após a cirurgia, segundo grupos

	Grupo Convencional	Grupo Acelerado	Valor p
	Média (DP)	Média (DP)	
Lassidão			
Pré-operatória	3,67 (2,57)	3,67 (2,35)	1,000
4º mês	0,92 (1,56)	1,33 (2,15)	0,592
6º mês	0,50 (2,71)	1,67 (1,92)	0,237

Valor de p referente ao teste T de student comparando grupos Convencional e Acelerado

Nas medidas de lassidão anterior do joelho analisadas pelo KT1000, não foi encontrada diferença estatisticamente significante entre os grupos em nenhum momento de avaliação. Estas medidas descritivas estão presentes na Figura 7.

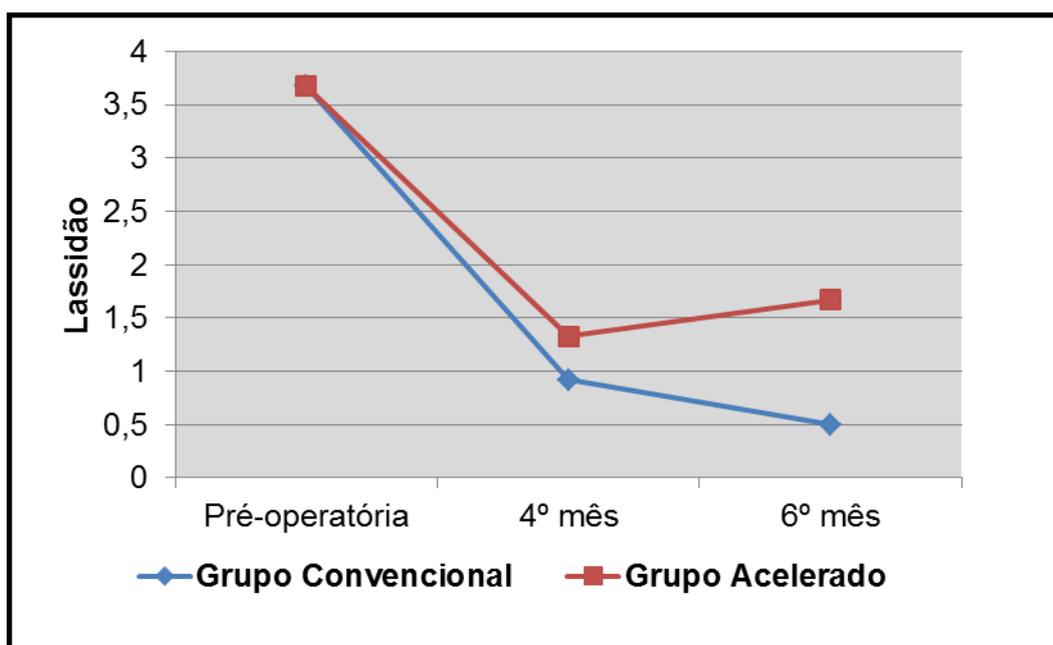


Figura 8 - Comparação da lassidão ligamentar entre os grupos em todos os momentos de avaliação

5.4 Avaliação funcional subjetiva do formulário IKDC (2000)

Os resultados descritivos referentes ao formulário (IKDC 2000) estão apresentados na Tabela 6 e ilustrados na Figura 8.

Tabela 6 - Medidas descritivas para o formulário IKDC 2000 avaliadas nos momentos pré-operatório, 4º e 6º mês após a cirurgia, segundo grupos

	Grupo Convencional	Grupo Acelerado	Valor p
	Média (DP)	Média (DP)	
IKDC (2000)			
Pré-operatória	44,85 (11,68)	54,31 (23,13)	0,224
4º mês	60,61 (11,87)	79,50 (10,36)	< 0,001
6º mês	88,12 (8,38)	81,61 (13,74)	0,175

Valor de p referente ao teste T de student comparando grupos Convencional e Acelerado

O GA apresentou uma pontuação estatisticamente significativa quando comparado ao GC no quarto mês após a cirurgia. Isto destaca o benefício que o protocolo acelerado obteve na primeira avaliação, porém, no sexto mês esta diferença entre os grupos não se repetiu.

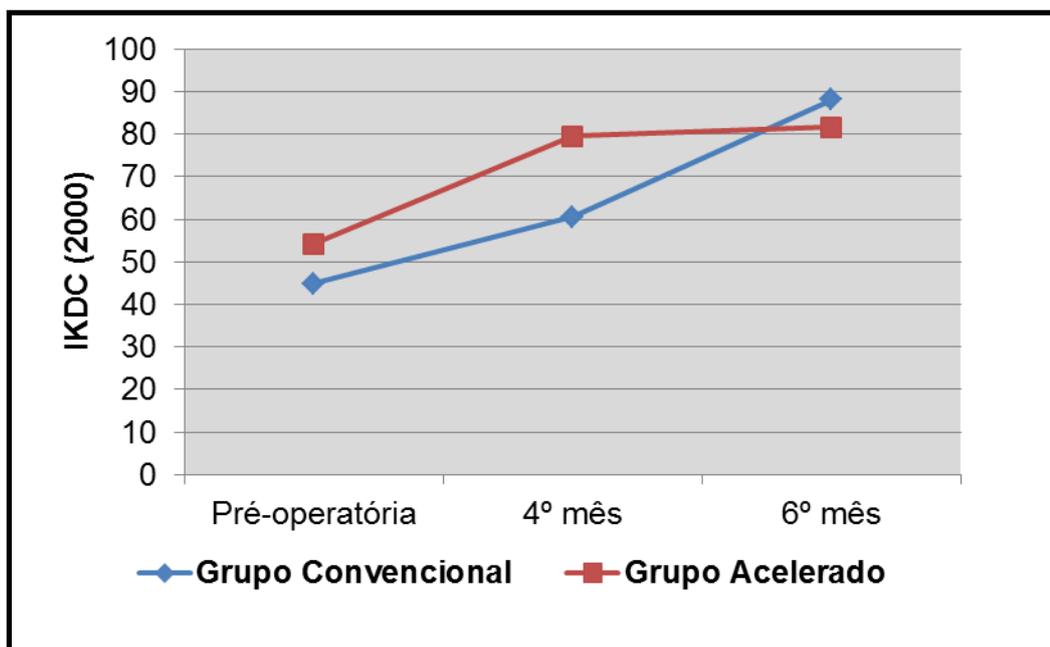


Figura 9 - Comparação do escore IKDC 2000 entre os grupos em todos os momentos de avaliação

5.4 Avaliação funcional do Hop Test

Na Tabela 7 estão descritos a média e o respectivo desvio padrão do Hop Test quantificados em centímetros (cm).

Tabela 7- Medidas descritivas para o Hop Test da perna envolvida avaliadas no 4º e 6º mês após a cirurgia, segundo grupos

	Grupo Convencional	Grupo Acelerado	Valor p
	Média (DP)	Média (DP)	
Hop Test			
4º mês	133,95 (30,59)	143,27 (32,25)	0,486
6º mês	161,36 (29,73)	175,47 (37,88)	0,321

Valor de p referente ao teste T de student comparando grupos Convencional e Acelerado

O Grupo Acelerado apresentou uma distância no salto maior nos dois momentos de avaliação, porém não de forma significativa quando comparado ao GC, conforme ilustrado abaixo (Figura 9).

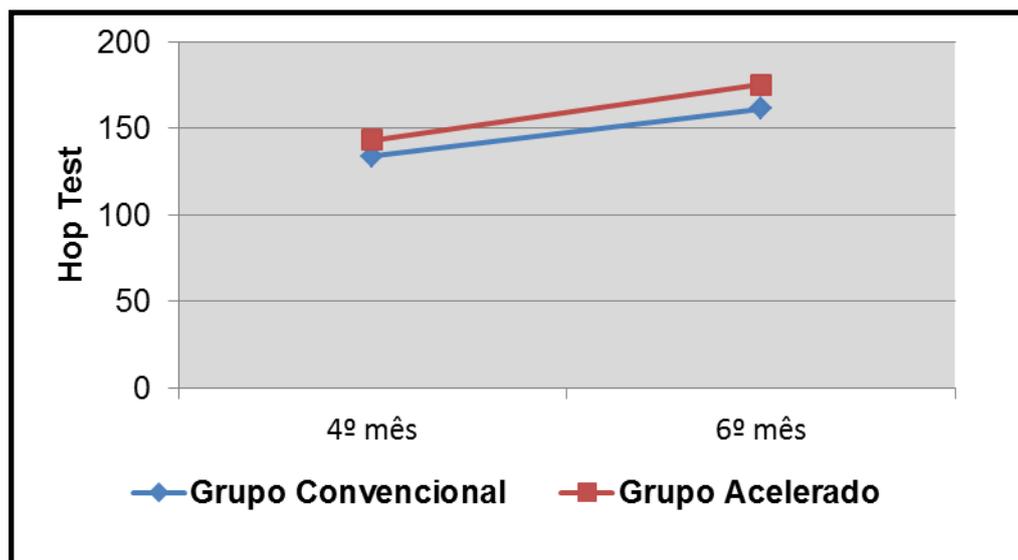


Figura 10 - Comparação da média do Hop Test entre os grupos em todos os momentos de avaliação

O dado referente a diferença (%) do Hop Test comparado ao membro não lesionado, está descrito na Tabela 8.

Tabela 8 - Medidas descritivas para diferença entre os membros inferiores no Hop Test avaliadas no 4º e 6º mês após a cirurgia, segundo grupos

	Grupo Convencional	Grupo Acelerado	Valor p
	Média (DP)	Média (DP)	
HopTest %			
4º mês	12,24 (13,18)	17,01 (9,63)	0,330
6º mês	11,53 (9,78)	7,86 (11,19)	0,401

Valor de p referente ao teste T de student comparando grupos Convencional e Acelerado

Quanto aos valores do Hop Test, apesar de o GC apresentar um salto inferior, o mesmo obteve uma diferença entre os membros inferiores menor quando comparado ao GA no 4º mês; no sexto mês o Grupo Acelerado obteve uma diferença menor como mostrado na Tabela acima e na Figura 10.

No 4º e 6º mês de pós-operatório não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

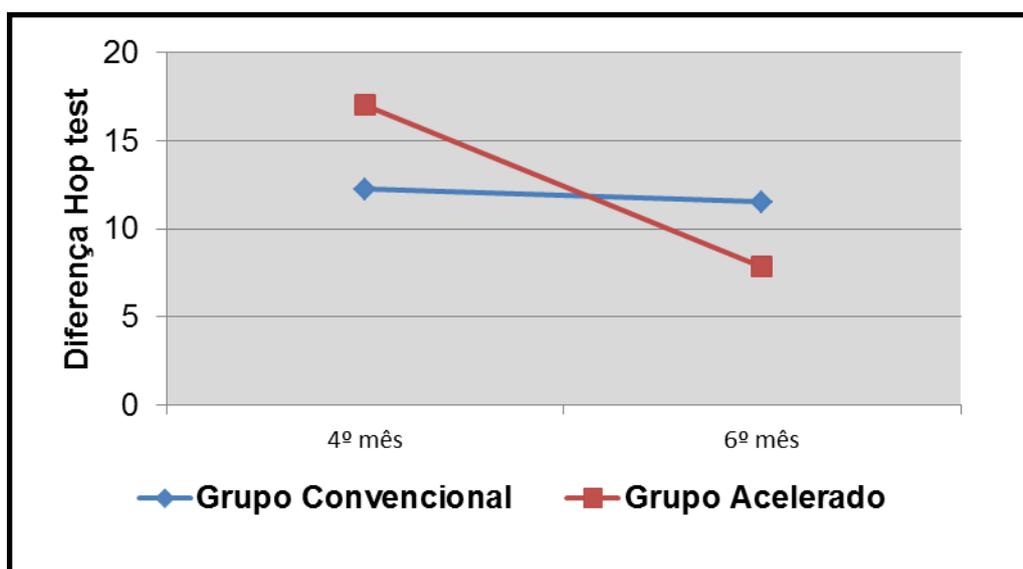


Figura 11 - Comparação do déficit do Hop Test entre os grupos em todos os momentos de avaliação

DISCUSSÃO

6. DISCUSSÃO

Anualmente nos E.U. A, estima-se mais de 250.000 mil casos de lesão do ligamento cruzado anterior, o que torna a reconstrução cirúrgica um procedimento comum na prática da medicina esportiva^{13,14}.

Durante duas décadas, a reconstrução do ligamento cruzado anterior tem recebido uma atenção considerável, mas, apesar dos avanços os objetivos da abordagem cirúrgica foram mantidos, tais como, minimizar o trauma cirúrgico, restaurar a estabilidade do joelho e assim conquistar um retorno bem sucedido a atividade pré-lesão^{32,33}.

Após analisar a literatura, foi possível observar que dentre os tipos de enxertos mais utilizados na reconstrução do LCA, destacam-se: o tendão patelar e os tendões dos isquiotibiais. A escolha do tendão patelar tem como vantagens sua fácil obtenção, a presença de segmentos ósseos em suas extremidades permitindo uma fixação rígida e sua resistência às cargas produzidas por um intenso programa de reabilitação^{6, 35,36}.

Estudos demonstram o importante papel da reabilitação no resultado funcional do membro operado após a reconstrução do LCA^{9, 36, 37, 38, 43,44}. Shelbourne e Nitz⁶ afirmam que diversas abordagens podem ser utilizadas a fim de minimizar os efeitos deletérios da imobilização prolongada, sendo direcionadas para o ganho de amplitude e força de forma precoce^{6, 35,41}.

A presente pesquisa apresentou a utilização de dois protocolos de fisioterapia para pacientes que realizaram a reconstrução do ligamento cruzado anterior (RLCA), com recursos e técnicas bem definidos na literatura atual. Robert et al.⁹⁴ destacam os avanços recentes na pesquisa clínica quanto à reabilitação após reconstrução do ligamento cruzado anterior, ressaltando os benefícios dos seguintes recursos: crioterapia, uso de órtese, descarga de peso precoce, eletroestimulação, exercício em cadeia cinética aberta/fechada, treino proprioceptivo, bem como a utilização de protocolo acelerado, a fim de alcançar bons resultados de forma precoce.

Embora existam muitos estudos que comprovem a eficácia da fisioterapia nestes indivíduos, ainda se faz necessário à realização de trabalhos prospectivos, comparativos e randomizados com recursos e técnicas de avaliações mais abrangentes. No estudo de Thiele et al.⁸ é possível identificar uma deficiência na busca de resultados satisfatórios, pois utilizam procedimentos restritos nas suas avaliações.

Shelbourne, idealizador da reabilitação acelerada, afirma que a mobilização precoce com carga total é possível sem danificar o enxerto. Em sua pesquisa, pacientes submetidos à reconstrução do LCA com enxerto autógeno por ligamento patelar, foi possível o retorno às atividades esportivas vigorosas, dois a seis meses após a operação sem afetar a estabilidade do joelho até dois anos de pós-operatório⁶.

Quanto ao tempo de reabilitação, pouco se sabe o quanto de atividade é capaz de reabilitar sem danificar a estrutura do enxerto, ou produzir frouxidão. A maior parte dos estudos sobre o comportamento do neoligamento é advindo de estudos em animais, sendo de difícil aplicabilidade em seres humanos⁴¹. Abe et al.²⁷ realizou o primeiro estudo em humanos com objetivo de verificar o comportamento do enxerto após RLCA. Nos resultados de vascularização, celularidade dos fibroblastos e orientação dos feixes de colágeno foi necessário um prazo de 1 ano para o enxerto apresentar características semelhantes ao LCA normal do grupo controle.

O programa de reabilitação deve ser personalizado de acordo com os fatores individuais incluindo as características da cicatrização do enxerto escolhido. Por se tratar de um protocolo acelerado, utilizamos o tendão patelar por garantir uma cicatrização mais rápida e segura na fase inicial, quando comparado com o tendão dos isquiotibiais que apresenta uma cicatrização do tipo (tendão---osso)^{82,83,101}.

Seguindo a seguinte teoria que o processo de cicatrização do microambiente adjacente ao enxerto desempenha um papel importante no fornecimento de elementos necessários para cura, foi que optamos pelo tendão patelar, pois, oferece uma cicatrização mais rápida (osso---osso)

fornecida pelo bloco ósseo retirado e inserido no túnel femoral^{80, 81}. De acordo com a literatura, o enxerto passa por etapas em seu processo de cicatrização, uma destas etapas é caracterizada pela necrose presente nas primeiras semanas após a cirurgia, o que sugere uma menor resistência à carga por cerca de 6 a 8 semanas, seguido por um processo de remodelação que pode durar até 1 ano^{19, 21, 25, 28, 29, 74, 80, 84}.

No nosso estudo comparamos dois protocolos fisioterapêuticos: Grupo Acelerado (GA) versus Grupo Convencional (GC), com mesmo objetivo, porém administrados em intervalos distintos. Buscamos mostrar a influência de um programa de fisioterapia com exercícios em cadeia aberta/fechada, corrida, salto, pliometria e gesto esportivo impostos precocemente na estabilidade anterior do joelho.

Esta pesquisa possui semelhança com o estudo de Beynnon et al.^{36, 43}, por utilizar o mesmo tipo de enxerto, dois protocolos de reabilitação, diferindo apenas nos intervalos de tempo de aplicação. Fato que diverge da maioria dos estudos anteriores de reabilitação após a RLCA, que comparam diferentes programas de exercícios, como por exemplo, (cadeia cinética aberta versus cadeia cinética fechada)^{102, 103, 104, 105}.

Deficiências residuais e persistentes após a reconstrução do ligamento cruzado anterior (RLCA) são fatores limitantes para se alcançar um nível de atividade funcional pré-lesão. De forma particular, a fraqueza do quadríceps femural (QF) é considerada uma deficiência primária após RLCA, varios estudos demonstram que o fortalecimento do QF é um fator importante para um melhor resultado funcional^{86, 87, 88, 89}. Após a RLCA a restauração da força do QF é necessária para maximizar a capacidade funcional e o retorno à atividade esportiva^{90, 91, 92}.

O Grupo Acelerado do nosso estudo iniciou os exercícios para o quadríceps após a 2ª semana em cadeia cinética fechada (CCF), numa angulação de proteção (0—30°) e após a 4ª semana em cadeia cinética aberta (CCA) com angulação (90---45°). Nos resultados da avaliação isocinética do joelho, o GA apresentou maiores valores nos dois momentos de avaliação, porém não foi estatisticamente significativa, quando comparado

ao GC que apresentaram resultados inferiores. No estudo de Ekstrand³⁴ após comparar a força muscular em ambos os grupos, também não houve diferença estatística, corroborando com nosso estudo. Vale ressaltar que o mesmo iniciou o treino de fortalecimento do quadríceps quatro semanas após o início da reabilitação no seu grupo de 6 meses e oito semanas após no grupo de 8 meses.

Gerber et al.^{38,39} no seu estudo comparativo introduziu precocemente o exercício excêntrico em dois momentos diferentes, na 3^o semana de pós-operatório versus 3 meses de pós-operatório. O mesmo encontrou uma diferença estatisticamente significativa na força do quadríceps no grupo que iniciou precocemente o treinamento, corroborando o nosso estudo o efeito benéfico da atuação precoce no músculo quadríceps.

Alguns estudos demonstram que as medições estáticas, tal como, a frouxidão anterior do joelho pode ser insuficiente para prever uma estabilidade dinâmica do joelho. Entretanto, foram desenvolvidos testes funcionais para auxiliar na avaliação do resultado cirúrgico, terapêutico e na preparação dos pacientes para o retorno esportivo. O Hop teste é o mais utilizado nesta avaliação dinâmica, estudos demonstram que um resultado de 90% de função do joelho garante um retorno confiável para a atividade esportiva, valores inferiores são considerados insatisfatórios para este retorno ^{95, 96, 97, 98,99}.

Howell et al. ³⁵ analisou o efeito de um protocolo acelerado em 37 indivíduos após RLCA, 8 pacientes não conseguiram realizar o Hop teste na avaliação do 4^o mês, situação também encontrada no nosso estudo com apenas 1 paciente do Grupo Convencional. Ainda nos seus resultados, dos pacientes que conseguiram realizar o teste, 18 alcançaram 85% de força, quando comparado à perna contralateral, corroborando com nosso estudo que apresentou 83% no Grupo Acelerado, correspondendo a uma distância média de (143,27cm) maior que o Grupo Convencional (132,9cm), mas não de forma significativa.

Karasel et al.⁴¹ afirmam em seu estudo, que os pacientes que realizaram uma reabilitação acelerada apresentaram uma melhora funcional significativa. Nos seus resultados, 68,4% dos pacientes apresentaram pelo menos 85% de desempenho funcional no Hop Test, estando de acordo com os resultados da nossa pesquisa.

A autoavaliação da função do joelho de cada paciente foi verificada através do International Knee Documentation Committee (IKDC), formulário de Avaliação subjetiva do joelho que é registrada em uma escala crescente de 0-100, sendo 100 a maior função. A pontuação IKDC é um parâmetro confiável para indivíduos com lesão do LCA⁵⁸.

Baseado nos resultados do formulário IKDC (2000) do nosso estudo, na avaliação do 4º mês o Grupo Acelerado apresentou uma pontuação significativa (79,50) quando comparado ao Grupo Convencional (60,61), corroborando com Howell et al.³⁵ que ao utilizar o IKDC objetivo apresentou um escore classificado como Normal em 63% dos pacientes avaliados também no quarto mês de pós-operatório.

Shmitt, Paterno e Hewett⁸⁵ ao investigar o impacto da força do QF no desempenho funcional em atletas submetidos à RLCA, afirmam que os indivíduos que obtiveram menor força do QF apresentaram menores valores no IKDC (2000) e menor desempenho funcional no Hop test. Fato que justifica os resultados encontrados na nossa pesquisa, que apesar de não apresentar diferença estatística entre os grupos, o GA obteve maior força de quadríceps, maior desempenho no Hop test e melhor pontuação no IKDC (2000) com ($p < 0,001$).

Em contra partida, Sekir et al.⁴² não encontrou uma diferença estatisticamente significativa nos resultados do IKDC, no entanto, no grupo que foi utilizado um programa precoce de exercícios isotônicos para isquiotibiais, os resultados demonstram melhor força, menos sintomas e mais IKDC " normal " em indivíduos submetidos à reconstrução do LCA com tendão patelar.

Logerstedt et al.¹⁰⁸ buscaram determinar se a função do joelho auto-relatada no IKDC 2000 poderia discriminar um bom/mau desempenho nos

testes que avaliam a aptidão física adequada para o retorno esportivo. Para garantir o regresso à atividade, os participantes tiveram que alcançar 90% ou mais no índice de simetria dos membros inferiores em uma bateria de exames, dentre eles Pico de torque do quadríceps e ensaios do Hop teste. Nos resultados de 6 meses, os indivíduos apresentaram uma pontuação média de 82,4 no IKDC 2000, garantindo um maior índice na força do quadríceps e nos Hop Tests avaliados. Este achado reforça os resultados deste estudo que alcançou uma pontuação média do IKDC 2000 de 81,61 (GA) versus 88,12 (GC) no 6 mês.

Quanto à avaliação da estabilidade anterior do joelho obtida através do KT1000, os resultados demonstram que não houve diferença estatística ao analisar a diferença entre os membros inferiores. No quarto mês de avaliação, o Grupo Acelerado apresentou uma média maior de deslocamento (1,33mm) em relação ao Grupo Convencional (0,92mm), aumento este, que pode ser justificado pela introdução precoce das etapas do protocolo acelerado.

Na avaliação do quarto mês, 2 pacientes do GA e apenas 1 do GC, apresentaram uma diferença maior que 3 mm. Na avaliação do sexto mês, 3 pacientes do GC e 2 do GA apresentaram deslocamento anterior superior a 3 mm, fato que pode ser justificado através do avanço dos exercícios e atividade esportiva em ambos os programas de reabilitação.

Levando em consideração o deslocamento anterior do joelho menor que 3mm⁶¹, o nosso protocolo acelerado se mostrou seguro e eficaz, corroborando com os estudos realizados por Beynnon et al.^{36, 41}.

No seu estudo mais recente, o autor supracitado avaliou o efeito dos protocolos de fisioterapia nos seis graus de liberdade da articulação tíbio-femoral através do Roentgen Stereophotogrammetric. Descobriu que este aumento não está resumido a um unico grau de liberdade (ântero/posterior), assim como nas rotações interna/externa e Valgo/Varo. O autor justifica que essa lassidão é propocional aos avanços nos programas acelerado e não acelerado nos primeiros 6 meses de cicatrização do enxerto⁴¹. Esse achado também foi encontrado na nossa pesquisa durante a avaliação do 4º e 6º

mês, no qual se manteve a lassidão anteroposterior (1,67mm versus 0,50mm), mas, não de forma significativa.

Nossos resultados não apresentaram diferença estatística na lassidão anterior do joelho entre os dois grupos, corroborando com os estudos realizados por Isberg et al.,⁷² e Shaw et al.,⁴⁰.

Em discordância, Heijne e Werner⁷¹; Kvist e Gillquist⁷³ mostraram um aumento significativo na lassidão anterior do joelho em pacientes que realizaram exercícios em cadeia cinética aberta (CCA) precoce, quando comparado com exercícios em CCA tardio. Fato que pode ser justificado, pela tensão exercida no enxerto dos isquiotibiais, durante a introdução precoce do exercício de quadríceps em uma amplitude de movimento completa.

No entanto, vários estudos demonstraram que é possível realizar o exercício em cadeia cinética aberta para reforço do quadríceps numa amplitude de movimento restrita (90—45°) de flexão do joelho sem sobrecarregar o enxerto^{75, 76, 77, 78,79}. Isto justifica a segurança da introdução precoce deste exercício no protocolo acelerado da pesquisa em questão.

Fukuda et al.⁹³ também demonstraram que é seguro introduzir na fase inicial da reabilitação o exercício CCA numa angulação restrita. Nos seus resultados, os pacientes não apresentaram diferença clinicamente significativa na lassidão anterior, força muscular, função e o hop teste, se diferenciando do nosso estudo no tipo de enxerto utilizado (isquiotibiais).

A RLCA através do tendão patelar apresenta algumas desvantagens descritas na literatura, tais como: fraqueza de quadríceps, morbidade do tecido doador, diminuição da propriocepção e comprometimento funcional. No nosso estudo, apenas um paciente do GA evoluiu com tendinite após o 4° mês, porém isto não impediu os dois momentos de avaliação.

Alguns fatores descritos na literatura podem ser considerados influenciáveis quanto ao retorno esportivo, dentre eles: estabilidade articular, função pós-operatória do joelho, propriocepção, controle neuromuscular, motivações sociais e obstáculos psicológicos. Acredita-se que o

reconhecimento desses fatores favoreça a resultados satisfatórios, no entanto, isoladamente não garantem o retorno esportivo^{106, 107}.

Algumas ferramentas de avaliação ajudam no reconhecimento desses fatores. O IKDC 2000, por exemplo, permite avaliar a função do joelho. Valores mais elevados se aproximam da normalidade e estão relacionados à maior índice de simetria para força do quadríceps e ensaios do Hop Test, proporcionando maior confiança para o retorno as atividades ou ao esporte¹⁰⁸.

Pontos relevantes devem ser levados em consideração no nosso estudo; a reabilitação acelerada não foi prejudicial à estabilidade anterior do joelho e garantiu uma melhora funcional precoce destes indivíduos. Com base nos resultados, os participantes que alcançaram tais objetivos, poderão retornar provavelmente de forma mais rápida as atividades com segurança e confiança á prática esportiva.

Um ponto forte do nosso estudo foi que, os protocolos utilizados foram aplicados por um único fisioterapeuta especialista em fisioterapia musculoesquelética, visando manter a homogeneidade da intervenção entre os grupos. Todas as avaliações no pré-operatório, quarto e sexto mês após a cirurgia, foram realizadas por um mesmo avaliador cego quanto ao grupo de tratamento.

Com base nos resultados obtidos, o protocolo acelerado se mostrou seguro na lassidão ligamentar e demonstrou precocemente uma melhora significativa na avaliação funcional do joelho. Vale ressaltar, que esses resultados são confinados apenas para RLCA com tendão patelar, não envolvendo o flexor ou outro tipo de enxerto.

Ainda não está claro o efeito desse protocolo acelerado em longo prazo, servindo de estímulo para realização de novos estudos, com avaliações mais específicas do tecido neoligamentar, cartilagem articular, cinemática do membro inferior envolvido e seu impacto no nível de atividade.

CONCLUSÃO

7. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, o protocolo Acelerado quando comparado ao Convencional, não diferiu quanto à estabilidade anterior do joelho e demonstrou uma melhora significativa precoce na evolução clínica do joelho.

ANEXOS

8. ANEXOS

ANEXO A

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO

1. ANAMNESE E EXAME CLÍNICO

NOME: _____

PACIENTE N° _____

R.H.: _____ SEXO ↑ MASC FEM IDADE: _____ ANOS

DATA NASC. ___/___/___

MECANISMO DE TRAUMA: ↑ DIRETO ↑ INDIRETO

ATLETA () NÃO ATLETA ()

TEMPO DE LESÃO: _____ MESES _____ TELEFONES: _____

QUEIXA: ↑ DOR ↑ ESTALIDOS OU CREPITAÇÕES ↑ BLOQUEIO ARTICULAR

JOELHO: DOMINANTE () NÃO DOMINANTE ()

2. AVALIAÇÃO COM O DINAMÔMETRO ISOCINÉTICO

3. AVALIAÇÃO DO DESLOCAMENTO DA TIBIA EM RELAÇÃO AO FÊMUR COM KT1000

Joelho Direito:

Joelho Esquerdo:

4. TESTE FUNCIONAL: Hop Test (Saltar com uma só perna três vezes)

JOELHO: ↑ ESQUERDO ↑ DIREITO

5. ARTROSCOPIA (DATA: ___/___/___)

JOELHO: ↑ ESQUERDO ↑ DIREITO

6. TIPO DE RECONSTRUÇÃO (ENXERTO).

TENDÃO PATELAR

7. Avaliação IKDC 2000:

Escore: Pré:

4° Meses:

6° Meses:

FORMULARIO DE AVALIAÇÃO SUBJETIVA DO JOELHO

COMITÊ INTERNACIONAL DE DOCUMENTAÇÃO DO JOELHO (IKDC, 2000)

Nome: _____ Sexo: F ___ M ___

Data: _____ Data de Nascimento: _____

Lesão: _____

Data da Lesão: _____

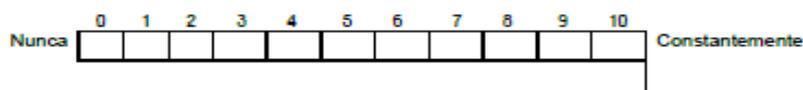
As respostas devem ser graduadas no mais alto nível de atividade que você acha que pode executar sem sintomas significativos, mesmo que você não esteja realizando-as regularmente.

SINTOMAS

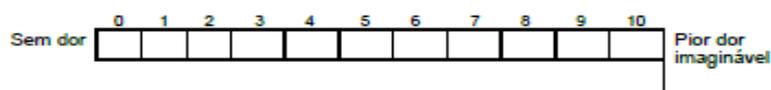
1. Qual é o mais alto nível de atividade física que você pode realizar sem sentir dor significativa no joelho?

- Atividade muito vigorosa (como saltar ou girar o tronco como no basquete ou futebol)
- Atividade vigorosa (como realizar exercícios físicos intensos como surfe, jogar vôlei ou tênis)
- Atividade moderada (como realizar exercícios físicos moderados na academia, correr ou trotar)
- Atividade leve (como andar, realizar trabalhos domésticos ou jardinagem)
- Incapaz de realizar qualquer uma das atividades acima em virtude da dor no joelho

2. Desde sua lesão ou durante as últimas quatro semanas, com que frequência você tem sentido dor?



3. Se você tiver dor, qual a intensidade?



4. Desde a sua lesão ou durante as quatro últimas semanas quão rígido ou inchado esteve seu joelho?

- Nem um pouco
- Pouco
- Moderado
- Muito
- Extremamente

5. Qual é o mais alto nível de atividade física que você pode realizar sem que cause inchaço significativo no joelho?

- Atividade muito vigorosa (como saltar ou girar o tronco como no basquete ou futebol)
- Atividade vigorosa (como realizar exercícios físicos intensos como surfe, jogar vôlei ou tênis)
- Atividade moderada (como realizar exercícios físicos moderados na academia, correr ou trotar)
- Atividade leve (como andar, realizar trabalhos domésticos ou jardinagem)
- Incapaz de realizar qualquer uma das atividades acima em virtude do inchaço no joelho

6. Desde a sua lesão ou durante as últimas quatro semanas seu joelho já travou?

- Sim Não

7. Qual é o mais alto nível de atividade física que você pode realizar sem falseio significativo no joelho?

- Atividade muito vigorosa (como saltar ou girar o tronco como no basquete ou futebol)
- Atividade vigorosa (como realizar exercícios físicos intensos como surfe, jogar vôlei ou tênis)
- Atividade moderada (como realizar exercícios físicos moderados na academia, correr ou trotar)
- Atividade leve (como andar, realizar trabalhos domésticos ou jardinagem)
- Incapaz de realizar qualquer uma das atividades acima em virtude do falseio no joelho

ATIVIDADES ESPORTIVAS

8. Qual é o mais alto nível de atividade física que você pode participar de forma regular?

- Atividade muito vigorosa (como saltar ou girar o tronco como no basquete ou futebol)
- Atividade vigorosa (como realizar exercícios físicos intensos como surfe, jogar vôlei ou tênis)
- Atividade moderada (como realizar exercícios físicos moderados na academia, correr ou trotar)
- Atividade leve (como andar, realizar trabalhos domésticos ou jardinagem)
- Incapaz de realizar qualquer uma das atividades acima em virtude do joelho

9. Quanto o seu joelho afeta a sua habilidade de:

	Sem Dificuldade	Fácil	Moderado	Difícil	Incapaz
a Subir escadas					
b Descer escadas					
c Ajoelhar de frente					
d Agachar					
e Sentar com os joelhos dobrados					
f Levantar-se de uma cadeira					
g Correr para frente					
h Saltar e aterrissar com a perna lesionada					
i Frear e acelerar rapidamente					

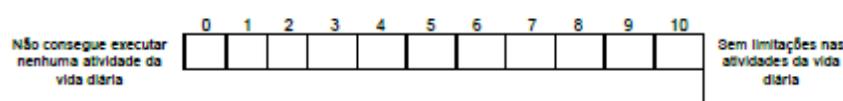
FUNÇÃO

10. Em uma escala de 0 a 10 (sendo 10 normal e 0 incapaz de realizar suas atividades diárias), como você avaliaria o seu joelho?

Funcionalidade anterior a lesão no joelho:



Funcionalidade atual do joelho:



ANEXO B

PROTOCOLO DE REABILITAÇÃO CONVENCIONAL DO IOT

1º AO 3º P.O.:

1. Mobilização de patela;
2. ADM de 0º à 90º
3. Marcha com apoio parcial com auxílio de muletas;
4. Crioterapia/compressão/elevação (30 min.)

4º ao 14º dia:

1. ADM de 0º até o suportável;
2. Wall slides para ganho de flexão 10x10 segundos de sustentação.
3. Alongamentos leves para ganho de extensão 6x 30 segundos de sustentação
4. Descarga de peso conforme tolerado

3ª semana:

1. ADM de 0º até 120º;
2. CORE ESTABILIZAÇÃO 3X30 SEGUNDOS PONTE DORSAL/VENTRAL
3. Exercícios isotônicos de quadril flexão/Abdução (3x15)
4. Treino de Marcha com o apoio total conforme tolerado;
5. Wall slides para ganho de flexão 10x10 segundos de sustentação.
6. Propriocepção com apoio bipodal em solo estável para instável;
7. Bicicleta estacionária com carga gradual com o banco alto (5 min).
8. Alongamentos para ganhos em extensão em decúbito ventral 3x1 min
9. Panturrilha em pé 3x15

1º ao 2º mês:

1. ADM normal;
2. Exercícios isotônicos de quadril flexão/Abdução/ extensão (3x15)
3. Propriocepção com apoio bipodal em solo instável;
4. Iniciar cadeia fechada com eletroestimulação
5. Leg press e Miniagachamento (3x15)
6. CCF alternado na proteção (sem dor)
7. Bike 10 min
8. Propriocepção com apoio Bipodal em solo instável (Balancim, Jump)
9. Miniagachamento e leg press (3x15)
10. Panturrilha em pé 3x15

2º ao 3º mês:

1. Bike 20 min
2. Mecanoterapia em flecho/extensão de joelhos com carga gradual e baixa ADM;
3. Core estabilização
4. Circuito estático no jump 3º velocidades 3x 1 min.
5. Miniagachamento e leg press (3x15)
6. 8º semanas cadeia fechada 0---60º
7. 12 semanas cadeia fechada angulação 0--90º
8. Propriocepção avançada; Balancim, jump, (apoio unipodal)
9. Afundo 3X15
10. RETIRAR ELETROTERRAPIA 3º Meses.
11. Iniciar cadeira extensora com ADM livre no 3º Mês. 12º semana sem carga/13º semana normal (carga conforme tolerado). 3x15

3º ao 4º mês:

1. Início da Corrida 5 min na esteira
2. Pliometria estática corrida no jump com agachamento, Step (circuito estático)
3. Trote sem mudança de direção (Local).
4. Pliometria dinâmica movimentação anterior/posterior/lateral
5. Corrida com mudança de direção (4º mês);
6. 12 semanas Saltos início com elástico evitar valgo bipodal (3x10)
7. 13 semanas salto bipodal frontal/lateral (3 x10)
8. 14 semanas salto bipodal quadrado 3º repetições no quadrado
9. Início do Salto unipodal (4º meses);
10. 16 semanas Início Salto unipodal alto (3x10)
11. 17º semana salto unipodal frontal/lateral SEPARADO 3X10
12. Cadeia fechada angulação 0--90º
13. Quarto mês afundo dinâmico

5º ao 6º mês:

Reabilitação especial para o retorno à atividade esportiva, visando:

1. Aceleração/ desaceleração
2. Pliometria com salto
3. Treinamento do gesto esportivo

O fortalecimento muscular foi realizado em 80% após o 4º mês da RM.

ANEXO C

PROTOCOLO DE REABILITAÇÃO ACELERADA

1° SEMANA ADM (0—90°)

1. Metabolitos, Gelo 30 min. a cada 2 horas
2. Mobilização patelar 1 min em cada plano.
3. Mobilização (flexão) com paciente sentado, DD e DV (mínimo de 90°) 3X10
4. Mobilização ativa (Extensão) com rolo no calcanhar (Max tempo que consegui)
5. Marcha com apoio total ou parcial com ou sem muletas (CONFORME TOLERADO)
6. SLR para quadril ativo- assistido (Flex/Abd/Add) em DD 3X10
7. Isométrico para quadríceps com eletroestimulação (60°) e glúteo com 30X10" de sustentação.

2° e 3° SEMANAS ADM (0—120°)

1. 10 minutos de Bike com banco alto e simular CCF com (carga leve)
2. Alongamentos para ganho de extensão em decúbito ventral 3x1 min.
3. CORE ESTABILIZAÇÃO PONTE DORSAL/ VENTRAL (3X30 segundos)
4. Orientações anteriores + manter perna fora da maca
5. SLR para quadril ativo-assistido (Flex/Abd/Add) em DD (1kg)
6. Ganho de flexão do joelho, sentado e Wall slide para 3X15
7. Extensão passiva de joelho em DV com peso no tornozelo (5min)
8. Elevação de panturrilha (solo) 3X15
9. Miniagachamento na parede isométrico (0---30°) com EENM 3x30 segundos
10. Leg press (0—45°) com EENM caso não tenha processo inflamatório (unipodal) Isométrico carga máxima (30-- 40° de flexão do joelho) 3x30 segundos.
11. Leg press (0—45°) isotônico se o paciente tolerar 3x10 com EENM

12. Afundo e step (3x15)
13. Exercícios de flexão do joelho carga conforme tolerado. (3X15)
14. 3 semanas Apoio unipodal (Fazer em frente do espelho correção do Valgo)
15. Marcha no colchonete (2° semana)
16. Limite para retirada das muletas

4° e 5° SEMANAS ADM Total

1. 10 minutos Bike com banco alto e simular CCF com pequena carga
2. SLR para quadril ativo- assistido (Flex/Abd/Add) em DD com peso.
3. Ganho de Extensão passiva (se necessário) 3 x 30 seg.
4. Miniagachamento (0---30°) com carga + EENM
5. Elevação de panturrilha (solo) 3X15 repetições
6. Leg press (45°) Isométrico com eletroestimulação 3x30 segundos
7. Leg press isotônico 3x10 repetições + EENM (5° semana)
8. Afundo e step com elevação joelho contralateral (3x15)
9. Exercícios de flexão do joelho IQT em pé carga conforme tolerado.
10. Apoio unipodal em colchonete e o jump fazer em frente do espelho
11. Mesa flexora carga progressiva (4° semana) 3X15
12. Mesa extensora 60° Isométrico 3x30 segundos 4° semana
13. Mesa extensora (90—45 graus) 3x15 repetições (5° semana)
14. Sensório-motor bipodal (balancim e cama elástica) 3x1´
15. Agachamento unipodal (3x10)
16. Jump (Corrida no local no colchonete 3X2 minutos) 5° semana

6° SEMANA

1. 10 minutos Bike carga progressiva selim alto
2. SLR para quadril resistido (Flex/Abd/Add) em DD aumento do peso.

3. Agachamento + EENM (Eletroestimulação Neuromuscular)
4. Apoio Unipodal
5. Afundo (3x10)
6. Leg press (0—60°) com EENM 3x15
7. Mesa flexora carga progressiva 3X15
8. Mesa extensora (90—45 graus) Isometria + 3x15 repetições aumento do peso
9. Step (subir e descer)
10. Sensório-motor bipodal (balancim e cama elástica) 3x1' (Corrida no local)
11. Circuito estático Jump/Corrida/Agachamento/Equilíbrio
12. Levantar da cadeira com 1° perna 3x10
13. Subir e descer degraus (frente) 3x10

7° e 8° SEMANAS

1. Calcular RM (80%) dos exercícios foco força (3x8 repetições)
2. Bike com carga progressiva 10'
3. Idem a anterior com o aumento gradual da carga (leg press e CCA em extensão normal concêntrico e excêntrico). (proteção)
4. Agachamento (0---90°) 8° semana
5. Leg press (0---90°) 8° semana
6. Afundo 3x10
7. Início dos Saltos no solo estável/ jump bipodal (amortecer) com elástico para corrigir valgo (3x10) 8° semanas
8. Salto (BIPODAL) frontal e lateral (SEPARADO) (8° semana)
9. Sensório-motor unipodal (balancim, prancha de equilíbrio e cama elástica) 3x30 segundos
10. Mesa flexora carga progressiva 3X15
11. Caminhada na esteira 10' (7° semana)
12. Corrida leve na esteira 5 min. (8° semana)

13. Circuito estático Jump 3° velocidades diferentes
14. Balancim pegando bolas e jogando para terapeuta

9° SEMANA

15. Bike com carga progressiva 10`
 1. Adicionar carga conforme tolerado
 2. Exercícios de quadril
 3. Leg press (0—90)
 4. Salto bipodal no quadrado (3x10)
 5. Pliometria no solo dinâmico (frontal e lateral)
 6. Movimentação lateral/ anterior/posterior nos cones 3x15
 7. Agachamento com peso ADM total livre (0—90°)
 8. Mesa extensora (90—45) 3x15 repetições concêntrica mais excêntrica.
 9. Bike 10 min

10° e 11° SEMANA

1. 10° semana Trote leve na esteira 10 min
2. Adicionar carga conforme tolerado
3. Exercícios de quadril
4. Agachamento livre (carga conforme tolerado)
5. Leg press (0—30°)
6. Mesa extensora ADM livre (90—0°) 10- semana sem carga.
7. 11° semana carga conforme tolerado 3x10
8. Trampolim sensório-motor apoio unipodal.
9. Salto para cima com elástico (Correção Valgo)3x10
10. Pliometria com salto 3x1 minuto
11. Pliometria com bola (3x1 minuto)
12. Pliometria em diagonais

13. Salto pivô 45°
14. Bike 20 minutos

12° SEMANA

1. Corrida 15 min
2. Corrida em linha reta com cone (aceleração e desaceleração)
3. Circuito dinâmico com elástico na cintura (movimentação anterior/posterior/lateral) 3x2 minutos.
4. Salto unipodal início em solo estável (alto) 3x10 (leve) 12° semana
5. Adicionar carga conforme tolerado
6. Movimentação lateral com giro 90°
7. Exercícios de quadril
8. Leg press (0—90)
9. Mesa extensora progredir angulação livre
10. Afundo dinâmico 3x6 passos frontais
11. Single Hop Test (Unipodal) Treino leve 3x3 saltos

13° a 16° SEMANA

1. Idem a anterior
2. Saltos pivô (45° 90,180°)
3. Salto unipodal frontal/lateral separado 13 semana (3x10)
4. Corrida lateral (Pliometria) cone com giro 90°
5. Carioca
6. Gesto esportivo
7. Triplo hop test e Cross Hop
8. Adicionar carga conforme tolerado
9. Salto ou giro 360° pivô
1. Adicionar carga conforme tolerado
2. Corrida com mudança de direção 3x3 minutos

3. Aceleração e desaceleração
4. Pliometria com giro 360°
5. Exercício Carioca 3x1 minuto
6. Pliometria unipodal + Hop Test

O fortalecimento muscular a partir do 2° mês de operado foi realizado em 80% da RM

ANEXO D

ESCALA DE ATIVIDADE FISICA DE TEGNER

Level 10	<u>Competitive sports</u> - soccer, football, rugby (national elite)
Level 9	<u>Competitive sports</u> - soccer, football, rugby (lower divisions), ice hockey, wrestling, gymnastics, basketball
Level 8	<u>Competitive sports</u> - racquetball or bandy, squash or badminton, track and field athletics (jumping, etc.), down-hill skiing
Level 7	<u>Competitive sports</u> - tennis, running, motorcars speedway, handball <u>Recreational sports</u> - soccer, football, rugby, bandy, ice hockey, basketball, squash, racquetball, running
Level 6	<u>Recreational sports</u> - tennis and badminton, handball, racquetball, down-hill skiing, jogging at least 5 times per week
Level 5	<u>Competitive sports</u> - cycling, cross-country skiing, <u>Recreational sports</u> - jogging on uneven ground at least twice weekly <u>Work</u> - heavy labor (construction, etc.)
Level 4	<u>Work</u> - moderately heavy labor (e.g. truck driving, etc.)
Level 3	<u>Work</u> - light labor (nursing, etc.)
Level 2	<u>Work</u> - light labor Walking on uneven ground possible, but impossible to back pack or hike
Level 1	<u>Work</u> - sedentary (secretarial, etc.)
Level 0	Sick leave or disability pension because of knee problems

Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. Clin Orthop Relat Res. 1985 Sep;(198):43-9.

ANEXO E

APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA



Hospital das Clínicas da FMUSP
Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq

PROJETO DE PESQUISA

Título: UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE DOIS PROTOCOLOS FISIOTERAPÊUTICOS: CONVENCIONAL DO IOTX ACELERADO EM ATLETAS SUBMETIDOS À RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR.

Pesquisador Responsável: Roberto Freire da Mota e Albuquerque **Versão:** 2

Pesquisador Executante: José Carlos Alves Fabricio Júnior **CAAE:** 03419312.2.0000.0068

Co-autores: Arnaldo José Hernandez, Rodrigo Emmanuel Sabbag da Silva

Finalidade Acadêmica: Mestrado

Instituição: HCFMUSP

Departamento: ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Registro on-line: 9090

Número do Parecer: 121.047

Data da Relatoria: 03/10/2012

Apresentação do Projeto: Os autores descrevem os métodos de avaliação com clareza, informam o tempo de avaliação, descrevem as intervenções fisioterapêuticas que serão realizadas em cada grupo, esclarecendo o significado das siglas e abreviações. Incluem a análise estatística que será empregada no estudo. O TCLE é claro e informa aos sujeitos de pesquisa o tempo do tratamento e quantas vezes deverão comparecer ao hospital.

Objetivo da Pesquisa: Analisar o efeito de um protocolo fisioterapêutico acelerado em atletas submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior no período de setembro de 2012 a dezembro de 2013, através de um estudo prospectivo, comparativo e randomizado.

Avaliação dos Riscos e Benefícios: O estudo irá avaliar o benefício de um protocolo fisioterapêutico acelerado para reabilitação pós-operatória do ligamento cruzado anterior. Os riscos são médios e explicados aos sujeitos de pesquisa no TCLE.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa: O estudo é inovador e relevante, com o potencial de otimizar a reabilitação de atletas submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior do joelho.

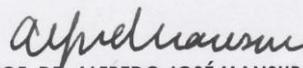
Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória: O TCLE é claro e informa aos sujeitos de pesquisa o tempo do tratamento e quantas vezes deverão comparecer ao hospital.

Recomendações: Aprovado

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações: Os autores apresentam as correções de todas as pendências, tanto no projeto de pesquisa, quanto no TCLE.

Situação do Parecer: Aprovado

São Paulo, 15 de Outubro de 2012


PROF. DR. ALFREDO JOSÉ MANSUR
Vice-Coordenador
Comissão de Ética para Análise de
Projetos de Pesquisa - CAPPesq

Rua Dr. Ovídio Pires de Campos, 225 - Prédio da Administração - 5º andar
CEP 05403-010 - São Paulo - SP.

55 11 2661-7585 - 55 11 2661-6442 ramais: 16, 17, 18 | marcia.carvalho@hc.fm.usp.br

ANEXO F**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO****HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

1.NOME: :.....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : .M F

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO Nº APTO:

BAIRRO:.....CIDADE:.....

CEP:..... TELEFONE: (.....)

2.RESPONSÁVEL:

NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.)

DOCUMENTO DE IDENTIDADE :SEXO: M F

DATA NASCIMENTO.:/...../.....

ENDEREÇO:.....Nº.....APTO:

BAIRRO:.....CIDADE:.....

CEP:.....TELEFONE:(.....).....

DADOS SOBRE A PESQUISA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: Um estudo comparativo entre dois protocolos fisioterapêuticos: convencional x acelerado nos pacientes submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior.

PESQUISADOR : Roberto Freire Mota e Albuquerque

CARGO/FUNÇÃO: Médico Assistente INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº49864

UNIDADE DO HCFMUSP: Instituto de Ortopedia e Traumatologia

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO RISCO MÉDIO RISCO BAIXO RISCO MAIOR

4.DURAÇÃO DA PESQUISA : 18 meses

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP

A presente pesquisa intitulada **“Um estudo comparativo entre dois protocolos fisioterapêuticos: convencional x acelerado nos pacientes submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior”**, objetiva comparar o efeito de dois protocolos (Convencional x Acelerado) na reabilitação fisioterapêutica em seu joelho. Estes seguem a mesma linha diferenciando-se no tempo de tratamento. Sua participação é **VOLUNTÁRIA**, o que significa que você poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento, sem que isso lhe traga nenhum prejuízo ou penalidade, durante o seu tratamento.

Pela sua participação em um sorteio, você poderá ser submetido(a) a aplicação de um protocolo fisioterapêutico composto de recursos analgésicos para alívio da dor Eletroterapia (uma corrente elétrica aplicada superficialmente na pele de forma bem confortável), exercícios ativo, ativo-assistidos pelo fisioterapeuta, exercícios de força com elásticos e pesos, treino da Marcha (Andar), treino de equilíbrio, exercícios aeróbicos (Corrida) e por fim o treino esportivo. Estes recursos não são contraindicados para o tratamento.

Para dar andamento a sua recuperação você deverá comparecer no Instituto de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Medicina de São Paulo numa frequência de 3 vezes por semana, durante quatro ou seis meses de acordo com o sorteio. Esta presença é fundamental para conseguir sucesso no tratamento após a cirurgia.

Os possíveis riscos envolvidos com sua participação são mínimos: 1) eventual dor de fraca intensidade e/ou desconforto decorrente das manobras articulares (ato de mover o joelho); 2) eventual distensão muscular ou câimbra fraca que pode ser ocasionada pelo procedimento de alongamento muscular. 3) Eventual inchaço da articulação do joelho após a cirurgia. Eventos decorrentes destes riscos serão minimizados por meio da seguinte providência: medicação analgésica intravenosa, durante todo o período de internação e após alta hospitalar acompanhamento com a equipe multidisciplinar para suprir as queixas.

**HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP**

O participante da pesquisa não terá benefícios diretos em participar desta pesquisa. Tais benefícios advirão da discussão e aplicação dos resultados obtidos nesta pesquisa em futuros pacientes que forem submetidos ao mesmo procedimento cirúrgico.

Todas as informações obtidas serão sigilosas (guardadas) e seu nome não será identificado em nenhum momento. Os dados serão guardados em local seguro e a divulgação dos resultados será feita de forma a não identificar os voluntários, somente em Revistas e Congressos especializados.

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é o Dr. Roberto Freire da Mota e Albuquerque que pode ser encontrado na Rua Dr. Ovídio Pires de Campos, 333 e no Telefone(s) 3069- 6908. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Ovídio Pires de Campos, 225 – 5º andar – tel: 3069-6416 ramais 16, 17, 18 ou 20, FAX: 3069-6442 ramal 26 – E-mail: cappesq@hcnet.usp.br

É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade de seu tratamento na Instituição.

Direito de confidencialidade – As informações obtidas serão analisadas em conjunto com outros pacientes, não sendo divulgada a identificação de nenhum paciente;

Direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais das pesquisas, quando em estudos abertos, ou de resultados que sejam do conhecimento dos pesquisadores.

Despesas e compensações: não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

**HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA
DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP**

O pesquisador deve utilizar os dados e o material coletado somente para esta pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo **“Um estudo comparativo entre dois protocolos fisioterapêuticos: convencional x acelerado nos pacientes submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior”**.

Eu discuti com o Fisioterapeuta José Carlos Alves Fabrício Júnior sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os objetivos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

Assinatura do paciente/representante legal Data ____ / ____ / ____

Assinatura da testemunha Data ____ / ____ / ____

para casos de pacientes menores de 18 anos, analfabetos, semianalfabetos ou portadores de deficiência auditiva ou visual.

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo.

Assinatura do responsável pelo estudo Data ____ / ____ / ____

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. COFFITO. Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional. Resolução nº 158, de 29 de novembro de 1994. Estabelece as atribuições legais e regimes ao fisioterapeuta e terapeuta ocupacional. Legislação da fisioterapia e da terapia ocupacional. Rio de Janeiro, n. 235, p. 19374, 13 dez. 1994. Secção 1. 1994.
2. O'sullivan SB, Schmitz TJ. Fisioterapia: avaliação e tratamento. 2. ed. São Paulo: Manole, 2004.
3. Andrews JR, Harrelson GL, Wilk KE. Reabilitação Física das Lesões Desportivas. 2 ed. Cap.10. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2000.
4. Thomson LC, Handoll HHG, Cunningham A, Shaw PC. Physiotherapist-led programmes and interventions for rehabilitation of anterior cruciate ligament, medial collateral ligament and meniscal injuries of the knee in adults. Cochrane Database Syst Rev. 2002;(2).
5. Butler DL, Noyes FR, Grood ES. Ligamentous restraints to anterior, posterior drawer in the human knee. A biomechanical study. J.Bone Joint Surg Am. 1980; 62(2):259-70.
6. Shelbourne KD, Nitz P. Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. J Orthop Sports Phys Ther. 1992; 15(6):256-64.
7. Wright RW, Preston E, Fleming BC, Andrish JT, Bergfeld JA, Dunn WR et al. A systematic review of anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation part II: open versus closed kinetic chain exercises, neuromuscular electrical stimulation, accelerated rehabilitation, and miscellaneous topics. J 2008 jul; 21(3):225-34.
8. Thiele E, Bittencourt L, Osiecki R, Montanholi AF, Hernandez SG, Nassif PAN et al. Protocolo de reabilitação acelerada após reconstrução de ligamento cruzado anterior - dados normativos. Rev. Col. Bras. Cir. 2009; 36(6): 504-508.
9. Kruse LM, Gray B, Wright RW. Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review. The Journal of Bone and Joint Surgery. 2012, 94 (19):1737-48.
10. Petersen W, Zantop T. Anatomy of the anterior cruciate ligament with regard to its two bundles. Clin Orthop Relat Res. 2007 Jan; 454:35-47.

11. Marshall JL, Monajem A. The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop Relat Res.* 1975 Jan-Feb;(106):216-31.
12. Norwood LA, Cruz MJ. Anterior cruciate ligament: functional anatomy of its bundles in rotatory instabilities. *Am J Sports Med.* 1979 Jan-Feb;7(1):23-6.
13. Gottlob CA, Baker CL, Pellissier JM, Colvin L. Cost effectiveness of anterior cruciate ligament reconstruction in young adults. *Clin Orthop Relat Res.* 1999;367:272-282.
14. Myasaka KC, Daniel D, Stone ML, Hirschmann P. The incidence of knee ligament injuries in the general population. *Am J Knee Surg.* 1991;4:3-7.
15. Barrack RL, Bruckner JD, Kneisl J, Inman WS, Alexander AH. The outcome of nonoperatively treated complete tears of the anterior cruciate ligament in active young adults. *Clin Orthop Relat Res.* 1990;259:192-199.
16. Grontvedt T, Engebretsen L, Benum P, Fasting O, Molster A, Strand T. A prospective, randomized study of three operations for acute rupture of the anterior cruciate ligament: five-year follow-up of one hundred and thirty-one patients. *J Bone Joint Surg Am.* 1996;78(2):159-168.
17. Fujii K, Yamagishi T, Nagafuchi T, Tsuji M, Kuboki Y. Biochemical properties of collagen from ligaments and periarticular tendons of the human knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1994;2(4): 229-233.
18. Rumian AP, Wallace AL, Birch HL. Tendons and ligaments are anatomically distinct but overlap in molecular and morphological features a comparative study in an ovine model. *J Orthop Res.* 2007;25(4):458-464.
19. Amiel D, Kleiner JB, Roux RD, Harwood FL, Akeson WH. The phenomenon of "ligamentization": anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon. *J Orthop Res.* 1986;4(2):162-172.
20. Spindler KP, Andrish JT, Miller RR, Tsujimoto K, Diz DI. Distribution of cellular repopulation and collagen synthesis in a canine anterior cruciate ligament autograft. *J Orthop Res.* 1996;14(3):384-389.
21. Drez DJ Jr, DeLee J, Holden JP, Arnoczky S, Noyes FR, Roberts TS. Anterior cruciate ligament reconstruction using bone-patellar tendon-bone allografts: a biological and biomechanical evaluation in goats. *Am J Sports Med.* 1991;19(3):256-263.

22. Papageorgiou CD, Ma CB, Abramowitch SD, Clineff TD, Woo SL. A multidisciplinary study of the healing of an intraarticular anterior cruciate ligament graft in a goat model. *Am J Sports Med.* 2001;29(5):620-626.
23. Bosch U, Kasperczyk WJ. Healing of the patellar tendon autograft after posterior cruciate ligament reconstruction—a process of ligamentization? An experimental study in a sheep model. *Am J Sports Med.* 1992;20(5):558-566.
24. Goradia VK, Rochat MC, Kida M, Grana WA. Natural history of a hamstring tendon autograft used for anterior cruciate ligament reconstruction in a sheep model. *Am J Sports Med.* 2000;28(1):40-46.
25. Scheffler SU, Unterhauser FN, Weiler A. Graft remodeling and ligamentization after cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16(9):834-842.
26. Howell SM, Knox KE, Farley TE, Taylor MA. Revascularization of a human anterior cruciate ligament graft during the first two years of implantation. *Am J Sports Med.* 1995;23(1):42-49.
27. Abe S, Kurosaka M, Iguchi T, Yoshiya S, Hirohata K. Light and electron microscopic study of remodeling and maturation process in autogenous graft for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 1993;9(4):394-405.
28. Falconiero RP, Distefano VJ, Cook TM. Revascularization and ligamentization of autogenous anterior cruciate ligament grafts in humans. *Arthroscopy.* 1998;14(2):197-205.
29. Steven C, Peter V, Ramses F, Johan B. The "Ligamentization" Process in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: What Happens to the Human Graft? A Systematic Review of the Literature. *AM J Sports Med* 2011 39: 2476.
30. Rougraff B, Shelbourne KD, Gerth PK, Warner J. Arthroscopic and histologic analysis of human patellar tendon autografts used for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 1993;21(2):277-284.
31. Sanchez M, Anitua E, Azofra J, Prado R, Muruzabal F, Andia I. Ligamentization of tendon grafts treated with an endogenous preparation rich in growth factors: gross morphology and histology. *Arthroscopy.* 2010;26(4):470-480.
32. Beynnon BD¹, Good L, Risberg MA. The effect of bracing on proprioception of knees with anterior cruciate ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2002 Jan;32(1):11-5.
33. Shelbourne KD, Davis TJ. Evaluation of Knee Stability Before and After Participation in a Functional Sports Agility Program During

- Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *The American journal of sports medicine*, Vol. 27, No. 2, 1999.
34. Ekstrand J. Six Versus Eight Months of Rehabilitation After Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament: A Prospective Randomized Study on Soccer Players. *Science and Football*. 1990; 3:31–36.
 35. Howell SM, Taylor MA. Brace-free rehabilitation, with early return to activity, for knees reconstructed with a double-looped semitendinosus and gracilis graft. *J Bone Joint Surg Am*. 1996 Jun;78(6):814-25.
 36. Beynnon BD, Uh BS, Johnson RJ, Abate JA, Nichols CE, Fleming BC, Poole AR, Roos H. Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, double-blind comparison of programs administered over 2 different time intervals. *Am J Sports Med*. 2005; 33(3):347–359.
 37. Vadalà A, Iorio R, De Carli A, Argento G, Di Sanzo V, Conteduca F et al. The effect of accelerated, brace free, rehabilitation on bone tunnel enlargement after ACL reconstruction using hamstring tendons: a CT study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2007 Apr;15(4):365-71.
 38. Gerber JP, Marcus RL, Dibble LE, Greis PE, Burks RT, Lastayo PC. Safety, feasibility, and efficacy of negative work exercise via eccentric muscle activity following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2007 Jan;37(1):10-8.
 39. Gerber JP, Marcus RL, Dibble LE, Greis PE, Burks RT, LaStayo PC. 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. *Phys Ther*. 2009 Jan;89(1):51-9.
 40. Shaw T, Williams MT, Chipchase LS. Do early quadriceps exercises affect the outcome of ACL reconstruction? A randomised controlled trial. *Australian Journal of Physiotherapy*. 2005; 51:9-17.
 41. Karasel S, Akpınar B, Gülbahar S, Baydar M, El O, Pinar H, Tatari H et al. Clinical and functional outcomes and proprioception after a modified accelerated rehabilitation program following anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2010;44(3):220-8.
 42. Sekir U, Gur H, and Akova B. Early Versus Late Start of Isokinetic Hamstring-Strengthening Exercise After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Patellar Tendon Graft. *Am J Sports Med* 2010 38: 492.
 43. Beynnon DB, Johnson RJ, Naud S, Fleming BC, Abate JA, Brattbakk B et al. Stereophotogrammetric Analysis A Prospective, Randomized,

- Double-Blind Investigation Evaluating Knee Joint Laxity Using Roentgen. *Am J Sports Med* 2011 39: 2536.
44. Kruse L.M., Gray B, Wright R.W. Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction A Systematic Review. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94:1737-48.
 45. Greve JMD, Terreri AST, Plapler PG. Avaliação do torque isocinético flexor e extensor do tronco em atletas e sedentários normais. *Rev Hosp Clin Fac Med S Paulo* 1997;52:154-7.
 46. Terreri AS, Ambrósio MA, Pedrinelli A, Albuquerque RFM, Andrusaitis F, Greve JMD, Carazzato JG, Amatuzzi MM. Isokinetic assessment of the flexor-extensor balance in athletes with total rupture of the anterior cruciate ligament. *Rev Hosp Clin Fac Med S Paulo* 1999;54:53-60.
 47. Puhl W, Noack W, Scharf HP, Sedunko F. Isokinetisches Muskeltraining in Sport und Rehabilitation. *Perimed Fachbuch – Verlagsgesellschaft mbH. Erlangen, 1988.*
 48. Rosene, JM; Fogarty, TD. - Anterior Tibial Translation in Collegiate Athletes with Normal Anterior Cruciate Ligament Integrity. *J Athl Train* (1999); 34(2):93-98.
 49. Buchanan, PA; Vardaxis, VG. - Sex-related and Age-related Differences in Knee Strength of Basketball Players Ages 11-17 Years. *J Athl Train* (2003); 38(3): 231-237.
 50. Magalhães, J; Oliveira, J; Ascensão, A; Soares, J. – Concentric quadriceps and hamstrings isokinetic strength in volleyball and soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* (2004); 44:119-25.
 51. Coombs, R; Garbutt, G. - Developments in the use of the hamstring/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. *J Sports Sci & Med* (2002); 1:56-62.
 52. Rahnama N; Lees A; Bambaecichi E. - A comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players. *Ergonomics* (2005); 48(11-14):1568- 75.
 53. Hole CD; Smith GH; Hammond J; Kumar A; Saxton J; Cochrane T. Dynamic control and conventional ratios of the quadriceps and hamstrings in subjects with anterior cruciate ligament deficiency. *Ergonomics* (2000); 43(10):1603-9.
 54. Pua HY, Bryant AL, Steele JR, Newton RU, Wrigley TV. Isokinetic Dynamometry in Anterior Cruciate Ligament Injury and Reconstruction. *Ann Acad Med Singapore* 2008;37:330-40.
 55. Johnson DS, Smith RB. Outcome measurement in the lca deficient kenee whats the score? *Knee.* 2001 8(1):51-7.

56. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin. Orthop Relat Res* 1985 (198) :43-9.
57. Lee DY, Karim SA, Chang HC. Return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction- a review of patients with minimum 5-year follow-up. *Ann Acad Med Singapore*. 2008 37(4): 273-8.
58. Irrgang JJ, Ho, H, Harner CD, Fu FF. Use of the International Knee Documentation Committee Guidelines to assess outcome following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 1998;6(2):107-114.
59. Paterno MV, Myer GD, Ford KR, Hewett TE. Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2004; 34(6):305–316.
60. Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of the knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sport Med*. 1982; 10:150-3.
61. Wojtys EM, Carpenter JE. Instrumented knee laxity. In: Fu FH, Harner CD, Vince KG. *Knee surgery*. Baltimore: Williams & Wilkins, 1994.v.1, cap13.
62. Ageberg E, Zatterstrom R, Moritz U. Stabilometry and one-leg hop test have high test-retest reliability. *Scand J Med Sci Sports*. 1998 Aug;8(4):198-202.
63. Myer GD, Ford KR, Khoury J, Succop P, Hewett TE. Biomechanics laboratory-based prediction algorithm to identify female athletes with high knee loads that increase risk of ACL injury. *Br J Sports Med*. 2010; 45(4):245–252.
64. Taves DR. Minimization: a new method of assigning patients to treatment and control groups. *Clin Pharmacol Ther*. 1974;15(5):443-453.
65. Haynes BR, Sackett DL, Guyatt GH, Tugwell P. *Epidemiologia Clinica: como realizar pesquisa clinica na prática*. 3 ed; tradução Paulo César RPM, Lucia Campos P. Porto Alegre: Artmed, 2008.
66. Sackett DL, Rosenberg WMC, Gray MJA, Haynes BR, Richardson SW. Evidence based medicine: what it is and what it isn't. *BMJ*1996;312:71
67. Kang M; Ragan BG, Park JH. Issues in Outcomes Research: An Overview of Randomization Techniques for Clinical Trials *Journal of Athletic Training* 2008;43(2):215–22.
68. Beynon BD, Fleming BC. Anterior cruciate ligament strain in-vivo: a review of previous work. *J Biomech*. 1998;31(6):519-525.

69. Beynnon BD, Johnson RJ, Fleming BC, et al. The strain behavior of the anterior cruciate ligament during squatting and active flexion/extension: a comparison of open and closed kinetic chain exercises. *Am J Sports Med.* 1997;25(6):823-829.
70. Metsavaht L, Leporace G, Riberto M, de Mello Sposito MM, Batista LA. Translation and cross-cultural adaptation of the Brazilian version of the International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form: validity and reproducibility. *Am J Sports Med.* 2010 Sep;38(9):1894-9.
71. Annette Heijne; Suzanne Werner. 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 Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2007) 15:402–414.
72. Isberg J, Faxen E, Brandsson S, Eriksson BI, Karrholm J, Karlsson J. Early active extension after anterior cruciate ligament reconstruction does not result in increase laxity of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14:1108-1115.
73. Kvist J, Gillquist J. Sagittal plane knee translation and electromyographic activity during closed and open kinetic chain exercises in anterior cruciate ligament-deficient patients and control subjects. *Am J Sports Med.* 2001;29(1):72-82.
74. Ireland ML. Anterior cruciate ligament injury in female athletes: epidemiology. *J Athl Train.* 1999;34(2):150-154.
75. Beynnon BD, Fleming BC, Johnson RJ, Nichols CE, Renstrom PA, Pope MH. Anterior cruciate ligament strain behavior during rehabilitation exercises in vivo. *Am J Sports Med.* 1995;23(1):24-34.
76. Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, Barrentine SW, Wilk KE, Andrews JR. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30(4):556-569.
77. Escamilla RF, Macleod TD, Wilk KE, Paulos L, Andrews JR. Anterior cruciate ligament strain and tensile forces for weight-bearing and non-weight-bearing exercises: a guide to exercise selection. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012;42(3):208-220.
78. Fleming BC, Oksendahl H, Beynnon BD. Open- or closed-kinetic chain exercises after anterior cruciate ligament reconstruction? *Exerc Sport Sci Rev.* 2005;33(3):134-140.
79. Hensler D, Van Eck CF, Fu FH, Irrgang JJ. Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction utilizing the double-bundle technique. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012;42(3):184-195.
80. Ntoulia A, Papadopoulou F, Ristanis S, Argyropoulou M, Georgoulis AD. Revascularization process of the bone– patellar tendon–bone

- autograft evaluated by contrast-enhanced magnetic resonance imaging 6 and 12 months after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* (2011) 39:1478–1486.
81. Scheffler SU, Unterhauser FN, Weiler A. Graft remodeling and ligamentization after cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2008) 16:834–842.
 82. Papageorgiou CD, Ma CB, Abramowitch SD, Clineff TD, Woo SL. A multidisciplinary study of the healing of an intraarticular anterior cruciate ligament graft in a goat model. *Am J Sports Med* (2011) 29:620–626.
 83. Yong Ma, Christopher D, Murawski Amir, Ata Rahnemai-Azar, Catherine Maldjian, Andrew D. Lynch, Freddie H. Fu. Graft maturity of the reconstructed anterior cruciate ligament 6 months postoperatively: a magnetic resonance imaging evaluation of quadriceps tendon with bone block and hamstring tendon autografts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015 Mar;23(3):661-8.
 84. Unterhauser FN, Bail HJ, Höher J, Haas NP, Weiler A. Endoligamentous revascularization of an anterior cruciate ligament graft. *Clin Orthop Relat Res* (2003) Sep 414:276–288.
 85. Laura C. Schmitt, Mark V. Paterno, Timothy E. Hewett. The Impact of Quadriceps Femoris Strength Asymmetry on Functional Performance at Return to Sport Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* 2012;42(9):750-759.
 86. Decker MJ, Torry MR, Noonan TJ, Riviere A, Sterett WI. Landing adaptations after ACL reconstruction. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34:1408-1413.
 87. Keays SL, Bullock-Saxton JE, Newcombe P, Keays AC. The relationship between knee strength and functional stability before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Res*. 2003;21:231-237.
 88. Petschnig R, Baron R, Albrecht M. The relationship between isokinetic quadriceps strength test and hop tests for distance and one-legged vertical jump test following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1998;28:23-31.
 89. Wojtys EM, Huston LJ. Longitudinal effects of anterior cruciate ligament injury and patellar tendon autograft reconstruction on neuromuscular performance. *Am J Sports Med*. 2000;28:336-344.
 90. Eitzen I, Moksnes H, Snyder-Mackler L, Risberg MA. A progressive 5-week exercise therapy program leads to significant improvement in knee function early after anterior cruciate ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010;40:705-721.

91. Liu-Ambrose T, Taunton JE, MacIntyre D, McConkey P, Khan KM. The effects of proprioceptive or strength training on the neuromuscular function of the ACL reconstructed knee: a randomized clinical trial. *Scand J Med Sci Sports*. 2003;13:115-123.
92. Wilk KE, Romaniello WT, Soscia SM, Arrigo CA, Andrews JR. The relationship between subjective knee scores, isokinetic testing, and functional testing in the ACL-reconstructed knee. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1994;20:60-73.
93. Fukuda TY, Fingerhut D, Moreira VC, Camarini PM, Scodeller NF, Duarte A Jr, Martinelli M, Bryk FF. Open kinetic chain exercises in a restricted range of motion after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled clinical trial. *Am J Sports Med*. 2013 Apr;41(4):788-94.
94. Manske RC, Prohaska D, Lucas B. Recent Advances following anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation perspectives: Critical reviews in rehabilitation medicine. *Curr Rev Musculoskelet Med* (2012) 5:59–71.
95. Hurd WJ, Axe MJ, Snyder-Mackler L. A 10-year prospective trial of a patient management algorithm and screening examination for highly active individuals with anterior cruciate ligament injury: Part 2, determinants of dynamic knee stability. *Am J Sports Med* 2008;36:48-56.
96. Herrington L, Fowler E. A systematic literature review to investigate if we identify those patients who can cope with anterior cruciate ligament deficiency. *Knee* 2006; 13:260-5.
97. Fitzgerald GK, Axe MJ, Snyder-Mackler L. A decisionmaking scheme for returning patients to high-level activity with nonoperative treatment after anterior cruciate ligament rupture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000;8:76-82.
98. Clark NC. Functional performance testing following knee ligament injury. *Phys Ther Sport* 2001;2:91-105.
99. Augustsson J, Thomeé R, Karlsson J. Ability of a new hop test to determine functional deficits after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2004;12:350-6.
100. Abdala RJ, Monteiro DA, Dias L, Correia DM, Cohen M, Forgas A. Comparação entre os resultados obtidos na reconstrução do ligamento cruzado anterior do joelho utilizando dois tipos de enxertos autólogos: tendão patelar versus semitendíneo e grácil. *Revista Brasileira de Ortopedia*. 2009;44(3):204-7.
101. Hofbauer M, Muller B, Murawski CD, van Eck CF, Fu FH (2014) The concept of individualized anatomic anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 22:979–986.

102. Bynum EB, Barrack RL, Alexander AH. Open versus closed kinetic chain exercises after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 1995;23:401-406.
103. Hooper DM, Morrissey MC, Drechsler W, Morrissey D, King J. Open and closed kinetic chain exercises in the early period after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2001;29: 167-174.
104. Mikkelsen C, Werner S, Eriksson E. 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 Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000;8:337-342.
105. Morrissey MC, Hudson ZL, Drechsler WI, et al. Effects of open versus closed kinetic chain training on knee laxity in the early period after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000;8:343-348.
106. Gobbi A, Francisco R. Factors affecting return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon and hamstring graft: a prospective clinical investigation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2006) 14: 1021–1028.
107. Lee DY, Karim SA, Chang HC. Return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction - a review of patients with minimum 5-year follow-up. *Ann Acad Med Singapore.* 2008 Apr;37(4):273-8.
108. Logerstedt D, Di Stasi S, Grindem H, Lynch A, Eitzen I, Engebretsen L, et al. Self-reported knee function can identify athletes who fail return-to-activity criteria up to 1 year after anterior cruciate ligament reconstruction: a delaware-oslo ACL cohort study. *J Orthop Sports PhysTher.* 2014 Dec;44(12):914-23.
109. Stieven-Filho, Edmar et al. Estudo anatômico das duas bandas do ligamento cruzado anterior com o joelho em 90° de flexão. *Rev. Col. Bras. Cir.* [online]. 2011, vol.38, n.5, pp. 338-342.