

CLÁUDIA SILVEIRA LIMA

**IMPLICAÇÕES DA PRÁTICA DE EXERCÍCIOS EM
CADEIA CINÉTICA ABERTA E FECHADA NA
REABILITAÇÃO DO JOELHO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano - ESEF/UFRGS, como requisito à obtenção do Grau de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Professor Orientador: Dr. ANTONIO CARLOS STRINGHINI GUIMARÃES

PORTO ALEGRE
Julho, 1999

A conclusão deste trabalho reflete compreensão, carinho e acima de tudo amor,
de pessoas muito importantes para as quais eu dedico este trabalho:
Carlos e Yara, meus pais; Mauro e Dani, meus irmãos
e principalmente ao Jorge, meu marido.

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação é o resultado final do esforço de várias pessoas. Pessoas que abriram mão do seu tempo, das suas prioridades e que não mediram sacrifícios para que se pudesse chegar ao trabalho final.

A maioria dessas pessoas não terá o seu nome em destaque na capa desta Dissertação, apesar da sua participação ter sido imprescindível para a consecução da mesma. Por essa razão, nesta parte do trabalho, quero expressar os meus sinceros agradecimentos a todos que, direta ou indiretamente, ajudaram para que este projeto se concretizasse e, em especial:

Ao Professor Orientador Antonio Carlos Stringhini Guimarães pela amizade, estímulo, paciência e pelo apoio em todos os momentos que foram fundamentais para que este trabalho se concretizasse.

Ao colega Francisco Karam que se tornou um grande amigo, por ter acreditado na proposta deste trabalho e ter confiado seus pacientes para participar de forma efetiva desta pesquisa.

Ao Professor Rogério Menegassi pelo apoio, pela parceria num momento importante, onde além de ceder o espaço em sua academia, incentivou e colaborou para que seus alunos participassem como sujeitos da pesquisa.

Aos pacientes, que foram pessoas surpreendentes, pela dedicação, responsabilidade e acima de tudo pela confiança.

Aos alunos da Academia Atlética Companhia de Ginástica, parentes e amigos que abriram mão do seu tempo, sem medir esforços, com a única intenção de ajudar na concretização de um ideal; pela responsabilidade, dedicação e carinho.

Ao Professor Marco Aurélio Vaz amigo e grande incentivador, pela acessória sempre presente independente de horário ou dificuldades para à consecução do trabalho.

Aos Professores Adroaldo Gaya e Marcelo Cardoso pelo auxílio com a análise dos resultados.

Ao bolsista Leandro de Pádua Martini pela parceria e grande contribuição durante as etapas de realização desta dissertação.

À colega Cintia Freitas pela incansável disponibilidade e dedicação que foram de extrema importância durante este período.

Aos bolsistas Cláudia, Marcelo, Vanessa, Fabio, Fabiana, Roberto e Eduardo pelo auxílio oferecido sempre que preciso.

Ao setor de ortopedia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre pelo empréstimo do aparelho *Stryker Knee Laxity Tester*.

Aos Professores do curso de mestrado pelos sólidos conhecimentos repassados no decorrer de todo o curso.

Aos demais Colegas e Funcionários do Pós-graduação e da ESEF, pelo apoio durante todo curso.

Aos meus familiares e amigos pelo constante apoio.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	7
LISTA DE FIGURAS.....	9
RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	15
1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 INTRODUÇÃO AO PROBLEMA.....	15
1.2 PROBLEMA	19
1.3 JUSTIFICATIVA	20
1.4 OBJETIVOS.....	21
1.4.1 Objetivo Geral.....	21
1.4.2 Objetivos Específicos	21
1.5 HIPÓTESES.....	22
2. CADEIA CINÉTICA ABERTA (CCA) E CADEIA CINÉTICA FECHADA (CCF): BASES E APLICAÇÕES.....	23
2.1 DIFERENÇAS CONCEITUAIS ENTRE CADEIA CINÉTICA ABERTA E CADEIA CINÉTICA FECHADA	23
2.2 ARTIGOS REFERENTES À PESQUISAS DE CCA E CCF	26
3. MÉTODO	38
3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	38
3.2 AMOSTRA	39
3.3 PROCEDIMENTOS.....	40
<u>3.3.1 Teste</u>	40

3.3.2 Tratamento	45
3.3.2.1 Equiparação de Cargas.....	50
3.3.3 Reteste	59
3.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	59
4. RESULTADOS	61
4.1 EFEITOS DOS PROCEDIMENTOS EM CCA E CCF	61
4.1.1 CADEIA CINÉTICA ABERTA (CCA)	62
4.1.1.1 Deslocamento Tibial Anterior (DTA).....	62
4.1.1.2 Perimetria.....	63
4.1.1.3 Torque Muscular.....	64
4.1.2 CADEIA CINÉTICA FECHADA (CCF)	68
4.1.2.1 Deslocamento Tibial Anterior (DTA).....	68
4.1.2.2 Perimetria.....	69
4.1.2.3 Torque Muscular:.....	70
4.2 COMPARAÇÕES ENTRE CCA E CCF	73
4.2.1 Comparação entre o Teste CCA e o Teste CCF.....	73
4.2.2 Comparação entre o Reteste CCA e o Reteste CCF.....	74
5. DISCUSSÃO	77
5.1 DESLOCAMENTO TIBIAL ANTERIOR	77
5.2 PERIMETRIA	81
5.3 TORQUE MUSCULAR	84
5.4 CONSIDERAÇÕES GERAIS	88
6. CONCLUSÕES	90
6.1 SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS	92
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
8. ANEXOS	100
8.1 ANEXO 1 – Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa da UFRGS	101
8.2 ANEXO 2 – Termo de Consentimento do Paciente	102
8.3 ANEXO 3 – Ilustrações dos alongamentos utilizados no tratamento	104
8.4 ANEXO 4 – Tabela com dados iniciais	105
8.5 ANEXO 5 – Tabela com dados após um mês	106
8.6 ANEXO 6 – Tabela com dados após dois meses	107
8.7 ANEXO 7 – Tabela com dados finais	108

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Desenho Experimental.....	39
TABELA 2. Média (X) e desvio padrão (DP) de idade, peso e altura de cada grupo.	40
TABELA 3. Protocolo de exercícios em CCA.	47
TABELA 4. Protocolo de exercícios em CCF.....	49
TABELA 5. Média (X) e desvio padrão (DP) das quatro medidas de perimetria no início e ao final do tratamento no grupo com LCA normal em CCA.....	63
TABELA 6. Média (X) e desvio padrão (DP) das quatro medidas de perimetria no início e ao final do tratamento no grupo de pós operatório de LCA em CCA.....	64
TABELA 7. Média (X) e desvio padrão (DP) dos valores das quatro medidas de perimetria no início e ao final do tratamento no grupo com LCA normal em CCF.	69
TABELA 8. Média (X) e desvio padrão (DP) dos valores das quatro medidas de perimetria no início e ao final do tratamento no grupo de pós operatório de LCA em CCF.....	70
TABELA 9. Média (X) e desvio padrão (DP), antes do início do tratamento, de todas as variáveis estudadas nos grupos com LCA normal.....	73

TABELA 10. Média (X) e desvio padrão (DP), antes do início do tratamento, de todas as variáveis estudadas nos grupos de pós operatório de LCA.....	74
TABELA 11. Média (X) e desvio padrão (DP), após o término do tratamento, de todas as variáveis estudadas nos grupos com LCA normal.....	75
TABELA 12. Média (X) e desvio padrão (DP), após o término do tratamento, de todas as variáveis estudadas nos grupos de pós operatório de LCA.....	76

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Equiparação de Cargas entre extensão do joelho e agachamento proposta por Yack, Collins e Whieldon (1993)	28
FIGURA 2. Forma de execução do teste de DTA através do <i>Stryker Knee Laxity Tester</i>	41
FIGURA 3. Execução das medidas de perimetria da coxa.	42
FIGURA 4. Demonstração do posicionamento do paciente no aparelho CYBEX NORM.....	43
FIGURA 5. Demonstração do posicionamento nas mesas extensoras de joelho e quadril.....	47
FIGURA 6. Demonstração do posicionamento durante a execução do agachamento.....	48
FIGURA 7. Ilustração da variação do momento flexor externo do joelho na CCA com o momento flexor externo do joelho na CCF: 1) d_{R1} = distância do centro articular do joelho ao centro de massa dos segmentos envolvidos ou da sobrecarga, no início do movimento; 2) d_{R2} = distância do centro articular do joelho ao centro de massa dos segmentos envolvidos ou da sobrecarga, no	

final do movimento; 3) P = peso dos segmentos envolvidos ou da sobrecarga;
4) 1 = posição inicial e 5) 2 = posição final..... 51

FIGURA 8. Ilustração da variação do momento flexor externo do quadril na CCA com o momento flexor externo do quadril na CCF: 1) d_{R1} = distância do centro articular do joelho ao centro de massa dos segmentos envolvidos ou da sobrecarga, no início do movimento; 2) d_{R2} = distância do centro articular do joelho ao centro de massa dos segmentos envolvidos ou da sobrecarga, no final do movimento; 3) P = peso dos segmentos envolvidos ou da sobrecarga;
4) 1 = posição inicial e 5) 2 = posição final..... 53

FIGURA 9. Modificação das mesas extensoras convencionais para que o torque flexor externo máximo seja produzido em situação semelhante ao agachamento no que se refere ao comprimento muscular..... 54

FIGURA 10. Gráfico com a média e o desvio padrão do DTA no teste e reteste no grupo de LCA normal em CCA. O * representa diferença significativa no mesmo grupo do teste para o reteste..... 62

FIGURA 11. Gráfico com a média e o desvio padrão do DTA no teste e reteste no grupo de pós operatório de LCA em CCA. O * representa diferença significativa no mesmo grupo do teste para o reteste..... 62

FIGURA 12. Gráfico ilustrando a curva torque-posição dos extensores e flexores do joelho de um indivíduo, utilizado para obtenção do torque máximo. Zero graus corresponde a extensão máxima do joelho e o ângulo vai aumentando a medida que o joelho flexiona. 65

FIGURA 13. Gráfico com a média e desvio padrão dos torques de extensores do joelho no grupo de LCA normal em CCA. O * representa diferença significativa no mesmo grupo do teste para o reteste..... 66

FIGURA 14. Gráfico com a média e desvio padrão dos torques de extensores do joelho no grupo de pós operatório de LCA em CCA. O * representa diferença significativa no mesmo grupo do teste para o reteste.....	66
FIGURA 15. Gráfico com a média e o desvio padrão dos torques dos flexores do joelho no grupo de LCA normal em CCA. O * representa diferença significativa no mesmo grupo do teste para o reteste.....	67
FIGURA 16. Gráfico com a média e desvio padrão dos torques dos flexores do joelho no grupo de pós operatório de LCA em CCA. O * representa diferença significativa no mesmo grupo do teste para o reteste.....	67
FIGURA 17. Gráfico com a média e o desvio padrão do DTA no teste e reteste no grupo de LCA normal em CCF. O * representa diferença significativa no mesmo grupo do teste para o reteste.....	68
FIGURA 18. Gráfico com a média e o desvio padrão do DTA no teste e reteste no grupo de pós operatório de LCA em CCF. O * representa diferença significativa no mesmo grupo do teste para o reteste.....	68
FIGURA 19. Gráfico com a média e desvio padrão dos torques de extensores do joelho no grupo de LCA normal em CCF. O * representa diferença significativa no mesmo grupo do teste para o reteste.....	71
FIGURA 20. Gráfico com os valores médios e desvio padrão dos torques de extensores do joelho no grupo de pós operatório de LCA em CCF. O * representa diferença significativa no mesmo grupo do teste para o reteste.....	71
FIGURA 21. Gráfico com a média e o desvio padrão dos torques de flexores do joelho no grupo de LCA normal em CCF. O * representa diferença significativa no mesmo grupo do teste para o reteste.....	72

FIGURA 22. Gráfico com a média e desvio padrão dos torques de flexores do joelho no grupo de pós operatório de LCA em CCF. O * representa diferença significativa no mesmo grupo do teste para o reteste.....72

RESUMO

IMPLICAÇÕES DA PRÁTICA DE EXERCÍCIOS EM CADEIA CINÉTICA ABERTA E FECHADA

Cláudia Silveira Lima e Antônio Carlos Guimarães

Exercícios em cadeia cinética aberta e cadeia cinética fechada tem sido propostos para a reabilitação no pós operatório de reconstrução do ligamento cruzado anterior. Não há consenso na literatura de qual o tipo de exercício é mais apropriado e ao mesmo tempo seguro, não pondo em risco o procedimento cirúrgico. O propósito deste estudo foi verificar os efeitos de programas de exercícios em cadeia cinética aberta e fechada em relação ao deslocamento tibial anterior, perimetria da coxa e torque muscular dos extensores e flexores do joelho de indivíduos em pós operatório de reconstrução do ligamento cruzado anterior e de indivíduos normais. Vinte e seis sujeitos (idade: 18-50 anos; sexo: masculino e feminino) foram divididos em quatro grupos. Dez indivíduos submetidos à cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior foram divididos em dois grupos (n=5): um para programa de reabilitação em cadeia cinética aberta e o outro em cadeia cinética fechada. Os outros dezesseis indivíduos sem lesão de ligamento cruzado anterior foram divididos (n=8) da mesma forma que os grupos anteriores. Para a análise do deslocamento tibial anterior foi realizado o teste de Lachman, através do *Stryker Knee Laxity Tester*. A medida da perimetria da coxa foi realizada a 5cm, 10cm, 15cm e 20cm acima da borda superior da patela. O torque produzido pelos extensores e flexores do joelho foram determinados através do dinamômetro isocinético *CYBEX Norm*. Todos os grupos realizaram três sessões por semana de exercícios em cadeia cinética aberta ou fechada conforme o seu grupo correspondente, durante 12 (doze) semanas. Os resultados obtidos dos dados do teste quando foram comparados aos dados do reteste mostraram que: (1) no deslocamento tibial anterior não houve diferença significativa em nenhum dos grupos estudados; (2) na perimetria os grupos de ligamento cruzado anterior normal não apresentaram diferenças significativas nos seus valores e nos grupos de pós operatório de ligamento cruzado anterior houve aumento significativo em algumas medidas, mas só no grupo de cadeia cinética fechada que se evidenciou o efeito do treinamento; (3) todos os grupos, com exceção do ligamento cruzado anterior normal em cadeia cinética aberta apresentaram diferenças significativas para o torque dos extensores e flexores do joelho. Ao comparar os efeitos dos exercícios em cadeia cinética aberta com os em cadeia cinética fechada não encontrou-se diferenças significativas entre os grupos. Os resultados desta investigação sugerem que os efeitos produzidos pelos exercícios em cadeia cinética aberta e em cadeia cinética fechada são similares para as três variáveis estudadas.

Palavras Chaves: cadeia cinética, deslocamento tibial anterior, ligamento cruzado anterior.

ABSTRACT

EFFECTS OF OPEN AND CLOSED KINETIC CHAIN EXERCISES

Cláudia Silveira Lima e Antônio Carlos Guimarães

Open kinetic chain and closed kinetic chain exercise have been proposed for the rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. There is no agreement in the literature, however, which method produces better results. The purpose of this study was to verify the effects of exercise programs using these two methods, specifically with respect to the anterior tibial displacement, thigh perimeter and the torque of the knee extensor and flexor muscles of healthy subjects and patients with anterior cruciate ligament reconstruction. Twenty six subjects (age: 18-50; gender: male and female) were assigned to into four groups. Ten subjects had anterior cruciate ligament reconstruction (patient group) and were divided in two groups (n = 5): one for the open kinetic chain rehabilitation program, and one for the closed kinetic chain program. The remaining sixteen subjects (healthy group) were assigned (n = 8) to the same groups as the patients. Anterior tibial displacement was assessed using a the Stryker Knee Laxity Tester; trofism was measured by means of limb circumference at four distinct levels and the knee extensor and flexor moments were obtained with the Cybex NORM isokinetic dynamometer. All groups performed three sessions per week of open or closed kinetic chain exercise, for 12 weeks. The results obtained when the data recorded for the test were compared with the data obtained for the retest showed: (1) no significant difference for the anterior tibial displacement, for all groups; (2) no significant difference for trofism for the healthy group for both open and closed kinetic chain. For the two groups of patients significant differences were observed in some measurements, although the effects of training were observed only for the closed kinetic chain; (3) all but the open kinetic chain, healthy groups, showed significant differences for the torque of the knee extensor and flexor muscles. When the results obtained for the open kinetic chain were compared with the results obtained for the closed kinetic chain no significant differences were found. The findings of this investigation suggest the effects produced by open kinetic chain and closed kinetic chain are similar for the three variables studied.

Keywords: kinetic chain, anterior tibial displacement, anterior cruciate ligament.

1. INTRODUÇÃO

1.1 INTRODUÇÃO AO PROBLEMA

Lesões do ligamento cruzado anterior (LCA) tem sido cada vez mais discutidas na literatura específica (Bynum, Barrack e Alexander, 1995; Papler, 1995; Rodrigues, 1993; Yack, Collins e Whieldon, 1993; Howell, 1993; White, 1993; Graham, Gehlsen e Edwards, 1993; Palmitier, An, Scott e Chao, 1991; Anderson e Lipscomb, 1989; Silfverskiold, Steadman, Higgins, Hagerman e Atkins, 1988; Renström, Arms Stanwyck, Johnson e Pope, 1986 e Arms; Renström e Stanwyck, 1985) por ser este ligamento altamente suscetível à rupturas, o que, freqüentemente requer um procedimento cirúrgico. Uma vez rompido o LCA surgem uma série de problemas e decisões a serem tomadas que vão desde o procedimento cirúrgico a ser adotado até o programa de reabilitação.

Discussões sobre a eficácia do tratamento conservador comparada a do tratamento cirúrgico, bem como discussões sobre a adequação de diferentes técnicas cirúrgicas foram foco de pesquisas anteriores e, atualmente, existem teorias bem sedimentadas relacionadas com estes aspectos (Plapler, 1995; Rezende, Filho,

Saragiotto, Kokron, Sotto, Camanho e Hernandez, 1995; Filho, Navarro, Ajzen, Battlehner e Montes, 1995; Rodrigues, 1993; Palmitier, An, Scott e Chao, 1991; Filho, Sakamoto, Avellaneda, 1990 e Silfverskiold, Steadman, Higgins, Hagerman e Atkins, 1988).

Atualmente, as divergências e preocupações estão mais voltadas para o protocolo de reabilitação das lesões de LCA (Bynum, Barrack e Alexander, 1995; Plapler, 1995; Yack, Collins e Whieldon, 1993; Howell, 1993; White, 1993; Palmitier, An, Scott e Chao, 1991; Anderson e Lipscomb, 1989 e Silfverskiold, Steadman, Higgins, Hagerman e Atkins, 1988).

O sucesso de uma reconstrução do LCA extrapola o ato cirúrgico, e depende também dos procedimentos utilizados na reabilitação pós-operatória (Yasuda e Sasaki, 1987; Rivera, 1994 e De Carlo, Shelbourne, McCarroll e Retting, 1992), pois a estabilidade articular do joelho depende de estruturas músculo-ligamentares. A ênfase atual de um programa de reabilitação do joelho é permitir ao indivíduo o retorno as suas atividades o mais breve possível; evitando, com isto, os efeitos nocivos decorrentes da imobilização (Yasuda e Sasaki, 1987).

Dentro desta perspectiva protocolos acelerados de reabilitação tem sido desenvolvidos (Plapler, 1995 e De Carlo, Shelbourne, McCarroll e Retting, 1992), tendo havido uma redução no período de imobilização pós-operatório em relação ao tratamento convencional.

Nas alterações introduzidas nos protocolos de exercícios uma das questões discutidas está relacionada com o deslocamento tibial anterior (DTA) que ocorre nos movimentos do joelho, principalmente nos exercícios de fortalecimento do quadríceps. O DTA provoca uma tração no LCA, denominada deformação ligamentar. Caso esta deformação seja imposta precocemente ao enxerto, o procedimento cirúrgico

poderá ser prejudicado, causando danos ao paciente (Yack, Collins e Whieldon, 1993; Howell, 1993; White, 1993 e Renström, Arms, Stanwyck, Johnson e Pope, 1986).

Existe uma tendência atual em classificar os exercícios usados em programas de reabilitação em dois tipos de cadeias - exercícios em Cadeia Cinética Aberta (CCA) e em Cadeia Cinética Fechada (CCF). Segundo Steindler (1973), os exercícios em CCA são aqueles em que o segmento distal movimenta-se livremente sem qualquer contato com algum elemento fixo, enquanto nos exercícios em CCF o segmento distal está em contato com algum elemento externo imóvel, criando um sistema fechado entre as articulações. As alternativas de tratamento que vêm sendo considerada com muita ênfase na literatura recente consiste na prática de exercícios de CCF (Bynum, Barrack e Alexander, 1995; Plapler, 1995; Rivera, 1994; Yack, Collins e Whieldon, 1993; Howell, 1993; White, 1993; Graham, Gehlsen e Edwards, 1993; Bunton, Pitney, Kane e Cappaert, 1993; Palmitier, An, Scott e Chao, 1991; Panariello, 1991 e Silfverskiold, Steadman, Higgins, Hagerman e Atkins, 1988).

Alguns autores defendem os exercícios em CCF (Bynum, Barrack e Alexander, 1995; Plapler, 1995; Rivera, 1994; Rodrigues, 1993 e Yack, Collins e Whieldon, 1993) como sendo a melhor alternativa na terapia após reconstrução do LCA. Os argumentos utilizados são que a carga axial existente neste tipo de exercício (Rodrigues, 1993) e a co-contração do quadríceps e isquios-tibiais diminui o DTA (Plapler, 1995; Rivera, 1994; Yack, Collins e Whieldon, 1993 e Graham, Gehlsen e Edwards, 1993). Segundo estes autores a contração isolada do quadríceps, como ocorre nos exercícios de CCA, provocaria um maior DTA e conseqüentemente, uma maior deformação no LCA. Neste caso, nos exercícios em CCF o ligamento deficiente ou o enxerto ligamentar estariam relativamente mais protegidos.

No entanto, outros autores (Howell, 1993 e White, 1993) argumentam que o próprio teste de Lachman que mede de forma subjetiva o DTA e é destinado a analisar a integridade do LCA após a conclusão do processo cirúrgico produz maior deformação no LCA do que o exercício de extensão de joelho (CCA) (Howell, 1993). White, 1993 entende que tanto o exercício de agachamento (CCF), quanto o exercício de extensão de joelho (CCA) e o teste de Lachman produzem DTA insuficiente para ser considerado prejudicial.

Apesar da existência de várias evidências favoráveis a um menor DTA nos exercícios de CCF em relação aos exercícios em CCA (Bynum, Barrack e Alexander, 1995; Plapler, 1995; Rivera, 1994; Rodrigues, 1993; Yack, Collins e Whieldon, 1993 e Palmitier, An, Scott e Chao, 1991), as dúvidas, quanto ao DTA provocado pelos exercícios de CCA ser suficientemente grande a ponto de prejudicar o LCA, permanecem. Além desta questão outros fatores, como a força muscular e o trofismo que os exercícios em CCF e CCA podem desenvolver não tem recebido a devida atenção. Como os músculos são protetores articulares juntamente com os ligamentos, a lesão ligamentar requer aumento da força muscular e, talvez, este aspecto seja de extrema importância por ser parcialmente responsável pela estabilidade articular.

Dentre os objetivos principais de um programa de reabilitação física constam o retorno da amplitude de movimento aos níveis normais; o aumento do trofismo até a sua equiparação ao segmento não acometido por lesão e, principalmente, o desenvolvimento da força muscular. É interessante observar que em uma revisão na literatura internacional não foram encontrados artigos relacionados com estes temas.

A literatura nos mostra que os exercícios de CCA provocam maior DTA do que os de CCF, mas não é conclusiva quanto ao fato deste deslocamento ser suficientemente grande para causar danos ao LCA. Se, realmente, o DTA estiver

dentro dos padrões de normalidade tanto nos exercícios de CCA quanto nos de CCF, estabelecer um deles como ideal, apenas sob a perspectiva do DTA, torna-se menos importante. É preciso saber se nos outros fatores primordiais para a reabilitação citados anteriormente (força e trofismo muscular), os exercícios em CCA e CCF se equívalem ou se um deles produz melhores resultados do que o outro. Caso o desenvolvimento de força e trofismo muscular sejam semelhantes nos dois tipos de exercícios ou nos de CCF os resultados pareçam melhores, o ideal seria trabalhar com os de CCF pois possuem um menor DTA; no entanto se os movimentos de CCA desenvolvem melhores resultados quanto a força e ao trofismo, talvez, deva-se desconsiderar a translação tibial anterior acarretada por eles e optar por esta forma de exercícios no protocolo de reabilitação.

Esta dissertação se propôs a verificar os efeitos de programas de exercícios em CCA e CCF em relação ao DTA, perímetro da coxa e torque dos músculos extensores e flexores do joelho de indivíduos portadores de lesão no LCA e de indivíduos normais, com a intenção de buscar maiores subsídios para a escolha de exercícios adequados na reabilitação do LCA e, possivelmente, estabelecer uma alternativa nos trabalhos que visam desenvolver força muscular.

1.2 PROBLEMA

Quais os efeitos da prática de exercícios em CCA e CCF no DTA, torque dos músculos extensores e flexores do joelho e perímetro da coxa em indivíduos com LCA normal e indivíduos em pós operatório de reconstrução de LCA?

1.3 JUSTIFICATIVA

A cinesioterapia é uma das principais atividades desenvolvidas na reabilitação de doenças músculo-esqueléticas e nela encontram-se os exercícios em cadeias cinéticas. A prescrição de atividades em CCA é prática comum nos tratamentos de reabilitação. No entanto, em artigos recentes a importância dos exercícios em CCF é salientada e, alguns autores, consideram inadequada a prática de exercícios em CCA.

O autor julga ser a execução de um bom programa de reabilitação primordial para garantir o retorno do paciente as suas atividades diárias e, no caso de um atleta, para garantir o seu retorno à prática esportiva.

Atualmente existem controvérsias quanto a eficácia dos exercícios de CCA e CCF, desta forma, é necessário expandir os conhecimentos nesta área para gerar maior segurança aos profissionais que atuam em reabilitação.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Verificar os efeitos de programas de exercícios em CCA e CCF na reabilitação de indivíduos em pós operatório de reconstrução de LCA e de indivíduos com LCA normal.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar os efeitos da prática de exercícios em CCA e CCF no DTA de indivíduos em pós operatório de reconstrução de LCA e de indivíduos com LCA normal.
- Determinar os efeitos da prática de exercícios em CCA e CCF no perímetro da coxa de indivíduos em pós operatório de reconstrução de LCA e de indivíduos com LCA normal.
- Determinar os efeitos da prática de exercícios em CCA e CCF no torque dos músculos extensores e flexores do joelho de indivíduos em pós operatório de reconstrução de LCA e de indivíduos com LCA normal.

1.5 HIPÓTESES

H1 - Um programa de exercícios de CCF desenvolve, significativamente, menor DTA quando comparado a um programa de exercícios de CCA, praticados por indivíduos em pós operatório de reconstrução de LCA.

H2 - Programas de exercícios de CCA e de CCF não desenvolvem, de forma significativa, DTA quando praticados por indivíduos com LCA normal.

H3 - Um programa de exercícios de CCA produz, significativamente, maior perímetro da coxa do que os exercícios de CCF quando praticados por indivíduos em pós operatório de reconstrução de LCA.

H4 - Um programa de exercícios de CCA produz, significativamente, maior perímetro da coxa do que os exercícios de CCF quando praticados por indivíduos com LCA normal.

H5 - Um programa de exercícios de CCA produz, significativamente, um maior ganho de torque dos músculos extensores e flexores do joelho do que exercícios de CCF, quando praticados por indivíduos em pós operatório de reconstrução de LCA.

H6 - Um programa de exercícios de CCA produz, significativamente, um maior ganho de torque dos músculos extensores e flexores do joelho do que exercícios de CCF, quando praticados por indivíduos com LCA normal.

2. CADEIA CINÉTICA ABERTA (CCA) E CADEIA CINÉTICA FECHADA (CCF): BASES E APLICAÇÕES

Este capítulo está dividido em dois tópicos distintos. O primeiro tópico trata das diferenças conceituais de CCA e CCF e o segundo tópico analisa os artigos selecionados relacionados com CCA e CCF.

2.1 DIFERENÇAS CONCEITUAIS ENTRE CADEIA CINÉTICA ABERTA E CADEIA CINÉTICA FECHADA

A cinesioterapia é um dos recursos terapêuticos mais empregados nas doenças que acometem o sistema músculo-esquelético. Através desta atividade mobiliza-se um sistema mecânico complexo chamado de cadeia articulada, onde as cadeias ósseas deslocam-se umas em relação às outras. Para que estes movimentos ocorram, no entanto, é necessário que um conjunto de músculos que cruzam as articulações

associadas a essas cadeias sejam ativados, constituindo assim a chamada cadeia cinética muscular (Steindler, 1973).

A medida que os estudos vêm se desenvolvendo nesta área os exercícios terapêuticos têm sofrido alterações tanto nos seus conceitos como nas suas aplicações. Uma alteração conceitual ocorreu na década de 70 onde introduziu-se os termos de CCA e CCF para determinar formas diferentes de executar uma mesma ação articular. Supostamente, estes dois tipos de procedimentos possuem diferenças tanto sob o ponto de vista fisiológico como biomecânico (Rodrigues, 1993).

Steindler (1973), descreveu a CCF como situações nas quais a extremidade distal do segmento é mantida fixa, criando assim um sistema fechado onde o movimento em uma articulação produz movimento em todas as articulações do sistema, de forma previsível; e CCA aquela situação em que o segmento distal está livre para se mover.

A partir daquele momento esta terminologia passou a ser empregada. Entretanto, dúvidas em relação a alguns exercícios que não se caracterizavam totalmente nem como CCA e nem como CCF começaram a surgir, além de discussões sobre a necessidade de empregar esta nova nomenclatura.

Dufour, Genót, Neiger, Leroy, Pierron e Péninou (1989) também divide as cadeias cinéticas em CCA e CCF. Na CCA a extremidade distal está livre enquanto na CCF esta encontra-se fixa e o movimento inicia pelo deslocamento da extremidade proximal e as demais articulações acompanham o movimento. Porém, este autor ainda descreve que no primeiro tipo (CCA) o recrutamento dos músculos é sempre proximal-distal e no último (CCF), de um modo geral, é distal-proximal e neste caso inverte o sentido da força muscular. Além disto, o autor cita casos que não se enquadram de forma adequada em nenhuma das duas classes precedentes, denominando-os de Cadeia

Freiada, nestes casos o exercício poderá ser considerado como CCA se a resistência externa distal for menor que 15% da resistência máxima que a cadeia pode deslocar ou, se for maior que 15%, o exercício poderá ser considerado como CCF.

Para Palmitier, An, Scott e Chao (1991) a comunidade de reabilitação tem tendência a usar CCA e CCF para dividir os exercícios em dois grandes grupos, no entanto, eles consideram incorreto e confuso empregar esta terminologia. Para estes autores os exercícios deveriam ser simplesmente chamados: exercícios de articulação isolada e exercícios de cadeia cinética, sendo a descrição de CCA e CCF, respectivamente, desnecessária.

Smith, Weiss e Lehmkuhl (1997) discutem as cadeias abertas e fechadas baseados nos princípios de Steindler (1973), no entanto utilizam o termo cinemática ao invés de cinética, denominando cadeia cinemática aberta e cadeia cinemática fechada.

Steindler (1973); Dufour, Genót, Neiger, Leroy, Pierron e Péninou (1989); Palmitier, An, Scott e Chao (1991) e Smith, Weiss e Lerhmkuhl (1997) preocuparam-se em definir os termos CCA e CCF, no entanto, os critérios utilizados por eles para caracterizar a CCA e CCF apresentam peculiaridades diferentes.

Dillman, Murray e Hintermeister (1994) discutem as definições existentes entre os termos CCA e CCF e procuram analisar as diferenças biomecânicas destes exercícios com respeito a articulação do ombro. Para isto analisam a atividade muscular de seis músculos do ombro ao realizar exercícios em CCA e CCF e não encontram diferenças de ativação muscular de um tipo de exercício comparado ao outro.

Vários outros autores (Bynum, Barrack e Alexander, 1995; Rivera, 1994; Picciano, Rowlands e Worrel, 1993; Bunton, Pitney, Kane e Cappaert, 1993; Panariello, 1991 e Hochmuth, 1973) analisam os efeitos dos exercícios em CCA e

CCF em diferentes circunstâncias e acabam por definir estes termos no decorrer de seus artigos, porém a prioridade não é o entendimento dos conceitos e sim os efeitos de cada um dos tipos de exercícios. Mesmo a prioridade não sendo definir os termos, eles acabam citando os exercícios em CCF como aqueles em que a extremidade distal está fixa devido à resistência externa não permitir o movimento e os de CCA aqueles em que a extremidade distal esta livre.

Diante das divergências existentes é preciso definir para este estudo a classificação que será empregada, bem como o seu significado. Os exercícios serão classificados em CCA e CCF. Por CCA entende-se aqueles em que a extremidade distal está livre e o movimento ocorre pelo deslocamento da extremidade distal, enquanto por CCF entende-se aqueles exercícios onde a extremidade distal está fixa e não permite o seu livre movimento, e o movimento ocorre simultaneamente em várias articulações percebendo-se o deslocamento da extremidade proximal. Os exercícios que propiciem dúvidas não serão empregados.

2.2 ARTIGOS REFERENTES À PESQUISAS DE CCA E CCF

Os exercícios terapêuticos vêm evoluindo, através dos anos, tanto nos seus conceitos quanto nas suas aplicações. O seu propósito é tornar as atividades o mais próximas da função normal do movimento humano.

A reabilitação após a reconstrução do LCA possui hoje uma série de alternativas de exercícios, desde os isotônicos concêntricos e excêntricos, isométricos, até os isocinéticos, os quais podem ser realizados em CCA ou CCF de acordo com a forma de execução dos exercícios.

Procedimentos fisioterapêuticos adequados têm sido alvo das pesquisas na atualidade pelo conhecimento dos benefícios do protocolo acelerado no processo pós-cirúrgico (Bynum, Barrack e Alexander, 1995; Plapler, 1995; De Carlo, Shelbourne, McCarroll e Retting, 1992 e De Carlo, Porter, Gehlsen e Bahamonde, 1992). As seqüelas da reconstrução do LCA diminuem com a antecipação do uso dos exercícios terapêuticos. Contudo, não há consenso a respeito de qual o tipo de exercício é mais apropriado e ao mesmo tempo seguro, não pondo em risco o procedimento cirúrgico.

Dentro desta perspectiva, as discussões estão centradas nos exercícios de CCA e nos exercícios de CCF, procurando estabelecer qual deles é o mais adequado para utilização no decorrer do processo de reabilitação e, principalmente, no início do mesmo.

Estes conceitos são recentes existindo pouca literatura sobre a aplicabilidade dos exercícios em cadeia cinética. No entanto, algumas pesquisas nesta área têm sido desenvolvidas.

Palmitier, An, Scott e Chao (1991) compararam exercícios de cadeia cinética, ilustrando os exercícios utilizados na reabilitação do joelho com diagramas de força. Em suas conclusões estes autores salientam que a extensão de joelho isolada (CCA) pode causar estresse excessivo no LCA e no entanto estes exercícios são incluídos nos protocolos de reabilitação do joelho e muitas vezes recebem ênfase durante o tratamento.

Uma comparação entre os exercícios de CCA e CCF em joelhos com LCA deficiente foi realizada por Yack, Collins e Whieldon (1993) com o propósito de quantificar o DTA que ocorre em cada tipo de exercício. Para poder compará-los foi necessário tornar equivalentes o momento extensor no exercício de extensão de joelho com o momento extensor no exercício de agachamento paralelo. Na figura 1 pode-se

entender melhor como esta equivalência foi realizada: no agachamento (CCF) a distância entre o centro de gravidade do corpo e a articulação do joelho aumenta quando o joelho é flexionado, enquanto na extensão do joelho (CCA) ocorre o inverso. Para poder executar o movimento de extensão do joelho com as mesmas características mecânicas do agachamento foi utilizada uma barra com a colocação dos pesos nas extremidades, de forma que a maior distância entre o centro de gravidade do peso e a articulação do joelho ocorra quando o joelho é flexionado. O agachamento paralelo (CCF) produziu DTA significativamente menor quando comparado com a extensão do joelho resistida (CCA). Baseados nestes resultados, os autores passaram a contraindicar a extensão de joelho resistida (CCA) em ângulos de flexão menor que 64 graus em programas que têm por objetivo minimizar o estresse do LCA.

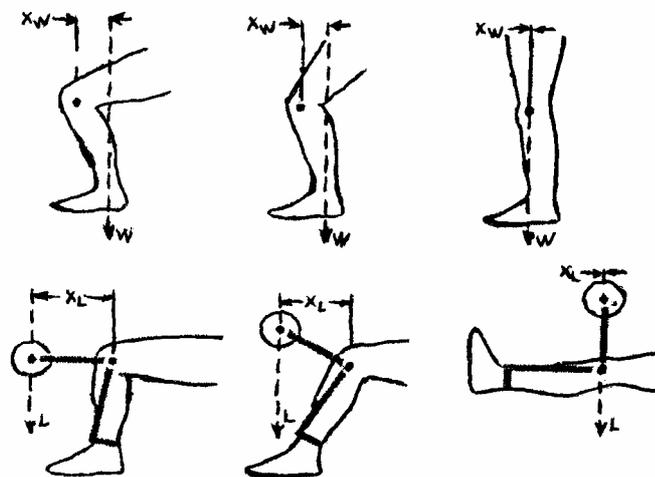


FIGURA 1. Equiparação de Cargas entre extensão do joelho e agachamento proposta por Yack, Collins e Whieldon (1993)

Howell (1993), entretanto, contesta a recomendação de Yack, Collins e Whieldon (1993) de não utilizar o exercício de extensão de joelho em programas de exercícios com o objetivo de minimizar o estresse do LCA. Este autor ressalta que o próprio teste de Lachman - utilizado para analisar a integridade do LCA - pode gerar maior estresse que a extensão do joelho e este teste é utilizado por cirurgiões e terapeutas durante o processo de reabilitação.

Também White (1993) discorda do trabalho de Yack, Collins e Whieldon (1993), acreditando que apesar do estresse no LCA ser menor no exercício de agachamento paralelo do que nos de extensão de joelho ambos são insuficientes para gerar deslocamentos considerados patológicos.

Apesar das discordâncias existentes, os exercícios de CCF têm sido os mais utilizados na reabilitação pós-operatória de reconstrução do LCA. Isto fica claro ao revisar os artigos mais recentes que abordam este tema.

Papler (1995) ao falar de reabilitação do joelho descreve um protocolo que inclui tanto exercícios de CCA quanto de CCF. Este autor, entretanto, salienta a importância do exercício de CCF por trabalhar várias articulações ao mesmo tempo, protegendo assim o joelho e pelas contrações concomitantes de agonistas e antagonistas que diminuem o DTA produzido pela contração do quadríceps isolada.

Silfverskiold, Steadman, Higgins, Hagerman e Atkins (1988) procuraram descrever um programa de reabilitação para LCA em atletas baseados nos dados científicos da rotina cirúrgica e de reabilitação. Em suas análises e considerando como 0° a extensão completa do joelho, estes autores colocam que os exercícios de extensão do joelho criam forças deformantes no LCA de 60° para 0° e que estas forças aumentam dos 30° para os 0° . Um dos seus objetivos no programa era estimular a co-contratação dos isquios-tibiais e quadríceps. Em nenhum momento no entanto os autores

mencionam CCA e CCF, provavelmente porque estes termos começaram a ser freqüentemente empregados a partir dos anos 90. De qualquer maneira estes autores salientam a importância de alguns aspectos dos exercícios que vêm ao encontro dos benefícios da CCF.

Gross, Tyson e Burns (1993) investigaram os efeitos do ângulo de flexão do joelho no DTA através de contrações isométricas de quadríceps nos ângulos de 15^o, 45^o e 75^o de flexão do joelho. Em seus resultados encontraram maior DTA nos ângulos de 15^o e 45^o. Ângulos que se encontram na amplitude de movimento considerada deformante do LCA, mencionada por Silfverskiold e colaboradores (1988).

Rivera (1994) em seu artigo de revisão procurou justificar o uso de exercícios de reabilitação funcional através de considerações biomecânicas. No decorrer do seu artigo o autor coloca que o sistema músculo-esquelético é composto por segmentos articulados e seus movimentos ocorrem pela ação de forças. Mudanças significantes ocorrem na função dos grupos musculares e articulares da extremidade inferior quando são ativados em condições não funcionais, como ocorre durante a realização de exercícios em CCA. Ainda segundo Rivera, os exercícios em CCF são funcionais devendo, portanto, serem utilizados no período inicial de reabilitação. As alterações biomecânicas e estresse anormal provocados pelos movimentos em CCA tornam os exercícios em CCF essenciais no início do programa de reabilitação para a funcionalidade do atleta.

Panariello (1991) também aborda em seu artigo a funcionalidade dos exercícios em CCF, acreditando ser esta a forma ideal de treinamento de força de membros inferiores porque estes exercícios são baseados na função corporal, não ocorrendo trabalho de grupos musculares isolados.

Curtis (1995) sugere a utilização de bandas elásticas como forma de aumentar a resistência no final da extensão do joelho durante os exercícios em CCF, salientando que os exercícios em CCF são comumente utilizados na reabilitação de patologias do joelho.

Bynum, Barrack e Alexander (1995) comparam exercícios em CCA e CCF após a reconstrução do LCA com a intenção de estabelecer se as atividades em CCF são as mais seguras e se elas oferecem vantagens em relação a reabilitação convencional. Dois grupos de pós-operados foram utilizados, onde um realizava as atividades em CCA e o outro em CCF. Em suas conclusões estes autores consideram os exercícios em CCF seguros e efetivos para serem utilizados nos estágios iniciais de tratamento e ainda lhes atribuem vantagens como menor dor patelo-femural e menor estresse na maturação do enxerto.

No artigo de Bynum, Barrack e Alexander (1995) citado anteriormente, os protocolos de CCA e CCF utilizados pelos autores contém exercícios semelhantes. No grupo que deveria realizar apenas atividades em CCA, entretanto, foram incluídas atividades que podem ser classificadas como CCF e vice-versa. Desta forma, torna-se difícil determinar com base nesse estudo se realmente os exercícios em CCF são mais seguros.

Em outros estudos os autores analisaram a utilização dos exercícios de CCF na reabilitação de outras articulações. Stone, Lueken, Partin, Timm e Ryan (1993) estudaram a articulação glenoumeral e constataram que os exercícios de CCF são indicados para atletas que sustentam o corpo com as mãos em contato com o solo, porém antes de utilizá-los boa parte da força muscular é recuperada através de exercícios em CCA.

Hillman (1994) revisou aspectos relacionados com a reabilitação das extremidades superiores em CCA. Em suas colocações salienta que embora os exercícios em CCF aumentem a estabilidade articular, os exercícios em CCA desenvolvem melhor a força.

No trabalho de Picciano, Rowlands e Worrell (1993) o objetivo não era analisar os exercícios de CCF e sim o posicionamento da articulação subtalar em posições características de CCF e CCA e os autores concluem que o melhor posicionamento da articulação subtalar é com as posturas em CCF.

Worrell, Booher e Hench (1994) utilizaram atividades em CCF para tentar identificar as seqüelas do entorse de tornozelo em inversão e concluíram que os exercícios em CCF utilizados não apresentaram sensibilidade suficiente para perceber limitações funcionais dos pacientes.

O mais interessante nesta revisão é que nos artigos atuais sempre ocorre uma defesa na utilização dos exercícios em CCF por estes provocarem menor DTA, diminuindo o risco de estresse no enxerto. No entanto, é interessante que estes artigos omitem trabalhos anteriores que de uma certa forma contradizem estas afirmações.

Renström, Arms, Stanwyck, Johnson e Pope (1986) mediram o *strain* do LCA em cadáveres através de contrações geradas por estímulo elétrico dos isquios-tibiais sozinho, do quadríceps sozinho e em atividade simultânea do quadríceps e isquios-tibiais, comparando a contração isométrica com o movimento passivo. Em suas conclusões citam que a contração isométrica do quadríceps aumenta a deformação do LCA entre 0° e 45°, quando comparado ao movimento passivo, que a contração isométrica dos isquios-tibiais diminui o strain do LCA em todos os ângulos de movimento e que a contração dos isquios-tibiais simultânea a do quadríceps não é

suficiente para dissimular o *strain* do LCA causado pela contração do quadríceps dos 0° aos 30° de flexão.

Draganich, Jaeger e Kralj (1989) investigaram através de eletromiografia a coativação dos isquios-tibiais e quadríceps no exercício de extensão do joelho sentado e de extensão do joelho em decúbito ventral. Além disto estes autores analisaram a atividade dos isquios-tibiais durante a extensão monoarticular lenta do joelho, com os indivíduos na posição sentada. Nos resultados obtidos foi verificado uma ativação dos isquios-tibiais durante a extensão do joelho, sendo mais acentuada na fase terminal da extensão, com percentuais acima do ruído e do máximo possível em *cross-talk*, ficando caracterizado a co-ativação dos isquios-tibiais com o quadríceps.

Corroborando com os estudos de Renström, Arms, Stanwyck, Johnson e Pope (1986) e Draganich, Jaeger e Kralj (1989) encontra-se um trabalho mais recentemente publicado por Graham, Gehlsen e Edwards (1993) que estudaram a atividade elétrica de quadríceps e isquios-tibiais em alguns exercícios. Apesar de em suas conclusões considerarem os exercícios de CCF mais seguros para reabilitação do joelho, os resultados demonstram que o tempo de co-ativação dos isquios-tibiais com o quadríceps na extensão do joelho é maior que o tempo de co-contração no agachamento.

O aspecto funcional dos exercícios em CCF para membros inferiores defendido por Rivera (1994) e Panariello (1991) acaba sendo salientado por outros pesquisadores, mesmo que o enfoque do trabalho não esteja centrado nesta questão, parecendo ser consenso que os exercícios em CCF são mais fisiológicos, com padrões mais funcionais, quando se trata de membros inferiores, do que os exercícios em CCA. No entanto, isto não é suficiente para justificar a utilização destes exercícios na

reabilitação de cirurgias de reconstrução de LCA, o estresse do enxerto durante o processo de reabilitação também é um dado importante de ser analisado.

O estresse gerado no LCA ou no enxerto colocado para substituí-lo foi analisado por Plapler (1995); Bynum, Barrack e Alexander (1995) e Yack, Collins e Whieldon (1993) e em seus estudos afirmam ser mais indicado os exercícios em CCF e o principal argumento é que a contração dos isquios-tibiais concomitante a do quadríceps diminui o estresse do LCA e sob este ponto de vista seria mais adequado para a reabilitação no pós-operatório de reconstrução do LCA. Este argumento é contestável no momento em que levamos em consideração as conclusões dos artigos de Draganich, Jaeger e Kralj (1989) e de Graham, Gehlsen e Edwards (1993), onde eles identificaram a co-contracção dos isquios-tibiais durante a extensão do joelho na posição sentada. Graham e colaboradores, ainda, colocam que esta co-contracção comparada a que ocorre durante o agachamento é de maior tempo de duração. Se a contração dos isquios-tibiais fosse o principal aspecto para diminuir o estresse do LCA, analisando os resultados destes trabalhos, não se justificaria a escolha da CCF, pois na CCA também encontramos contração dos isquios-tibiais.

Se os isquios-tibiais são ativados tanto na CCA quanto na CCF, outro fator que poderia se analisar é em qual delas a sua ativação é maior e poderia, então minimizar os efeitos da ativação do quadríceps. As divergências continuam presentes neste aspecto, Yack, Collins e Whieldon (1993), encontraram menor DTA nos exercícios de CCF e Renström, Arms, Stanwyck, Johnson e Pope (1986) salientam que a contração dos isquios-tibiais concomitante a do quadríceps durante a extensão do joelho na posição sentada não é suficiente para minimizar a deformação do LCA gerado pela contração do quadríceps. De acordo com estes resultados a tendência seria optar pela utilização dos exercícios em CCF. Entretanto, White (1993) afirma que mesmo sendo

menor o DTA no exercício de agachamento, tanto neste caso como na extensão do joelho isolada, o estresse do LCA não chega a níveis superiores ao normal. Ainda temos Howell (1993) afirmando que o próprio teste de Lachman produz um estresse maior que o gerado pela extensão do joelho isolada. Novamente, com base nestes argumentos, poderíamos optar por qualquer um dos tipos de exercícios pois os estudos não são conclusivos sobre a magnitude do DTA tanto na CCA quanto na CCF.

Em relação a afirmação de Howell (1993) pode-se contestar que mesmo o teste de Lachman provocando maior estresse do que a extensão de joelho isolada, este teste seria realizado algumas vezes durante todo o processo de reabilitação, para avaliar a evolução do tratamento, enquanto o exercício de extensão do joelho seria repetido várias vezes durante uma sessão e várias sessões seriam feitas até que a reabilitação estivesse concluída. O efeito somatório do estresse durante os exercícios pode acabar atingindo níveis mais prejudiciais que o teste de Lachman aplicado apenas algumas vezes durante todo o processo de reabilitação. Assim, permanece a questão sobre qual dos tipos de exercícios é mais adequado.

Outro aspecto que poderia ser levado em consideração seria o tipo de instrumento utilizado para medir o DTA. Alguns tipos de instrumentos podem ser utilizados para medir o DTA, podendo ficar a dúvida se eles apresentam a mesma precisão para poder comparar os resultados de diferentes autores sobre este aspecto. No entanto, no trabalho de Highgenboten, Jackson e Meske (1989) eles compararam os principais instrumentos de medida do DTA e não encontraram diferenças significativas entre eles.

Exercícios de extensão do joelho (CCA) eram comumente usados na reabilitação do joelho para aumentar a força do quadríceps (Grood, Suntay, Noyes e Butler, 1984) e atualmente são condenados pela maioria dos autores já citados.

Com base nos artigos revisados ambos os exercícios poderiam ser considerados seguros para a reabilitação do LCA, sendo necessário analisar este aspecto com mais cuidado para que se encontrem resultados mais conclusivos.

Em virtude da divergência quanto ao aspecto do DTA outros fatores essenciais para uma boa reabilitação deveriam ser avaliados, incluindo-se nestes vantagens em termos de desenvolvimento de força e trofismo muscular das atividades em CCA e CCF. A musculatura, que é um dos estabilizadores articulares (Hsieh e Walker, 1976), estando forte e bem desenvolvida pode manter a articulação com bom nível de estabilização e talvez o DTA gerado pelos exercícios de CCA e CCF não atinjam níveis relevantes de estresse no LCA e acabe sendo um aspecto secundário para uma boa reabilitação.

Ao considerar este aspecto temos o trabalho de Panariello (1991) que em sua revisão sobre treinamento de força, conclui que os exercícios em CCF são melhores para desenvolver força por atuarem de forma mais funcional e por não utilizar grupos de músculos isolados.

No entanto, os treinamentos de força desenvolvidos em academias são predominantemente realizados com exercícios em CCA, a própria literatura quando preconiza algum treinamento de força exemplifica com exercícios em CCA (Wirhed, 1986).

Dentro desta discussão de qual o tipo de exercício, em CCA ou CCF, desenvolve maior força muscular encontra-se o trabalho de LaFree, Mozingo Worrell (1995). Entre outros aspectos, os autores correlacionaram os picos de torques isocinéticos da extensão do joelho e do quadril, exercícios em CCA, com os picos de torques isocinéticos do Leg Press, exercício em CCF. Os resultados referentes ao quadríceps apresentaram correlação nos valores de torque produzidos em CCA com os

valores de torques produzidos em CCF. Em relação aos extensores do quadril a correlação não foi observada. Em suas discussões os autores comentam que apesar dos exercícios em CCF serem mais utilizados por serem considerados mais funcionais que os de CCA, os resultados do trabalho não evidenciam claramente esta afirmação.

Normalmente, quando se pensa em força muscular a associação com o volume muscular acontece, entretanto alguns estudos como o de Wilmore e Costill (1993) relatam que pode ocorrer o aumento da força muscular sem a hipertrofia do músculo.

Como ocorre a diminuição da massa muscular após um período de imobilização ou desuso (Noyes, Torvik, Hyde e DeLucas, 1974) não só o aumento da força muscular, mas também a hipertrofia do músculo devem ser alcançadas durante a reabilitação para que o segmento acometido esteja realmente recuperado.

É curioso, entretanto, que as investigações que vêm sendo conduzidas nesta área tem desprezado estes aspectos. A ausência de estudos voltados a mensurar a força e o trofismo muscular motivou a realização do estudo que segue, que tem por objetivo avaliar o DTA, a força e o trofismo muscular dos isquios-tibiais e do quadríceps nos exercícios de CCA e CCF, durante um protocolo de reabilitação e também em um programa de treinamento.

Caso os exercícios de CCF atinjam níveis maiores de desenvolvimento de força e trofismo muscular, além de confirmar um menor DTA, seja ele suficiente ou não para gerar estresse patológico no LCA, este estudo contribuirá para optar de uma forma mais segura por este tipo de exercício na reabilitação do pós operatório de reconstrução do LCA. Caso contrário a discussão permanece, sendo necessário estudos mais conclusivos quanto ao aspecto do DTA.

3. MÉTODO

3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Esta pesquisa consiste em um estudo empírico com intervenção no real. A análise foi intensiva, através da observação de comportamentos e a coleta de dados foi limitada a um período de tempo. Nesta pesquisa foram comparados os resultados de quatro amostras independentes. Todos os quatro grupos apresentaram as seguintes características: idade entre 18 e 50 anos, de ambos os sexos. Dois grupos foram constituídos de indivíduos submetidos à cirurgia de reconstrução do LCA, através de duas técnicas: (1) técnica de substituição do ligamento pelo tendão de semitendinoso e grácil, com fixação dos fios de ethibond no fêmur através do endobutton e a fixação da tibia através de parafuso com arrola e (2) técnica de substituição do ligamento por uma parte do tendão patelar, sendo a fixação tanto no fêmur como na tibia por parafuso com interferência. O período de tratamento foi iniciado entre o sétimo e o décimo dia de pós-operatório. Os outros dois grupos foram constituídos de pessoas sem lesão de LCA. O desenho experimental pode ser observado na Tabela 1.

TABELA 1 - Desenho Experimental

	TESTE	TRATAMENTO	RETESTE
Grupo A (PO-CCA)	01	X1	02
Grupo B (PO-CCF)	01	X2	02
Grupo C (N-CCA)	01	X1	02
Grupo D (N-CCF)	01	X2	02

Grupo A e B: Indivíduos em Pós-Operatório de LCA; Grupo C e D: Indivíduos com LCA normal; X1: Prática de exercícios em CCA; X2: Prática de exercícios em CCF; 01: Submetidos a avaliação de DTA; perímetro da coxa e torque dos músculos extensores e flexores do joelho, 02: Submetidos a reavaliação de DTA; perímetro da coxa e torque dos músculos extensores e flexores do joelho.

3.2 AMOSTRA

A amostra foi intencional. Os sujeitos da pesquisa foram voluntários provenientes do: (a) Hospital São Lucas em Porto Alegre –RS; (b) pacientes de médicos que se propuseram a encaminhá-los; (c) alunos da Athlética Companhia de Ginástica de Porto Alegre e (e) pessoas que se propuseram a participar da pesquisa quando consultadas. Estes sujeitos foram divididos em quatro amostras independentes, conforme critérios anteriores, sendo as amostras dos grupos de LCA normal constituídas por 8 (oito) indivíduos cada, e as amostras de pós operatório de LCA constituídas de 5 (cinco) indivíduos cada, num total de 26 (vinte e seis) integrantes da pesquisa.

Um sorteio inicial foi realizado entre CCA e CCF para estabelecer a ordem de distribuição dos indivíduos nos grupos, sendo encaminhados um para cada grupo a medida que as avaliações eram marcadas.

A Tabela 2 demonstra as características dos indivíduos de cada grupo, conforme a idade, peso, altura e sexo. Quanto a raça todos os indivíduos eram brancos.

TABELA 2. Média (X) e desvio padrão (DP) de idade, peso e altura e número de indivíduos por sexo de cada grupo.

Grupo	IDADE (anos)	MASSA (Kg)	ALTURA (cm)	SEXO
PO-CCA	26,4±3,7	75,8 ± 6,7	176,6 ± 7,3	M – 5 F – 0
PO-CCF	26,0± 3,0	75,1 ± 11,8	172,3 ± 8,7	M – 4 F – 1
N-CCA	30,4± 5,2	59,8 ± 5,8	166,9 ± 7,3	M – 2 F – 6
N-CCF	26,1± 2,7	64,8 ± 10,3	166,8 ± 9,7	M – 3 F – 5

PO = pós operatório de LCA; N = normal; CCA = prática de exercícios em cadeia cinética aberta e CCF = prática de exercícios em cadeia cinética fechada.

3.3 PROCEDIMENTOS

O desenvolvimento desta pesquisa ocorreu cronologicamente da seguinte forma: (1) teste, (2) tratamento e (3) reteste. Estes procedimentos são descritos a seguir.

3.3.1 Teste

Todos os indivíduos submetidos à cirurgia de reconstrução do LCA ao se apresentarem para os testes iniciais eram informados a respeito dos procedimentos a serem utilizados e assinavam um termo de consentimento onde estavam descritos todos os prós e contras que poderiam advir do tratamento. O projeto de pesquisa assim como o termo de consentimento foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

No teste inicial foram avaliados o DTA, o perímetro da coxa e o torque muscular produzido pelos extensores e flexores do joelho em relação a um eixo transversal passando pela articulação do joelho. Nos indivíduos com LCA normal estas

avaliações ocorriam conforme a disponibilidade de tempo dos mesmos. No grupo pós-operatório de LCA estas avaliações foram realizadas entre o sétimo e décimo dia de pós operatório.

Os testes foram realizados em ambas as pernas. Nos grupos que realizaram a cirurgia adotou-se os termos perna operada e perna não operada, enquanto nos grupos com LCA normal adotou-se os termos perna direita e perna esquerda.

Para análise do deslocamento tibial anterior foi realizado o teste no *Stryker Knee Laxity Tester*. Este equipamento consiste em um dinamômetro com um indicador de aplicação da força, uma almofada para o sujeito sentar onde fixa-se o ângulo de 20^o de flexão do joelho e um indicador de deslocamento tibial anterior para ser adaptado na patela e na região anterior da tibia do sujeito. Durante a execução do teste a tibia era tracionada anteriormente, com uma força de 9Kgf, e o DTA era medido em milímetros no sistema de escala do indicador de deslocamento existente no aparelho. A figura 2 ilustra a execução do teste através do *Stryker Knee Laxity Tester*.



FIGURA 2. Forma de execução do teste de DTA através do *Stryker Knee Laxity Tester*

O perímetro da coxa foi avaliado a cinco, dez, quinze e vinte centímetros acima da marcação inicial feita na borda superior da patela que atuou como ponto referencial (Dufour, 1979), num total de quatro medidas (Figura 3).



FIGURA 3. Execução das medidas de perimetria da coxa.

Os torques produzidos pelos músculos extensores e flexores do joelho foram determinados através de testes de contração voluntária máxima isocinética concêntrica e excêntrica, utilizando com este fim o dinamômetro isocinético CYBEX NORMTM *Testing and Rehabilitation System* (Figura 4). Em ambos os casos os procedimentos eram os seguintes: (a) antes do teste o indivíduo era instruído a pedalar durante 5 (cinco) minutos em uma bicicleta ergométrica como forma de aquecimento, (b) após, o indivíduo era adequadamente posicionado no aparelho, (c) o deslocamento angular do

braço do aparelho foi limitado entre 30° e 80° (considerando como 0° a extensão completa do joelho), por serem estes limites considerados de segurança, com menor risco de tração excessiva para o enxerto ligamentar (Draganich, Jaeger e Kralj, 1989; Silfverskiol, Steadman, Higgins, Hagerman e Atkins, 1988 e Renström, Arms, Stanwyck, Johnson e Pope, 1986), (d) a velocidade angular de realização do teste foi estabelecida em 30° por segundo. Este valor foi escolhido tendo em vista que o deslocamento angular percorrido durante o teste era pequeno, o que dificultava a utilização de velocidades maiores. O torque produzido pelo peso dos segmentos perna e pé foi medido pelo aparelho, durante as etapas iniciais da realização do teste. Os valores de torques finais registrados no teste já sofreram a correção automática, realizada pelo aparelho, em relação ao torque produzido pelo peso dos segmentos perna e pé, medido anteriormente.



FIGURA 4. Demonstração do posicionamento do paciente no aparelho CYBEX NORM.

O protocolo possuía dois itens de análise; um destinado a medir o torque concêntrico e excêntrico dos extensores do joelho (quadríceps) e outro destinado a medir o torque concêntrico e excêntrico dos flexores de joelho (isquios-tibiais). Para fins de análise foram considerados apenas os valores de torques concêntricos, apesar de ter sido coletado também os torques excêntricos.

A forma de execução do teste era a seguinte: (a) o primeiro grupo a ser testado era o dos extensores do joelho, sendo que antes de iniciar a coleta efetiva do torque máximo o indivíduo executava 5 (cinco) repetições do movimento para se familiarizar com a forma de execução do teste. No caso dos extensores do joelho a orientação que foi fornecida era para que o indivíduo realizasse a força tentando manter sempre o joelho estendido, num primeiro momento acompanhando o movimento da máquina e num segundo momento resistindo ao movimento da máquina, neste teste o torque concêntrico ocorria antes do excêntrico; (b) logo após o indivíduo realizava três repetições do teste propriamente dito em que ele era orientado para realizar força máxima para estender o joelho. Durante o teste o indivíduo recebia estímulo verbal constante dos “aplicadores do teste” para manter o seu esforço máximo nas três repetições; (c) ao concluir o teste dos extensores havia dois minutos de intervalo para que o grupo flexor fosse testado; (d) da mesma forma que para os extensores antes de iniciar a coleta efetiva do torque máximo produzido pelos flexores do joelho o indivíduo executava 5 (cinco) repetições do movimento para se familiarizar com o novo teste. No caso do teste dos flexores do joelho a orientação que foi fornecida era para que o indivíduo realizasse a força tentando manter sempre o joelho flexionado, num primeiro momento resistindo ao movimento da máquina e num segundo momento acompanhando o movimento da máquina, neste teste o torque excêntrico ocorria antes do concêntrico devido ao posicionamento exigido pelo aparelho; (e) logo após o

indivíduo realizava três repetições do teste propriamente dito em que ele era orientado para realizar força máxima para flexionar o joelho. Da mesma forma que para os extensores, durante o teste o indivíduo recebia estímulo verbal constante dos “aplicadores do teste” para manter o seu esforço máximo nas três repetições; (f) ao concluir o teste dos flexores havia dois minutos de intervalo e então o aparelho era reposicionado para testar a perna contralateral. Todas as etapas anteriores foram repetidas para execução do teste no outro lado.

Os valores dos torques eram registrados a cada ângulo formando uma curva de torque no gráfico final, a cada repetição uma nova curva era registrada. O valor mais alto (pico da curva) de torque obtido nas três repetições foi considerado para efeito de análise dos dados (Kannus, 1991).

A utilização de equipamento isocinético permitiu padronizar as medidas angulares e a velocidade de execução dos movimentos. Além destes fatores, o teste é dinâmico, compatível com o tratamento que também é realizado de forma dinâmica, porém com contrações isotônicas.

3.3.2 Tratamento

Todos os grupos realizaram três sessões dos exercícios por semana durante 12 semanas, totalizando 36 sessões. O tempo de execução das sessões variava entre 30 e 45 minutos conforme o estágio do seu tratamento. Para o grupo de operados este tempo aumentava em 20 minutos devido a aplicação de crioterapia – saco de gelo enrolado por uma faixa no joelho durante 20 minutos com o objetivo de diminuir o metabolismo no local, evitando o aumento do edema e da dor - ao final das sessões.

Como atividade comum a todos os grupos existiam os exercícios de alongamentos realizados antes e após os exercícios principais, de CCA ou de CCF conforme o seu grupo correspondente. Três tipos de alongamentos eram realizados: (1) dos isquios-tibiais, em decúbito dorsal, (2) do quadríceps, em decúbito lateral, com auxílio da mão do próprio executante na ponta do pé (3) do tríceps sural, em pé, na extremidade de um degrau (ANEXO 3). Os alongamentos eram repetidos 4 (quatro) vezes com cada segmento e a posição de estiramento máximo sendo mantida por 20 segundos.

O grupo pós-operatório de LCA e o grupo com LCA normal praticantes de exercícios em CCA realizavam exercícios de extensão de joelho e extensão de quadril nas mesas extensoras de joelho e quadril confeccionadas para pesquisa (Figura 5). Estas mesas foram construídas com o objetivo de facilitar o processo de equiparação de cargas entre os exercícios em CCA e CCF, conforme Yack, Collins e Whieldon (1993). Esse procedimento será descrito no decorrer deste capítulo.

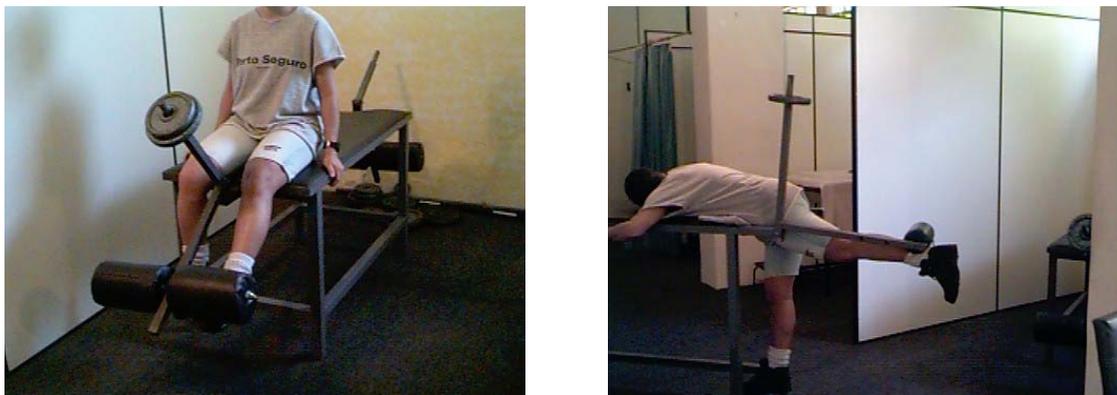


FIGURA 5. Demonstração do posicionamento nas mesas extensoras de joelho e quadril

A Tabela 3 demonstra como foi desenvolvido o protocolo durante as 12 (doze) semanas.

TABELA 3. Protocolo de exercícios em CCA.

Semana	Repetições	Observações
1 ^a semana	2 x 15 repetições	Carga inicial estabelecida conforme equiparação com o peso corporal utilizado na CCF
2 ^a semana	3 x 15 repetições	Carga mantida
3 ^a semana	3 x 20 repetições	Carga mantida
4 ^a semana	4 x 20 repetições	Carga mantida
5 ^a semana	2 x 15 repetições	Aumento da carga conforme equiparação com o aumento de 20% do peso corporal na carga da CCF
6 ^a semana	3 x 15 repetições	Carga mantida
7 ^a semana	3 x 20 repetições	Carga mantida
8 ^a semana	4 x 20 repetições	Carga mantida
9 ^a semana	1 x 15 repetições 1 x 15 repetições	Aumento da carga conforme equiparação com o aumento de mais 20% do peso corporal na carga da CCF. Aumento de carga conforme equiparação com o aumento inicial de 20% do peso corporal aplicada em apoio unilateral
10 ^a semana	2 x 15 repetições 1 x 15 repetições	Cargas mantidas
11 ^a semana	2 x 20 repetições 1 x 20 repetições	Cargas mantidas
12 ^a semana	2 x 20 repetições 2 x 20 repetições	Cargas mantidas

O grupo pós-operatório de LCA e o grupo com LCA normal praticantes de exercícios em CCF realizavam exercícios de agachamento até formar o ângulo relativo do joelho de 120° , o que corresponde a uma flexão de 60° do joelho, considerando a extensão máxima do joelho como 0° (Figura 6). No início do tratamento o agachamento foi realizado com as duas pernas ao mesmo tempo (bilateral), ou seja, a carga sustentada era dividida entre os dois membros inferiores. No decorrer do tratamento o agachamento passou a ser realizado, também, com apoio em apenas uma das pernas para depois executá-lo somente com o apoio na outra (unilateral), ou seja, a carga passou a ser sustentado por apenas uma das pernas. A partir da 9^a (nona) semana o agachamento bilateral passou a ser intercalado com agachamento unilateral, mantendo a mesma angulação.



FIGURA 6. Demonstração do posicionamento durante a execução do agachamento

A Tabela 4 demonstra como foi desenvolvido o protocolo durante as 12 (doze) semanas.

TABELA 4. Protocolo de exercícios em CCF.

Semana	Repetições	Forma de Execução no CCF (ângulo de 60°)	Observações
1ª semana	2 x 15 repetições	Bilateral	Peso corporal como carga inicial
2ª semana	3 x 15 repetições	Bilateral	Carga mantida
3ª semana	3 x 20 repetições	Bilateral	Carga mantida
4ª semana	4 x 20 repetições	Bilateral	Carga mantida
5ª semana	2 x 15 repetições	Bilateral	Aumento de 20% do peso corporal na carga
6ª semana	3 x 15 repetições	Bilateral	Carga mantida
7ª semana	3 x 20 repetições	Bilateral	Carga mantida
8ª semana	4 x 20 repetições	Bilateral	Carga mantida
9ª semana	1 x 15 repetições 1 x 15 repetições	Bilateral Unilateral	Aumento de mais 20% do peso corporal na carga A carga utilizada é a mesma da 5ª semana no entanto o aumento de carga ocorre porque a formas de execução é em apoio unilateral
10ª semana	2 x 15 repetições 1 x 15 repetições	Bilateral Unilateral	Cargas mantidas
11ª semana	2 x 20 repetições 1 x 20 repetições	Bilateral Unilateral	Cargas mantidas
12ª semana	2 x 20 repetições 2 x 20 repetições	Bilateral Unilateral	Cargas mantidas

3.3.2.1 Equiparação de Cargas

A comparação entre CCA e CCF no que diz respeito ao desenvolvimento de força e trofismo muscular requer que a mesma carga seja utilizada em ambos os tipos de exercícios para cada indivíduo. A equiparação das cargas se torna uma etapa primordial desta pesquisa. Sem ela a carga se tornaria uma variável interveniente no estudo o que não permitiria comparar CCA com CCF, pois alterações de força e de trofismo poderiam ser decorrentes de cargas diferentes e não de exercícios diferentes. É necessário que a equiparação seja feita em relação aos esforços sub-máximos que serão impostos nas articulações e não em relação as cargas que são utilizadas nos aparelhos.

A forma convencional de se executar o movimento de extensão do joelho nas mesas extensoras existentes em clínicas e/ou academias não permitiria compará-lo com o agachamento, em função dos esforços impostos serem diferentes do ponto de vista biomecânico numa situação e na outra (Figura 7a-b). O exercício de extensão do joelho na mesa extensora convencional (CCA) começa com o joelho flexionado em 90^0 , onde o braço de resistência (d_{R1}) é pequeno. A medida em que o joelho é estendido esta distância vai aumentando, e no momento em que a extensão é completada (zero graus de flexão), o braço de resistência (d_{R2}) atinge o seu maior comprimento (Figura 7a). Neste caso podemos dizer que no exercício em CCA o movimento inicia com um torque flexor externo baixo (medido em relação a um eixo transversal passando pela articulação do joelho) em função do braço de resistência ser pequeno. A medida que o joelho é estendido este braço de resistência vai aumentando, o que produz um aumento no torque flexor externo. Neste caso, a força utilizada para o cálculo do torque

corresponde ao produto do peso da sobrecarga pelo seus respectivos braços de resistência, com os torques produzidos pelos segmentos perna e pé sendo desprezados.

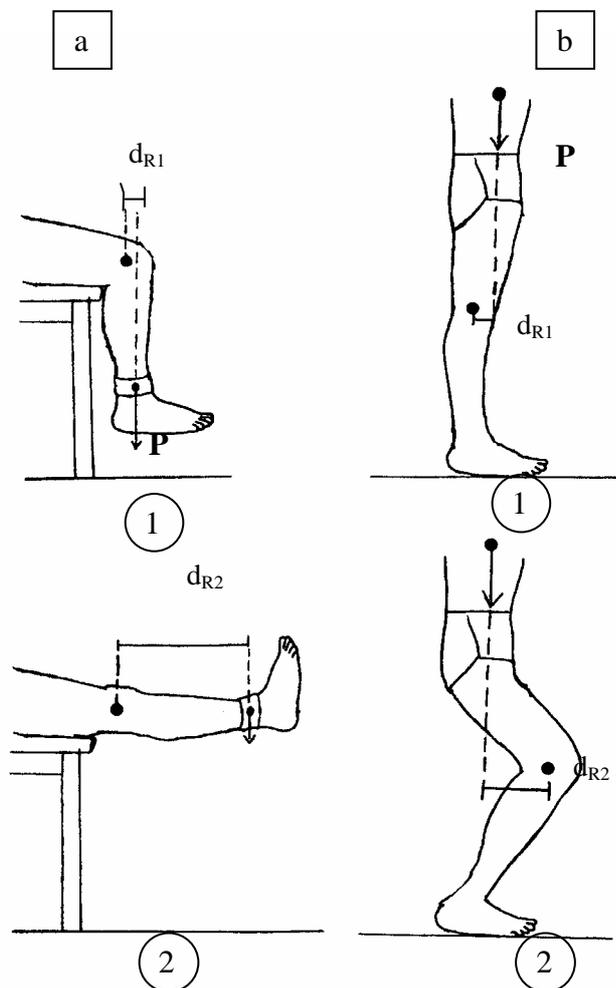


FIGURA 7. Ilustração da variação do momento flexor externo do joelho na CCA com o momento flexor externo do joelho na CCF: 1) d_{R1} = distância do centro articular do joelho ao centro de massa dos segmentos envolvidos ou da sobrecarga, no início do movimento; 2) d_{R2} = distância do centro articular do joelho ao centro de massa dos segmentos envolvidos ou da sobrecarga, no final do movimento; 3) P = peso dos segmentos envolvidos ou da sobrecarga; 4) 1 = posição inicial e 5) 2 = posição final.

Mecanicamente, no exercício de agachamento (CCF) a variação do braço de resistência ocorre de forma inversa (Figura 7b). O movimento começa com o joelho em extensão, posição na qual o braço de resistência é relativamente pequeno. A medida em que o joelho vai sendo flexionado o braço de resistência vai aumentando até alcançar o seu máximo ao redor de 90° de flexão do joelho, se a amplitude do

movimento não for limitada. Neste caso, a força utilizada para o cálculo do torque corresponde a soma do peso de todos os segmentos corporais acima da articulação do joelho, a qual possui seu ponto de aplicação no seu respectivo centro de massa.

Em ambos os casos (CCA e CCF) o movimento inicia com um torque flexor externo pequeno que vai aumentando a medida que o movimento vai sendo executado. No entanto, na CCA o movimento começa em flexão do joelho e vai estendendo, enquanto na CCF o movimento começa com o joelho estendido e vai flexionando. Isto significa que no exercício de CCA o aumento do torque externo imposto à articulação esta associado com uma contração concêntrica do quadríceps, e o torque externo máximo esta associado a uma posição de relativo encurtamento dessa musculatura, enquanto no exercício de agachamento, o aumento do torque externo está associado com uma contração excêntrica do quadríceps, e o torque externo máximo está associado com uma posição de relativo alongamento dos mesmos músculos. Considerando-se as propriedades mecânicas combinadas do músculo esquelético de força - comprimento muscular (Gordon, Huxley e Julian, 1966), seria de se esperar que essas propriedades influenciassem os efeitos do treinamento no que se refere a força e trofismo muscular, caso os dois exercícios fossem comparados com as características distintas acima descritas.

Com relação a articulação do quadril havia um problema da mesma natureza, razão pela qual foi adotado um procedimento semelhante ao joelho, para se obter as mesmas características biomecânicas (interna e externa) nos dois tipos de exercícios estudados (Figura 8).

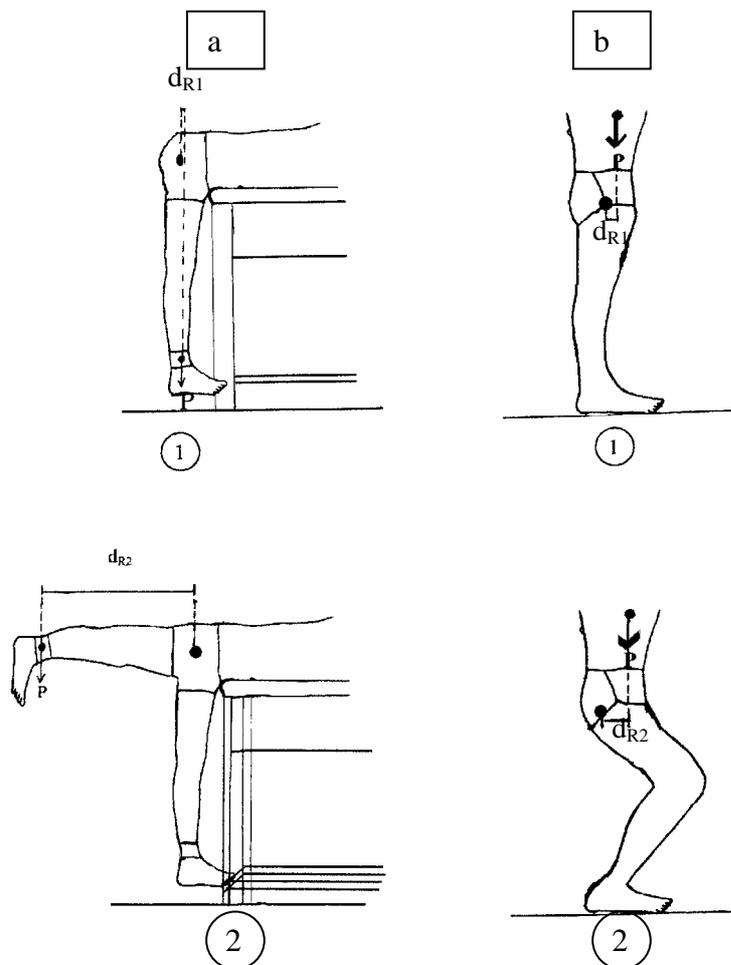


FIGURA 8. Ilustração da variação do momento flexor externo do quadril na CCA com o momento flexor externo do quadril na CCF: 1) d_{R1} = distância do centro articular do joelho ao centro de massa dos segmentos envolvidos ou da sobrecarga, no início do movimento; 2) d_{R2} = distância do centro articular do joelho ao centro de massa dos segmentos envolvidos ou da sobrecarga, no final do movimento; 3) P = peso dos segmentos envolvidos ou da sobrecarga; 4) 1 = posição inicial e 5) 2 = posição final.

Desta forma, foi necessário alterar um dos exercícios para que ambos passassem a possuir as “mesmas” características mecânicas, tanto internas como externas. A opção escolhida foi alterar o exercício convencional da mesa extensora do joelho e quadril, fazendo com que ele também passasse a impor o maior torque flexor externo em uma situação em que o quadríceps estivesse relativamente alongado como no agachamento. Este recurso foi adotado, anteriormente, para o joelho por Yack,

Collins e Whieldon (1993). Isso foi feito acrescentando na mesa extensora um “braço de ferro” perpendicular a perna do executante (Figura 9).

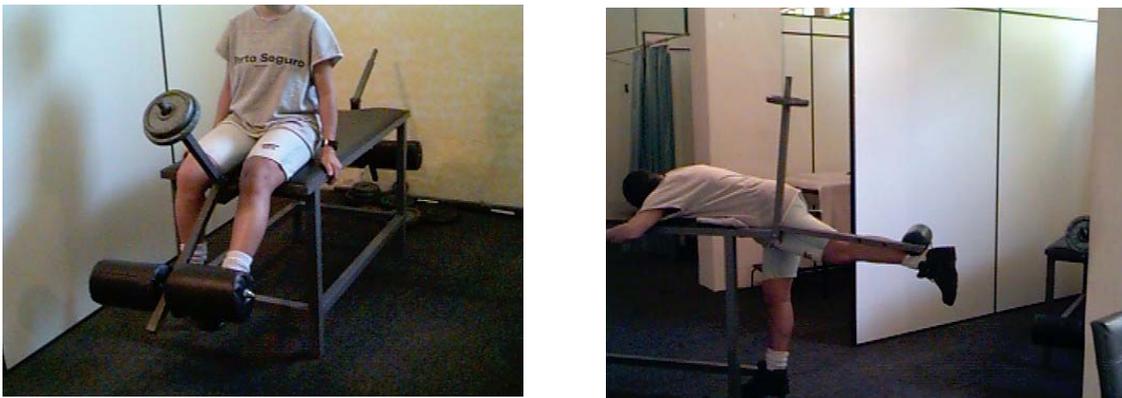


FIGURA 9. Modificação das mesas extensoras convencionais para que o torque flexor externo máximo seja produzido em situação semelhante ao agachamento no que se refere ao comprimento muscular.

Para igualar os torques flexores sub-máximos a serem utilizados nos exercícios em CCA e CCF era necessário saber qual o torque flexor resultante imposto na CCF, individualmente para então assumir este torque nos exercícios de CCA, devido as diferenças nos pesos e comprimentos dos segmentos corporais de cada indivíduo. Conhecido este valor, e conhecida a geometria do exercício em CCA, foi possível calcular a carga a ser utilizada nesse último exercício.

A determinação dos comprimentos dos segmentos corporais de interesse foi realizada através de um sistema de análise de movimentos que opera através de câmera de vídeo, computador e *software* específico (Peak Performance 5). Este recurso foi utilizado para determinar a localização do centro de massa dos segmentos corporais envolvidos e os seus respectivos braços de alavanca em relação as articulações

desejadas. As etapas para aquisição dos dados respeitaram os procedimentos recomendados para a utilização de cinemática com o objetivo de obtenção de variáveis cinemáticas (Amadio, 1996).

Para fins de equiparação dos esforços impostos nas articulações do joelho e do quadril, respectivamente, foi adotado um modelo estático simplificado. A posição correspondente ao maior braço de resistência atingido durante o exercício de CCF (ângulo relativo entre a coxa e a perna de 120°) foi utilizada para fins de cálculo do maior torque flexor externo do joelho e do quadril gerados durante o exercício de CCF. A amplitude máxima de flexão do joelho no agachamento foi estabelecida em 120° pois amplitudes maiores de flexão poderiam comprometer a integridade do enxerto ligamentar dos pacientes operados, no início do tratamento (Silfverskiold, Steadman, Higgins, Hagerman e Atkins, 1988; Arms, Renstrom e Stanwyck, 1985 e Henning , 1985)

Para esta análise foram criados dois modelos para a determinação do centro de massa através do método da segmentação; adotando-se para tanto os dados de Clauser, Mcconville e Young (1969). No modelo para estabelecer o torque flexor externo do joelho o centro de massa foi estabelecido desconsiderando os segmentos perna e pé de ambos os membros inferiores, levando-se em consideração apenas o peso dos segmentos acima do joelho por ser esta a carga que seria suportada no joelho durante o exercício de CCF. No modelo para estabelecer o torque flexor externo do quadril o centro de massa foi estabelecido desconsiderando os segmentos coxa, perna e pé de ambos os membros inferiores, levando-se em consideração apenas o peso dos segmentos acima do quadril por ser esta a carga que seria suportada no quadril durante o exercício de CCF.

Os indivíduos que faziam parte do grupo de CCA necessitaram passar pelo processo de equiparação de cargas. Para isto realizaram, no mesmo dia em que foram submetidos aos outros testes, uma filmagem onde os pontos anatômicos que definem cada segmento corporal foram marcados com esferas reflexivas. Os indivíduos permaneciam com o lado direito voltado para a câmera de vídeo na posição de agachamento com um ângulo relativo entre a coxa e a perna de 120^0 durante a realização da filmagem. Com a imagem gravada eram digitalizados os pontos anatômicos a partir da articulação do joelho (joelho, quadril, ombro, cotovelo, punho, dedo médio, interseção do queixo com o pescoço e vértice da cabeça) no primeiro modelo e a partir da articulação do quadril no segundo modelo. Na seqüência o programa realizava os cálculos do centro de massa em cada situação, levando em consideração os modelos pré estabelecidos e calculava as distâncias de todos os pontos em relação a um sistema referencial inercial.

De posse da localização do centro de massa e para estabelecer qual seria o maior torque flexor externo produzido no joelho do indivíduo ao realizar um exercício de CCF foi calculada a distância perpendicular do centro de massa até a articulação do joelho. Este valor foi multiplicado pelo valor do peso corporal ajustado do indivíduo, ou seja, desconsiderando os pesos das pernas e dos pés e dividindo o valor restante por dois; em função do peso sustentado pelos joelhos não incluir os pesos das pernas e dos pés e por este peso estar dividido nos dois segmentos.

A título de exemplificação, segue um dos cálculos realizados. A aceleração da gravidade não foi incluída nos cálculos pois seria uma multiplicação a mais e desnecessária, considerando que o objetivo era determinar a carga em Kg:

Indivíduo 1825-25

- a) Massa corporal total = 67,3Kg;
- b) Massa corporal, desconsiderando segmentos pernas e pés = 59,5Kg;
- c) Massa corporal, desconsiderando segmentos pernas e pés, dividido por dois = 29,8Kg;
- d) Distância do centro de massa ao eixo do joelho = 0,0667m.

Torque flexor externo no joelho = $c \times d$;

Torque flexor externo no joelho = $29,8 \times 0,0667$;

Torque flexor externo no joelho = 1,98Kg.m

O procedimento para estabelecer o maior torque flexor externo na articulação do quadril envolveu as mesmas etapas anteriores, no entanto a distância considerada foi do centro de massa até a articulação do quadril e o peso corporal utilizado foi do peso dos segmentos corporais acima da articulação do quadril, desconsiderando os pesos das coxas, pernas e pés.

Os valores encontrados são equivalentes aos maiores torques flexores externos do joelho e do quadril deste indivíduo, se ele fosse realizar os exercícios de CCF. Estes valores deveriam ser equivalentes ao maior torque flexor externo nas articulações do joelho e do quadril durante os exercícios em CCA.

Seguindo este raciocínio a próxima etapa consistia em estabelecer a carga a ser utilizada no exercício de CCA de joelho e de quadril, respectivamente, para que os maiores torques flexores externos fossem equivalentes. O torque flexor externo era conhecido e devia ser o mesmo nas duas situações (CCA e CCF). As distâncias perpendiculares entre os centros de massa das anilhas e o eixo de rotação da mesa extensora do joelho e do quadril foram medidas nas próprias mesas (0,35 e 0,52

respectivamente). Conhecendo-se o torque flexor externo e a distância do centro de massa do peso ao eixo de giro da máquina era possível estabelecer o valor do peso a ser utilizado pela divisão do torque pela distância.

Seguindo o mesmo exemplo anterior:

a) Torque flexor externo no joelho = 1,98Kg.m;

b) Distância do centro de massa do peso ao eixo de giro da mesa extensora do joelho = 0,35m.

Carga a ser utilizado na mesa extensora do joelho = $\frac{a}{b}$;

Carga a ser utilizado na mesa extensora do joelho = $\frac{1,98}{0,35}$;

Carga a ser utilizado na mesa extensora do joelho = 5,7Kg

Para cada indivíduo foi estabelecida a carga que eles deveriam utilizar, sendo repetida a análise estática cada vez que estas cargas necessitaram ser alteradas no decorrer do tratamento.

Na primeira alteração de carga, após um mês de tratamento, nova filmagem foi realizada na mesma posição de agachamento citada anteriormente, porém o indivíduo utilizou uma barra de ferro com massa conhecida. Esta barra era a mesma utilizada pelos indivíduos que realizaram exercícios em CCF, para aumentar a carga durante os exercícios. Após a filmagem e digitalização dos pontos todos os cálculos de equiparação de cargas eram refeitos para esta nova situação, sendo portanto incorporado aos sistemas anteriores a barra de ferro.

Na segunda alteração de carga foram calculadas as cargas que deveriam ser utilizadas nos exercícios de CCA, uma carga correspondia ao exercício em CCF com o apoio bilateral e a outra carga correspondia ao exercício em CCF com apoio unilateral.

Desta forma as cargas para extensão do joelho e do quadril, utilizadas na mesa extensora adaptada, sofriram os ajustes necessários para a equivalência dos torques para cada indivíduo.

3.3.3 Reteste

Os testes para deslocamento tibial anterior, trofismo da coxa e torque produzido pelo quadríceps e isquios-tibiais realizados no teste inicial foram repetidos da mesma forma como definidos anteriormente a cada quatro semanas após iniciado o tratamento, na ocasião das trocas de cargas e, novamente, ao final das doze semanas para a aquisição dos dados finais.

O teste de deslocamento tibial anterior no grupo dos pós-operatórios de LCA foi realizado imediatamente após a cirurgia e foi repetido somente no final do tratamento por medida de segurança, porque no período intermediário havia risco de romper o enxerto colocado no processo cirúrgico inicial.

3.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Inicialmente foram calculadas medidas descritivas de tendência central e dispersão, média e desvio padrão por grupos de tratamento e momento de avaliação. Os grupos de LCA normal em CCA e CCF foram comparados entre si através do teste “t” para amostras independentes e os grupo de pós operatório de LCA em CCA e CCF foram comparados entre si utilizando o mesmo tratamento estatístico.

Foram ainda realizadas comparações do tipo antes e depois especificamente entre os momentos iniciais e finais estratificados por grupos para cada uma das variáveis em estudo. Foi utilizado nestas comparações o teste “t” para amostras pareadas. Os dados foram processados com o auxílio do programa Excel 97 e analisados estatisticamente através do pacote estatístico SPSS.

4. RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos com o período de tratamento. Inicialmente há um item onde são apresentados, separadamente, os efeitos de cada um dos dois procedimentos utilizados (CCA e CCF) para cada variável analisada. Posteriormente, há um novo item onde são apresentados os resultados obtidos quando as duas formas de execução dos exercícios foram comparadas.

4.1 EFEITOS DOS PROCEDIMENTOS EM CCA E CCF

Os efeitos do tratamento nas variáveis DTA, perimetria da coxa e torque muscular serão demonstrados primeiramente, em relação aos grupos de LCA normal e pós operatório de LCA que realizaram exercícios em CCA e após, nos grupos de LCA normal e pós operatório que realizaram exercícios em CCF.

4.1.1 CADEIA CINÉTICA ABERTA (CCA)

4.1.1.1 Deslocamento Tibial Anterior (DTA)

O DTA não apresentou alterações ao compararmos os valores iniciais (teste) com os valores finais (reteste) em nenhum dos dois grupos em CCA (Figuras 10 e 11). De acordo com a análise destes dados a prática dos exercícios em CCA não altera o DTA de forma significativa.

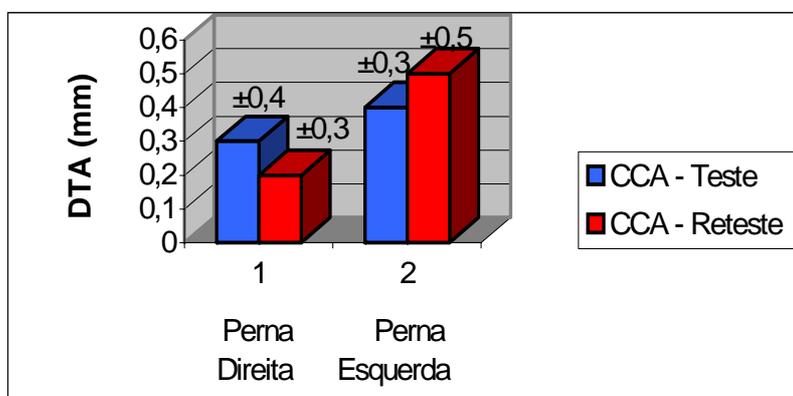


FIGURA 10. Gráfico com a média e o desvio padrão do DTA no teste e reteste no grupo de LCA normal em CCA. O * representa diferença significativa no mesmo grupo do teste para o reteste.

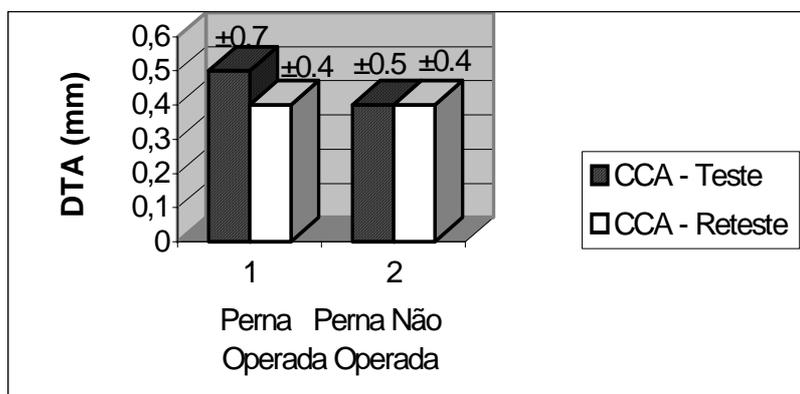


FIGURA 11. Gráfico com a média e o desvio padrão do DTA no teste e reteste no grupo de pós operatório de LCA em CCA. O * representa diferença significativa no mesmo grupo do teste para o reteste.

4.1.1.2 Perimetria

A perimetria da coxa foi avaliada em cada uma das medidas (5, 10, 15 e 20 centímetros acima da borda superior da patela). Através das Tabelas 5 e 6 pode-se observar as alterações da perimetria nos grupos de LCA normal e pós operatório de LCA praticantes de exercícios em CCA, considerando o efeito do tratamento ao longo do tempo (teste – reteste).

As medidas de perimetria no grupo de LCA normal em CCA não apresentaram aumento significativo nos seus valores (Tabela 5).

TABELA 5. Média (X) e desvio padrão (DP) das quatro medidas de perimetria no início e ao final do tratamento no grupo com LCA normal em CCA.

	Teste	Reteste
Perimetria Perna Direita (cm)	X ± DP (cm)	X ± DP (cm)
5	38,5 ± 2,5	38,6 ± 2,3
10	43,4 ± 3,4	43,5 ± 2,5
15	48,0 ± 3,0	48,1 ± 2,5
20	52,6 ± 3,1	52,0 ± 2,4
Perimetria Perna Esquerda (cm)	X ± DP (cm)	X ± DP (cm)
5	38,0 ± 2,0	37,9 ± 1,4
10	43,1 ± 2,4	42,8 ± 1,5
15	47,3 ± 2,6	47,6 ± 2,0
20	51,8 ± 2,7	51,7 ± 2,8

* diferença significativa, $p < 0,05$, entre teste e reteste.

O grupo de pós operatório de LCA em CCA apresentou um aumento significativo na medida de perimetria feita cinco centímetros acima da borda superior da patela na perna não operada e os demais valores não apresentaram alterações significativas (Tabela 6).

TABELA 6. Média (X) e desvio padrão (DP) das quatro medidas de perimetria no início e ao final do tratamento no grupo de pós operatório de LCA em CCA.

	Teste	Reteste
Perimetria Perna Operada (cm)	X ± DP (cm)	X ± DP (cm)
5	42,0 ± 1,7	40,5 ± 2,1
10	44,6 ± 1,9	44,1 ± 2,9
15	48,9 ± 2,3	49,0 ± 2,6
20	53,0 ± 2,7	53,1 ± 3,4
Perimetria Perna Não Operada (cm)	X ± DP (cm)	X ± DP (cm)
5	40,7 ± 1,1	41,4 ± 1,0*
10	45,9 ± 2,0	46,3 ± 1,6
15	50,3 ± 2,3	50,8 ± 2,4
20	53,5 ± 2,4	53,7 ± 2,7

* diferença significativa, $p < 0,05$, entre teste e reteste.

4.1.1.3 Torque Muscular

O torque muscular foi avaliado a partir dos valores dos picos de torques. A figura 12 apresenta a ilustração do registro de torque dos extensores e flexores do joelho de um sujeito de acordo com a variação angular da articulação.

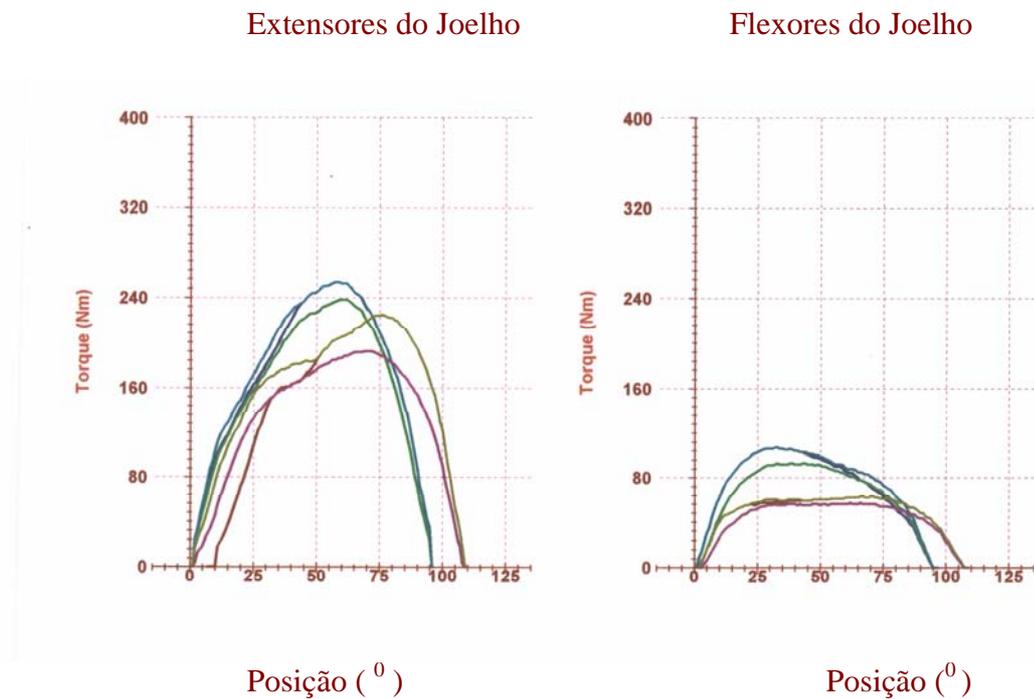


FIGURA 12. Gráfico ilustrando a curva torque-posição dos extensores e flexores do joelho de um indivíduo, utilizado para obtenção do torque máximo. Zero graus corresponde a extensão máxima do joelho e o ângulo vai aumentando a medida que o joelho flexiona.

Torque Extensor

Ao comparar o torque produzido pelos extensores no início do tratamento (teste) com o torque produzido por eles ao final do tratamento (reteste) no grupo de LCA normal em CCA não foram encontradas diferenças significativas para ambas as pernas (Figura 13).

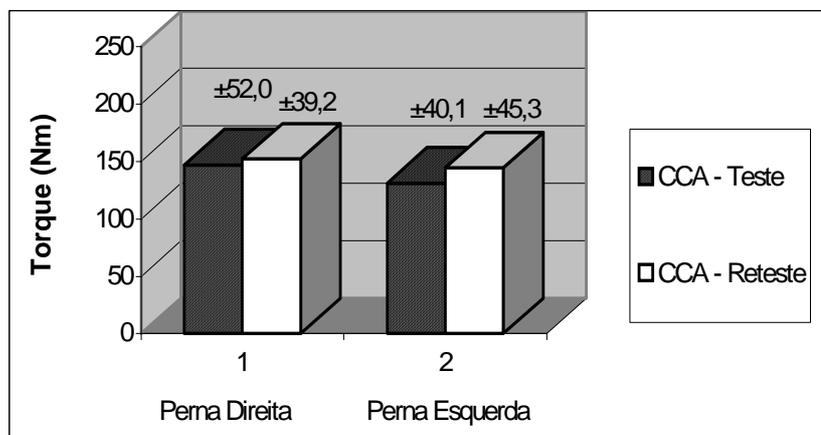


FIGURA 13. Gráfico com a média e desvio padrão dos torques de extensores do joelho no grupo de LCA normal em CCA. O * representa diferença significativa no mesmo grupo do teste para o reteste.

No grupo de pós operatório de LCA em CCA os valores de torque em relação aos extensores apresentaram aumento significativo do teste para o reteste tanto no membro inferior operado quanto no membro inferior não operado (Figura 14).

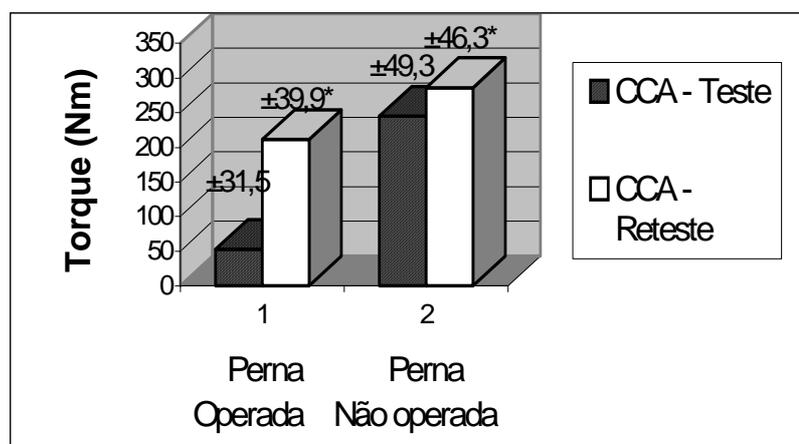


FIGURA 14. Gráfico com a média e desvio padrão dos torques de extensores do joelho no grupo de pós operatório de LCA em CCA. O * representa diferença significativa no mesmo grupo do teste para o reteste.

Torque Flexor

O grupo de LCA normal em CCA não apresentou diferenças significativas nos valores dos torques flexores do membro inferior direito e esquerdo (Figura 15) ao comparar os valores iniciais (teste) com os valores finais (reteste).

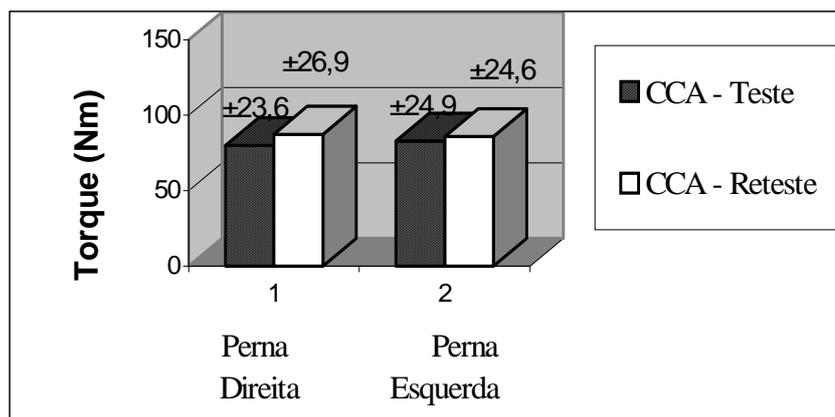


FIGURA 15. Gráfico com a média e o desvio padrão dos torques dos flexores do joelho no grupo de LCA normal em CCA. O * representa diferença significativa no mesmo grupo do teste para o reteste.

Os valores de torques flexores do joelho, no grupo de pós operatório de LCA em CCA (Figura 16), apresentou aumento significativo do teste para o reteste tanto no membro inferior operado quanto no não operado.

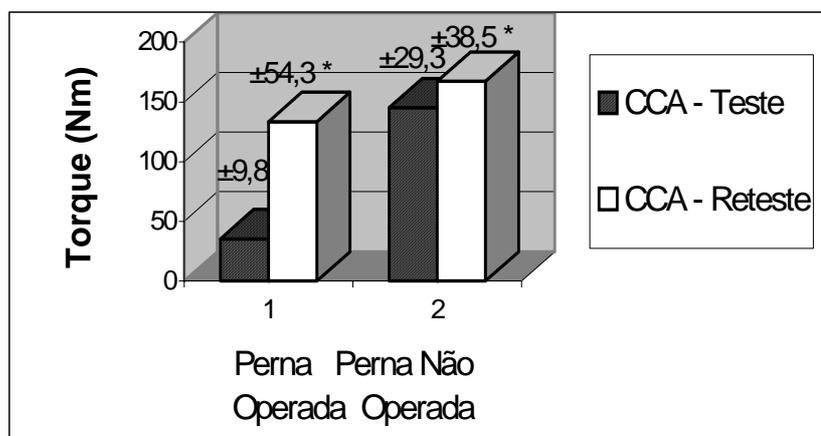


FIGURA 16. Gráfico com a média e desvio padrão dos torques dos flexores do joelho no grupo de pós operatório de LCA em CCA. O * representa diferença significativa no mesmo grupo do teste para o reteste.

4.1.2 CADEIA CINÉTICA FECHADA (CCF)

4.1.2.1 Deslocamento Tibial Anterior (DTA)

Assim como nos grupos de CCA, o DTA não apresentou diferenças significativas ao compararmos os valores iniciais (teste) com os valores finais (reteste) em nenhum dos dois grupos em CCF (Figura 17 e 18).

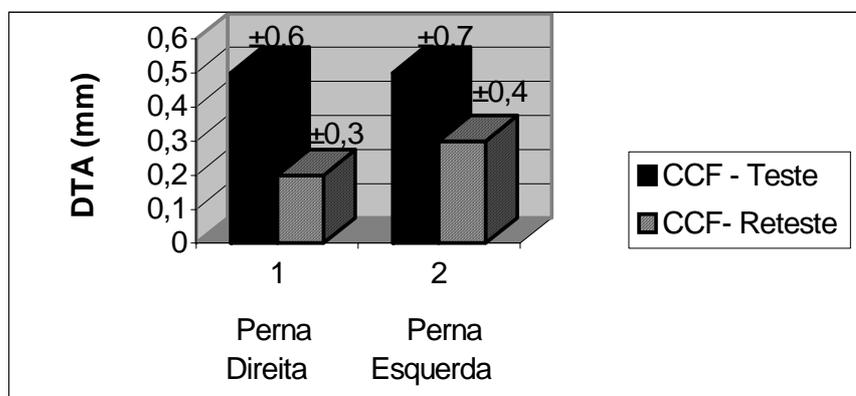


FIGURA 17. Gráfico com a média e o desvio padrão do DTA no teste e reteste no grupo de LCA normal em CCF. O * representa diferença significativa no mesmo grupo do teste para o reteste.

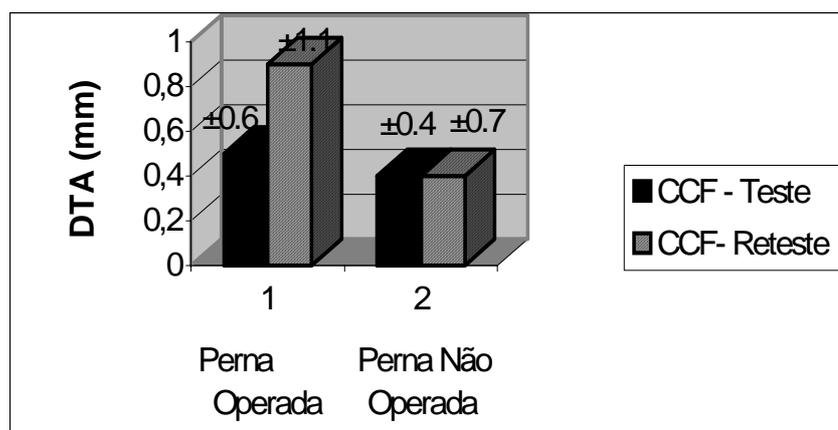


FIGURA 18. Gráfico com a média e o desvio padrão do DTA no teste e reteste no grupo de pós operatório de LCA em CCF. O * representa diferença significativa no mesmo grupo do teste para o reteste.

4.1.2.2 Perimetria

Da mesma forma que o grupo de LCA normal em CCA, o grupo de LCA normal em CCF não houve diferenças estatisticamente significativas entre os valores iniciais e finais de perimetria (Tabela 7).

TABELA 7. Média (X) e desvio padrão (DP) dos valores das quatro medidas de perimetria no início e ao final do tratamento no grupo com LCA normal em CCF.

	Teste	Reteste
Perimetria Perna Direita (cm)	X ± DP (cm)	X ± DP (cm)
5	40,8 ± 3,2	40,9 ± 3,3
10	46,1 ± 4,1	45,9 ± 4,1
15	50,5 ± 4,2	50,7 ± 4,5
20	53,7 ± 4,5	54,5 ± 4,4
Perimetria Perna Esquerda (cm)	X ± DP (cm)	X ± DP (cm)
5	40,8 ± 3,0	40,9 ± 3,1
10	45,5 ± 3,8	46,0 ± 3,9
15	50,1 ± 4,1	50,1 ± 4,1
20	53,7 ± 3,8	53,8 ± 4,3

* diferença significativa, $p < 0,05$, entre teste e reteste.

No grupo de pós operatório de LCA em CCF (Tabela 8), foi encontrado aumento significativo entre os valores iniciais e finais na medida de perimetria feita vinte centímetros acima da borda superior da patela no membro inferior operado. No entanto, um aumento significativo também foi observado no membro inferior não operado deste mesmo grupo na medida feita dez centímetros acima da borda superior da patela.

TABELA 8. Média (X) e desvio padrão (DP) dos valores das quatro medidas de perimetria no início e ao final do tratamento no grupo de pós operatório de LCA em CCF.

	Teste	Reteste
Perimetria Perna Operada (cm)	X ± DP (cm)	X ± DP (cm)
5	43,0 ± 3,5	42,5 ± 3,4
10	46,1 ± 4,4	47,0 ± 4,3
15	50,5 ± 5,1	51,7 ± 4,5
20	53,7 ± 4,8	55,8 ± 5,1*
Perimetria Perna Não Operada (cm)	X ± DP (cm)	X ± DP (cm)
5	41,6 ± 3,1	42,5 ± 4,0
10	47,2 ± 3,6	48,3 ± 4,0*
15	52,2 ± 3,8	53,7 ± 4,8
20	55,9 ± 3,9	57,0 ± 5,0

* diferença significativa, $p < 0,05$, entre teste e reteste.

4.1.2.3 Torque Muscular:

Torque Extensor

Em relação ao torque produzido pelos extensores do grupo de LCA normal em CCF (Figura 19) ocorreu aumento significativo no membro inferior esquerdo.

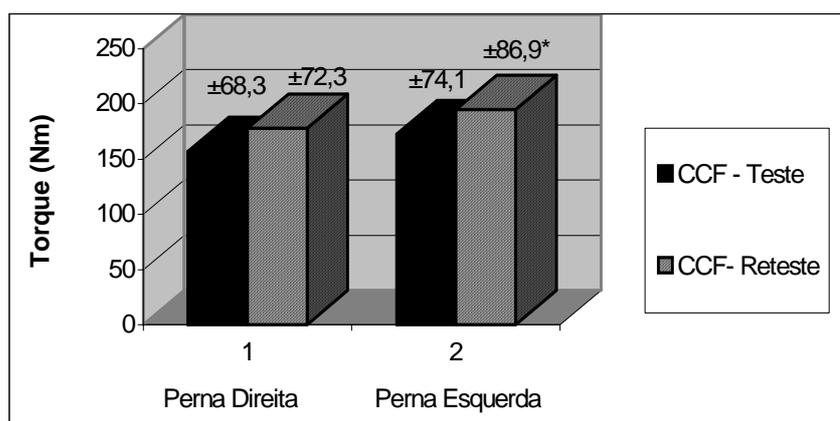


FIGURA 19. Gráfico com a média e desvio padrão dos torques de extensores do joelho no grupo de LCA normal em CCF. O * representa diferença significativa no mesmo grupo do teste para o reteste.

O grupo de pós operatório de LCA em CCF (Figura 20) apresentou aumento significativo no torque dos extensores do joelho no membro inferior operado. Em relação ao membro inferior não operado não houve diferença significativa dos valores de torques extensores.

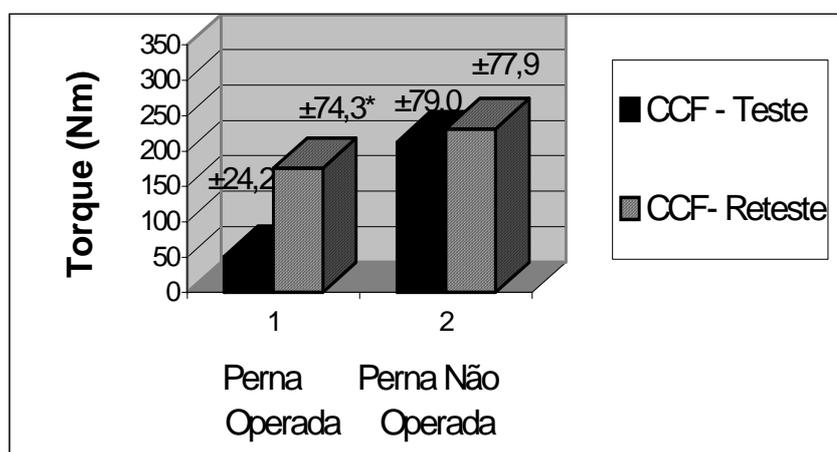


FIGURA 20. Gráfico com os valores médios e desvio padrão dos torques de extensores do joelho no grupo de pós operatório de LCA em CCF. O * representa diferença significativa no mesmo grupo do teste para o reteste.

Torque Flexor

No grupo de LCA normal em CCF (Figura 21) ocorreu aumento significativo no torque dos flexores de ambos os membros inferiores.

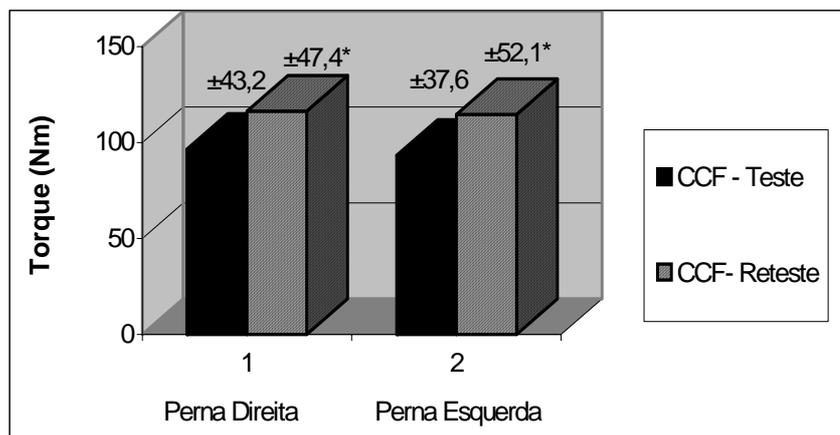


FIGURA 21. Gráfico com a média e o desvio padrão dos torques de flexores do joelho no grupo de LCA normal em CCF. O * representa diferença significativa no mesmo grupo do teste para o reteste.

Em relação aos torques flexores do grupo de pós operatório de LCA (Figura 22) ocorreu aumento significativo somente no membro inferior operado. Em relação ao membro inferior não operado não houve diferença significativa dos valores de torques.

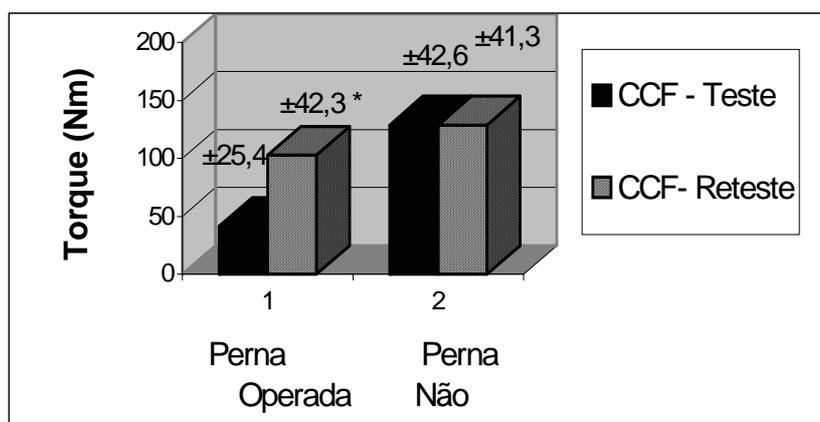


FIGURA 22. Gráfico com a média e desvio padrão dos torques de flexores do joelho no grupo de pós operatório de LCA em CCF. O * representa diferença significativa no mesmo grupo do teste para o reteste.

4.2 COMPARAÇÕES ENTRE CCA E CCF

Neste item são comparados os efeitos dos exercícios em CCA com os efeitos dos exercícios em CCF. Em primeiro lugar são comparados os valores iniciais de todas as variáveis entre os grupos de LCA normal e após entre os grupos de pós operatório de LCA. Na seqüência são comparados os valores finais de todas as variáveis da mesma forma que no início.

4.2.1 Comparação entre o Teste CCA e o Teste CCF

No período inicial do tratamento não havia diferença estatística entre os grupos de LCA normal, em nenhuma das variáveis estudadas, para um nível de significância estabelecido de 0,05 (Tabela 9).

TABELA 9. Média (X) e desvio padrão (DP), antes do início do tratamento, de todas as variáveis estudadas nos grupos com LCA normal.

	CCA (n=8)	CCF (n=8)
DTA (mm)	X ± DP	X ± DP
PD	0,3 ± 0,4	0,5 ± 0,6
PE	0,4 ± 0,3	0,5 ± 0,7
Perimetria (cm)		
PD 5	38,5 ± 2,5	40,8 ± 3,2
PD 10	43,4 ± 3,4	46,1 ± 4,1
PD 15	48,0 ± 3,0	50,5 ± 4,2
PD 20	52,6 ± 3,1	53,7 ± 4,5
PE 5	38,0 ± 2,0	40,8 ± 3,0
PE 10	43,1 ± 2,4	45,5 ± 3,8
PE 15	47,3 ± 2,6	50,1 ± 4,1
PE 20	51,8 ± 2,7	53,7 ± 3,8
Torque (N.m)		
EE	131,1 ± 40,1	172,4 ± 74,1
ED	147,1 ± 52,0	156,8 ± 68,3
FE	82,9 ± 24,9	93,3 ± 37,6
FD	79,8 ± 23,6	96,5 ± 43,2

PD = perna direita; PE = perna esquerda; EE = extensores esquerda; ED = extensores direita; FE = flexores esquerda; FD = flexores direita.

* diferença significativa $p < 0,05$ entre teste e reteste.

Da mesma forma, os dados dos grupos de pós operatório de LCA, não apresentaram diferenças significativas entre eles no período inicial do tratamento em nenhuma das variáveis estudadas (Tabela 10).

TABELA 10. Média (X) e desvio padrão (DP), antes do início do tratamento, de todas as variáveis estudadas nos grupos de pós operatório de LCA.

	CCA (n=5)	CCF (n=5)
DTA (mm)	X ± DP	X ± DP
Pop	0,5 ± 0,7	0,5 ± 0,6
PNOp	0,4 ± 0,5	0,4 ± 0,4
Perimetria (cm)		
POp 5	42,0 ± 1,7	43,0 ± 3,5
POp 10	44,6 ± 1,9	46,1 ± 4,4
POp 15	48,9 ± 2,3	50,5 ± 5,1
POp 20	53,0 ± 2,7	53,7 ± 4,8
PNOp 5	40,7 ± 1,1	41,6 ± 3,1
PNOp 10	45,9 ± 2,0	47,2 ± 3,6
PNOp 15	50,3 ± 2,3	52,2 ± 3,8
PNOp 20	53,5 ± 2,4	55,9 ± 3,9
Torque (N.m)		
ENOp	245,0 ± 49,3	212,8 ± 79,0
Eop	52,6 ± 31,5	51,0 ± 24,2
FNOp	145,2 ± 29,3	128,8 ± 42,6
Fop	35,4 ± 9,8	41,4 ± 25,4

POp = perna operada; PNOp = perna não operada; ENOp = extensores não operada; EOp = extensores operada; FNOp = flexores não operada; FOp = flexores operada.

* diferença significativa $p < 0,05$, entre teste e reteste.

4.2.2 Comparação entre o Reteste CCA e o Reteste CCF

Após o término do período de tratamento os dados obtidos através da avaliação do DTA, perimetria e torque muscular dos grupos de LCA normal continuaram sem apresentar diferença estatisticamente significativa entre a CCA e a CCF (Tabela 11).

TABELA 11. Média (X) e desvio padrão (DP), após o término do tratamento, de todas as variáveis estudadas nos grupos com LCA normal.

	CCA (n=8)	CCF (n=8)
DTA (mm)	X ± DP	X ± DP
PD	0,2 ± 0,3	0,2 ± 0,3
PE	0,5 ± 0,5	0,3 ± 0,4
Perimetria (cm)		
PD 5	38,6 ± 2,3	40,9 ± 3,3
PD 10	43,5 ± 2,5	45,9 ± 4,1
PD 15	48,1 ± 2,5	50,7 ± 4,5
PD 20	52,0 ± 2,5	54,5 ± 4,4
PE 5	37,9 ± 1,4	40,9 ± 3,1
PE 10	42,8 ± 1,5	46,0 ± 3,9
PE 15	47,6 ± 2,0	50,1 ± 4,1
PE 20	51,7 ± 2,8	53,8 ± 4,3
Torque (N.m)		
EE	144,5 ± 45,3	195,0 ± 86,9
ED	152,0 ± 39,2	177,9 ± 72,3
FE	85,9 ± 24,6	114,5 ± 52,1
FD	87,4 ± 26,9	116,3 ± 47,4

PD = perna direita; PE = perna esquerda; EE = extensores esquerda; ED = extensores direita; FE = flexores esquerda; FD = flexores direita.

* diferença significativa $p < 0,05$, entre teste e reteste.

Ao comparar os resultados obtidos após o término do período de tratamento entre os grupos de pós operatório de LCA, também não encontrou-se diferença estatística entre os grupos em nenhuma das variáveis estudadas (Tabela 12).

TABELA 12. Média (X) e desvio padrão (DP), após o término do tratamento, de todas as variáveis estudadas nos grupos de pós operatório de LCA.

	CCA (n=5)	CCF (n=5)
DTA (mm)	X ± DP	X ± DP
Pop	0,4 ± 0,4	0,9 ± 1,1
PNOp	0,4 ± 0,4	0,4 ± 0,7
Perimetria (cm)		
POp 5	40,5 ± 2,1	42,5 ± 3,4
POp 10	44,1 ± 2,9	47,0 ± 4,3
POp 15	49,0 ± 2,6	51,7 ± 4,5
POp 20	53,1 ± 3,4	55,8 ± 5,1
PNOp 5	41,4 ± 1,0	42,5 ± 4,0
PNOp 10	46,3 ± 1,6	48,3 ± 4,0
PNOp 15	50,8 ± 2,4	53,7 ± 4,8
PNOp 20	53,7 ± 2,7	57,0 ± 5,0
Torque (N.m)		
ENOp	286,2 ± 46,3	231,0 ± 77,9
Eop	211,0 ± 39,9	175,4 ± 74,3
FNOp	167,2 ± 38,5	128,8 ± 41,3
Fop	133,4 ± 54,32	102,8 ± 42,3

POp = perna operada; PNOp = perna não operada; ENOp = extensores não operada; EOp = extensores operada; FNOp = flexores não operada; FOp = flexores operada.

* diferença significativa $p < 0,05$, entre teste e reteste.

5. DISCUSSÃO

Os dados obtidos com o desenvolvimento desta pesquisa permitem tecer algumas discussões referentes a cada um dos itens avaliados.

5.1 DESLOCAMENTO TIBIAL ANTERIOR

Os resultados deste estudo mostram que o DTA não sofreu alteração nem com o uso dos exercícios em CCA e nem com o uso dos exercícios em CCF. Os valores iniciais abaixo de 3 mm, considerado valor normal (Tozilli, P.A.; Greenberg, R.L e Insall, J., 1981) eram esperados (Tabelas 9 e 10). Nos grupos com LCA normal o ligamento estaria íntegro e não permitiria um deslocamento muito grande da tibia para região anterior. Nos grupos que realizaram a cirurgia, a princípio, o enxerto colocado estaria em uma posição firme o suficiente para não permitir um DTA alto. No entanto, sabe-se que ao realizar o protocolo de reabilitação o enxerto do LCA sofre trações que podem provocar uma distensão do ligamento permitindo então um maior DTA.

De acordo com Yack, Collins e Whieldon (1993) a deformação do LCA é maior quando se realiza o exercício de extensão do joelho (CCA) quando comparado ao exercício de agachamento (CCF), portanto era esperado que os valores finais de DTA dos grupos de CCA apresentassem diferença significativa em relação aos valores iniciais (Figuras 10 e 11 - teste e reteste), enquanto que ao realizar a mesma comparação com os grupos de CCF (Figuras 17 e 18 - teste e reteste) a expectativa seria de não encontrar diferença significativa. No entanto, em nenhum dos grupos foi encontrada diferença significativa ao final do tratamento.

Outra expectativa em virtude do estudo de Yack, Collins e Whieldon (1993) era de que os grupos que realizaram os exercícios de CCA apresentassem um DTA maior que os que realizaram os exercícios em CCF. No entanto, isso também não foi encontrado (Tabelas 11 e 12).

A divergência entre os resultados desse estudo e do estudo realizado por Yack, Collins e Whieldon (1993) deve-se, possivelmente, ao fato de que aqueles autores utilizaram sujeitos com o LCA deficiente e não após a cirurgia de reconstrução do ligamento, ou seja, substituição do mesmo. Nesta situação, o principal limitador do DTA, o LCA, não estava em condições de exercer sua função, passando a ter uma importância maior a ação estabilizadora dos músculos. No momento em que foi realizado o movimento de extensão do joelho (CCA), onde predomina o trabalho do quadríceps que traciona anteriormente a tíbia durante a sua contração, o LCA deveria evitar este deslocamento. Como ele não está presente, o DTA acaba ocorrendo com valores relativamente mais elevados; pois o grupo muscular ativado tende a acentuar esta instabilidade. Quando analisamos a execução do agachamento paralelo (CCF) observamos que o quadríceps e os isquios-tibiais são ativados. O primeiro grupo traciona a tíbia anteriormente necessitando do LCA para conter esse deslocamento, e

como na situação anterior (CCA), o LCA não está presente. Como os músculos também são estabilizadores articulares eles passam a ser os principais responsáveis pela estabilidade articular na ausência do ligamento. Neste tipo de movimento os isquios-tibiais estariam também ativados e quando isto acontece eles tracionam a tíbia posteriormente, e assim o DTA fica minimizado.

No estudo em questão o que difere do trabalho de Yack, Collins e Whieldon (1993) é que houve o procedimento cirúrgico com substituição do LCA. Portanto, mesmo na situação onde a extensão do joelho ocorria isoladamente, a principal estrutura estabilizadora do joelho quanto ao DTA, o LCA estava presente, reduzindo assim a importância da função estabilizadora dos isquios-tibiais.

Os resultados encontrados, em nosso estudo, quanto ao DTA vêm ao encontro com o aspecto salientado por Howell (1993) e por White (1993) que, talvez, a deformação no LCA provocado tanto pelos exercícios em CCA quanto o provocado pelos exercícios em CCF não são suficientemente grandes para tornarem-se prejudiciais ao enxerto ligamentar.

Os resultados da presente investigação suportam os resultados de Bynum, Barrack e Alexander (1995) que compararam protocolos de reabilitação de CCA com de CCF (apesar da crítica de que a classificação dos exercícios segundo CCA e CCF utilizados pode ser contestada). Um dos valores do DTA medidos através do KT1000 *arthrometer* após a utilização dos protocolos de reabilitação específicos não apresentaram diferenças estatísticas no protocolo de CCA quando comparado aos valores encontrados no protocolo de CCF.

Outro argumento que pode ser utilizado para justificar a não diferença no DTA quando os valores dos grupos de CCA são comparados com os de CCF é o de que Graham, Gehlsen e Edwards (1993) e Draganich, Jaeger e Kkrajl (1989), concluíram

em seus estudos que os isquios-tibiais também são ativados durante a extensão do joelho isolada, e que a co-contracção do quadríceps e dos isquios-tibiais que ocorre no agachamento, e que minimiza o DTA, também pode ocorrer na extensão do joelho isolada. Teria sido interessante que a atividade elétrica desses músculos tivesse sido estudada nesse projeto, o que no entanto não foi feito.

Ao analisar os estudos de Graham, Gehlsen e Edwards (1993) e Draganich, Jaeger e Kkrajl (1989) poderia-se contestar o primeiro argumento utilizado para justificar a diferença de resultados do presente trabalho com os resultados encontrados por Yack, Collins e Whieldon (1993), ou seja, a presença ou ausência do LCA. No entanto, a ausência do LCA continua aparecendo somente no estudo de Yack, Collins e Whieldon (1993). Nos estudos realizados por Graham, Gehlsen e Edwards (1993) e Draganich, Jaeger e Kkrajl (1989), não havia lesão de LCA pois o objetivo, era analisar as ativações musculares numa situação e na outra com o LCA em perfeitas condições de realizar o seu trabalho, não sendo assim avaliado o DTA e sim a ativação dos isquios-tibiais. Concluir que os isquios-tibiais atuam no agachamento e também atuam na extensão de joelho isolada não permite concluir que a contracção deste grupo muscular seja idêntica em ambas as situações. Se o DTA, gerado por qualquer um dos dois tipos de exercícios, é insuficiente para gerar uma deformação acentuada no ligamento, a atuação maior ou menor dos isquios-tibiais tanto na CCF quanto na CCA não seria relevante no DTA porque a estabilidade articular está sendo promovida predominantemente pelo próprio LCA ou seu enxerto. No momento em que o LCA está ausente, o músculo, no caso os isquios-tibiais, tem um papel fundamental para evitar o DTA, e neste caso, se a sua contracção for maior no agachamento do que na extensão do joelho isolada o DTA deve ser maior no segundo caso.

5.2 PERIMETRIA

Em relação as alterações de perimetria não foi encontrado dentro da revisão de literatura realizada, trabalhos que comparassem esta variável em relação aos exercícios em CCA e CCF, portanto as discussões foram desenvolvidas de acordo com literaturas que abordem o assunto, mas não especificamente sobre CCA e CCF.

Ao compararmos o efeito do tratamento ao longo do tempo (teste com reteste) nos grupos com LCA normal em CCA e em CCF não se obteve diferenças estatísticas nos valores da perimetria, nem nos programas de exercícios em CCA (Tabelas 5) e nem nos de CCF (Tabelas 7). Isso demonstra que para indivíduos sem lesão do LCA e, portanto sem perda de massa muscular por desuso, nem os exercícios em CCA nem os exercícios em CCF da forma como foram prescritos são capazes de aumentar o perímetro da coxa.

Um dos fatores que pode ter contribuído para estes resultados é o fato dos exercícios terem sido prescritos da mesma forma que para os indivíduos em pós-operatório de LCA para que o trabalho dos grupos fosse desenvolvido igualmente. Este objetivo fez com que a carga estabelecida para o início do período de tratamento fosse a carga sustentada durante o agachamento, pois esta era a carga que os indivíduos em pós operatório de LCA podiam sustentar no período inicial. Talvez esta carga para os indivíduos com LCA normal fosse pequena, pois não foi tomada como referência a sua força máxima conforme são feitas as prescrições de treinamento para hipertrofia muscular (Thorstensson, Karlsson, Viitasalo, Luhtanen e Komi, 1976) e sim o peso do seu corpo a ser sustentado durante o exercício de agachamento.

Nos grupos de operados os valores iniciais diferem dos finais em algumas medidas. No entanto, o efeito do tratamento proposto só é identificado no grupo que

praticou os exercícios em CCF. No grupo de pós-operatório de LCA em CCA (Tabela 6) o aumento significativo ($P = 0,026$) na medida feita cinco centímetros acima da borda superior da patela ocorreu no membro inferior não operado que não recebeu tratamento e no grupo de pós operatório de LCA em CCF (Tabela 8) houve aumento significativo ($P = 0,006$) na medida feita dez centímetros acima da borda superior da patela no membro inferior não operado, mas também foi registrado aumento significativo ($P = 0,021$) na medida em vinte centímetros no membro inferior operado.

O aumento nos valores de perimetria dos membros inferiores não operados devem ter ocorrido pela sobrecarga nesse segmento. O fato de os operados no seu primeiro mês apenas realizarem apoio parcial no membro inferior operado e para facilitar este apoio utilizavam o auxílio de muletas, nesta ocasião o membro inferior não operado acabava tendo uma sobrecarga por sustentar grande parte do peso corporal, favorecendo o desenvolvimento muscular deste segmento. Mesmo após a liberação para apoio total do membro inferior acometido, a força muscular do membro inferior não operado superava a força do membro inferior operado. Essa diferença provocava, automaticamente, a utilização de uma marcha alterada com um período menor de apoio no membro inferior comprometido, mantendo uma sobrecarga no lado contrário. Portanto, mesmo o membro inferior sem lesão não recebendo um trabalho específico durante o processo de reabilitação a própria situação na qual ele está inserido estimula o desenvolvimento muscular.

Outro aspecto que poderia justificar estes resultados é que o treinamento de força de um segmento apenas também produz efeitos no outro segmento, conforme Housh e Housh (1993). Estas alterações no membro contralateral seriam adaptações neuro-musculares estimuladas pelo exercício.

Em relação ao aumento significativo da medida de perimetria da coxa na medida feita 20cm acima da borda superior da patela do membro inferior operado no grupo de pós-operatório de LCA em CCF (Tabela 8) pode-se afirmar que ocorreu devido ao efeito do tratamento realizado, alteração esta não encontrada no grupo de pós-operatório de LCA em CCA (Tabela 6). No entanto esse aumento não foi suficiente para permitir encontrar uma diferença significativa na comparação entre os grupos de pós operatório de LCA de exercícios em CCA e os grupos de pós operatório de LCA de exercícios em CCF ao final do tratamento (Tabela 12).

Um comentário importante a ser feito, mesmo a diferença não sendo estatisticamente significativa, é a tendência à diminuição dos valores de perimetria em 5cm nos membros inferiores operados (Tabela 6 - teste x reteste). No momento em que se optou pela perimetria como a forma de avaliar a alteração do volume muscular sabia-se das limitações dessa medida. Na perimetria não é possível isolar o músculo, mede-se ao mesmo tempo alterações provocadas, por exemplo, na camada de gordura e na região intercelular. O procedimento cirúrgico provoca um aumento do líquido articular e na região intersticial, provocando um edema, na articulação do joelho e próximo a ele (Shelbourne, Wilckens, Mollabashy e De Carlo, 1991); nessa ocasião a medida de perimetria da coxa próxima ao joelho encontra-se aumentada. A medida em que os tecidos cicatrizam, os resíduos são absorvidos e a condição muscular vai melhorando o edema tende a diminuir e com isto a perimetria da coxa naquela região também diminui. Isso leva a uma expectativa de diminuição das medidas de perimetria da coxa na medida feita 5cm acima da borda superior da patela, podendo chegar nas medidas feitas 10cm acima da borda superior da patela, tendência dos resultados encontrados.

5.3 TORQUE MUSCULAR

Ao analisar o efeito do tratamento ao longo do tempo por grupo, encontrou-se diferenças estatísticas. Nos grupos de operados tanto de CCA (Figuras 14 e 16) quanto de CCF (Figuras 20 e 22), todos os valores de torques dos flexores ($P = 0,010$ e $P = 0,003$, respectivamente) e extensores ($P = 0,006$ e $P = 0,006$, respectivamente) de joelho da perna operada aumentaram de forma significativa.

Os valores iniciais de torque no membro inferior operado eram muito baixos (Tabela 10). A debilidade do músculo pela diminuição do uso no período pré-operatório como mecanismo de defesa para proteger a articulação e a falta de uso na primeira semana de pós-operatório, onde o apoio não era permitido levou a uma perda de força muscular. A própria articulação do joelho edemaciada e com pontos dificultava a execução dos movimentos diminuindo a capacidade de produção de força. Assim, o nível de esforço muscular produzido tanto pelos exercícios em CCA quanto pelos exercícios em CCF foi suficiente para produzir aumento significativo nos valores de torque dos músculos extensores ($p = 0,006$ e $0,006$) e flexores ($p = 0,003$ e $0,010$) do joelho operado (Figura 14, 16, 20 e 22).

Os níveis de torque atingidos ao final do tratamento eram bastante superiores aos do período inicial, mas o período de doze semanas de tratamento não foi suficiente para produzir um aumento de torque que igualasse os níveis do membro inferior operado com os níveis do membro inferior não operado (Tabelas 10 e 12).

Outro aspecto que foi analisado como um complemento do trabalho foi a avaliação do torque concêntrico dos extensores e flexores do joelho comparando os valores obtidos após o primeiro mês de tratamento, onde as condições musculares e articulares encontravam-se mais adequadas para se realizar o teste no CYBEX NORM, com os valores finais, após o término do período de tratamento. Esta análise foi

realizada porque o aumento significativo de torque poderia ser questionado na comparação inicial com a final, pela debilidade dos músculos, pela dor, pelo edema e outros aspectos que possam ter interferido na capacidade de produção do torque máximo no momento do teste.

Ao realizar a comparação dos valores de torque após o período de um mês de tratamento, onde as condições para o teste no CYBEX NORM são mais apropriadas, com os valores de torque finais ainda assim os resultados apresentaram diferenças significativas, desta forma, o questionamento quanto a um real aumento de torque, que poderia ser mascarado na situação inicial, deixa de existir. O único grupo muscular que não apresentou diferença significativa ($P=0,06$) na segunda comparação proposta foi o dos flexores no grupo de pós-operatório de LCA em CCA, apesar da tendência observada de aumento do torque produzido por este grupo muscular. Inicialmente parece ilógico este resultado, no entanto, ao analisar de forma detalhada a execução dos exercícios, observa-se que nos grupos de CCA o trabalho dos flexores do joelho e também extensores do quadril, foi desenvolvido com o exercício de extensão do quadril para que o trabalho fosse equivalente ao executado por este grupo muscular durante o agachamento. O esforço desenvolvido durante a extensão de quadril é dividido com outro músculo, glúteo máximo, além do semimembranoso, do semitendinoso e do bíceps femural (porção longa) e pode o glúteo máximo ter sido mais exigido diminuindo a necessidade de esforço dos demais. Conforme Basmajian (1979) o glúteo máximo é mais efetivo quando o quadril encontra-se em flexão acima de 45° , sendo que no agachamento o seu trabalho se evidencia acima de 90° , amplitude de movimento que não foi trabalhada durante o agachamento.

Um resultado curioso foi o aumento significativo dos valores de torques extensores ($P = 0,048$) e de flexores ($P = 0,030$) do joelho do membro inferior não

operado do grupo de pós operatório de LCA em CCA (Figuras 14 e 16), esta alteração não era esperada pois estes músculos não foram envolvidos no tratamento proposto. Os músculos do membro inferior não operado não foram treinados de forma alguma na CCA, não sendo estimulados a sofrerem adaptações nem na resistência muscular, nem na força. Analisando este aspecto pode-se atribuir esta alteração a sobrecarga no membro inferior não operado, pela má distribuição do peso para sustentar a posição em pé e durante a deambulação. Na pesquisa desenvolvida por Ohkoshi, Yasuda, Kaneda, Wada e Yamanaka (1991) onde eles analisaram biomecanicamente a reabilitação na posição em pé, eles encontraram ativação simultânea de quadríceps e isquiotibiais para sustentar a posição em pé e a ativação dos isquiotibiais aumenta se ocorrer uma flexão da coluna. Se a distribuição do peso realizada pelo grupo de pós operatório de LCA foi inadequada, o membro inferior com maior sobrecarga deve ter tido os níveis de exigências musculares aumentados cada vez que sustentava a posição em pé.

Neste caso, poderíamos esperar que o membro inferior não operado do grupo que realizou os exercícios em CCF (Figuras 20 e 22) também apresentassem esse aumento e isso não ocorreu. No entanto, desde o primeiro dia de tratamento a distribuição do peso de forma homogênea nas duas pernas foi estimulada. Para poder realizar o exercício de agachamento da forma correta o peso deveria estar distribuído igualmente nas duas pernas, este fator permite ao paciente sentir-se mais seguro em apoiar o membro inferior acometido, facilitando o processo de distribuição do peso durante a marcha.

A insegurança de colocar o peso sobre o joelho operado diminui, de forma talvez inconsciente, no grupo de pós operatório de LCA em CCF em função do próprio exercício exigir o apoio no membro inferior operado. Com a diminuição do receio de apoiar o membro inferior operado no chão a marcha possivelmente assuma os padrões

normais mais rápido, evitando com isso que o membro inferior não operado fique sobrecarregado. A distribuição mais adequada do peso durante a deambulação acaba por diminuir o ganho de força deste segmento por não haver excesso de peso para ser sustentado por ele. Uma avaliação cinemática da marcha seria interessante de ter sido realizada complementarmente as medições efetivamente realizadas.

No grupo de pós operatório de LCA em CCA pode-se observar de forma qualitativa que o padrão normal de marcha demorou mais tempo para ser alcançado, provavelmente, pela insegurança de colocar o peso do corpo sobre o joelho operado, pois isto não era estimulado nos exercícios de CCA. Os exercícios em CCA eram realizados sentados, ou em pé com apoio somente no membro inferior não operado. Isto pode ter dificultado o retorno da marcha para os padrões normais ficando a maior parte do peso corporal sobre o membro inferior não operado, caracterizando uma sobrecarga.

Mesmo sendo solicitada a musculatura do membro inferior não operado durante o agachamento (CCF) o peso sobre ela era menor, pois era homogeneamente dividido o que não acontecia durante a marcha do grupo pós operatório de LCA em CCA e, os exercícios eram realizados durante no máximo uma hora três vezes por semana enquanto a marcha era realizada todos os dias e várias vezes ao dia para que a pessoa pudesse realizar as suas atividades de vida diária.

Nos grupos de não operados, o único grupo que não sofreu alteração em nenhum dos valores de torques analisados foi o de LCA normal em CCA (Figura 13 e 15). O grupo de LCA normal em CCF (Figura 19 e 21) apresentou aumento no torque extensor do joelho esquerdo ($p = 0,006$) e nos torques dos flexores do joelho direito ($p = 0,001$) e esquerdo ($p = 0,017$), o único grupo muscular que não apresentou diferenças estatísticas nos valores de torque foi os extensores do joelho direito. Estes

resultados enfatizam que o treinamento de força em CCF é mais efetivo como foi mencionado por Panariello, 1991.

Novamente a carga pode ter sido baixa para produzir aumentos de torques nos grupos de LCA normal, no entanto nem o grupo de LCA normal em CCA e nem o grupo de LCA normal em CCF deveriam ter apresentado aumento significativo ao final do tratamento, podendo então os exercícios de CCF ser mais efetivo para o ganho de torque do que os de CCA nos indivíduos que não apresentam lesão de LCA. No entanto, esta tendência deveria ter sido confirmada ao comparar os grupos de CCA com os de CCF ao final do período de tratamento (Tabela 11) e este resultado não foi encontrado.

De acordo com as avaliações realizadas, na análise de força muscular estabelecida através dos valores de torque nada pode-se afirmar em relação à vantagens dos exercícios em CCA ou dos exercícios em CCF.

5.4 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Finalmente pode-se dizer que, em relação as comparações de teste com reteste das variáveis analisadas em cada grupo, o DTA foi a única variável que não sofreu nenhum tipo de alteração. A perimetria apresentou um aumento somente nos grupos de pós operatório de LCA, tanto no membro inferior operado quanto no não operado em algumas medidas, podendo ser a dificuldade de distribuir igualmente o peso durante o apoio em ambos os membros inferiores o fator que contribuiu para o aumento da perimetria da coxa no membro inferior não operado. Quanto ao torque muscular, em relação aos grupos de LCA normal, observa-se um aumento no torque do grupo com programa de exercícios em CCF, enquanto no grupo de CCA este aumento não

ocorreu. Em relação aos grupos de pós operatório de LCA em CCA e em CCF pode-se dizer que o torque muscular tanto dos extensores quanto dos flexores aumenta no membro inferior operado.

A comparação entre os grupos de LCA normal ao final do tratamento e a comparação entre os grupos de pós operatório de LCA ao final do tratamento não permitem afirmar que existe diferença entre o programa de exercícios em CCA e o programa de exercícios em CCF, de acordo com os valores encontrados eles não diferem um do outro em relação as variáveis estudadas.

No entanto, é preciso considerar que o torque gerado pelo peso dos segmentos nos exercícios de CCA foram desconsiderados e isto implica em um trabalho com carga maior na CCA, podendo este fato ter favorecido a CCA.

6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos na presente investigação, conduzem as seguintes conclusões preliminares, consideradas as limitações do estudo:

- ◆ A hipótese 1 foi rejeitada e pode-se concluir que após o período de reabilitação no pós operatório de reconstrução do LCA o programa de exercícios em CCA não difere do programa de exercícios em CCF em relação ao DTA.
- ◆ A hipótese 2 foi confirmada e pode-se concluir que programas de treinamento utilizando exercícios em CCA não diferem dos programas de treinamento utilizando exercícios em CCF em relação aos efeitos produzidos no DTA de indivíduos com LCA íntegro.
- ◆ A hipótese 3 foi rejeitada e assume-se que os exercícios em CCA e em CCF não diferem em relação a alteração da perimetria da coxa nos grupos de pós operatório de reconstrução do LCA.

- ◆ A hipótese 4 foi rejeitada e assume-se que os programas de exercícios em CCA e em CCF não desenvolveram maior perimetria da coxa em indivíduos com LCA normal. Os tipos de atividades prescritas em ambos os programas não foram suficientes para aumentar a perimetria da coxa.
- ◆ Após o período de reabilitação no pós operatório de LCA tanto os exercícios em CCA quanto os exercícios em CCF desenvolveram as mesmas alterações de torque muscular dos extensores e flexores do joelho, rejeitando a hipótese 5.
- ◆ Mesmo encontrando na análise ao longo do tempo um aumento no torque muscular dos extensores e flexores do joelho no grupo de LCA normal em CCF que não foi observado no grupo de LCA normal em CCA; este aumento não foi suficiente para poder afirmar que os exercícios em CCF desenvolveram maior torque muscular do que os exercícios em CCA, sendo assim a hipótese 6 é rejeitada.

O objetivo geral da pesquisa levou a comparações entre o teste e o reteste para um mesmo grupo. Os resultados obtidos com esta análise indicam preliminarmente que:

- ◆ O programa de exercícios em CCF aumentou o perímetro da coxa na medida feita 20cm acima da borda superior da patela em indivíduos em pós operatório de reconstrução de LCA.
- ◆ O programa de exercícios em CCA, assim como o programa de exercícios em CCF produziram um ganho de torque muscular de extensores e flexores do joelho do membro inferior operado.
- ◆ O programa de exercícios em CCF produziu um aumento de torque muscular de extensores e flexores do joelho em indivíduos com LCA normal; e o mesmo não se observa na CCA.

6.1 SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Analisar os efeitos dos programas de reabilitação com exercícios em CCA e com exercícios CCF em indivíduos com ruptura de LCA e compará-los com os efeitos em indivíduos em pós operatório de reconstrução de LCA.

Comparar um programa de treinamento em CCA com um programa de treinamento em CCF, utilizando um percentual da força máxima atingida nos testes pelos indivíduos com LCA normal.

Realizar uma análise eletromiográfica para comparar a ativação muscular com os dados retirados dos cálculos de equiparação das cargas dos exercícios em CCA e CCF.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMADIO, A.C. *Fundamentos biomecânicos para a análise do movimento humano*. Ed. Laboratório Biomecânica – EEFUSP, SP, 1996.
- ANDERSON, A.F. e LIPSCOMB, A.B. Analysis of rehabilitation techniques after anterior cruciate reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, 17(2): 154-160, 1989.
- ARMS, S.W.; RENSTROM, P.e STANWYCK, T.S. Strain within the anterior cruciate ligament during hamstring and quadriceps activity. *Trans. Orthop. Res. Soc.* 10: 139, 1985.
- BASMAJIAN, J. *Muscles alive: their functions revealed by eletromyography*. 4^a ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1979.
- BUNTON, E.E.; PITNEY, C.E., KANE, A.W. e CAPPAERT, T.A. The role of limb torque, muscle action and proprioception during closed kinetic chain rehabilitation of the lower extremity. *Journal of Athletic Training* 28(1): 10-20, 1993.

- BYNUM, E.B.; BARRACK, R.L. e ALEXANDER, A.H. Open versus closed chain kinetic exercises after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine* 23(4): 401-406, 1995.
- CLAUSER, C.E.; McCONVILLE, J.T. e YOUNG, J.W. *Weight, volume and center of mass of segments of the human body*. AMRL-TR 69-70, Wright-Patterson, Air Force Base, OH, 1969.
- CURTIS, N. Closed kinetic chain terminal knee extension using a padded elastic band. *Journal of Athletic Training* 30(3): 270-271, 1995.
- DeCARLO, M.S.; PORTER, D.A.; GEHLSSEN, G. e BAHAMONDE, R. Electromyographic and cinematographic of lower extremity during closed and open kinetic chain exercise. *Isokinetics and Exercise Science* 2(1): 24-29, 1992.
- DeCARLO, M. S.; SHELBORNE, K.D.; McCARROLL, J. R. e RETTING, A.C. Traditional versus accelerated rehabilitation following ACL reconstruction: a one-year follow-up. *JOSPT* 15(6): 309-316, 1992.
- DILLMAN, C.J.; MURRAY, T.A. e HINTERMEISTER, R.A. Biomechanical differences of open and closed chain exercises with respect to the shoulder. *Journal of Sport Rehabilitation* 3: 228-238, 1994.
- DRAGANICH, L.F.; JAEGER, R.J. e KRALJ, A.R. Coactivation of the hamstrings and quadriceps during extension of the knee. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 71(7): 1075-1081, 1989.
- DUFOUR, M.; GENÓT, C.; NEIGER, H.; LEROY, A.; PIERRON, G. e PÉNINO, G. *Cinesioterapia: Avaliações Técnicas Passivas e Ativas do Aparelho Locomotor*. Volume 1: Princípios. Ed. Médica Panamericana, SP, 1989.

FILHO, M.C.; NAVARRO, R.D.; AJZEN,S.; BATTLEHNER, C.N. e MONTES, G.S.

Estudo ultra-sonográfico e morfológico do tendão patelar doador na reconstrução intra-articular do ligamento cruzado anterior. *Revista Brasileira Ortopédica*. 30(5): 279-288, 1995.

FILHO, M.C.; SAKAMOTO, Y.W. e AVELLANEDA, M.A.R. Estudo comparativo de

três técnicas para a reconstrução do ligamento cruzado anterior. *Revista Brasileira Ortopédica* 25(7): 219-227, 1990.

GORDON, A.M.; HUXLEY, A.F. e JULIAN, F.J. The variation in isometric tension with

sarcomere length in vertebrate muscles fibres. *J. Physiol.* 184: 170-192, 1966.

GRAHAM, V.L.; GEHLSSEN, G.M. e EDWARDS, J.A. Electromyographic evaluation of

closed and open kinetic knee rehabilitation exercises. *Journal of Athletic Training* 28(1): 23-30, 1993.

GROOD, E.S.; SUNTAY, W.J.; NOYES, F.R. e BUTLER, D.L. Biomechanics of the

knee-extension exercise. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 66-A(5): 725-734, 1984.

GROSS, M.T.; TYSON, A.D. e BURNS, C.B. Effect of knee angle and ligament

insufficiency on anterior tibial translation during quadriceps muscle contraction: a preliminary report. *JOSPT* 17(3): 133-143, 1993.

HENNING, E. et al. An in vivo strain gauge study of elongation of the anterior cruciate

ligament. *American Journal of Sports Medicine* 13(1): 22-26, 1985.

HIGHGENBOTEN, C.L.; JACKSON, A.W. e MESKE, N.B. Genucom, KT1000 and

Stryker Knee Laxity measuring device comparisons. *American Journal of Sports Medicine* 17: 743-746, 1989.

- HILLMAN, S. Principles and techniques of open kinetic chain rehabilitation: the upper extremity. *Journal of Sport Rehabilitation* 3: 319-330, 1994.
- HOCHMUTH, G. *Biomechanica de los movimientos deportivos*. Instituto Nacional de Educacion Fisica, Madrid, 1973.
- HOUSH, D.J. e HOUSH, T.J. The effects os unilateral velocity-specific concentric strength training. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 17: 252, 1993.
- HOWELL,S. M. Comparison of closed and open kinetic chain exercise in the anterior cruciate ligament-deficient knee [letter; comment]. *The American Journal of Sports Medicine* 21 (4): 632-3, 1993.
- HSIEH, H.H. e WALKER, P.S. Stabilizing mechanisms of the loaded and unloaded knee joint. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 58-A(1): 87-93, 1976.
- KANNUS, P. Relationship between peak torque and angle-specific torques in an isokinetic contraction of normal and laterally unstable knees. *JOSPT* 13 (2): 89-93, 1991.
- LaFREE, J.; MOZINGO, A. e WORRELL, T. Comparison of open kinetic chain knee and hip extension to closed kinetic chain Leg Press performance. *Journal of Sport Rehabilitation* 4: 99-107, 1995.
- OHKOSHI, Y.; YASUDA, K.; KANEDA, K.; WADA, T. e YAMANAKA, M. Biomechanical analysis of rehabilitation in standing position. *The American Journal of Sports Medicine* 19(6): 605-611, 1991.
- NOYES, F.R.; TORVIK, P.J.; HYDE, W.B. e DeLUCAS, J.L. Biomechanics of ligament failure: an analysis of immobilization, exercise and reconditioning effects in primates. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 56-A(7): 1406-1418, 1974.

- PALMITIER, R. A.; AN Kai-Nan; SCOTT, S. G. e CHAO, E. Y. S. Kinetic Chain in Knee Rehabilitation. *Sports Medicine* 11 (6): 402-13, 1991.
- PANARIELLO, R.A. The closed kinetic chain in strength training. *National Strength and Conditioning Association Journal* 13(1): 29-33, 1991.
- PICCIANO A. M.; ROWLANDS, M.S. e WORRELL T. Reliability of open and closed kinetic chain subtalar joint neutral positions and navicular drop test. *JOSPT* 18(4): 553-8, 1993.
- PLAPLER, P.G. Reabilitação do joelho. *Acta Ortop Bras* 3(4):170-174, 1995.
- RENSTRÖM, P.; ARMS, S.W.; STANWYCK, T.S.; JOHNSON, R.J. e POPE, M.H. Strain within the anterior cruciate ligament during hamstring and quadriceps activity. *The American Journal of Sports Medicine* 14(1): 83-87, 1986.
- REZENDE, M.U.; FILHO, G.B.M.; SARAGIOTTO, M.; KOKRON, A.E.V.; SOTTO, A.R.; CAMANHO, G.L. e HERNANDEZ, A.J. Comportamento isométrico na reconstrução do ligamento cruzado anterior após a confecção dos túneis ósseos femoral e tibial. *Rev. Bras. Ortop.* 30(5): 269-273, 1995.
- RIVERA, J.E. Open versus closed kinetic chain rehabilitation of the lower extremity: A functional and biomechanical analysis. *Journal of Sports Rehabilitation* 3: 154-167, 1994.
- RODRIGUES, A. *Joelho no Esporte - Técnicas Avançadas de Avaliação e Tratamento nas Lesões Ligamentares*. 1ª edição, CEFESPAR, SP, 1993.
- SHELBOURNE, K.D.; WILCKENS, J.H.; MOLLABASHY, A. e DeCARLO, M. Arthrofibrosis in acute anterior cruciate ligament reconstruction: The effect of

- timing of reconstruction and rehabilitation. *The American Journal of Sports Medicine* 19(4): 332-336, 1991.
- SILFVERSKIOLD, J.P.; STEADMAN, J.R.; HIGGINS, R.W.; HAGERMAN, J. e ATKINS, J.A. Rehabilitation of the anterior cruciate ligament in the athlete. *Sports Medicine* 6: 308-319, 1988.
- SMITH, L.K.; WEISS, E. L. e LEHMKUHL, L. D. *Cinesiologia Clínica de Brunnstrom*. 5^a ed. Editora Manole Ltda. , SP, 1997.
- STEINDLER, A. *Kinesiology of the human body under normal and pathological conditions*. Springfield, IL: Charles C. Thomas, 1973.
- STONE, J.A.; LUEKEN, J.S.; PARTIN, N.B.; TIMM, K.E. e RYAN, E.J. Closed kinetic chain rehabilitation for the glenohumeral joint. *Journal of Athletic Training* 28(1): 34-37, 1993.
- THORSTENSSON, A.; KARLSSON, J. VIITASALO, J. H. T.; LUHTANEN, P. e KOMI, P. V. Effect os strength training on EMG of human skeletal muscle. *Acta Physiol. Scand.* 98: 232-236, 1976.
- WHITE, D. M. Comparison of closed and open kinetic chain exercise in the anterior cruciate ligament-deficient knee [letter; comment]. *The American Journal of Sports Medicine* 21 (4): 633-4, 1993.
- WILMORE, J.H. e COSTILL, D.L. *Training for sport and activity: the physiological basis of the condition process*. 3^a ed. Human Kinectics Publishers, Canadá, 1993.
- WIRHED, R. *Atlas de Anatomia do Movimento*. Editora Manole Ltda, SP, 1986.
- WORRELL, T.W.; BOOHER, L.D. e HENCH, K.M. Closed kinetic chain assessment following inversion ankle sprain. *Journal of Sport Rehabilitation* 3: 197-203, 1994.

- YACK, H. J.; COLLINS, C. E. e WHIELDON, T. J. Comparison of closed and open kinetic chain exercise in the anterior cruciate ligament-deficient knee. *The American Journal of Sports Medicine* 21 (1): 49-54, 1993.
- YASUDA, K. e SASAKI, T. Exercise after anterior cruciate ligament reconstruction. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 220: 275-283, 1987.

8. ANEXOS

8.1 ANEXO 1 – Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa da UFRGS

Parecer de Projeto de Pesquisa

(tecle F1 para ajuda em todos os campos)

Título do Projeto: Implicações da prática...

Comitê de Ética em Pesquisa UFRGS

Data 17/06/98

Cadastro 98024

Itens	Situação
Metodológicos e Éticos	
Título	Adequado
Autores	Adequados
Local de Origem	Adequado
Local de Realização	Adequado
Introdução	Adequada
Objetivos	Adequados
Material e Métodos	Adequado
Seleção equitativa dos indivíduos participantes	Adequada
Relação risco- benefício	Adequada
Minimização dos riscos	Adequada
Privacidade e confidencialidade	Adequada
Monitoramento da segurança e dos dados ao longo da pesquisa	Ausente
Cronograma	Adequado
Orçamento	Adequado
Referências Bibliográficas	Adequadas
Termo de Consentimento	Adequado

Avaliação Geral

Geração de Conhecimentos	Adequada
Relevância	Adequada
Exeqüibilidade	Adequada

Recomendação

Aprovado

Comentários

O projeto foi reescrito pelos autores e encontra-se em condições de ser aprovado em seus aspectos éticos e metodológicos.

8.2 ANEXO 2 – Termo de Consentimento do Paciente

Termo de Consentimento do Paciente

TÍTULO: Implicações da Prática de Exercícios em Cadeia Cinética Aberta e Fechada no Desenvolvimento da Força e do Trofismo Muscular.

Nesta pesquisa será oferecido a você um tratamento de reabilitação para o pós-operatório da cirurgia de joelho a que você se submeteu. Serão utilizadas duas formas de exercícios de reabilitação, e você poderá ser encaminhado a qualquer uma delas.

Em um grupo serão utilizados os seguintes exercícios em Cadeia Cinética Aberta: (1) extensão do joelho sem e/ou com peso e (2) extensão do quadril sem e/ou com peso. No outro grupo serão utilizados os seguintes exercícios em Cadeia Cinética Fechada: (1) agachamento bilateral (com as duas pernas) e (2) agachamento unilateral (em apenas uma perna) e ambos sem e/ou com peso.

Além destes exercícios serão feitos exercícios de alongamento e aplicação de gelo (crioterapia) no local da cirurgia, em todos os participantes da pesquisa, onde você se incluirá.

O propósito deste estudo é verificar qual destes tipos de exercícios é mais adequado para a reabilitação do seu tipo de cirurgia.

Ambos os tipos de exercícios são hoje utilizados nos protocolos de reabilitação e sabe-se que os dois trazem benefícios para o paciente, como recuperação de todo o movimento do joelho e demais articulações, melhora da força muscular, e retorno as suas atividades sem maiores restrições. Atualmente, os exercícios de Cadeia Cinética Fechada são considerados mais seguros para este tipo de cirurgia, por acreditar-se que ele não coloca em risco o enxerto ligamentar. No entanto, o tratamento convencional das clínicas de fisioterapia costuma incluir ambos os tipos de exercícios. Este tratamento ou a participação em um dos grupos desta pesquisa são as principais alternativas existentes para sua reabilitação.

Para participar da pesquisa é necessário a autorização ou encaminhamento do seu médico para este estudo, ciente de que você participará dos seguintes testes, antes e após o período de tratamento:

1- O deslocamento do osso da perna (tibia) para frente do corpo, através de um aparelho que realiza este teste (Teste de Lachman);

2 - Teste para medir a força, sem utilizar movimentos, dos músculos da coxa (quadríceps e dos isquios-tibiais) em três posições: ângulos de 0^o, 30^o e 60^o de flexão do joelho;

3 - Medição da circunferência da coxa (trofismo) através de fita métrica (perimetria da coxa) e, se possível, por meio de fotos dos músculos que permitem medir o seu diâmetro (ecografia ortopédica).

O programa de reabilitação será desenvolvido através de sessões de uma hora, três vezes por semana, por um período de quinze semanas.

Todos os seus dados serão confidenciais. Você não será identificado por nome ou qualquer outro registro incluído neste estudo. No entanto, as pessoas envolvidas na pesquisa dentro da ESEF-UFRGS poderão manusear os seus dados sempre que necessário e utilizá-los para qualquer publicação.

Qualquer dúvida sobre a pesquisa, antes ou durante a mesma, poderá ser respondida pela fisioterapeuta Cláudia Silveira Lima através do telefone 331-9743 ou pelo telefone 336-0988 (ramal 28) - ESEF-UFRGS.

Caso você julgue ter sido prejudicado pelos resultados deste estudo, um tratamento essencial reparador lhe será oferecido sem quaisquer encargos. Compensações por danos ocorridos devido aos resultados desta pesquisa serão de acordo com as normas e regulamentações nacionais.

Você pode não aceitar participar deste estudo ou poderá se retirar do mesmo a qualquer momento se assim julgar adequado, sem sofrer qualquer dano por esta decisão.

Eu, _____, declaro compreender os procedimentos deste estudo, tendo tido respondidas às minhas perguntas. Eu entendo que a minha participação é voluntária. Eu tenho o direito de recusar a participar neste estudo, ou de me retirar do estudo em qualquer ponto, sem afetar os meus cuidados. Declaro ainda que recebi cópia do presente Termo de Consentimento.

Assinatura do paciente

Nome

Data

Assinatura do investigador

Nome

Data

Este formulário foi lido para _____ em
___/___/___ pela Cláudia Silveira Lima enquanto eu estava presente. Este formulário será arquivado nos registros do paciente.

Assinatura da testemunha

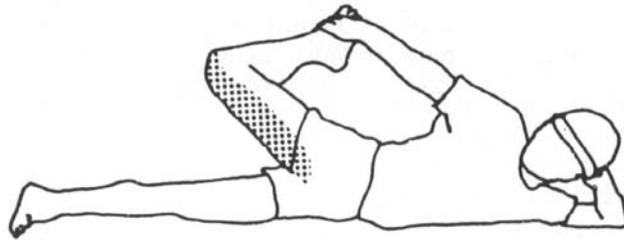
Nome

Data

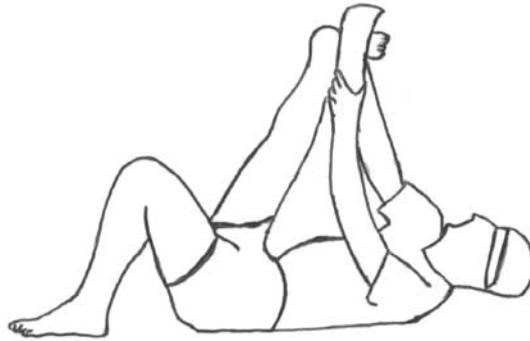
8.3 ANEXO 3 – Ilustrações dos alongamentos utilizados no tratamento

Alongamentos: (1) extensores de joelho, (2) flexores de joelho e (3) flexores plantares de tornozelo.

1)



2)



3)



8.4 ANEXO 4 – Tabela com dados iniciais

Tabela com a média e o desvio padrão de todas as variáveis estudadas, obtidas antes de iniciar o tratamento.

	OPERADO				NORMAL				Table Total	
	CCF		CCA		CCA		CCF		Mean	SD
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD		
PIPD5	43,0	3,8	42,0	1,7	38,5	2,5	40,8	3,2	40,7	3,2
PIPD10	46,1	4,4	44,6	1,9	43,4	3,4	46,1	4,0	45,0	3,6
PIPD15	50,5	5,1	49,9	2,3	48,0	3,0	50,5	4,2	49,4	3,7
PIPD20	53,7	4,8	53,0	2,7	52,6	3,1	53,7	4,5	53,3	3,7
PIPE5	41,58	3,35	42,86	1,10	38,04	1,99	40,84	3,02	40,08	2,72
PIPE10	47,24	3,61	45,94	1,95	43,09	2,36	45,49	3,79	45,17	3,27
PIPE15	50,22	3,82	50,26	2,26	47,30	2,61	50,06	4,14	49,67	3,61
PIPE20	55,84	3,82	53,52	2,44	51,80	2,70	53,69	3,83	53,51	3,42
DTAD1	,45	,56	,30	,66	,27	,38	,54	,58	,43	,52
DTAE1	,4	,3	,4	,5	,4	,3	,5	,7	,4	,5
CCED1	212,8	79,0	245,0	49,3	131,1	40,1	172,4	74,1	181,4	72,2
CCED1	51,0	24,2	52,6	31,5	147,1	52,0	156,8	68,3	113,4	69,3
CCFE1	128,8	42,6	148,2	29,3	82,9	24,9	93,3	37,6	106,9	40,4
CCFD1	41,40	25,44	35,40	9,84	79,75	23,58	96,50	43,22	69,00	38,14
CEED1	267,20	108,82	290,20	74,45	164,13	38,54	218,88	83,73	225,04	86,91
CEED1	61,80	25,70	55,20	35,37	186,88	42,05	217,88	84,11	152,81	84,13
CEFE1	150,40	56,39	165,20	27,41	100,50	26,28	115,13	41,90	127,00	44,50
CEFD1	56,00	35,43	47,40	13,81	96,50	24,81	114,13	46,65	84,69	42,16

8.5 ANEXO 5 – Tabela com dados após um mês

Tabela com a média e o desvio padrão de todas as variáveis estudadas, obtidas após o primeiro mês de tratamento.

	OPERADO				NORMAL				Table Total	
	CCF		CCA		CCA		CCF		Mean	SD
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD		
P2PD5	41,6	2,5	40,6	2,1	38,7	2,7	40,6	3,1	40,2	2,8
P2PD10	45,1	2,9	43,4	2,7	43,5	2,7	45,2	3,4	44,3	2,9
P2PD15	49,7	4,3	47,9	3,4	48,2	3,2	49,9	4,0	48,9	3,6
P2PD20	53,5	4,3	51,4	3,8	52,9	3,5	53,8	4,2	53,0	3,8
P2PE5	41,94	3,38	40,92	1,34	38,35	2,10	40,34	3,00	40,15	2,77
P2PE10	47,36	3,95	45,70	1,77	42,90	2,14	45,46	3,91	45,08	3,35
P2PE15	52,42	3,88	50,60	2,67	47,86	2,92	49,91	4,29	49,90	3,71
P2PE20	56,30	3,85	53,82	3,34	52,11	2,67	53,48	4,21	53,67	3,65
CCEE2	240,0	70,0	272,4	48,0	131,1	39,7	171,5	77,1	191,7	79,6
CCED2	85,8	22,0	131,8	41,6	139,5	49,0	161,6	79,6	134,5	59,3
CCFE2	124,6	55,8	157,2	29,1	80,6	19,5	100,6	40,5	110,0	44,6
CCFD2	73,6	34,0	87,2	22,9	85,6	19,8	103,4	48,3	89,1	33,9
CEEE2	280,20	124,49	329,60	49,44	163,25	37,61	212,25	95,07	232,81	99,01
CEED2	92,80	26,74	166,00	21,56	177,25	57,24	208,50	93,62	168,46	72,39
CEFE2	155,20	58,95	187,20	34,57	96,88	24,82	119,00	48,39	132,27	52,30
CEFD2	69,40	48,19	99,80	24,52	102,13	31,22	117,00	56,25	103,81	41,52

8.6 ANEXO 6 – Tabela com dados após dois meses

Tabela com a média e o desvio padrão de todas as variáveis estudadas, obtidas após o segundo mês de tratamento.

	OPERADO				NORMAL				Table Total	
	CCF		CCA		CCA		CCF		Mean	SD
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD		
P3PD5	42,2	2,9	40,3	2,1	38,3	2,6	40,7	3,2	40,2	3,0
P3PD10	46,6	4,1	43,2	2,8	43,2	3,2	45,6	4,2	44,6	3,7
P3PD15	51,3	4,4	47,8	3,2	47,7	3,2	50,2	4,2	49,1	3,9
P3PD20	54,8	5,0	51,5	3,9	52,3	3,5	54,0	4,1	53,2	4,0
P3PE5	42,44	3,63	40,84	1,58	38,06	1,78	40,74	2,76	40,26	2,86
P3PE10	48,34	4,23	45,58	2,27	42,88	2,20	45,61	3,46	45,29	3,49
P3PE15	52,94	4,21	50,24	3,05	47,65	2,51	49,96	4,09	49,88	3,78
P3PE20	56,74	4,69	53,58	3,07	51,36	2,80	53,74	4,23	53,55	3,98
CCBE3	233,2	83,2	261,8	43,1	136,3	37,4	177,0	85,5	191,6	78,9
CCED3	135,8	61,7	170,6	30,4	141,9	44,6	170,4	70,9	155,0	54,5
CCFE3	125,4	43,5	167,8	40,3	87,4	18,0	103,9	48,2	115,2	46,6
CCFD3	86,6	33,0	105,0	38,1	78,3	23,9	106,0	48,0	93,5	37,0
CEBE3	267,80	109,43	316,00	41,24	173,13	41,54	220,63	108,79	233,42	93,81
CEED3	152,40	67,86	196,40	33,84	166,50	34,88	211,00	90,87	183,23	64,29
CEFE3	144,40	55,96	188,00	44,38	105,50	21,59	117,75	54,15	132,62	52,10
CEFD3	97,20	38,62	116,20	37,17	94,25	28,84	123,50	57,13	108,04	42,20

8.7 ANEXO 7 – Tabela com dados finais

Tabela com a média e o desvio padrão de todas as variáveis estudadas, obtidas após o tratamento.

	OPERADO				NORMAL				Table Total	
	CCF		CCA		CCA		CCF		Mean	SD
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD		
P4PD5	42,5	3,3	40,5	2,1	38,6	2,3	40,9	3,3	40,4	3,0
P4PD10	47,0	4,3	44,1	2,9	43,5	2,5	45,9	4,1	45,0	3,6
P4PD15	51,7	4,5	49,0	2,6	48,1	2,5	50,7	4,5	49,7	3,7
P4PD20	55,8	5,1	53,1	3,4	52,0	2,4	54,5	4,4	53,7	3,9
P4PE5	42,52	3,98	41,38	,94	37,91	1,42	40,89	3,05	40,38	3,00
P4PE10	48,34	4,00	46,34	1,61	42,79	1,46	46,03	3,87	45,53	3,46
P4PE15	53,68	4,80	50,80	2,37	47,56	1,98	50,06	4,07	50,13	3,88
P4PE20	57,00	5,03	53,70	2,68	51,74	2,83	53,76	4,32	53,75	4,01
DTAD4	,57	1,14	,40	,35	,23	,28	,21	,28	,38	,58
DTAE4	,4	,7	,4	,4	,5	,5	,3	,3	,4	,5
CCEE4	231,0	77,9	286,2	46,3	144,5	45,3	195,0	86,9	203,9	81,6
CCED4	175,4	74,3	211,0	39,9	152,0	39,2	177,9	72,3	175,8	58,9
CCFE4	128,6	41,3	167,2	38,5	85,9	24,6	114,5	52,1	118,6	47,8
CCFD4	102,80	42,25	133,40	54,32	87,38	26,92	116,25	47,42	108,08	43,39
CEEE4	278,80	114,99	341,60	70,82	169,13	37,67	237,25	100,55	244,35	100,51
CEED4	199,40	110,24	253,20	60,23	189,50	42,40	220,75	79,47	213,27	73,16
CEFE4	144,20	51,24	191,60	45,82	99,50	29,36	131,63	59,13	135,69	55,14
CEFD4	109,00	49,19	148,60	60,06	100,13	27,49	133,38	55,69	121,38	49,13

L732i Lima, Cláudia Silveira.

Implicações da prática de exercícios em cadeia cinética aberta e fechada na reabilitação do joelho. / Cláudia Silveira

Lima. -- Porto Alegre: UFRGS, 1999.

108 f. : il., gráf., tab.

8.7.1 Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Educação Física. Curso de Pós - Graduação em Ciências do Movimento Humano.

8.7.2

8.7.3 1.Reabilitação: joelho. 2. Cadeia cinética. 3. Ligamento cruzado anterior. 4. Ortopedia. 5. Traumatologia. 6. Joelho:Patologia:Articulações I. Título. II. Guimarães, Antonio Carlos Stringhini., orientador.

CDU : 616.728.3