UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PÓS-GRADUAÇÃO DO PROGRAMA DE CIÊNCIAS DA SAÚDE APLICADA AO
APARELHO LOCOMOTOR

EDSON ALVES DE BARROS JUNIOR

**Concordância entre os métodos de dinamometria manual e dinamometria isocinética na
avaliação muscular de indivíduos com instabilidade anterior do joelho**

Ribeirão Preto
2019

EDSON ALVES DE BARROS JUNIOR

**Concordância entre os métodos de dinamometria manual e dinamometria isocinética na
avaliação muscular de indivíduos com instabilidade anterior do joelho**

Versão Original

Tese apresentada à Faculdade de Medicina de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Doutor em Ciências
no Programa de Ciências da Saúde Aplicadas
ao Aparelho Locomotor.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Kfuri Junior

Ribeirão Preto
2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

Barros Junior, Edson Alves de

Concordância entre os métodos de dinamometria manual e dinamometria isocinética na avaliação muscular de indivíduos com instabilidade anterior do joelho. / Edson Alves de Barros Junior; orientador Maurício Kfuri Junior. - 2019

Ribeirão Preto, 2019.

116 f.: il.

Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde Aplicadas ao Aparelho Locomotor, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2019.

Versão Original

1. Instabilidade anterior do joelho 2. Ligamento cruzado anterior 3. Avaliação Funcional 4. Dinamometria isocinética 5. Dinamometria manual.

Esta tese foi redigida de acordo com as Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP: documento eletrônico e impresso parte IV VANCOUVER 3ª edição revisada, ampliada e modificada. São Paulo, 2016, DOI: 10.11606/9788573140569 Disponível em: <http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/view/115/98/495-1>

Nome: BARROS JUNIOR, Edson Alves de

Título: Concordância entre os métodos de dinamometria manual e dinamometria isocinética na avaliação muscular de indivíduos com instabilidade anterior do joelho.

Tese apresentada à Faculdade de Medicina de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

DEDICATÓRIAS

Aos meus pais, Edson e Celeste, que foram instrumentos de Deus para que a vida me fosse dada e que, com esforço, me conduziram a uma vida honrada!

A minha esposa Ana Regina, que não mediu esforços para me apoiar nessa etapa tão importante de minha vida, sempre ao lado de minhas lindas e queridas filhas, Bruna e Pietra, que a cada dia nos ensinam os novos caminhos para a vida!

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao meu orientador Prof. Dr. Maurício Kfuri Junior, amigo de longa data, a quem devo muito pela caminhada profissional que consegui. Agradeço por seu exemplo pessoal e profissional, pela dedicação com que conduz seu trabalho, sempre inspirando aqueles que de alguma forma têm a feliz oportunidade de cruzar o seu caminho. Agradeço por ter me deixado fazer parte do seu grupo de trabalho e por ter acreditado em minhas capacidades. Agradeço ainda o trato simples, correto e científico com que sempre abordou as nossas reuniões de trabalho, sem nunca ter permitido que o desalento se instalasse, mesmo quando as coisas não corriam bem.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre foi o autor da minha vida e do meu destino. O meu maior apoio nos momentos difíceis.

Aos meus pais, Edson e Celeste, e aos meus irmãos Fernanda, Deborah e Glauco, minha amada família, base de minha educação.

Ao Prof. Dr. Marcelo Riberto quero de uma forma imensa expressar o meu muito obrigado por tudo. Pela forma amiga e generosa com que sempre me incentivou e ajudou, e pelo estímulo sentido após cada conversa que me fazia “carregar as baterias”.

A minha esposa Ana Regina, pelo amor, carinho e por sempre estar ao meu lado, apoiando e encorajando o meu crescimento profissional.

Aos meus amigos de trabalho do Claretiano – Centro Universitário, pelas diversas vezes que me apoiaram e por fazerem parte do meu crescimento profissional.

Ao professor Dr. Fabrício Fogagnolo, pelo acolhimento, ajuda e grande contribuição com seus conhecimentos e trato simples e correto com que sempre me abordou.

À Dra. Aline Miranda, pelo acolhimento, ajuda e grande contribuição para que este trabalho fosse realizado.

Ao colega e colaborador Felipe Serenza, pelo companheirismo demonstrado e pela ajuda preciosa dada ao desenvolvimento do meu trabalho laboratorial.

Aos colaboradores do laboratório isocinético e análise do movimento humano do Centro de Reabilitação, Luciano Fonseca, Thiago Muniz e Fernando Vieira, pela contribuição nas coletas e por todas sugestões dadas durante a realização do trabalho, sem essas ajudas preciosas nada seria possível.

Desejo exprimir os meus agradecimentos a todos aqueles que, de alguma forma, permitiram que esta tese se concretizasse.

RESUMO

de Barros Junior EA. Concordância entre os métodos de dinamometria manual e dinamometria isocinética na avaliação muscular de indivíduos com instabilidade anterior do joelho [tese]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde Aplicadas ao Aparelho Locomotor, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto; 2019.

A força dos músculos extensores e flexores do joelho é um importante critério para a avaliação funcional de indivíduos com lesão do ligamento cruzado anterior (LCA). O Dinamômetro Isocinético (DI) é um equipamento importante para essa avaliação, mas é pouco acessível à maioria dos profissionais da área de reabilitação física. Como alternativa, o teste muscular manual (TMM) é muito utilizado, mas não tem reprodutibilidade devido a sua subjetividade. Para suprir as deficiências do TMM, o dinamômetro manual (DM) é utilizado para aferir a força muscular. O objetivo principal deste estudo foi avaliar a concordância entre o DM e o DI para a identificação das assimetrias de forças musculares dos extensores e flexores do joelho (ISL). O objetivo secundário foi avaliar a concordância das medidas do DM com ferramentas de avaliações subjetivas e objetivas de função, previamente validadas na literatura. Neste estudo avaliamos 95 indivíduos divididos em três grupos, sendo eles, grupo operado (GO) com 36 indivíduos submetidos à reconstrução do LCA; grupo controle (GC) com 36 indivíduos sem lesões prévias ou cirurgias no joelho, e grupo não operado (GNO) com 23 indivíduos com lesão do LCA não operados. Todos os indivíduos foram avaliados com o DI e DM, e submetidos ao teste para a medida da distância com salto triplo unipodal cruzado (TSTUC), teste do equilíbrio em Y (TY), questionários Lysholm e International Knee Documentation Committee (IKDC). Calculamos o Índice de simetria entre os lados (ISL) para as medidas obtidas com os dinamômetros e TSTUC e os resultados determinados na literatura para o TY e questionários. Comparamos as características dos grupos pelo teste t de amostras independentes. A reprodutibilidade das medidas obtidas pelo DM foi estabelecida pelo coeficiente de correlação intraclassa (ICC) com intervalo de confiança (IC) de 95%. Utilizamos o coeficiente Kappa para avaliar a concordância entre DM e DI. Realizamos cálculos para estabelecer a sensibilidade e especificidade do DM na avaliação da força muscular. Avaliamos as associações do DM com os testes funcionais e questionário Lysholm através do teste exato de Fisher, e com o questionário IKDC através do teste de Mann-Whitney. Utilizamos o software SAS system for Windows, Release 9.2 SAS Inst., Cary, NC. 201 para as medidas estatísticas, adotando o nível de significância de 5%. Constatamos que houve confiabilidade variando de boa a excelente para

a análise intra medidas e intra avaliador do DM ($p=0,001$). Na amostra geral de 95 indivíduos o ISL foi determinante para a concordância. Em indivíduos com ISL normal (10%) houve concordância entre o DM e o DI (Kappa = 0,01 - 0,27). A partir de diferenças mínimas de ISL (15%) houve concordância parcial (Kappa = 0,07 - 0,14). Encontramos grandes intervalos de confiança tanto para a as medidas em flexão quanto extensão. Não encontramos associações entre o DM e os testes TSTUC e TY. Por outro lado, quando utilizado para a medida da força extensora, o DM mostrou associações com os resultados aferidos pelos questionários de Lysholm e IKDC ($p<0,01$). Em conclusão, o DM não apresentou concordância com o DI ou associações com os testes TSTUC e TY. O seu resultado foi aceitável quando utilizado para a medida da força extensora, apenas se comparado aos resultados obtidos pelos questionários Lysholm e IKDC. Concluimos que o DM não pode ser utilizado em substituição ao DI, mas permite a quantificação objetiva da força muscular do membro inferior durante o processo de reabilitação.

Palavras-chaves: 1. Ligamento Cruzado Anterior. 2. Reconstrução. 3. Testes Funcionais. 4. Isocinético. 5. Dinamômetro Manual.

ABSTRACT

de Barros Junior EA. Agreement between manual dynamometer methods and isokinetic dynamometry in muscular evaluation of individuals with anterior knee instability [thesis]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde Aplicadas ao Aparelho Locomotor, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto; 2019.

The strength of the knee extensor and flexor muscles is an important criteria for the functional assessment of individuals with anterior cruciate ligament injury (ACL). The Isokinetic Dynamometer (ID) is an important equipment for this evaluation, but it is not accessible to most professionals in the physical rehabilitation area. Alternatively, the manual muscle test (MMT) is widely used but has no reproducibility due to its subjectivity. To address MMT deficiencies, the manual dynamometer (MD) is used to measure muscle strength. The main objective of this study was to evaluate the agreement between MD and ID for the identification of asymmetries of knee extensor and flexor muscle forces (LSI). The secondary objective was to evaluate the relationship of MD measurements within subjective and objective function assessment tools previously validated in the literature. In this study we evaluated 95 individuals divided into three groups, namely, operated group (OG) with 36 individuals undergoing ACL reconstruction; control group (CG) with 36 individuals without previous injuries or knee surgeries; and non-operated group (NOG) with 23 individuals with non-operated ACL injuries. All subjects were assessed with ID and MD and submitted to the unipodal triple jump distance test (UTJDT), Y-balance test (YT), Lysholm questionnaires and the International Knee Documentation Committee (IKDC). We calculated the symmetry index between the sides (LSI) for the measurements obtained with the dynamometers and UTJDT and the results determined in the literature for the YT and questionnaires. We compared the characteristics of the groups using the Student's t-test for independent samples. The reproducibility of the measurements obtained by MD was established by the intraclass correlation coefficient (ICC) with a confidence interval (CI) of 95%. The Kappa coefficient was used to evaluate the agreement between MD and ID. Calculations were performed to establish the sensitivity and specificity of MD in the assessment of muscle strength. We evaluated the associations of MD with the functional tests and Lysholm questionnaire through Fisher's exact test, and with the IKDC questionnaire through the Mann-Whitney test. We use SAS system software for Windows, Release 9.2 SAS Inst., Cary, NC. 201 for statistical measures, adopting the significance level of 5%. It was found that there was reliability ranging from good to excellent for intra-

measurement and intra-rater DM reliability ($p = 0.001$). In the general sample of 95 individuals, the LSI was determinant to establish a positive correlation. In individuals with normal LSI (10%), there was a correlation between MD and ID ($\text{Kappa} = 0.01 - 0.27$). From minimal differences in LSI (15%) there was partial correlation ($\text{Kappa} = 0.07 - 0.14$). We found large confidence intervals for both flexion and extension measurements. No associations were found between MD and UTJDT and YT. On the other hand, MD showed associations with the results measured by the Lysholm and IKDC questionnaires ($p < 0.01$) when used to measure extensor strength. We conclude that MD cannot be used as a substitute for ID, but allows an objective quantification of lower limb muscle strength during the rehabilitation process.

Keywords: 1. Anterior Cruciate Ligament. 2. Reconstruction. 3. Functional Tests. 4. Isokinetic. 5. Manual Dynamometer.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ligamento cruzado anterior	20
Figura 2 - Ligamentos do joelho	21
Figura 3 - Lesão do ligamento cruzado anterior.....	21
Figura 4 - Mecanismo de lesão do ligamento cruzado anterior.....	22
Figura 5 - Artrometria.....	23
Figura 6 - Enxerto autólogo de flexores	24
Figura 7 - Teste de equilíbrio em Y.....	28
Figura 8 - Trajetórias dos Hop tests.....	29
Figura 9 - Avaliação isocinética	32
Figura 10 - Dinamômetro analógico de tração Kratos e equipamento de mecanoterapia.....	33
Figura 11 - Dinamômetro manual	34
Figura 12 - Avaliação dos extensores do joelho com Dinamômetro Manual e apoio de cinto	35
Figura 13 - Avaliação dos extensores do joelho com Dinamômetro Manual e apoio de cinto	35
Figura 14 - Avaliação da amplitude de movimento	45
Figura 15 - Perimetria.....	45
Figura 16 - Artrometria – KT 2000	46
Figura 17 - Avaliação isocinética	47
Figura 18 - Teste de equilíbrio em Y.....	48
Figura 19 - Teste para a medida da distância com salto triplo unipodal cruzado - TSTUC.....	50
Figura 20 - Dinamômetro manual	51
Figura 21 - Avaliação dos extensores do joelho com Dinamômetro Manual	52
Figura 22 - Avaliação do flexores do joelho com DM	53
Figura 23 - Fluxograma do recrutamento dos indivíduos do GO.....	57
Figura 24 - Box-plot da distribuição dos ISL de extensão em cada grupo e em cada dinamômetro	63
Figura 25 - Box-plot da distribuição dos ISL de flexão em cada grupo e em cada dinamômetro	63
Figura 26 - Box-plot das associações do DM com o IKDC - ISL de 10%	67
Figura 27 - Box-plot das associações do DM com o IKDC - ISL de 15%.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados da escala Tegner, questionários Lysholm e IKDC nos três grupos com média e desvio padrão	58
Tabela 2 - Características gerais dos três grupos avaliados com média e desvio padrão.....	59
Tabela 3 - Comparativo dos questionários Lysholm, IKDC e artrometria para os 03 grupos ..	59
Tabela 4 - Confiabilidade do DM.....	60
Tabela 5 - Concordância do ISL pelo Coeficiente de Kappa, sensibilidade e especificidade do DM na amostra total considerando ISL de 10% - (IC 95%)	61
Tabela 6 - Concordância do ISL pelo Coeficiente de Kappa, sensibilidade e especificidade do DM na amostra total (n=95), considerando ISL de 15% - (IC 95%)	61
Tabela 7 - Concordância do ISL pelo Coeficiente Kappa em cada grupo, considerando ISL de 10% e 15% - (IC 95%)	62
Tabela 8 - Sensibilidade do DM em cada grupo considerando ISL de 10% e 15% - (IC 95%)	64
Tabela 9 - Especificidade do DM em cada grupo considerando ISL de 10% e 15% - (IC 95%)	64
Tabela 10 - Comparativo das médias do ISL obtidos no DM e DI	65
Tabela 11 - Associações do ISL de 10% e 15% obtidos no DM com os testes funcionais.....	66
Tabela 12 - Associações do ISL de 10% e 15% obtidos no DM com o questionário Lysholm	66
Tabela 13 - Associações do ISL de 10% e 15% obtidos no DM com o questionário IKDC ...	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Anterior
ADM	Amplitude de movimento
AOSSM	American Orthopedic Society for Sports Medicine
AVD	Atividades de vida diária
CCA	Cadeia cinética aberta
CCF	Cadeia cinética fechada
CCI	Coeficiente de concordância Intraclasse
CIVM	Contração isométrica voluntária máxima
CM	Comprimento do membro
DVJT	Drop vertical jump test
DI	Dinamômetro isocinético
DM	Dinamômetro manual
EIAS	Espinha ilíaca antero superior
GC	Grupo controle
GNO	Grupo não operado
GO	Grupo operado
HCFMRP-USP	Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
IC	Intervalo de confiança
IKDC	International Knee Documentation Committee
ISL	Índice de simetria entre os lados
ISM	Índice de simetria entre os membros
LAM	Laboratório de análise do movimento
LCA	Ligamento cruzado anterior
ML	Maléolo lateral
MM	Maléolo medial
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
TMM	Teste muscular manual, Teste máxima manual
TY	Teste de equilíbrio em Y
PL	Pósterio lateral
PM	Pósterio medial

PO	Pós-operatório
RNM	Ressonância nuclear magnética
RAA	Relação agonista e antagonista

LISTA DE SÍMBOLOS

°	Grau
±	Desvio padrão
°/s	Graus por segundo
cm	Centímetros
kg	Quilograma
kg/m ²	Quilograma por metro quadrado
mm	Milímetros
N	Newton
N m	Newton metro

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. REVISÃO DA LITERATURA	20
2.1. Lesão do Ligamento cruzado anterior	20
2.2. Reconstrução do LCA	23
2.3. Avaliação Funcional após Reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior	25
2.3.1. Questionários subjetivos.....	25
2.3.2. Testes de desempenho físico	27
2.3.2.1. Teste de equilíbrio em Y	27
2.3.2.2. Hop test.....	28
2.3.2.3. Avaliação da Força Muscular	30
3. DINAMÔMETRO MANUAL.....	33
4. REABILITAÇÃO APÓS RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR.....	37
5. OBJETIVOS.....	40
5.1. Justificativas	40
5.2. Hipóteses	40
6. MÉTODOS.....	42
6.1. Desenho	42
6.2. Casuística.....	42
6.3. Instrumentos de avaliação do desempenho funcional	43
6.3.1. Questionários subjetivos.....	43
6.3.2. Anamnese e Exame Físico.....	44
6.3.3. Avaliação do desempenho funcional.....	46
6.3.3.1. Dinamometria Isocinética.....	46
6.3.3.2. Teste de equilíbrio em Y	48
6.3.3.3. Teste para a medida da distância com salto triplo unipodal cruzado	49
6.3.3.4. Dinamometria Manual	50
6.4. Análise dos dados	54
7. RESULTADOS	57
9. DISCUSSÃO	70
8. CONCLUSÃO.....	78
ANEXO A - Parecer consubstanciado do comitê de ética e pesquisa com a aprovação da pesquisa	88
ANEXO B – Anúncio postado nas redes sociais.....	92
ANEXO C – Escala de atividade de Tegner.....	93

ANEXO D – Termo de consentimento livre e esclarecido grupo operado	94
ANEXO E – Termo de consentimento livre e esclarecido grupo controle	98
ANEXO F – Termo de consentimento livre e esclarecido grupo não operado	102
ANEXO G – Questionário de Lysholm.....	106
ANEXO H – Questionário IKDC	107
ANEXO I – Ficha de avaliação funcional do joelho	110

Introdução

1. INTRODUÇÃO

A avaliação objetiva de deficiências musculares e ligamentares do joelho é um tema bastante atual. A definição de critérios que direcionem a tomada de decisão em relação ao tratamento ou mesmo os parâmetros de retorno dos indivíduos às atividades da vida diária facilita a comunicação entre indivíduos e profissionais de saúde (Shinzato et al., 1996; Vasconcelos et al., 2009; Davies et al., 2017). O conceito de avaliação funcional do joelho, ou seja, a utilização de critérios objetivos e subjetivos, já era apoiado por O'Donoghue (1955) que utilizava questionários e avaliações físicas com exames objetivos, incluindo caminhada, corrida, saltos e agachamento para indivíduos com lesões ligamentares.

O ligamento cruzado anterior (LCA), e mais especificamente a instabilidade anterior decorrente da lesão deste ligamento, constitui um dos temas mais explorados na literatura ortopédica (Butler; Noyes; Grood, 1980; Abernethy; Wilson; Logan, 1995; Thiele et al., 2009; Xergia et al., 2013; Jang et al., 2014; Swain et al., 2014; Mohtadi et al., 2015; Grindem et al., 2016; Luzo et al., 2016).

Muitos instrumentos padronizados na literatura permitem realizar a avaliação funcional após a lesão ou reconstrução do LCA, e estes incluem a avaliação da estabilidade passiva, a avaliação de fatores neuromusculares como força, potência, propriocepção, agilidade e a percepção do paciente em relação à função do seu joelho (Abernethy; Wilson; Logan, 1995; Kvist, 2004; Gonçalves et al., 2007; Vasconcelos et al., 2009; Jang et al., 2014; Malempati et al., 2015; Grindem et al., 2016; Davies et al., 2017; O'Malley et al., 2018).

A avaliação da força do quadríceps e dos flexores do joelho é evidenciada na literatura como fundamental para os cuidados dos indivíduos com reconstrução do LCA, além de despertar grande interesse para a melhora do desempenho e da função (Moss; Wright, 1993; Abernethy; Wilson; Logan, 1995; Gaines; Talbot 1999; Magalhães et al., 2004; Vasconcelos et al., 2009; Vasconcelos et al., 2009b Jang et al., 2014; Grindem et al. 2016; Luzo et al. 2016; Muff et al., 2016; Benfica et al., 2018; Nascimento et al., 2018; Florencio et al., 2019).

A avaliação da força muscular do joelho com o dinamômetro isocinético (DI) é considerada o padrão-ouro, mas é pouco acessível à maioria dos profissionais e dos cenários clínicos existentes nos países em desenvolvimento, devido aos custos relacionados à aquisição do equipamento e à necessidade de um ambiente adequado para a sua instalação (Moss; Wright, 1993; Järvelä et al., 2002; Vasconcelos et al., 2009; Hansen et al., 2015; Muff et al., 2016; Lesnak et al., 2019). O teste muscular manual (TMM) é muito utilizado em ambientes clínicos,

mas é subjetivo, não apresenta sensibilidade (Bohannon, 1986; Wang et al., 2002; Fulcher; Hanna; Elley, 2010; Stark et al., 2011; Ieiri et al., 2015; Kim; Lee, 2015; Mentiplay et al., 2015; Chamorro et al., 2017; Jackson et al., 2017; Almeida; Albano; Melo, 2018).

Uma técnica alternativa ao uso do DI é a avaliação com o dinamômetro manual (DM), um dispositivo que é superior ao teste de força muscular manual no que diz respeito à quantificação da força (Wang et al., 2002; Stark et al., 2011; Muff et al., 2016; Florencio et al., 2019). O DM foi descrito pela primeira vez em 1916, constituindo-se em um equipamento portátil, de fácil manuseio e de baixo custo. A literatura reporta o uso do DM na avaliação da força muscular em articulações como o ombro, o cotovelo, o quadril e o joelho, demonstrando confiabilidade inter e intra avaliadores (Moss; Wright, 1993; Fulcher; Hanna; Elley, 2010; Magalhães et al., 2010; Marcondes et al., 2011; Hansen et al., 2015; Mentiplay et al., 2015; Suzuki, 2015; Almeida; Albano; Melo, 2018).

A concordância entre a força muscular do joelho e outras medidas objetivas obtidas em testes dinâmicos e questionários subjetivos oferece informações importantes sobre a função do indivíduo. Alguns dos testes mais utilizados para analisar a função de indivíduos com instabilidade anterior do joelho são o teste do equilíbrio em Y (TY), testes de salto para a medida da distância (Hop tests) e os questionários de Lysholm e escala IKDC (International Knee Documentation Committee) (Fitzgerald; Axe; Snyder-Mackler, 2000; Irrgang et al., 2001; Kvist, 2004; Peccin; Ciconelli; Cohen, 2006; Plisky et al., 2006; Plisky et al., 2009; Metsavaht et al., 2010; Collins et al., 2011; Siqueira; Barauna; Dionisio, 2012; Xergia et al., 2013; Grindem et al., 2016; Luzo et al., 2016).

A avaliação da força muscular é um elemento fundamental na avaliação funcional do joelho, uma vez que interfere direta e indiretamente em todas as demais avaliações objetivas e subjetivas do paciente. A validação de um método simples, de baixo custo, reprodutível na medida da força muscular de indivíduos com lesão do ligamento cruzado anterior é, portanto, desejável.

O objetivo primário deste estudo foi avaliar a concordância entre as técnicas de dinamometria manual e dinamometria isocinética para avaliação do equilíbrio dos músculos flexores e extensores do joelho.

O objetivo secundário foi estudar a concordância entre as medidas de força muscular obtidas com o dinamômetro manual e ferramentas objetivas e subjetivas da função validadas na literatura.

Revisão da literatura

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Lesão do Ligamento cruzado anterior

O ligamento cruzado anterior (LCA) é o principal estabilizador ao movimento de translação anterior da tíbia em relação ao fêmur, respondendo por 86% da estabilidade anterior do joelho (figuras 1 e 2) (Butler; Noyes; Grood, 1980; Herrington et al., 2009; Thiele et al., 2009; Siegel; Vandernakker-Albanese; Siegel, 2012, Luzo et al., 2016; Marieswaran et al., 2018).

Figura 1 - Ligamento cruzado anterior

Fonte: produção do próprio autor

Segundo o Comitê olímpico internacional as lesões mais frequentes da prática desportiva acometem a articulação do joelho, e a ruptura do LCA está presente em grande parte delas, causando instabilidade e incapacidade funcional (Butler; Noyes; Grood, 1980; Noyes; Barber; Mangine, 1991; Järvelä et al., 2002; Ford; Myer; Hewett, 2003; Kvist, 2004; Gonçalves et al., 2007; Herrington et al., 2009; Vasconcelos et al., 2009; Machotka et al., 2010; Dawson; Hutchison; Sutherland, 2014; Jang et al., 2014; et al., 2015; Mohtadi et al., 2015; Luzo et al., 2016; Marieswaran et al., 2018).

Figura 2 - Ligamentos do joelho

A: Vista medial; B: Vista posterior (LCA); C: Vista Lateral

Fonte: produção do próprio autor

As lesões do LCA podem ocorrer por trauma direto ou indireto, estando o joelho submetido a forças tridimensionais que envolvem desaceleração com mudança de direção. Tipicamente, o joelho está próximo à extensão total, sendo forçado em valgo e concomitante rotação tibial (figuras 3 e 4).

Figura 3 - Lesão do ligamento cruzado anterior

Fonte: produção do próprio autor

Figura 4 - Mecanismo de lesão do ligamento cruzado anterior

Mecanismo de rotação interna do fêmur em CCF

Fonte: produção do próprio autor

A apresentação clínica da lesão do LCA é, na maioria das vezes, bastante característica, com relato de “estalido” audível no joelho no momento da entorse, incapacidade imediata à continuidade da atividade física, edema, derrame articular, que, uma vez puncionado, se caracteriza pela presença de sangue e gotículas de gordura. Clinicamente, o exame físico pode revelar aumento da excursão anterior da tíbia em relação ao fêmur, o que pode ser confirmado pelo teste da gaveta anterior e pelo teste de Lachman. Em casos crônicos, nos quais o indivíduo consegue relaxar para o exame físico, é possível subluxar a tíbia em relação ao fêmur com os testes de pivot shift e com a manobra do “jerk”. Na avaliação inicial, a radiografia auxilia no sentido de descartar a presença de fraturas, corpos livres e ainda alterações degenerativas previamente existentes na articulação. O diagnóstico por imagem ainda inclui a utilização da ressonância nuclear magnética, a qual tem sensibilidade de 86% e especificidade de 95%. A quantificação da translação anterior da tíbia em relação ao fêmur é obtida pela técnica da artrometria, em que um equipamento permite graduar em milímetros a excursão tibial em

relação ao fêmur (figura 5) (Kvist, 2004; Vasconcelos et al., 2007; Siegel; Vandernakker-Albanese; Siegel, 2012; Swain et al. 2014; Davies et al., 2017).

Figura 5 - Artrometria

Fonte: produção do próprio autor

O tratamento das lesões do LCA pode ser conservador ou cirúrgico. O tratamento não cirúrgico é uma opção para indivíduos sedentários, que não apresentem sintomas em atividades rotineiras da vida diária, ou que apresentem comorbidades que possam comprometer os resultados da cirurgia. Para a maioria dos indivíduos com lesão, é indicado o tratamento cirúrgico, uma vez que este é o método que objetiva a restauração anatômica do ligamento e, dessa forma, o restabelecimento da função para níveis similares previamente ao trauma. (Butler; Noyes; Grood, 1980; Fitzgerald; Axe; Snyder-Mackler, 2000; Kvist, 2004; Machotka et al., 2010; Siegel; Vandernakker-Albanese; Siegel, 2012; Swain et al., 2014; Dawson; Hutchison; Sutherland, 2014; Grindem et al., 2016; Luzo et al., 2016; Van Yperen et al., 2018).

2.2. Reconstrução do LCA

A instabilidade anterior do joelho é considerada um problema de saúde pública, dada a sua frequência e relevância clínica. Aproximadamente 350.000 reconstruções do LCA são realizadas por ano nos Estados Unidos e este número pode ser facilmente extrapolado para mais

de um milhão de casos operados anualmente em todo o mundo. O tratamento cirúrgico (figura 6) tem o objetivo de reestabelecer a estabilidade, a função sem dor, prevenir alterações degenerativas, evitar lesões adicionais e possibilitar retorno às atividades prévias à lesão (Ford; Myer; Hewett, 2003; Grindem et al., 2016; Davies, 2017).

Figura 6 - Enxerto autólogo de flexores

Fonte: produção do próprio autor

A experiência do cirurgião e da equipe permite considerar diversos conceitos sobre a cirurgia como a reconstrução anatômica, a preservação ou não do remanescente do LCA, a presença do ligamento anterolateral, a seleção do enxerto que pode ser aloenxerto ou enxerto autólogo, os métodos de fixação, as reconstruções combinadas intra e extra articulares, a utilização de bandas simples ou duplas e o reestabelecimento da estabilidade rotacional (Irrgang et al., 2001; Kvist et al., 2004; Herrington et al., 2009; Machotka et al., 2010; Jang et al. 2014; Luzo et al., 2016; Niu et al., 2016; Davies et al., 2017; Schuette et al., 2017; Marieswaran et al., 2018; Almeida; Albano; Melo, 2018; Marieswaran et al., 2018; Van Yperen et al., 2018).

Os ligamentos sintéticos e a engenharia de tecidos – que produz neoligamentos – são opções alternativamente descritas na literatura (Siegel; Vandernakker-Albanese; Siegel, 2012; Marieswaran et al., 2018). Algumas das complicações mais comuns que podem ocorrer após a reconstrução ligamentar do joelho são a artrofibrose, a trombose venosa profunda e a dor no

sítio doador (Shelbourne; Nitz, 1990; Siegel; Vandernakker-Albanese; Siegel, 2012, Luzo et al., 2016).

2.3. Avaliação Funcional após Reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior

Alguns instrumentos são descritos na literatura para avaliar o quadro clínico e a função do joelho, utilizando-se de informações qualitativas e quantitativas, formando, assim, o conjunto denominado avaliação funcional (Gonçalves et al., 2007; Davies et al., 2017). Os componentes da avaliação funcional podem ser divididos em duas categorias: 1) instrumentos objetivos, que utilizam testes padronizados de desempenho físico para avaliar fatores neuromusculares como força e potência muscular, propriocepção e agilidade; e 2) questionários subjetivos que avaliam a percepção do paciente em relação à função do joelho, (Chmielewski, 2007; Jang et al., 2014; Collins et al., 2015; Malempati et al., 2015; O'Malley et al., 2018).

Após a reconstrução do LCA, a avaliação funcional tem como finalidade avaliar objetivamente os resultados do tratamento, bem como orientar os profissionais envolvidos para a tomada de decisões quanto à progressão do tratamento e ao retorno às atividades esportivas (Gonçalves et al., 2007; Davies et al., 2017).

Segundo Davies et al. (2017, p. 308), “Aprovar o retorno ao esporte após uma reconstrução do LCA é uma das decisões mais desafiadoras, complexas e difíceis a ser tomada por uma equipe de medicina esportiva”.

2.3.1. Questionários subjetivos

A utilização de questionários padronizados que permitam informações da percepção do paciente no tocante à função do seu joelho auxilia no processo de avaliação após a reconstrução do LCA (Irrgang et al., 2001; Gonçalves et al., 2007; Metsavaht et al., 2010; Collins et al., 2011).

“Os indivíduos podem reduzir seus níveis de atividade por vários motivos, incluindo razões sociais, problemas no joelho ou medo de nova lesão. Além disso, “nem todos os atletas têm ou aproveitam a oportunidade para retornar aos níveis anteriores de atividade” (Adams et al., 2012, p. 605).

Para indivíduos com lesão e ou reconstrução do LCA, o questionário de Lysholm e a escala IKDC possuem tradução e adaptação cultural para a língua portuguesa e, segundo a

literatura, possuem confiabilidade e validade para avaliação dos sintomas, função e participação em atividades desportivas (Irrgang et al., 2001; Peccin; Ciconelli; Cohen, 2006; Metsavaht et al., 2010; Collins et al., 2011; Siqueira; Barauna; Dionisio, 2012).

O questionário de Lysholm é específico para avaliação das condições físico/funcionais do joelho, e tem uma pontuação total de 100 pontos, classificando a função como excelente (95-100 pontos), boa (84-94 pontos), regular (65-83 pontos) e ruim (<64 pontos), avaliando as seguintes variáveis e pontuações: **1) Mancar** (intenso e constantemente: 0, leve ou periodicamente: 3, nunca: 5), **2) Apoio** (impossível: 0, uso de bengala ou muleta: 2, nenhum: 5), **3) Travamento** (articulação travada no exame: 0, frequente: 2, travamento ocasional: 6, tem sensação, mas sem travamento: 10, nenhum travamento ou sensação de travamento: 15), **4) Instabilidade** (em cada passo: 0, frequentemente em atividades diárias: 5, ocasionalmente em atividades diárias: 10, frequentemente durante atividades atléticas ou outros exercícios pesados (ou incapaz de participação): 15, raramente durante atividades atléticas ou outros exercícios pesados: 20, nunca falseia: 25), **5) Dor** (constante: 0, marcada durante ou após caminhar menos de 2 km: 5, marcada durante ou após caminhar mais de 2 km: 10, marcada durante exercícios pesados: 15, inconstante ou leve durante exercícios pesados: 20, nenhuma: 25), **6) Edema** (constante: 0, com exercícios comuns: 2, com exercícios pesados: 6, nenhum: 10), **7) subir escadas** (impossível: 0, um degrau de cada vez: 2, levemente prejudicado: 6, nenhum problema: 10) e **8) agachamento** (impossível: 0, não além de 90 graus: 2, levemente prejudicado: 4, nenhum problema: 5) (Peccin; Ciconelli; Cohen, 2006; Gonçalves et al., 2007; Collins et al., 2011).

Elaborada pelo comitê da AOSSM (American Orthopedic Society for Sports Medicine), a escala IKDC foi desenvolvida em 1987 e, posteriormente, aperfeiçoada, com o objetivo de se obter um sistema internacional de documentação para avaliação subjetiva da qualidade de vida, sintomas, evolução da função e capacidade de realizar atividades esportivas. A escala é válida para indivíduos com uma variedade de problemas no joelho, dentre eles a lesão e a reconstrução do LCA. É composta por 10 questões objetivas, subdivididas em sete sobre sintomas, duas sobre atividade esportiva e duas sobre a função pré e pós lesão/reconstrução, com pontuação que varia de 0 a 100, em que 100 representa que o indivíduo não possui limitação com atividades de vida diária (AVD) ou desportiva em seu joelho (Irrgang et al., 2001; Metsavaht et al., 2010; Collins et al., 2011; Siqueira; Barauna; Dionisio, 2012).

2.3.2. Testes de desempenho físico

2.3.2.1. Teste de equilíbrio em Y

O teste de equilíbrio em Y (TY) é uma ferramenta desenvolvida para avaliar a propriocepção, as alterações do controle postural e a estabilidade dinâmica do membro inferior, e requer características como coordenação, equilíbrio, flexibilidade e força. O teste envolve mudança do centro de gravidade com manutenção de uma base estável, por isso é considerado um teste “desafiador”, relatado na literatura com ICC intra-examinador de 0.85 a 0.91 e inter-examinador de 0.99 a 1.00 (Kvist, 2004; Plysky et al., 2006, Plysky et al., 2009, Herrington et al., 2009; Filipa et al., 2010; Siegel; Vandernakker-Albanese; Siegel, 2012; Jang et al., 2014; Lee et al., 2015; Davies et al., 2017; O'Malley et al., 2018).

Para a realização do teste, três direções são demarcadas no solo com fitas adesivas, uma linha que ficará à frente do paciente e outras duas na direção pósteromedial e pósterolateral posicionadas a 135° da linha anterior, ou 90° entre si (Plysky et al., 2006; Lee et al., 2015; Domingues et al., 2018). Durante o teste, o sujeito avaliado deve permanecer com um dos membros inferiores apoiado no solo na intersecção das três linhas, enquanto tenta com o outro membro alcançar a maior distância possível nas direções demarcadas, tocando o solo apenas com o primeiro dedo do pé, realizando três deslocamentos em cada direção (figura 7).

Registra-se para o cálculo a maior medida ou a média entre as três medidas em cada direção (Plysky et al. 2006, Plysky et al., 2009; Hubbard et al., 2007; Lee et al., 2015; Domingues et al., 2018). O movimento será descartado e repetido se o paciente não conseguir manter o apoio unipodal, levantar ou mover o pé de apoio, tocar o solo com o pé de alcance utilizando todo o pé e se não conseguir retornar com o pé de alcance para a posição inicial (Plysky et al. 2006, Plysky et al., 2009; Hubbard et al., 2007; Lee et al., 2015).

Para a pontuação do teste, o comprimento do membro é medido da parte mais distal da espinha ilíaca anterossuperior (EIAS) até a parte mais distal do maléolo lateral (ML), e a pontuação será calculada para cada membro, dividindo a soma do máximo alcance nas três direções por três vezes o comprimento do membro e, então, multiplicado por 100 $\{[(A+PM+PL) / (CM \times 3)] \times 100\}$ (Plysky et al., 2006; Lee et al., 2015). Valores menores que 94% na pontuação se correlacionam a risco de lesões nos membros inferiores, mesmo se essa pontuação ocorrer em apenas um dos membros, uma vez que o membro menos adaptado pode

sofrer lesão por falta de estabilidade, ao passo que o membro mais adaptado, por sua vez, pode sofrer lesão por sobrecarga (Plysky et al., 2006, Plysky et al., 2009).

Figura 7 - Teste de equilíbrio em Y

A: Deslocamento anterior; B: Deslocamento posterolateral (B), Deslocamento posteromedial (C)

Fonte: produção do próprio autor

2.3.2.2. Hop test

Testes funcionais tentam recriar, em ambientes controlados, movimentos e forças que podem ocorrer em atividades desportivas. Os testes de salto unipodal “Hop Test” são relatados na literatura como ferramenta de fácil execução, que não necessitam de equipamentos sofisticados e que podem prever condições de retorno às atividades, por avaliar o equilíbrio entre os membros inferiores, a qualidade de movimento e a função, razão pela qual é considerado por alguns autores como um dos testes mais desafiadores, pois também está relacionado à “prontidão psicológica” do paciente (Noyes; Barber; Mangine, 1991; Fitzgerald; Axe; Snyder-Mackler, 2000; Järvelä et al., 2002; Kvist, 2004; Reinke et al., 2011; Xergia et al., 2013; Jang et al., 2014; Grindem et al., 2016; Davies et al., 2017; O'Malley et al., 2018).

Os testes de saltos propostos para avaliar indivíduos com reconstrução do LCA são o “Single Hop for distance” (teste para a medida da distância com um salto unipodal), no qual o paciente realiza um salto com máxima distância possível; o “Timed Hop for distance” (teste do salto unipodal cronometrado), no qual o paciente deve saltar uma distância de 6m o mais rápido possível; o “Triple Hop for distance” (teste para a medida da distância com salto triplo), no qual

o paciente realiza três saltos consecutivos com máxima distância possível, e o “Cross over Hop for distance” (teste para a medida da distância com salto triplo unipodal cruzado-TSTUC), no qual o paciente realiza três saltos em ziguezague com máxima distância possível (figura 8) (Fitzgerald; Axe; Snyder-Mackler, 2000; Xergia et al., 2013; Grindem et al., 2016; Luzo et al., 2016).

Para realização dos saltos, é utilizada uma demarcação de 6m de comprimento no solo com duas fitas adesivas separadas entre si por 15cm de distância. Após orientação visual e instrução verbal dadas pelo examinador, os indivíduos são posicionados no início da demarcação apoiados primeiramente no membro não acometido ou dominante, e os saltos são realizados. A aterrissagem do último salto deve ser firme, não sendo permitido “quicar” o pé no chão, apoiar os membros superiores na parede ou no chão. Apenas é permitido apoiar o membro contralateral após 10 segundos do último salto.

Figura 8 - Trajetórias dos Hop tests

Fonte: produção do próprio autor

Três saltos devem ser realizados com cada membro, intercalando os lados e com trinta segundos de intervalo entre eles (Noyes; Barber; Mangine, 1991; Vasconcelos et al., 2009b). A distância total de cada salto é anotada e a maior utilizada para o cálculo do índice de simetria entre os lados (ISL), que deve ser $\geq 90\%$ ou $\leq 10\%$ (Noyes; Barber; Mangine, 1991). Déficit significativo é considerado quando um dos lados apresenta score menor que 90% ou maior que 10% em relação ao lado contralateral (Fitzgerald; Axe; Snyder-Mackler, 2000).

Järvelä et al. (2002) propõem a seguinte classificação para os testes de saltos: se a proporção for pelo menos 10%, o resultado é classificado como “normal”; se for maior que 10%, mas menor que 25%, o resultado é classificado como “quase normal”; se a proporção é de no mínimo 25% e no máximo 50%, o resultado é classificado como “anormal” e, finalmente, se a proporção é maior que 50%, o resultado é classificado como “severamente anormal”.

2.3.2.3. Avaliação da Força Muscular

Força muscular refere-se à habilidade de um músculo ou grupo muscular exercer tensão ativa máxima e pode ser definida como o pico de força ou torque desenvolvido em uma contração voluntária máxima (CVM) sob um dado conjunto de condições. Considerando que os músculos são estabilizadores articulares dinâmicos, é muito importante avaliar a força e o equilíbrio dos extensores e flexores dos joelhos nas lesões e reconstruções do LCA (Noyes; Barber; Mangine, 1991; Moss; Wright, 1993; Gaines; Talbot, 1999; Järvelä et al., 2002; Magalhães et al., 2004; Fonseca et al., 2011; Stark et al., 2011; Jang et al., 2014; Kim; Lee, 2015; Malempati et al., 2015; Mentiplay et al., 2015; Grindem et al., 2016; Scattone et al., 2016; Benfica et al., 2018; Nascimento et al., 2018).

O teste de força muscular na reconstrução do LCA tem como objetivo principal comparar a força do lado acometido com o lado não acometido. Estudos relatam que déficits no membro operado tanto para os extensores como flexores do joelho, em torno de 10 a 15% (índice de simetria entre os lados (ISL)), são aceitáveis, classificando como normal quando a diferença é menor ou igual a 10%, mínima quando a diferença for de até 20%, moderada quando for até 30% e severa se for maior que 30% (Nunn; Mayhew, 1988; Noyes; Barber; Mangine, 1991; Davies et al., 2017; O'Malley et al., 2018).

Além do ISL, os músculos devem ser avaliados na relação agonista e antagonista (RAA), de modo que, em uma relação normal, se espera que os flexores tenham pelo menos 60% da capacidade dos extensores (Flexores/Extensores X 100). Alterações no ISL e na relação RAA podem predispor a lesões, uma vez que os flexores são responsáveis por contrabalancear a ação do quadríceps que induz a translação tibial anterior, e uma ativação adequada dos flexores permite a ativação adequada do quadríceps promovendo co-contração, muito necessária para a estabilidade articular dinâmica (Nunn; Mayhew, 1988; Noyes; Barber; Mangine, 1991; Terreri, 1999; Magalhães et al., 2004; Hewett et al., 2005; Podraza; White, 2010).

De acordo com Abernethy, Wilson e Logan (1995, p. 403-404)

Força e potência são avaliadas para 4 objetivos principais: (1) quantificar o significado relativo de força e potência para vários eventos e tarefas atléticas; (2) identificar as deficiências específicas na função muscular para melhorar as deficiências individuais, ou seja, diagnóstico de força; (3) identificar indivíduos que podem ser adequados para determinadas atividades atléticas por exemplo, identificação de talentos; e (4) monitorar os efeitos de várias intervenções de treinamento e reabilitação.

Os três métodos mais utilizados para avaliar a força muscular são: **1) Avaliação isocinética**, na qual ocorre tensão máxima do músculo durante todo o movimento articular, com velocidade de movimento constante e resistência variável ao longo de toda amplitude de movimento (ADM) realizada com o DI; **2) Avaliação isotônica**, na qual a tensão máxima do músculo ocorre em amplitude restrita de movimento articular, com resistência constante, realizada com equipamentos de mecanoterapia; **3) Avaliação isométrica**, na qual o músculo se contrai e produz força contra uma resistência, sem movimento articular e sem mudança visível no comprimento do ventre muscular (Bohannon, 1986; Nunn; Mayhew, 1988; Moss; Wright, 1993; Trudelle-Jackson et al., 1994; Abernethy; Wilson; Logan, 1995; Gaines; Talbot 1999; Magalhães et al., 2004; Hewett et al., 2005; Koblbauer et al., 2011; Kim; Lee, 2015; Vasconcelos et al., 2007; Luzo et al. 2016; Chamorro et al., 2017; Jackson et al., 2017; Colby; Borstad 2018; Nascimento et al., 2018).

O teste de força muscular isométrico geralmente é realizado com resistência manual pela maioria dos fisioterapeutas, por ser simples e fácil de realizar, porém os resultados são subjetivos e de baixa sensibilidade, deixando de identificar diferenças de até 50% para os extensores do joelho (Bohannon, 1986; Wang et al., 2002; Fulcher; Hanna; Elley, 2010; Stark et al., 2011; Ieiri et al., 2015; Kim; Lee, 2015; Mentiplay et al., 2015; Chamorro et al., 2017; Jackson et al., 2017; Almeida; Albano; Melo, 2018).

A avaliação isocinética é um dos métodos mais confiáveis, considerado padrão-ouro para avaliar a força e o equilíbrio muscular do joelho, motivo pelo qual sua utilização se tornou progressivamente popular no esporte, na pesquisa e na prática clínica (Trudelle-Jackson et al., 1994; O'Shea et al., 2002; Magalhães et al., 2004; Fulcher; Hanna; Elley, 2010; Chamorro et al., 2017; Almeida; Albano; Melo, 2018).

O trabalho isocinético é uma forma de exercício dinâmico em que a velocidade angular é constante, pré-determinada por um dispositivo conhecido como dinamômetro isocinético, a produção de força é variável a cada angulação, o que gera tensão máxima em amplitudes diferentes, desde que o indivíduo realize esforço máximo, proporcionando medidas válidas e

confiáveis do torque, posição e velocidade (Abernethy; Wilson; Logan, 1995; Terrei; Greve; AmatuZZi, 2001; Chamorro et al., 2017; Colby; Borstad, 2018).

Embora considerado padrão-ouro, o DI é um equipamento caro, de difícil acesso em nosso país, requerendo ambiente apropriado para a sua instalação, tornando-se, portanto, pouco acessível à maioria dos cenários clínicos existentes (figura 9) (Moss; Wright, 1993; Järvelä et al., 2002; Vasconcelos et al., 2009; Hansen et al., 2015; Vasconcelos et al., 2007; Lesnak, 2019).

Figura 9 - Avaliação isocinética

Fonte: produção do próprio autor

Essa realidade despertou o interesse de vários autores em validar outras ferramentas – em comparação ao DI – para as avaliações quantitativas de força muscular (Vasconcelos et al., 2009; Stark et al., 2011; Hansen et al., 2015; Chamorro et al., 2017; Almeida; Albano; Melo, 2018; Florencio et al., 2019).

Vasconcelos et al. (2009) avaliaram a confiabilidade intra examinador e confiabilidade de um equipamento de dinamometria isométrica (DIM) acoplado a um equipamento de mecanoterapia para avaliar os músculos do joelho. Os autores analisaram a confiabilidade do DIM com o DI em indivíduos submetidos à reconstrução do LCA e encontraram excelente confiabilidade e validade na avaliação do desempenho dos flexores e extensores do joelho (figura 10).

Figura 10 - Dinamômetro analógico de tração Kratos e equipamento de mecanoterapia

Fonte: Vasconcelos et al. (2009, p. 5)

3. DINAMÔMETRO MANUAL

O dispositivo conhecido como dinamômetro manual (DM) (figura 11) foi descrito pela primeira vez em 1916 e é citado como uma opção para avaliar a força, por ser portátil, barato, de fácil utilização e permitir avaliação e quantificação da contração isométrica ao ser posicionado na parte testada da mesma forma que nos testes de força muscular manual (Wang et al., 2002; Fulcher; Hanna; Elley, 2010; Stark et al., 2011; Mentiplay et al., 2015; Chamorro et al., 2017; Suzuki, 2015; Almeida; Albano; Melo, 2018).

De acordo com Fulcher, Hanna e Elley (2010, p. 80)

A dinamometria manual combina algumas das vantagens do teste muscular manual (TMM) e da dinamometria isocinética. Ao contrário do TMM, é uma técnica objetiva e – comparada com a dinamometria isocinética – é barata, portátil e simples de usar. Diversos estudos mostraram que o dinamômetro manual (HHD) apresenta boa confiabilidade intra e Inter avaliadores em diversas populações.

O DM é descrito para avaliação de muitos segmentos, dentre eles o joelho, e sua utilização por um profissional experiente contribui para o sucesso da técnica que pode ser incorporada na rotina clínica (Bohannon, 1986; Trudelle-Jackson et al., 1994; Abernethy; Wilson; Logan, 1995; Wang et al., 2002; Magalhães et al., 2010; Thorborg et al., 2010; Koblbauer et al., 2011; Stark et al., 2011; Katoh; Isozaki, 2014; Hansen et al., 2015; Kim; Lee,

2015; Lee et al., 2015; Mentiplay et al., 2015; Alfuth; Hahm, 2016; Muff et al., 2016; Suzuki, 2015; Almeida; Albano; Melo, 2018).

Figura 11 - Dinamômetro manual

Fonte: produção do próprio autor

Embora alguns autores relatem que o teste isométrico não pode refletir a natureza dinâmica de muitos esportes, o método é seguro por permitir alto nível de controle, e se realizado com um dinamômetro e padronização das posições, pode fornecer dados objetivos. O DM pode ser posicionado e fixado no segmento testado pela mão do avaliador (Kelln et al., 2008; Fulcher; Hanna; Elley, 2010; Katoh; Isozaki, 2014; Kim; Lee, 2015; Ieiri et al., 2015; Mentiplay et al., 2015; Chamorro et al., 2017).

No entanto, estudos relatam que a utilização do apoio manual pode influenciar nos resultados dos testes, principalmente em indivíduos com grande força muscular, e sugerem a utilização do apoio com cintos para evitar erros na avaliação e também para proteger o avaliador (figuras 12 e 13) (Wikholm; Bohannon, 1991; Bohannon, 2012; 2012b; Ieiri et al., 2015).

Koblbauer et al. (2011) avaliaram a força dos flexores e extensores do joelho em indivíduos com prótese total do joelho, utilizando a fixação do DM com cinto na posição de 90°

de flexão do joelho, e os resultados demonstraram que o teste com o DM apresenta concordância inter e intra avaliador.

Figura 12 - Avaliação dos extensores do joelho com Dinamômetro Manual e apoio de cinto

Fonte: produção do próprio autor

Figura 13 - Avaliação dos extensores do joelho com Dinamômetro Manual e apoio de cinto

Fonte: produção do próprio autor

Mentiplay et al. (2015) compararam dois modelos de DM e concluíram que o equipamento é uma ferramenta confiável e válida para a avaliação da força isométrica dos membros inferiores, demonstrando confiabilidade inter e intra avaliador, podendo ser uma alternativa viável para avaliação isométrica.

Os autores utilizaram a posição de 90° para avaliar os extensores do joelho e de extensão total para os flexores do joelho com apoio manual e afirmam que, além de avaliar força, pico de torque e desequilíbrios musculares, a relação desses resultados com testes dinâmicos pode prover dados e contribuir com os profissionais envolvidos no atendimento dos indivíduos com reconstrução do LCA.

Kim e Lee (2015) utilizaram um modelo de DM e realizaram avaliação dos músculos flexores do quadril, extensores do joelho com 90° de flexão e flexores plantares do tornozelo, utilizando apoio manual do DM, e os resultados demonstraram confiabilidade inter e intra-examinador excelente.

Hansen et al. (2015) usaram o DM com apoio de um cinto para avaliar a força de extensão do joelho em 90° e concluíram que essa configuração demonstrou validade e confiabilidade quando comparada ao DI.

Almeida, Albano e Melo (2018) avaliaram 70 indivíduos submetidos à reconstrução do LCA, com 6 meses de PO, comparando o DI e o DM para avaliar a força do quadríceps. O teste com o DM foi realizado com o joelho em 90° estabilizado por cinto, e foi capaz de indicar assimetrias $\geq 10\%$ no quadríceps, da mesma forma que o DI na velocidade de 60° /s, com alto valor diagnóstico, além de demonstrar alta confiabilidade teste-reteste (ICC=0,98) e validade de boa a moderada quando comparado ao DI ($r = 0,62$). Florencio et al. (2019), após avaliarem indivíduos saudáveis, concluíram que o DM demonstra excelente confiabilidade intra sessão utilizando o apoio de cintos (ICC 0.78 – 0.95) ou manual (ICC 0.83 – 0.97)

A literatura aponta diversos estudos que utilizaram modelos diferentes de DM, como o electronic HHD produced by Industrial Research Limited (Fulcher; Hanna; Elley, 2010); Baseline Electronic Push/Pull dynamometer Model 12-0343, Fabrication Enterprises Inc., NY, USA (Whiteley et al., 2012); Citec hand-held dynamometer (type CT 3001, C.I.T. Technics) (Koblbauer et al., 2011); Commander TM Muscle Tester, JTECH Medical, Salt Lake City, USA (Alfuth; Hahm; 2015; Kim; Lee, 2015); Micro FET2, (Hoggan Scientific, LLC; West Jordan, UT) (Douma et al., 2014; Hansen et al., 2015; Muff et al., 2016; Jackson et al., 2017; Lesnak et al., 2019), Nicholas Manual Muscle Tester (Lafayette Instrument; Lafayette, Ind) (Moss; Wright, 1993; Jackson et al., 1994; Wang; Olson; Protas, 2002; Magalhães et al., 2010;

Marcondes et al., 2011; Mentiplay et al., 2015; Almeida; Albano; Melo, 2018; Mentiplay et al., 2018; Florencio et al., 2019).

Chamorro et al. (2017) realizaram revisão sistemática com meta-análise, a fim de estudar e estabelecer a confiabilidade do DM e a validade concorrente entre o DM e o DI na avaliação do pico de torque dos membros inferiores. Um total de 17 estudos foram incluídos na meta-análise e os autores concluíram que há moderada concordância entre os dois recursos para avaliação da extensão e flexão do joelho.

4. REABILITAÇÃO APÓS RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR

A reabilitação após reconstrução do LCA deve contar com a comunicação entre cirurgiões, fisioterapeutas, preparadores físicos, psicólogos, fisiologistas, treinadores e indivíduos (Jang et al., 2014; Malempati et al., 2015; Davies et al., 2017).

“Alguns fatores que podem afetar a reabilitação após a cirurgia reconstrutiva do LCA incluem lesões e cirurgias concomitantes, tempo de cirurgia, seleção de enxerto, qualidade da reabilitação, as metas e o desejo do atleta” (Malempati et al., 2015, p. 695).

À medida que as técnicas cirúrgicas evoluíram, os programas de reabilitação também foram aprimorados, sendo iniciados de maneira precoce. A inserção efetiva do paciente no contexto do programa, a conscientização de que cada etapa só deve ser iniciada ao se cumprir os objetivos de etapas anteriores e a compreensão de que cada paciente é único e possui demandas diferentes são fundamentais para o sucesso da reabilitação (Shelbourne; Nitz, 1990; Siegel, Adams et al., 2012; Vandernakker-Albanese; Siegel, 2012, Luzo et al., 2016; Malempati et al., 2015; Marieswaran et al., 2018). Os programas podem variar, mas em linhas gerais são divididos em períodos e metas a serem alcançados em cada um:

Período de 0 - 4 semanas: ênfase para controle de dor e edema, mobilidade, ativação do quadríceps, exercícios ativos para quadríceps em Cadeia Cinética Aberta (CCA) de 90 a 45° e Cadeia Cinética Fechada (CCF) de 0 a 60°, orientação de marcha; exercícios do quadril com extensão do joelho contra a ação da gravidade (elevação da perna reta), propriocepção e hidroterapia;

Período de 4 semanas a 6 meses (ou mais): progressão no fortalecimento em CCF e CCA, trabalho cardiovascular e propriocepção;

Período de 3 a 6 meses (ou mais): essa fase termina com retorno à participação no esporte. Deve enfatizar o trabalho cardiovascular e fortalecimento, iniciar preparação para retorno às atividades (transição) conforme resposta do paciente, treino de atividades funcionais, agilidade, pliometria, corrida, controle neuromuscular e simulação de atividades sem contato evoluindo para contato. Com índices de simetria muscular e nos testes funcionais alcançados, bons resultados nos questionários subjetivos, simulação de participação em atividades de esporte sem dor, sem edema, sem insegurança ou instabilidade, o retorno pode ser realizado (Kvist, 2004; Thiele et al., 2009; Adams et al., 2012; Malempati et al., 2015; Grindem et al., 2016).

Objetivos

5. OBJETIVOS

O objetivo primário deste estudo foi estudar a concordância entre as técnicas de dinamometria manual e dinamometria isocinética para avaliação do equilíbrio dos músculos flexores e extensores do joelho.

O objetivo secundário foi estudar a concordância entre as medidas de força muscular obtidas com o dinamômetro manual e ferramentas objetivas e subjetivas da função validadas na literatura.

5.1. Justificativas

Este estudo se justifica pela importância da validação de novas metodologias que permitam aferir o desempenho funcional do joelho, uma vez que a ferramenta descrita como padrão ouro (DI) para avaliação da força muscular do joelho não é acessível a todos os clínicos.

5.2. Hipóteses

A utilização do DM na prática clínica pode substituir o DI na avaliação funcional do joelho.

As medidas obtidas pela dinamometria manual possuem concordância com ferramentas de avaliação subjetiva e objetiva validadas na literatura para avaliação funcional do joelho.

Métodos

6. MÉTODOS

6.1. Desenho

Este é um estudo tipo transversal, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP) (CAAE 57282116.0.0000.5440 – ANEXO A).

6.2. Casuística

O estudo foi realizado no Laboratório de análise do movimento (LAM) e Laboratório de Isocinético do Centro de reabilitação (CER) do HCFMRP-USP, e incluiu 95 indivíduos do sexo masculino, divididos em três grupos; grupo submetido a reconstrução do LCA denominado grupo operado (GO) com 36 indivíduos, grupo de indivíduos saudáveis ou grupo controle (GC) com 36 indivíduos e grupo de indivíduos com lesão do LCA não operados (GNO) com 23 indivíduos. Para a seleção dos indivíduos operados e não operados, foi realizada consulta ao banco eletrônico de dados do HCFMR-USP por indivíduos que atendessem aos critérios de inclusão e estes foram contatados por telefone.

Os indivíduos para o GC e também GNO foram recrutados via telefone e redes eletrônicas sociais com anúncio (ANEXO B). Após contato inicial, os indivíduos que concordaram em participar da pesquisa receberam instruções a respeito da metodologia de avaliação e data de comparecimento ao CER.

Os critérios de inclusão comuns aos grupos foram:

- Indivíduos do sexo masculino;
- Idade entre 18 a 45 anos;
- Índice de Massa Corporal (IMC) $\leq 29,9 \text{ Kg/m}^2$;
- Ser ativo realizando atividades esportivas recreacionais, ser atleta de natação, capaz de andar em terreno irregular ou desempenhar trabalho físico de acordo com a escala de atividade de Tegner = 3 (ANEXO C).

No GO como critérios complementares de inclusão foram considerados:

- Indivíduos submetidos a apenas uma cirurgia de reconstrução ligamentar do LCA;
- Cirurgia realizada com enxerto autólogo e ipsilateral dos tendões do semitendinoso e grácil com período pós-operatório mínimo de 1 e máximo de 4 anos;

- Cirurgia realizada pela mesma equipe cirúrgica do HCRFMRP-USP e assistida por artroscopia;
- Processo de reabilitação centralizado no CER do HCFMRP-USP.

No GNO como critérios complementares de inclusão foram considerados:

- Lesão única e isolada do LCA confirmada por exame de Ressonância Nuclear Magnética (RNM);
- Idade entre 18 e 45 anos de idade.

No GO e GNO, os critérios de exclusão foram:

- Lesões ligamentares bilaterais;
- História de lesão recorrente do LCA;
- Fraturas nos membros inferiores;
- Lesões associadas ao mesmo joelho – cartilagem e outros ligamentos;
- Artrose do joelho;
- Indivíduos com histórico de entorses de tornozelo ou lesões musculares no mesmo membro inferior nos últimos seis meses;
- Dor e limitação da amplitude de movimentos.

No GC, os critérios de exclusão foram:

- Presença de outras desordens neuromusculares;
- Presença de frouxidão ligamentar excessiva com diferença documentada pelo artrômetro KT 2000 entre os joelhos superior a 3mm.

Todos os participantes receberam orientações do pesquisador e instruções por escrito de como seriam os testes, e assinaram o Termo de Consentimento Livre e esclarecido (TCLE) concordando em participar do estudo (ANEXOS D, E e F).

6.3. Instrumentos de avaliação do desempenho funcional

6.3.1. Questionários subjetivos

A avaliação sempre foi iniciada pela orientação e explicação dos testes, leitura do TCLE e assinatura deste pelo avaliado e pelo avaliador. Em seguida, era solicitado ao voluntário o preenchimento dos questionários subjetivos para avaliação da percepção da função, para a qual

foram utilizadas as versões validadas para a língua portuguesa dos questionários de Lysholm, escala IKDC e a escala de Tegner para nível de atividade física.

As pontuações utilizadas foram as determinadas na literatura para os questionários, com um total de 100 pontos para o questionário de Lysholm, sendo a pontuação da função classificada como excelente (95-100 pontos), boa (84-94 pontos), regular (65-83 pontos) e ruim (<64 pontos), avaliando as variáveis mancar, apoio, travamento, instabilidade, dor, edema, subir escadas e agachar (ANEXO G). Para a escala IKDC, as pontuações utilizadas foram as determinadas pelo comitê da AOSSM (American Orthopedic Society for Sports Medicine), variando de 0 a 100, em que scores maiores representam melhor função (ANEXO H).

A escala Tegner foi preenchida pelo avaliador mediante a história de atividades colhida na avaliação. Essa escala avalia o nível de atividade de 0 (incapaz de realizar em função de problemas no joelho) a 10 (participação em esporte competitivo) (Xergia et al., 2013).

6.3.2. Anamnese e Exame Físico

Após preenchimento e análise dos questionários, a anamnese foi realizada da mesma maneira em todos os grupos. Iniciou-se com entrevista e dados anotados em uma ficha de avaliação (ANEXO I), cuja finalidade era registrar as informações dos indivíduos, tais como: nome, data de nascimento, gênero, idade, peso e altura (para cálculo do IMC), dominância do membro inferior, lesões prévias, data e circunstância da lesão do LCA, data e tipo de reconstrução do LCA (confirmada no prontuário eletrônico do HCFMRP) e atividades praticadas atualmente.

O exame físico teve início com a avaliação da ADM de flexão e extensão ativa e passiva dos joelhos, utilizando-se um goniômetro padrão da marca Carci® (figura 14); perimetria no centro e polo superior da patela para avaliação da presença de edema, perimetria 6 e 15 cm acima do polo superior da patela para registro de diferença do trofismo muscular (figura 15), medida do comprimento dos membros inferiores registrado desde a espinha ilíaca antero superior (EIAS) até o Maléolo Medial (MM) e ML utilizando-se fita métrica com medida de 0 a 150mm. Os indivíduos foram submetidos ao exame de artrometria, com artrômetro KT 2000 (figura 16), através do teste máxima manual (TMM) para avaliação da estabilidade clínica do joelho. Foram realizados três TMM e o maior valor anotado na ficha de avaliação. No GO e GNO, o joelho não acometido sempre foi testado primeiro e, no GC, o joelho dominante.

Figura 14 - Avaliação da amplitude de movimento

Fonte: produção do próprio autor

Figura 15 - Perimetria

Fonte: produção do próprio autor

Figura 16 - Artrometria – KT 2000

Fonte: produção do próprio autor

6.3.3. Avaliação do desempenho funcional

Os indivíduos foram orientados a não realizar atividades desportivas em até 24 horas próximas à realização dos testes. Antes de iniciar os testes de desempenho funcional, os indivíduos realizaram aquecimento em bicicleta ergométrica por 6 minutos com carga de 2% do peso corporal; em seguida, realizaram a avaliação no DI, testes funcionais e avaliação com o DM.

6.3.3.1. Dinamometria Isocinética

Para avaliar a concordância do DM com o DI, a força dos músculos extensores e flexores dos joelhos e o ISL foram mensurados pelo dinamômetro isocinético Byodex System Pro4TM (Byodex Corp. Shirley, NY) (figura 17). A avaliação consistiu de cinco contrações concêntricas no arco de movimento de 90° a 180°, nas velocidades de 60°/s e 180°/s. Para isso, os indivíduos foram posicionados sentados na cadeira do dinamômetro com o tronco ereto e quadril fletido a aproximadamente 90°. Foram utilizadas duas faixas de contenção para estabilizar o tronco e uma faixa para estabilizar o quadril. O eixo do dinamômetro foi fixado na direção do epicôndilo lateral do fêmur e a fixação distal posicionada à cinco centímetros proximal ao ápice do maléolo

lateral. Os indivíduos foram encorajados verbalmente a realizar o teste o mais rápido e mais forte possível. Previamente ao teste, os indivíduos realizavam cinco contrações submáximas com a finalidade de aprendizagem. Foi coletada a média do pico de torque dos músculos extensores e flexores de joelho normalizada pela massa corpórea do indivíduo. No GO e GNO, o joelho não acometido sempre foi testado primeiro e, no GC, o joelho dominante.

Figura 17 - Avaliação isocinética

Fonte: produção do próprio autor

Para avaliar a concordância do DM com o DI, a força dos músculos extensores e flexores dos joelhos e o ISL foram mensurados também pela avaliação isométrica no Dinamômetro Isocinético Byodex System Pro4TM (Byodex Corp. Shirley, NY). A avaliação consistiu de 03 CIVM de 5s com intervalo de 30s entre elas. Para isometria de extensão, o joelho era mantido em 60° de flexão (considerando extensão total como 0°) e, para isometria de flexão, o joelho era mantido em 30° de flexão (considerando extensão total como 0°). Os indivíduos permaneceram sentados na cadeira do dinamômetro com o tronco ereto e quadril fletido a aproximadamente 90°. Foram utilizadas duas faixas de contenção para estabilizar o tronco e uma faixa para estabilizar o quadril. O eixo do dinamômetro foi fixado na direção do epicôndilo lateral do fêmur e a fixação distal posicionada a 5cm proximal ao ápice do maléolo lateral. Os indivíduos foram encorajados verbalmente a realizar o teste o mais forte possível. Previamente ao teste, eles realizavam uma contração submáxima com a finalidade de aprendizagem. Foi

coletada a média do pico de torque dos músculos extensores e flexores de joelho normalizada pela massa corpórea do indivíduo. No GO e GNO, o joelho não acometido sempre foi testado primeiro e, no GC, o joelho dominante.

6.3.3.2. Teste de equilíbrio em Y

Para o TY, os indivíduos receberam instrução verbal e demonstração do teste pelo examinador, e também com auxílio de um vídeo ilustrativo do teste.

Os indivíduos foram posicionados com os pés descalços, em pé com apoio unipodal, com o aspecto mais distal do hálux no centro da intersecção entre as três linhas demarcadas no solo com fita adesiva, e orientados a praticar os movimentos seis vezes em cada direção para aprendizagem do teste. No momento do teste, os indivíduos foram instruídos a alcançar três vezes as direções, sendo primeiro realizado o teste com três movimentos na direção anterior, o segundo movimento realizado foi na direção pósteromedial e finalizando com o movimento realizado na direção pósterolateral (figura 18).

Figura 18 - Teste de equilíbrio em Y

A– Deslocamento anterior, B – Deslocamento pósteromedial, C – Deslocamento pósterolateral
Fonte: produção do próprio autor

A cada mudança de direção alternava-se o membro avaliado, sempre iniciando com o membro não operado para o GO, o dominante para o GC e o não lesado para o GNO. A maior

distância alcançada em cada direção foi anotada. O teste era descartado e repetido, se o indivíduo não fosse capaz de se manter em apoio unipodal, se o calcanhar não permanecesse em contato com o solo, se houvesse deslocamento do peso ou apoio sobre o pé de alcance em qualquer uma das três direções e se o pé de alcance não retornasse à posição inicial.

Para a pontuação composta do teste, o comprimento do membro (CM) foi mensurado da parte mais distal da espinha ilíaca antero superior até a parte mais distal do maléolo lateral. Esta pontuação composta foi calculada, para cada membro, dividindo a soma do máximo alcance nas três direções por três vezes o comprimento do membro e, então, multiplicando por 100 $\{ [(A+PM+PL) / (CM \times 3)] \times 100 \}$.

6.3.3.3 Teste para a medida da distância com salto triplo unipodal cruzado

Para realização do TSTUC, os indivíduos foram orientados verbal e visualmente pelo examinador. Após as instruções, os indivíduos foram posicionados no início da marcação feita no solo com fita adesiva (15cm de largura e 6m de comprimento), com os pés descalços, apoiados primeiramente no membro não operado para o GO, membro dominante para o GC e membro não lesado para o GNO. Os membros superiores eram posicionados de maneira livre conforme escolha do paciente durante a execução do teste. O primeiro salto sempre era realizado para o lado da perna que iria saltar, ou seja, se o membro de apoio fosse o direito, o primeiro salto era para o lado direito (figura 19).

A aterrissagem do último salto tinha que ser firme, não sendo permitido “quicar” o pé no chão, nem apoiar os membros superiores na parede ou chão e, ainda, só era permitido apoiar o membro contralateral após 10 segundos. Em seguida, o paciente era instruído a repetir o salto com o outro membro. Cada indivíduo realizava três saltos com cada membro, com trinta segundos de intervalo entre cada teste. A distância final era anotada, a média das distâncias percorrida nos três saltos foi utilizada para o cálculo do ISL utilizando a seguinte fórmula (Noyes et al.,1991):

Para GO

$$ISL = \frac{\text{distância do membro operado}}{\text{distância do membro não operado}} \times (100) - (100)$$

Para GC

$$ISL = \frac{\text{distância do membro não dominante}}{\text{distância do membro dominante}} \times (100) - (100)$$

Para GNO

$$ISL = \frac{\text{distância do membro com lesão}}{\text{distância do membro sem lesão}} \times (100) - (100)$$

Figura 19 - Teste para a medida da distância com salto triplo unipodal cruzado - TSTUC

0: Posição inicial, 1: Primeiro salto, 2: Segundo Salto, 3: Terceiro e último salto

Fonte: produção do próprio autor

Déficit significativo foi considerado quando uma diferença superior a 10% em relação ao lado contralateral era detectada. No grupo GO e GNO, o joelho não lesado sempre foi testado primeiro e, no GC, o joelho dominante.

6.3.3.4. Dinamometria Manual

A força dos músculos extensores e flexores de ambos os joelhos foi medida utilizando o Lafayette Handheld Dynamometer (LHHD) Testing System Model-01165 (Lafayette Instrument Company, Lafayette IN, USA) (figura 20), que possibilita medir o pico de torque, tempo de pico e tempo total de teste (regulável). O equipamento permite o armazenamento de até 150 testes na memória “on-board”, permite selecionar tempo de teste de 1 a 10 segundos, faixa de medição de 0 a 1335 newton (N), que pode ser lida em display LCD. O equipamento

é alimentado por bateria de íons de Lítio, possui desligamento automático após 5 minutos de inatividade e apoio com almofadas para posicionamento no segmento a ser testado.

Figura 20 - Dinamômetro manual

A: Pico de torque, B: Tempo de pico, C: Tempo total do teste

Fonte: produção do próprio autor

A avaliação dos extensores do joelho foi realizada na posição de 60° de flexão (considerando extensão total como 0°). Os indivíduos foram posicionados sentados em um divã, região glútea e posterior da coxa apoiada no divã, região poplíteia cerca de 1 cm distante do divã, com o tronco ereto, quadril fletido a 90°, joelhos fora do divã a 90° de flexão com uma toalha dobrada colocada na região poplíteia para conforto, mas sempre mantendo a coxa na horizontal, paralela ao divã.

O quadril era estabilizado por um cinto não elástico, e os indivíduos seguravam na borda do divã para evitar elevação do quadril. Um cinto não elástico preso ao divã fixava o DM que foi posicionado anterior e distal a tíbia em um ponto demarcado com caneta a cinco centímetros proximal ao ápice do maléolo lateral. Para manutenção da amplitude articular nos testes, foi utilizado um Flexímetro Pendular Sanny® fixado à perna do paciente proximal ao joelho, e

para garantir a amplitude correta os indivíduos eram instruídos a estender lentamente o joelho da posição inicial (90°) até que se criasse tensão no cinto na amplitude desejada (60°).

Com o DM já posicionado, o avaliador aferia a amplitude no flexímetro e realizava ajustes quando necessário. Com o paciente posicionado, foi realizada a familiarização com o equipamento, com a realização de uma contração submáxima antes das medidas que seriam consideradas. Para as medidas, os indivíduos foram orientados a “esticar” o joelho, não realizar movimento explosivo, realizar esforço máximo no momento do sinal sonoro emitido pelo equipamento e então encorajados verbalmente a realizar o teste o mais forte possível até ser orientado verbalmente a relaxar (após o sinal que indicava o término dos 5 segundos de CIVM) (figura 21).

A avaliação consistiu de 03 CIVM de 5s com intervalo de 30s entre elas, e após cada medida o valor indicado na tela do dispositivo era lido e anotado na ficha de avaliação para cálculo da reprodutibilidade das medidas, cálculo da média e dos déficits (ISL). Todas as medidas foram realizadas pelo mesmo examinador. O cinto para fixação do DM sempre era posicionado perpendicularmente à tibia, permitindo resistência e torque adequados. Por questão de higiene e conforto, duas compressas de gaze estéril 100% algodão de 7,5cm x 7,5 cm (Neve®), dobradas ao meio, sempre eram colocadas entre o apoio do DM e a parte a ser testada (figura 21)

Figura 21 - Avaliação dos extensores do joelho com Dinamômetro Manual

A: Dinamômetro Manual, B: Cinto, C: Flexímetro, D: Gaze estéril

Fonte: produção do próprio autor

A avaliação dos flexores do joelho foi realizada na posição de 30° de flexão (considerando extensão total como 0°). Os indivíduos foram posicionados em decúbito ventral em um divã, com o joelho estendido e fora do divã. O quadril era estabilizado por um cinto não elástico para evitar elevação, e os indivíduos seguravam na borda do divã para maior segurança. Um cinto não elástico fixado a um espaldar estabilizava o DM, que foi posicionado anterior e distal à tíbia em um ponto demarcado com caneta a 5cm proximal ao ápice do maléolo lateral. Para manutenção da amplitude articular nos testes, foi utilizado Flexímetro Pendular Sanny® fixado a perna do paciente proximal ao joelho, e para garantir a amplitude correta, os indivíduos eram instruídos a flexionar lentamente o joelho da posição inicial (0°) até que se criasse tensão no cinto na amplitude desejada (30°). Com o DM já posicionado, o avaliador aferia a amplitude no flexímetro e realizava ajustes quando necessário (figura 22).

Figura 22 - Avaliação do flexores do joelho com DM

A: Dinamômetro Manual, B: Cinto, C: Flexímetro

Fonte: produção do próprio autor

Com o paciente posicionado foi realizada familiarização com o equipamento, com a realização de uma contração submáxima antes das medidas que seriam consideradas. Para as medidas, os indivíduos foram orientados a “dobrar” o joelho, não realizar movimento explosivo, realizar esforço máximo no momento do sinal sonoro emitido pelo equipamento e então encorajados verbalmente a realizar o teste o mais forte possível até ser orientado verbalmente a relaxar (após o sinal que indicava o término dos 5 segundos de CIVM). O cinto para fixação do DM sempre era preso ao espaldar, posicionado perpendicularmente a tíbia,

permitindo resistência e torque adequados. Por questão de higiene e conforto, duas compressas de gaze estéril 100% algodão de 7,5cm x 7,5 cm (Neve®), dobradas ao meio, sempre eram colocadas entre o apoio do DM e a parte a ser testada.

A avaliação consistiu de 03 CIVM de 5s com intervalo de 30s entre elas, e após cada medida o valor indicado na tela do dispositivo era lido e anotado na ficha de avaliação para cálculo da média e dos déficits. O examinador era um homem, altura de 1,73cm e peso de 80kg, familiarizado com a utilização do DM. No GO e GNO, o joelho não acometido sempre foi testado primeiro e, no GC, o joelho dominante. Considerando que o DM não possui interface com computador, os cálculos do ISL extensor e flexor foram feitos a partir das seguintes equações.

Para GO

$$ISL = \frac{\text{lado operado}}{\text{lado não operado}} \times (100)(-100)$$

Para GC

$$ISL = \frac{\text{lado não dominante}}{\text{lado dominante}} \times (100)(-100)$$

Para GNO

$$ISL = \frac{\text{lado com lesão}}{\text{lado sem lesão}} \times (100)(-100)$$

6.4. Análise dos dados

Analizamos a comparação entre os grupos para os resultados dos questionários subjetivos e da artrometria pelo teste t de amostras independentes.

Estabelecemos a reprodutibilidade das medidas obtidas com o DM pelo ICC das três medidas consecutivas realizadas em cada movimento com IC de 95%.

Utilizamos o coeficiente Kappa para analisar a concordância entre o DM e DI para contração isométrica e isocinética nas velocidades de 60°/s e 180°/s. Realizamos cálculos da sensibilidade e especificidade do DM.

Utilizamos a ANOVA para as comparações dos grupos quanto ao ISL com medidas repetidas e o pós-teste por contrastes ortogonais para as comparações.

Consideramos para análise da associação do DM com os testes funcionais e questionários subjetivos que para valores do ISL $\leq 10\%$ ou $\leq 15\%$ os valores do TY seria $\geq 94\%$, valores do TSTUC $\leq 10\%$ e os valores dos questionários seriam melhores, e para valores do ISL $\geq 10\%$ ou $\geq 15\%$ os valores do TY seriam $< 94\%$, os valores do TSTUC $> 10\%$ e os valores dos questionários piores.

Avaliamos as associações do DM com os testes funcionais e questionário Lysholm através do teste exato de Fisher, e com o questionário IKDC através do teste de Mann-Whitney.

Avaliamos a concordância do DM e DI na amostra total (95 indivíduos) e por grupos, e as associações do DM com os questionários subjetivos e testes funcionais considerando a amostra total.

Utilizamos o software SAS system for Windows, Release 9.2 SAS Inst., Cary, NC. 201 para as medidas estatísticas, adotando o nível de significância de 5%.

Resultados

7. RESULTADOS

Incluimos no estudo 95 indivíduos adultos do sexo masculino fisicamente ativos, sendo 36 com reconstrução do LCA, média de idade de 27,94 ($\pm 5,54$) anos, média do IMC 25,08 ($\pm 2,93$) Kg/m², média do tempo de reconstrução de 24,44 meses ($\pm 11,15$) que compuseram o GO; 36 indivíduos sem lesões ou procedimentos nos joelhos, com média de idade de 28,30 ($\pm 6,69$) anos, média do IMC 24,1 ($\pm 2,32$) Kg/m² que compuseram o GC; 23 indivíduos com lesão do LCA não operada, com média de idade de 29 ($\pm 6,88$) anos, média do IMC 26,67 ($\pm 3,40$) Kg/m², média do tempo de lesão 35,82 meses ($\pm 44,27$), que compuseram o GNO (tabela 2).

Para seleção dos indivíduos operados, identificamos no banco eletrônico do HCFMRP-USP, no período de 14.04.2014 a 11.12.2017, 244 indivíduos submetidos a cirurgias que envolviam o LCA, destes 06 apresentavam IMC acima de 29,9 Kg/m², 37 eram do sexo feminino, 03 apresentavam outras patologias como: Esclerose Múltipla (01 caso), Deficiência cognitiva (01 caso), Trombose Venosa Profunda na ocasião do convite (01 caso), 18 não puderam comparecer, 46 não cumpriam o critério de idade e 98 apresentavam outros procedimentos além da reconstrução do LCA ou lesões associadas, como revisão cirúrgica, reconstrução bilateral, lesão de outros ligamentos, reparo do ligamento anterolateral, osteotomia, fratura da tíbia, fraturas da fíbula, lesão do nervo fibular, artrodese da coluna (01 caso), totalizando 36 indivíduos que compuseram o GO (figura 23).

Figura 23 - Fluxograma do recrutamento dos indivíduos do GO

Observamos as menores pontuações na escala de Tegner, questionários subjetivos e maiores medidas da artrometria no GNO, seguidos do GO e GC com significância entre os grupos para os questionários e artrometria ($p=0,000 - 0,001$) (tabelas 1, 2 e 3).

Tabela 1 - Resultados da escala Tegner, questionários Lysholm e IKDC nos três grupos com média e desvio padrão

GO					GC					GNO				
I	Tegner	Lyshom	IKDC		I	Tegner	Lyshom	IKDC		I	Tegner	Lyshom	IKDC	
1	7	94	B	93,1	1	4	100	E	97,7	1	4	86	RE	77
2	7	85	B	75,9	2	4	100	E	94,3	2	3	79	RE	52,9
3	3	89	B	89,7	3	5	100	E	100	3	3	46	RU	58,67
4	7	90	B	90,8	4	7	100	E	92	4	3	80	RE	49,4
5	7	100	E	100	5	7	100	E	100	5	3	89	B	73,6
6	3	79	R	75,9	6	7	99	E	98,9	6	4	83	RE	63,2
7	7	80	R	81,6	7	5	100	E	100	7	4	80	RE	75,9
8	3	95	E	79,3	8	5	100	E	100	8	7	100	E	100
9	7	100	E	100	9	7	100	E	100	9	7	100	E	100
10	7	89	B	86,2	10	7	100	E	100	10	5	90	B	82,8
11	4	100	E	100	11	10	100	E	100	11	7	100	E	98,9
12	3	95	E	100	12	8	95	E	100	12	5	79	RE	58,6
13	7	93	B	97,7	13	7	86	B	69	13	5	90	B	83,9
14	7	90	B	95,4	14	6	100	E	100	14	7	100	E	85,1
15	5	95	E	95,4	15	5	100	E	100	15	6	69	RE	59,8
16	3	91	B	86,2	16	7	100	E	100	16	6	83	RE	57,5
17	7	100	E	100	17	6	100	E	100	17	5	100	E	71,3
18	6	91	B	82,8	18	6	100	E	100	18	3	53	RU	41,4
19	7	100	E	100	19	5	100	E	100	19	5	86	B	80,5
20	5	100	E	88,5	20	5	100	E	100	20	3	85	B	44,8
21	7	100	E	100	21	6	100	E	100	21	3	75	RE	49,4
22	3	85	B	96,6	22	7	100	E	100	22	4	94	B	78,2
23	4	99	E	90,8	23	6	100	E	100	23	3	60	RU	41,4
24	4	100	E	100	24	4	100	E	100					
25	5	100	E	97,7	25	6	98	E	96,6					
26	7	99	E	97,7	26	7	100	E	89,7					
27	3	70	RE	78,2	27	6	100	E	100					
28	6	100	E	98,9	28	5	100	E	100					
29	4	93	B	74,7	29	5	95	E	100					
30	4	100	E	100	30	6	100	E	100					
31	4	100	E	66,7	31	6	90	B	78,2					
32	6	100	E	97,7	32	6	100	E	100					
33	7	99	E	74,7	33	5	100	E	100					
34	7	74	RE	59,8	34	4	100	E	100					
35	6	100	E	100	35	5	91	B	97,7					
36	5	100	E	100	36	5	100	E	100					
5,38		93,75		90,33	6,0		98,72		97,61	4,56		82,91		69,76
(±1,63)		(±8,06)		(±11,02)	(±1,2)		(±3,26)		(±6,54)	(±1,50)		(±14,81)		(±18,31)

I = indivíduo; E = excelente; B = bom; RE = regular; RU ruim; ± = Desvio padrão;

Tabela 2 - Características gerais dos três grupos avaliados com média e desvio padrão

Variáveis	Grupo Operado	Grupo Controle	Grupo não operado
Amostra	36	36	23
Idade (anos)	27,94 ($\pm 5,54$)	28,30 ($\pm 6,69$)	29,00 ($\pm 6,88$)
IMC (kg/m^2)	25,08 ($\pm 2,93$)	24,1 ($\pm 2,32$)	26,67 ($\pm 3,40$)
Tegner	5,38 ($\pm 1,63$)	6,0 ($\pm 1,26$)	<u>4,56 ($\pm 1,50$)</u>
Tempo de lesão	*****	*****	35,82 ($\pm 44,27$)
Tempo de cirurgia	24,44 ($\pm 11,15$)	*****	*****
Artrometria (mm)	2,75 ($\pm 1,64$)	0,13 ($\pm 0,79$)	<u>4,26 ($\pm 2,11$)</u>
Lysholm	93,75 ($\pm 8,06$)	98,72 ($\pm 3,26$)	<u>82,91 ($\pm 14,81$)</u>
IKDC	90,33 ($\pm 11,02$)	97,61 ($\pm 6,54$)	<u>68,88 ($\pm 18,39$)</u>

IMC = Índice de massa corporal; kg/m^2 = Quilograma por metro quadrado

Tabela 3 - Comparativo dos questionários Lysholm, IKDC e artrometria para os 03 grupos

Teste	Grupo	Média	Desvio	p
IKDC	Controle $n = (36)$	97,61	$\pm 6,45$	0,001*
	Operado $n = (36)$	90,33	$\pm 11,02$	
IKDC	Operado $n = (36)$	90,33	$\pm 11,02$	0,000*
	Não operado $n = (23)$	68,88	$\pm 18,39$	
IKDC	Controle $n = (36)$	97,61	$\pm 6,45$	0,000*
	Não operado $n = (23)$	88,21	$\pm 90,25$	
Lysholm	Controle $n = (36)$	98,72	$\pm 3,26$	0,001*
	Operado $n = (36)$	93,75	$\pm 8,06$	
Lysholm	Operado $n = (36)$	93,75	$\pm 8,06$	0,001*
	Não operado $n = (23)$	82,91	$\pm 14,81$	
Lysholm	Controle $n = (36)$	98,72	$\pm 3,26$	0,000*
	Não operado $n = (23)$	82,91	$\pm 14,81$	
Artrometria	Controle $n = (36)$	0,13	$\pm 0,79$	0,000*
	Operado $n = (36)$	2,75	$\pm 1,64$	
Artrometria	Operado $n = (36)$	2,75	$\pm 1,64$	0,003*
	Não operado $n = (23)$	4,26	$\pm 2,11$	
Artrometria	Controle $n = (36)$	0,13	$\pm 0,79$	0,000*
	Não operado $n = (23)$	4,26	$\pm 2,11$	

* = significante; p = nível de significância de 0,05.

Na análise da confiabilidade intra medidas e intra avaliador do DM, considerando todas as avaliações (95 indivíduos), encontramos confiabilidade excelente para a avaliação da extensão nos lados não acometidos e dominantes (ICC=0,929 – p=0,001) e confiabilidade boa para a avaliação da extensão nos lados acometidos e não dominantes (ICC=0,871 = p=0,001).

Para a avaliação da flexão, a confiabilidade do DM foi excelente tanto para os lados não acometidos e dominantes (ICC=0,918 – p=0,001) como para os lados acometidos e não dominantes (ICC=0,914 – p=0,001) (tabela 4).

Tabela 4 - Confiabilidade do DM

Movimento	Lado	ICC	Intervalo de Confiança 95% do ICC		Valor p
			Limite Inferior	Limite Superior	
<i>Extensão</i>	1	0,929	0,902	0,95	0,001*
	GO/GC/CNO				
<i>Extensão</i>	2	0,871	0,825	0,908	0,001*
	GO/GC/CNO				
<i>Flexão</i>	1	0,918	0,888	0,942	0,001*
	GO/GC/CNO				
<i>Flexão</i>	2	0,914	0,88	0,939	0,001*
	GO/GC/CNO				

1 = lado não operado, lado não lesado, lado dominante; 2 = lado operado, lado lesado, lado não dominante; GO = grupo operado; GC = grupo controle; GNO = grupo não operado; ICC = < 0,5 força de concordância pobre, 0,5 a 0,75 moderada, 0,75 a 0,9 boa e >0,9 excelente; * = significante; p = nível de significância de 0,05.

No estudo da concordância entre os dinamômetros, considerando todas as avaliações (95 indivíduos), encontramos concordância no ISL de 10% para a força de extensão e força de flexão, com as três velocidades do DI (isométrico, 60°/s e 180°/s).

O grau de concordância para a extensão foi de 0,13 (concordância pobre) com o DI isométrico, e de 0,24 a 0,27 (concordância leve) com o DI nas velocidades de 180°/s e 60°/s respectivamente. Para a flexão, as concordâncias variaram entre 0,01 e 0,12 (concordância pobre) (tabela 5).

Quando considerado o ISL de 15% encontramos concordância para extensão de 0,14 (concordância pobre) com o DI isométrico e a 60°/s. Para a flexão, o grau de concordância foi de 0,07 (concordância pobre) com o DI a 60°/s e 0,22 (concordância leve) com o DI isométrico.

Não encontramos concordância com o DI para extensão e flexão a 180°/s no ISL de 15% (tabela 6).

Tabela 5 - Concordância do ISL pelo Coeficiente de Kappa, sensibilidade e especificidade do DM na amostra total (n=95), considerando ISL de 10% - (IC 95%)

DM X DI n = 95	Velocidade no Isocinético	Kappa	Sensibilidade	Especificidade
EXTENSÃO ISL 10%	60°/s	0,27 (0,07; 0,46)	73,68% (60,34; 84,46)	52,63% (35,82; 69,02)
	180°/s	0,24 (0,04; 0,44)	72,41% (59,10; 83,34)	51,35% (34,40; 68,08)
	Isométrico	0,13 (-0,05; 0,31)	66,25% (54,81; 76,45)	53,33% (26,59; 78,73)
FLEXÃO ISL 10%	60°/s	0,04 (-0,17; 0,25)	79,75% (69,20; 87,96)	25% (7,27; 52,38)
	180°/s	0,01 (-0,19; 0,21)	79,17% (67,98; 87,84)	21,74% (7,46; 43,70)
	Isométrico	0,12 (-0,09; 0,32)	82,09% (70,80; 90,39)	28,57% (13,22; 48,67)

ISL = Índice de simetria entre os lados; Kappa <0 Ausência de concordância, 0-0,20 concordância pobre, 0,21-0,40 concordância leve, 0,41-0,60 concordância moderada, 0,61-0,80 concordância substancial, 0,81-1,00 concordância quase perfeita; DM = Dinamômetro manual; DI = Dinamômetro Isocinético

Tabela 6 - Concordância do ISL pelo Coeficiente de Kappa, sensibilidade e especificidade do DM na amostra total (n=95), considerando ISL de 15% - (IC 95%)

DM X DI n = 95	Velocidade no Isocinético	Kappa	Sensibilidade	Especificidade
EXTENSÃO ISL 15%	60°/s	0,14 (-0,07; 0,36)	80% (69,17; 88,35)	35% (15,39; 59,22)
	180°/s	-0,03 (-0,22; 0,16)	76,25% (65,42; 85,05)	20% (4,33; 48,09)
	Isométrico	0,14 (-0,07; 0,35)	79,07% (68,95; 87,10)	44,44% (13,70; 78,80)
FLEXÃO ISL 15%	60°/s	0,07 (-0,16; 0,31)	89,29% (80,63; 94,98)	18,18% (2,28; 51,78)
	180°/s	-0,02 (-0,21; 0,17)	88,24% (79,43; 94,21)	10% (0,25; 44,5)
	Isométrico	0,22 (-0,04; 0,48)	91,36% (83; 96,45)	28,57% (8,39; 58,1)

ISL = Índice de simetria entre os lados; Kappa <0 Ausência de concordância, 0-0,20 concordância pobre, 0,21-0,40 concordância leve, 0,41-0,60 concordância moderada, 0,61-0,80 concordância substancial, 0,81-1,00 concordância quase perfeita; DM = Dinamômetro manual; DI = Dinamômetro Isocinético

O cálculo da sensibilidade demonstrou que o DM apresenta maior sensibilidade do que especificidade. Para o ISL de 10% encontramos sensibilidade entre 66,25% e 73,68% para os

testes de extensão e entre 79,75% e 82,09% para os de flexão. A especificidade foi entre 51,35% e 53,33% para os testes de extensão, e entre 21,74% e 28,57% para os de flexão. Para o ISL de 15% encontramos sensibilidade entre 79,07% e 80% para os testes de extensão e entre 88,24% a 91,36% para os testes de flexão. A especificidade foi entre 20% e 44,44% para os testes de extensão, e entre 10% e 28,57% para os testes de flexão (tabelas 5 e 6).

Quando analisamos os grupos individualmente, encontramos concordância para todas as medidas somente no GNO variando de 0,09 a 0,65 (concordância pobre a substancial). Nos demais grupos (GO e GC) as concordâncias estiveram ausentes em algumas medidas e presentes em outras, com valores que variaram de concordância leve a pobre. O GO foi o grupo em que menos concordâncias foram observadas, e a velocidade com a qual o DM apresentou mais concordâncias foi a de 60°/s (tabela 7)

Tabela 7 - Concordância do ISL pelo Coeficiente Kappa em cada grupo, considerando ISL de 10% e 15% - (IC 95%)

GRUPO OPERADO – n = 36			GRUPO CONTROLE – n = 36			GRUPO NÃO OPERADO – n = 23		
<i>Isocinético</i>	<i>Isocinético</i>	<i>Isocinético</i>	<i>Isocinético</i>	<i>Isocinético</i>	<i>Isocinético</i>	<i>Isocinético</i>	<i>Isocinético</i>	<i>Isocinético</i>
<i>Isométrico</i>	<i>60°/s</i>	<i>180°/s</i>	<i>Isométrico</i>	<i>60°/s</i>	<i>180°/s</i>	<i>Isométrico</i>	<i>60°/s</i>	<i>180°/s</i>
DM X DI - EXTENSÃO - ISL 10%								
-0,11	0,19	0,37	0,07	0,24	-0,09	0,28	0,22	0,09
(-0,35; 0,13)	(-0,1; 0,49)	(0,07; 0,67)	(-0,25; 0,39)	(-0,12; 0,61)	(-0,38; 0,19)	(-0,03; 0,59)	(-0,16; 0,61)	(-0,32; 0,5)
DM X DI - EXTENSÃO - ISL 15%								
-0,14 *	-0,1	-0,28	-0,04	0,21	-0,11	0,34	0,34	0,24
(-0,27;-0,01)	(-0,41; 0,2)	(-0,42;-0,14)	(-0,11; 0,02)	(-0,25; 0,68)	(-0,19; -0,02)	(-0,01; 0,7)	(-0,01; 0,69)	(-0,1; 0,58)
DM X DI - FLEXÃO - ISL 10%								
-0,15	-0,08	-0,12	0,06	0,11	0,04	0,65	0,16	0,18
(-0,42; 0,11)	(-0,36; 0,2)	(-0,4; 0,16)	(-0,24; 0,37)	(-0,25; 0,47)	(-0,29; 0,37)	(0,3; 1)	(-0,32; 0,65)	(-0,23; 0,6)
DM X DI - FLEXÃO - ISL 15%								
-0,07*	-0,08	-0,08	0,29	0,08	-0,05	0,23	0,23	0,10
(-0,14; 0)	(-0,16; 0)	(-0,16; 0)	(-0,08; 0,67)	(-0,29; 0,44)	(-0,14; 0,04)	(-0,30; 0,77)	(-0,30; 0,77)	(-0,34; 0,54)

ISL = Índice de simetria entre os lados; Kappa <0 Ausência de concordância; 0-0,20 concordância pobre; 0,21-0,40 concordância leve; 0,41-0,60, concordância moderada; 0,61-0,80 concordância substancial; 0,81-1,00 concordância quase perfeita; n = casuística; DM = Dinamômetro manual; DI = Dinamômetro Isocinético

As distribuições do ISL indicados nos movimentos de extensão e flexão em cada dinamômetro e em cada grupo são apresentadas nas figuras 24 e 25

Figura 24 - Box-plot da distribuição dos ISL de extensão em cada grupo e em cada dinamômetro

Valores negativos indicam lados não acometidos e dominante mais fracos

Fonte: Dados da pesquisa

Figura 25 - Box-plot da distribuição dos ISL de flexão em cada grupo e em cada dinamômetro

Valores negativos indicam lados não acometidos e dominante mais fracos

Fonte: Dados da pesquisa

Na análise da sensibilidade por grupos, encontramos sensibilidade do DM para todas as medidas. A especificidade variou entre os grupos e foi ausente em algumas medidas para a extensão e flexão no ISL de 15% (tabelas 8 e 9).

Tabela 8 - Sensibilidade do DM em cada grupo considerando ISL de 10% e 15% - (IC 95%)

GRUPO OPERADO – n = 36			GRUPO CONTROLE – n = 36			GRUPO NÃO OPERADO – n = 23		
<i>Isocinético</i>	<i>Isocinético</i>	<i>Isocinético</i>	<i>Isocinético</i>	<i>Isocinético</i>	<i>Isocinético</i>	<i>Isocinético</i>	<i>Isocinético</i>	<i>Isocinético</i>
<i>Isométrico</i>	<i>60°/s</i>	<i>180°/s</i>	<i>Isométrico</i>	<i>60°/s</i>	<i>180°/s</i>	<i>Isométrico</i>	<i>60°/s</i>	<i>180°/s</i>
DM X DI - EXTENSÃO - ISL 10%								
61,29%	75%	80%	78,79%	82,76%	75,86%	50%	50%	44,44%
(42,19; 78,15)	(47,62; 92,73)	(56,34; 94,27)	(61,09; 91,02)	(64,23; 94,15)	(56,46; 89,7)	(24,65; 75,35)	(21,09; 78,91)	(13,70; 78,80)
DM X DI - EXTENSÃO - ISL 15%								
72,73%	72%	68,97%	91,43%	93,75%	90,62%	66,67%	66,67%	63,16%
(54,48; 86,70)	(50,61; 87,93)	(49,17; 84,72)	(76,94; 98,20)	(79,19; 99,23)	(74,98; 98,02)	(40,99; 86,66)	(40,99; 86,66)	(38,36; 83,71)
DM X DI - FLEXÃO - ISL 10%								
71,43%	73,33%	72,41%	82,61%	82,76%	81,48%	100%	85%	87,50%
(51,33; 86,78)	(54,11; 87,72)	(52,76; 87,27)	(61,22; 95,05)	(64,23; 94,15)	(61,92; 93,70)	(79,41; 100)	(62,11; 96,79)	(61,65; 98,45)
DM X DI - FLEXÃO - ISL 15%								
93,94%	93,75%	93,75%	89,29%	84,37%	82,86%	90%	90%	88,89%
(79,77; 99,26)	(79,19; 99,23)	(79,19; 99,23)	(71,77; 97,73)	(67,21; 94,72)	(66,35; 93,44)	(68,3; 98,77)	(68,3; 98,77)	(65,29; 98,62)

ISL = Índice de simetria entre os lados; n = casuística; DM = Dinamômetro manual; DI = Dinamômetro Isocinético

Tabela 9 - Especificidade do DM em cada grupo considerando ISL de 10% e 15% - (IC 95%)

GRUPO OPERADO – n = 36			GRUPO CONTROLE – n = 36			GRUPO NÃO OPERADO – n = 23		
<i>Isocinético</i>	<i>Isocinético</i>	<i>Isocinético</i>	<i>Isocinético</i>	<i>Isocinético</i>	<i>Isocinético</i>	<i>Isocinético</i>	<i>Isocinético</i>	<i>Isocinético</i>
<i>Isométrico</i>	<i>60°/s</i>	<i>180°/s</i>	<i>Isométrico</i>	<i>60°/s</i>	<i>180°/s</i>	<i>Isométrico</i>	<i>60°/s</i>	<i>180°/s</i>
DM X DI - EXTENSÃO - ISL 10%								
20%	45%	56,25%	33,33%	42,86%	14,29%	85,71%	72,73%	64,29%
(0,51; 71,64)	(23,06; 68,47)	(29,88; 80,25)	(0,84; 90,57)	(9,90; 81,59)	(0,36; 57,87)	(42,13; 99,64)	(39,03; 93,98)	(35,14; 87,24)
DM X DI - EXTENSÃO - ISL 15%								
0%	18,18%	0%	0%	25%	0%	80%	80%	75%
(0; 70,76)	(2,28; 51,78)	(0; 40,96)	(0,00; 97,50)	(0,63; 80,59)	(0,00; 60,24)	(28,36; 99,49)	(28,36; 99,49)	(19,41; 99,37)
DM X DI - FLEXÃO - ISL 10%								
12,50%	16,67%	14,29%	23,08%	28,57%	22,22%	57,14%	33,33%	28,57%
(0,32; 52,65)	(0,42; 64,12)	(0,36; 57,87)	(5,04; 53,81)	(3,67; 70,96)	(2,81; 60,01)	(18,41; 90,10)	(0,84; 90,57)	(3,67; 70,96)
DM X DI - FLEXÃO - ISL 15%								
0%	0%	0%	37,50%	25%	0%	33,33%	33,33%	20%
(0; 70,76)	(0; 60,24)	(0; 60,24)	(8,52; 75,51)	(0,63; 80,59)	(0; 97,50)	(0,84; 90,57)	(0,84; 90,57)	(0,51; 71,64)

ISL = Índice de simetria entre os lados; n = casuística; DM = Dinamômetro manual; DI = Dinamômetro Isocinético

As médias dos valores do ISL que encontramos em cada equipamento demonstraram diferença significativa apenas entre o DM e o DI isométrico para extensão ($p = 0,03$) (tabela 10).

Tabela 10 - Comparativo das médias do ISL obtidos no DM e DI

Movimento	Testes	n	Média	DP	p
Extensão	<i>Dinamômetro manual</i>	95	5,69	$\pm 13,76$	$0,003^*$
	<i>Isocinético isométrico</i>	95	1,36	$\pm 11,77$	
	<i>Dinamômetro manual</i>	95	5,69	$\pm 13,76$	$0,574^{ns}$
	<i>Isocinético 60°/s</i>	95	6,64	$\pm 13,48$	
	<i>Dinamômetro manual</i>	95	5,69	$\pm 13,76$	$0,876^{ns}$
	<i>Isocinético 180°/s</i>	95	5,44	$\pm 11,46$	
Flexão	<i>Dinamômetro manual</i>	95	0,09	$\pm 11,75$	$0,432^{ns}$
	<i>Isocinético isométrico</i>	95	1,37	$\pm 14,28$	
	<i>Dinamômetro manual</i>	95	0,09	$\pm 11,75$	$0,11^{ns}$
	<i>Isocinético 60°/s</i>	95	1,50	$\pm 12,36$	
	<i>Dinamômetro manual</i>	95	0,09	$\pm 11,75$	$0,095^{ns}$
	<i>Isocinético 180°/s</i>	95	2,83	$\pm 11,09$	

N = casuística; DP = Desvio padrão; * = significante; ns = não significante; nível de significância 0,05

Encontramos associações do DM com os testes funcionais apenas para o ISL <15% indicado pelo DM na extensão, que se correlacionou com TSTUC <10% ($p=0,04$) (tabela 11).

Tabela 11 - Associações do ISL de 10% e 15% obtidos no DM com os testes funcionais

Testes	EXTENSÃO			FLEXÃO			EXTENSÃO			FLEXÃO		
	ISL		p	ISL		p	ISL		p	ISL		p
	<10%	>10%		<10%	>10%		<15%	>15%		<15%	>15%	
DM												
<i>TSTUC <10</i>	53 (60)		0,09	64 (75)		0,18	64 (73)		0,04	71 (84)		0,10
<i>TSTUC >10</i>		9 (35)			6 (20)			7 (22)			4 (11)	
<i>TYD <94%</i>		20 (35)	0,52		10 (20)	0,99		11 (22)	0,99		7 (11)	0,53
<i>TYD >94%</i>	31 (60)			36 (75)			35 (73)			42 (84)		
<i>TYE <94%</i>		24 (35)	0,09		11 (20)	0,99		13 (22)	0,81		8 (11)	0,34
<i>TYE >94%</i>	31 (60)			33 (75)			33 (73)			39 (84)		

DM = Dinamômetro manual; ISL = índice de simetria entre os lados; TSTUC = Teste para a medida da distância com salto triplo unipodal cruzado; nível de significância 0,05

No estudo das associações envolvendo o ISL com os questionários Lysholm e IKDC, encontramos associações do ISL de 10% e 15% apurado na extensão pelo DM com os dois questionários ($p < 0,01$) (tabelas 12 e 13), (figuras 26 e 27).

Tabela 12 - Associações do ISL de 10% e 15% obtidos no DM com o questionário Lysholm

Teste	Extensão				Flexão			
	ISL 10%		ISL 15%		ISL 10%		ISL 15%	
	<10	>10	<15	>15	<10	>10	<15	>15
DM								
<i>Lysholm</i>								
<i>95-100</i>	44	15	50	9	46	12	51	7
<i>84-94</i>	11	9	16	4	18	2	20	0
<i>65-83</i>	5	9	7		10	5	12	3
<i><64</i>	0	2	0	2	1	1	1	1
	$p < 0,01$		$p < 0,01$		$p = 0,20$		$p = 0,06$	

DM = Dinamômetro Manual; ISL = Índice de simetria entre os lados; nível de significância 0,05

Tabela 13 - Associações do ISL de 10% e 15% obtidos no DM com o questionário IKDC

Movimento	DM ISL	n	IKDC				p
			Mínimo	1º quartil	Mediana	3º quartil	
Extensão	<10	60	44,8	87,95	100	100	<0,01
	>10	35	41,4	73,6	83,9	98,9	
Flexão	<10	75	44,8	78,2	97,7	100	0,94
	>10	20	41,4	79,3	97,75	100	
Extensão	<15	73	44,8	85,1	98,9	100	<0,01
	>15	22	41,4	63,2	79,9	97,7	
Flexão	<15	84	44,8	79,9	97,7	100	0,57
	>15	11	41,4	66,7	96,6	100	

DM = Dinamômetro manual; ISL = Índice de simetria entre os lados; n = casuística; nível de significância = 0,05

Figura 26 - Box-plot das associações do DM com o IKDC - ISL de 10%

Fonte: Dados da pesquisa

Figura 27 - Box-plot das associações do DM com o IKDC - ISL de 15%

Fonte: Dados da pesquisa

Discussão

9. DISCUSSÃO

O objetivo primário deste estudo foi analisar a concordância entre as técnicas de dinamometria manual e dinamometria isocinética para avaliação do equilíbrio das forças dos músculos flexores e extensores do joelho. Nossa motivação foi o entendimento de que a avaliação objetiva de deficiências musculares do joelho é um tema importante, e que a maioria dos protocolos utiliza o dinamômetro isocinético, que é pouco acessível à maioria dos profissionais e dos cenários clínicos, pelo alto custo tanto para aquisição quanto para a manutenção.

Encontramos reprodutibilidade das medidas realizadas com o DM, com confiabilidade de boa a excelente ($p=0,001$) (Koo; Li, 2016). Resultados similares são relatados por Muff et al. (2016), que afirmam que a força muscular flexora e extensora do joelho pode ser avaliada por um DM, pois sua medida é reproduzível, e também por Florencio et al. (2019), que relatam índices altos de confiabilidade do DM para avaliação da força dos músculos do joelho.

Para análise da concordância entre o DM e o DI, utilizamos a análise de concordância pelo coeficiente de Kappa considerando que este tem a finalidade de medir o grau de concordância entre proporções derivadas de amostras dependentes.

Utilizamos a interpretação sugerida por Landis e Koch (1977) para interpretação deste teste (<0 Ausência de concordância; 0-0,20 concordância pobre; 0,21-0,40 concordância leve; 0,41-0,60 concordância moderada; 0,61-0,80 concordância substancial; 0,81-1,00 concordância quase perfeita). Análises que utilizam técnicas de estatística de correlação podem pressupor apenas que variações de valores de uma variável acompanhe a variação de outra. No entanto, para análise de concordância, deve haver coincidência entre os valores. O coeficiente de Kappa avalia o grau de concordância e precisão (Cohen, 1960; Landis; Koch, 1977; Agresti, 2013, Miot, 2016).

Nossos resultados não confirmaram nossa hipótese de que o DM pode substituir o DI na informação dos déficits musculares, uma vez que as concordâncias que encontramos na amostra total (95 indivíduos) variaram de pobre à leve, e foram ausentes para o ISL de 15% na velocidade de 180°/s tanto na extensão como na flexão. Entendemos que esse resultado possa estar relacionado ao fato de que, na velocidade de 180°/s na metodologia que utilizamos, detecta-se a potência muscular.

Além das concordâncias que encontramos serem baixas na amostra total, quando considerados os grupos individualmente, as concordâncias variaram muito entre os grupos, com ausência de concordância em muitas avaliações.

As concordâncias das nossas avaliações ainda demonstraram grandes variações no IC, o que, segundo Muff et al. (2016), implica em cuidados, pois, com intervalos de confiança grandes, valores de medidas diferentes podem ser obtidos individualmente

Outros estudos demonstraram resultados diferentes do nosso, porém, não estudaram o ISL, não utilizaram o coeficiente de Kappa e também utilizaram angulações diferentes, como Lesnack et al. (2019), que utilizaram a posição de 90° para uso do DM e relataram correlação significativa entre o DM e o DI para avaliação do pico de torque ($p < 0.001$, $r = 0.894$) e para média de torque ($p < 0.002$) isométricos. Entretanto, os autores relatam que o torque e a média de torque obtidos pelo DM demonstraram maior variação. Whiteley et al. (2012) utilizaram a posição de 30° para avaliação do pico de torque dos flexores e extensores do joelho e concluíram que houve de média à alta correlação entre os equipamentos, também para o pico de torque isométrico.

Por outro lado, Vasconcelos et al. (2009) utilizaram uma célula de carga acoplada a um equipamento de mecanoterapia para avaliar o desempenho muscular dos flexores e extensores do joelho nas mesmas angulações e velocidades dos testes que utilizamos e, diferentemente de nossos resultados, encontraram validade quando compararam a célula de carga com o DI. Entendemos que os resultados positivos obtidos pelos autores possam estar relacionados à presença do equipamento de mecanoterapia, que oferece melhor apoio e fixação do tronco e membros inferiores, bem como fixação da célula de carga no próprio equipamento. Em nosso estudo, procuramos realizar um método com menor custo, o que nos levou a utilizar um divã que não oferece as mesmas características obtidas por esses autores.

Apesar da concordância baixa e dos IC altos, encontramos sensibilidade do DM para todas as medidas. Observamos este comportamento tanto na amostra total como na análise por grupos. Almeida, Albano e Melo (2018) avaliaram a validade e acurácia diagnóstica do mesmo modelo de DM utilizado em nosso trabalho, para força do quadríceps em indivíduos com reconstrução do LCA e observaram sensibilidade de 63.4% (48.9%–76.3%) nos testes realizados em 90°.

Encontramos comportamento diferente para a especificidade do DM com valores baixos em algumas medidas na amostra total e até ausência de especificidade em algumas avaliações para o ISL de 15%, quando considerado os grupos individualmente. Esses dados não se

correlacionam com os resultados de Almeida, Albano e Melo (2018), que relataram especificidade de até 100% do DM em relação ao DI.

Nosso objetivo secundário foi estudar a concordância entre as medidas obtidas pelo DM com os testes funcionais TY e TSTUC, e com os questionários subjetivos Lysholm e IKDC.

Utilizamos o teste exato de Fischer para análise das associações entre o ISL e testes funcionais e entre o ISL e questionário de Lysholm por ser um teste de significância estatística utilizado na análise de observações independentes de duas ou mais variáveis aleatórias (Pagano; Grauveau, 2004). As comparações do ISL com o IKDC foram feitas através do teste de Mann-Whitney, técnica não paramétrica que permite a comparação de duas amostras independentes sem que haja suposições quanto à distribuição dos dados (Contador; Senne, 2016)

Embora alguns estudos demonstrem associação da avaliação da força obtida com o DI e testes funcionais (Noyes; Barber; Roberts, 1992; Järvelä et al., 2002; Grindem et al., 2016), não encontramos associações do ISL obtido com o DM e testes funcionais, exceto para o ISL<15% na extensão que se associou com o TSTUC<10%. Assim como Järvelä et al. (2002), também não observamos associações da força dos flexores apurada pelo DM com os testes funcionais. A ausência de associações entre os testes pode estar relacionada ao fato de que os testes de força são realizados em CCA, e os testes funcionais são realizados em CCF, exigindo trabalho muscular diferente (Vasconcelos et al., 2009; Jang et al., 2014)

No estudo das associações envolvendo a variável ISL com o questionário de Lysholm e IKDC, encontramos associações para força de extensão nos dois ISL com os dois questionários, diferentemente de Noyes; Barber e Roberts (1991), que relatam que não encontraram significância sustentável na associação entre questionários e a avaliação isocinética do quadríceps, e Vasconcelos et al. (2009b), que não observaram correlação significativa do questionário Lysholm e déficit no pico de toque em pacientes com reconstrução do LCA também avaliados no DI.

Quanto aos métodos utilizados em nosso estudo, a exemplo de Suzuki (2015) e Florencio et al. (2019), consideramos que não há consenso sobre a melhor metodologia para a utilização do DM.

Avaliamos indivíduos submetidos à reconstrução do LCA, indivíduos saudáveis e indivíduos com lesão do LCA não operados, a fim de entender como o DM se comportaria em diferentes cenários clínicos, uma vez que cada cenário representa mudanças diferentes na rotina, com implicações inclusive emocionais, conforme afirmam Abernethy, Wilson e Logan (1995),

Herrington et al. (2009), Vasconcelos et al. (2009b), Noyes; Barber e Mangine (1991) e Koblbauer et al. (2011).

Assim como Vasconcelos et al. (2009), Dawson, Hutchison e Sutherland (2014) e Hansen et al. (2015), avaliamos pacientes do sexo masculino entre 18 e 45 anos, considerando que essa faixa etária apresenta índices normais de força muscular e maior engajamento em atividades desportivas, o que, segundo Jang. et al. (2014), é um dos principais motivos para a procura por cirurgia de reconstrução do LCA. A inclusão de mulheres ou homens mais velhos poderia promover diferenças na força muscular e performance funcional (Gaines; Talbot 1999; Jang et al., 2014).

Utilizamos a escala de Tegner para critério de inclusão, em que os pacientes deveriam estar no mínimo engajados em atividades que exigissem caminhada em terreno irregular, atividades como natação ou trabalhos na posição em pé prolongada. Segundo Tegner e Lysholm (1985), indivíduos com escala abaixo de 3 podem apresentar resultados baixos em avaliações funcionais.

Para a avaliação subjetiva, utilizamos o questionário Lysholm, pela sua concordância com a escala de Tegner, e por avaliar características físico/funcionais, sendo indicado na literatura para avaliação de condições de lesões e reconstruções ligamentares do joelho, e validado para utilização em ambos os sexos (Gonçalves et al., 2007; Collins et al., 2011). Também utilizamos o questionário IKDC que segundo Irrgang et al. (2001) é uma escala que simplifica a coleta de dados, que pode ser utilizada para muitas condições que acometem o joelho, o que inclui pacientes operados, não operados e sem lesões.

Avaliamos no isocinético os movimentos de flexão e extensão, isométrica e nas velocidades de 60°/s e 180°/s, considerando o ISL $\leq 10\%$ ou $\leq 15\%$, que são os índices mais recomendados para evolução e alta após reconstrução do LCA (Nunn; Mayhew, 1988; Noyes; Barber; Mangine, 1991; Grindem et al., 2016; Davies et al., 2017; O'Malley et al., 2018).

A metodologia que utilizamos para o teste isométrico tanto no DI como no DM, ou seja, tempo de 5 segundos, repetição de 03 contrações com intervalo de 30s entre cada, é um modelo de avaliação relatado como adequado para produção do pico de torque (Bohannon, 1986; Trudelle-Jackson et al., 1994; Wang et al., 2002; Bittencourt et al., 2016; Vasconcelos et al., 2009; Arnold et al., 2010; Thorborg et al., 2010; Katoh; Hiiragi; Uchida, 2011; Koblbauer et al., 2011; Lienhard et al., 2013; Katoh; Isozaki, 2014; Ieiri et al., 2015; Alfuth; Hahm, 2016; Almeida; Albano; Melo, 2018).

Para registro do resultado dos testes realizados no DM, utilizamos o valor indicado em N no display, e embora no DI o valor seja registrado em N m, nosso objetivo foi observar o ISL para os músculos. Portanto, os valores utilizados para nosso estudo não foram os valores absolutos e sim a proporção de força entre eles. Nunn e Mayhew (1988) avaliaram a relação de testes isocinético, isotônico e isométrico, e relataram que mesmo que os valores absolutos de força entre os métodos sejam diferentes, se a proporção de força entre os músculos for constante, a razão de força muscular bilateral e ipsilateral podem ser comparáveis.

Embora os trabalhos que pesquisamos sobre avaliação dos músculos do joelho com DM tenham na sua maioria utilizado a posição de 90° tanto para avaliar os flexores como os extensores do joelho (Bohannon, 1986; Wang et al., 2002; Kelln et al., 2008; Katoh 2009; Katoh, Hiiragi e Uchida 2011; Koblbauer et al., 2011; Bohannon, 2012b; Hansen et al., 2015; Muff et al., 2016; Jackson et al., 2017; Almeida, Albano, Melo, 2018; Florencio et al., 2019; Lesnack et al., 2019), utilizamos a posição de flexão do joelho em 60° para avaliação dos extensores e a posição de 30° para os flexores, a exemplo de Vasconcelos et al. (2009) e Lienhard et al. (2013), que afirmam que nessas posições os músculos podem gerar maior torque isométrico (Thorstensson; Grimby; Karlsson, 1976).

Para avaliação dos extensores, utilizamos a posição sentada, fixação do quadril com cinto, tal como Mentiplay et al. (2015) e Almeida, Albano e Melo (2018). A posição de decúbito ventral, também com fixação de cinto no quadril, foi utilizada para avaliação dos flexores do joelho, pois, como citam Trudelle-Jackson et al. (1994) e Hansen et al. (2015), é a posição comum no TMM.

Utilizamos a fixação do DM com cinto considerando a afirmação de Chamorro et al. (2017), segundo os quais a confiabilidade do teste pode ser influenciada pela força do grupo muscular avaliado, ou seja, quanto mais forte o grupo muscular, a confiabilidade pode diminuir se o teste for realizado com apoio manual, a não ser que o avaliador seja mais forte do que o paciente. Forças acima de 120 N aplicadas pelo avaliado faz com que a força do avaliador seja determinante (Wikholm; Bohannon, 1991; Alfuth; Hahm, 2016). Segundo Katoh, Hiiragi e Uchida (2011), o limite de força para resistência manual está em torno de 220 a 294.2 N. Em nosso estudo, todos os indivíduos avaliados eram do sexo masculino, além disso, entendemos que as posições de 60° e 30° que utilizamos seriam difíceis de serem mantidas com o apoio manual.

Trudelle-Jackson et al. (1994), Kim e Lee (2015), Mentiplay et al. (2015) e Florencio et al. (2019) relatam em seus trabalhos maior confiabilidade quando utilizaram apoio manual do

DM, porém, nas amostras de Trudelle-Jackson et al. (1994), Kim e Lee (2015) e Florencio et al. (2019) haviam mulheres e, no trabalho de Mentiplay, o avaliador utilizou apoio de seu corpo em uma parede. A utilização de apoio do DM com cintos também evita risco de lesões ocupacionais (Stark et al., 2011; Koblbauer et al., 2011; Suzuki, 2015).

Posicionamos o cinto perpendicularmente ao segmento avaliado, preso ao divã no teste do quadríceps e a um espaldar para o teste dos flexores, e a exemplo de Katoh, Hiiragi e Uchida (2011), também “estabilizamos” manualmente o DM evitando desvios laterais do mesmo, o que em nosso entendimento pode melhorar não apenas a segurança para o paciente como a qualidade do teste.

Os testes funcionais utilizados em nosso trabalho são descritos na literatura para avaliar a estabilidade do joelho e prever a capacidade de retorno ao esporte (Grindem et al., 2016).

Utilizamos o TSTUC, uma vez que este provoca deslocamento no plano sagital, frontal e transversal, requerendo do paciente controle dinâmico, o que pode simular forças que ocorrem em AVDs e em atividades desportivas. Testes que realizam deslocamento em apenas um plano possuem baixa sensibilidade (Jang et al., 2014).

Também aplicamos o TY, por ser um teste que exige a manutenção de apoio sobre um dos membros enquanto se desloca o outro membro em diferentes direções, e isso exige controle postural para apoio e mudança do centro de gravidade, avaliando o controle postural dinâmico (Herrington, 2008).

Encontramos algumas dificuldades e limitações para a realização do nosso estudo, e entendemos que algumas considerações devem ser realizadas a esse respeito:

- 1) Apesar do grande número de procedimentos cirúrgicos realizados pela equipe do HCFMRP-USP, devido aos critérios de inclusão que foram determinados em nosso trabalho, o número da amostra ficou limitado;
- 2) Tivemos dificuldade de encontrar pacientes com lesão do LCA não submetidos a tratamento cirúrgico, com mesmo período e nível de atividades, o que limitou o número de amostra neste grupo;
- 3) Embora os pacientes do GO tenham todos sido operados no HCFMR-USP pela mesma equipe e com o mesmo procedimento, e todos tenham recebido orientações para o programa de reabilitação utilizado no CER, nem todos fizeram o programa no CER, e alguns seguiram o protocolo com outros fisioterapeutas. A exemplo de Xergia et al. (2013), nossa intenção era avaliar os pacientes em tratamento ambulatorial de fisioterapia “típico”. Entendemos que os resultados para comparação entre o DI e o DM não foram influenciados por

esse fator, uma vez que a condição de cada paciente era a mesma no momento de avaliação com os dois dinamômetros. Importante ressaltar que a maioria dos pacientes cumpriu os prazos de retorno e avaliações funcionais, conforme preconizado no programa do CER-HCFMRP-USP;

4) A população da nossa amostra consistia apenas de indivíduos do sexo masculino, adultos jovens; logo, os resultados não podem ser extrapolados para indivíduos além dessa faixa etária, indivíduos do sexo feminino ou aqueles com outras patologias do joelho;

5) A influência do avaliador em relação ao conhecimento dos valores por fazer a leitura após cada medida poderia ser um viés, porém entendemos que o fato da resistência ser realizada contra o DM fixado por um cinto é um fator de segurança para que não haja influência do avaliador; além disso, a confiabilidade entre as medidas foi alta;

6) Não realizamos a normatização do comprimento do braço de alavanca e massa corporal nas medidas do DM, considerando, a exemplo de Mentiplay et al. (2015), que nossa análise dos resultados foi realizada apenas dentro dos participantes e que consideramos o ISL e não a força absoluta;

7) Não realizamos aleatorização dos testes, uma vez que o teste no DI é o indicador para que o paciente possa realizar testes de saltos, e também por adotarmos a rotina do protocolo de avaliação do CER-HCFMR-USP, que utiliza a sequência dos testes conforme utilizamos em nosso trabalho: anamnese, questionários subjetivos, exame físico, bicicleta, isocinético e testes funcionais;

8) Escolhemos realizar os testes na mesma sessão, pois, embora o protocolo utilizado demande muito tempo para ser completado, entendemos que teríamos dificuldades em contar com os pacientes em mais de 01 dia.

Conclusão

8. CONCLUSÃO

Concluimos que, em nossa metodologia, a dinamometria manual não apresentou concordância satisfatória com a dinamometria isocinética ou associação com os testes funcionais, mas apresentou associação com os questionários subjetivos quando considerada a força de extensão.

A dinamometria manual não pode substituir a dinamometria isocinética, mas é uma ferramenta que pode ser utilizada para obtenção de dados objetivos, permitindo documentação da força muscular durante o processo de avaliação. A dinamometria manual, mesmo não substituindo a dinamometria isocinética, é um método que permite reprodutibilidade.

Referências

REFERÊNCIAS

1. Abernethy P, Wilson G, Logan P. Strength and power assessment. Issues, controversies and challenges. *Sports Med.* 1995 Jun;19(6):401-17. Adams D, Logerstedt DS, Hunter-Giordano A, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Current concepts for anterior cruciate ligament reconstruction: a criterion-based rehabilitation progression. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012 Jul;42(7):601-14.
2. Agresti A. Categorical data analysis. 3rd ed. Hoboken, NJ: Wiley-Interscience; 2013.
3. Alfuth M, Hahm MM. Reliability, comparability, and validity of foot inversion and eversion strength measurements using a hand-held dynamometer. *Int J Sports Phys Ther.* 2016 Feb;11(1):72-84.
4. Almeida GPL, Arruda GO, Marques AP. Fisioterapia no tratamento conservador da ruptura do ligamento cruzado anterior seguida por ruptura contralateral: estudo de caso. *Fisioter Pesqui.* 2014 Jun;21(2):186-92.
5. Almeida GPL, Albano TR, Melo AKP. Hand-held dynamometer identifies asymmetries in torque of the quadriceps muscle after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019 Aug;27(8):2494-501.
6. Anderson AF, Irrgang JJ, Kocher MS, Mann BJ, Harrast JJ; International Knee Documentation Committee. The International Knee Documentation Committee Subjective Knee Evaluation Form: normative data. *Am J Sports Med.* 2006 Jan;34(1):128-35.
7. Aramaki H, Katoh M, Hiiragi Y, Kawasaki T, Kurihara T, Ohmi Y. Validity and reliability of isometric muscle strength measurements of hip abduction and abduction with external hip rotation in a bent-hip position using a handheld dynamometer with a belt. *J Phys Ther Sci.* 2016 Jul;28(7):2123-7.
8. Arnold CM, Warkentin KD, Chilibeck PD, Magnus CR. The reliability and validity of handheld dynamometry for the measurement of lower-extremity muscle strength in older adults. *J Strength Cond Res.* 2010 Mar;24(3):815-24.
9. Bittencourt NF, Santos TR, Gonçalves GG, Coelho AP, Gomes BG, Mendonça LM, et al. Reference values of hip abductor torque among youth athletes: Influence of age, sex and sports. *Phys Ther Sport.* 2016 Sep; 21:1-6.
10. Benfica PDA, Aguiar LT, Brito SAF, Bernardino LHN, Teixeira-Salmela LF, Faria CDCM. Reference values for muscle strength: a systematic review with a descriptive meta-analysis. *Braz J Phys Ther.* 2018 Sep-Oct;22(5):355-69.
11. Bohannon RW. Test-retest reliability of hand-held dynamometry during a single session of strength assessment. *Phys Ther.* 1986 Feb;66(2):206-9.
12. Bohannon RW. Minimal detectable change of knee extension force measurements obtained by handheld dynamometry from older patients in 2 settings. *J Geriatr Phys Ther.* 2012 Apr-Jun;35(2):79-81.
13. Bohannon R. Hand-held dynamometry: A practicable alternative for obtaining objective measures of muscle strength *Isokinet Exerc Sci.* 2012 Nov;20(4):301-15.

14. Butler DL, Noyes FR, Grood ES. Ligamentous restraints to anterior-posterior drawer in the human knee. A biomechanical study. *J Bone Joint Surg Am.* 1980 Mar;62(2):259-70.
15. Chamorro C, Armijo-Olivo S, De la Fuente C, Fuentes J, Javier Chiroso L. Absolute reliability and concurrent validity of hand held dynamometry and isokinetic dynamometry in the hip, knee and ankle joint: systematic review and meta-analysis. *Open Med (Wars).* 2017;12:359-75.
16. Chmielewski TL, Hodges MJ, Horodyski M, Bishop MD, Conrad BP, Tillman SM. Investigation of clinician agreement in evaluating movement quality during unilateral lower extremity functional tasks: a comparison of 2 ratings methods. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007 Mar;37(3):122-9.
17. Cohen J. A Coefficient of agreement for nominal scale. *Educ Psychol Meas* [Internet]. 1960 April [cited 1960 April 1];20(1):37-46. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/001316446002000104#articleCitationDownloadContainer>
18. Colby L, Borstad J. Resistance exercise for impaired muscle performance. In: Kisner C, Colby LA, Borstad J. *Therapeutic exercises: foundations and techniques.* 7th ed. Philadelphia, PA: F.A. Davis; 2018. p. 166-238.
19. Collins NJ, Misra D, Felson DT, Crossley KM, Roos EM. Measures of knee function: International Knee Documentation Committee (IKDC) Subjective Knee Evaluation Form, Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score Physical Function Short Form (KOOS-PS), Knee Outcome Survey Activities of Daily Living Scale (KOS-ADL), Lysholm Knee Scoring Scale, Oxford Knee Score (OKS), Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC), Activity Rating Scale (ARS), and Tegner Activity Score (TAS). *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2011 Nov;63 Suppl 11:S208-28.
20. Contador JL, Senne ELF. Testes não paramétricos para pequenas amostras de variáveis não categorizadas: um estudo. *Gest. Prod., São Carlos.* v. 23, n. 3, p. 588-599, Sept. 2016.
21. Czappon S, Racette BA, Klein SE, Harris-Hayes M. Variables associated with return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2014 Mar;48(5):356-64.
22. Davies GJ, McCarty E, Provencher M, Manske RC. ACL return to sport guidelines and criteria. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2017 Sep;10(3):307-14.
23. Dawson AG, Hutchison JD, Sutherland AG. Is anterior cruciate reconstruction superior to conservative treatment? *J Knee Surg.* 2014 Jan;29(1):74-9.
24. Domingues PC, Serenza FS, Muniz TB, de Oliveira LFL, Salim R, Fogagnolo F, et al. The relationship between performance on the modified star excursion balance test and the knee muscle strength before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee.* 2018 Aug;25(4):588-94.
25. Douma RK, Soer R, Krijnen WP, Reneman M, van der Schans CP. Reference values for isometric muscle force among workers for the Netherlands: a comparison of reference values. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2014 Feb;6(1):10.

26. Filipa A, Byrnes R, Paterno MV, Myer GD, Hewett TE. Neuromuscular training improves performance on the star excursion balance test in young female athletes. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010 Sep;40(9):551-8.
27. Fitzgerald GK, Axe MJ, Snyder-Mackler L. A decision-making scheme for returning patients to high-level activity with nonoperative treatment after anterior cruciate ligament rupture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000;8(2):76-82.
28. Florencio LL, Martins J, da Silva MRB, da Silva JR, Bellizzi GL, Bevilaqua-Grossi D. Knee and hip strength measurements obtained by a hand-held dynamometer stabilized by a belt and an examiner demonstrate parallel reliability but not agreement. *Phys Ther Sport.* 2019;38:115-22.
29. Fonseca RT, Salles PGCM, Vasconcellos FVA, Azevedo FP, Vale RG, Dantas EHM. A utilização do Manual Muscle Test System na avaliação da tensão muscular e do pico de torque de força excêntrica no futebol profissional. *Rev. Bras. Futebol.* 2011;4(2):49-58.
30. Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Med Sci Sports Exerc.* 2003 Oct;35(10):1745-50.
31. Fulcher ML, Chris MH, Elley CR. Reliability of handheld dynamometry in assessment of hip strenght in adult male football players. *J Sci Med Sport.* 2010;13(1):80-4.
32. Gaines JM, Talbot LA. Isokinetic strength testing in research and practice. *Biol Res Nurs.* 1999 Jul;1(1):57-64.
33. Gonçalves CCK, Peccin MS, Almeida GJM, Cohen M. Tradução, validação e adaptação cultural da escala de atividade esportiva. *Acta Ortop Bras.* 2007;15(5):246-50.
34. Grindem H, Snyder-Mackler L, Moksnes H, Engebretsen L, Risberg MA. Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after ACL reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. *Br J Sports Med.* 2016 Jul;50(13):804-8.
35. Hansen EM, McCartney CN, Sweeney RS, Palimenio MR, Grindstaff TL. Hand-held dynamometer positioning impacts discomfort during quadriceps strength testing: a validity and reliability study. *Int J Sports Phys Ther.* 2015 Feb;10(1):62-8.
36. Herrington L, Hatcher J, Hatcher A, McNicholas M. A comparison of Star Excursion Balance Test reach distances between ACL deficient patients and asymptomatic controls. *Knee.* 2009 Mar;16(2):149-52.
37. Herrington L, Munro A. Drop jump landing knee valgus angle; normative data in a physically active population. *Phys Ther Sport.* 2010 May;11(2):56-9.
38. Hubbard TJ, Kramer LC, Denegar CR, Hertel J. Correlations among multiple measures of functional and mechanical instability in subjects with chronic ankle instability. *J Athl Train.* 2007 Jul-Sep;42(3):361-6.
39. Ieiri A, Tushima E, Ishida K, Inoue M, Kanno T, Masuda T. Reliability of measurements of hip abduction strength obtained with a hand-held dynamometer. *Physiother Theory Pract.* 2015 Feb;31(2):146-52.
40. Irrgang JJ, Anderson AF, Boland AL, Harner CD, Kurosaka M, Neyret P, et al. Development and validation of the international knee documentation committee subjective knee form. *Am J Sports Med.* 2001 Sep-Oct;29(5):600-13.

41. Jackson SM, Cheng MS, Smith AR, Kolber MJ. Intrarater reliability of hand held dynamometry in measuring lower extremity isometric strength using a portable stabilization device. *Musculoskelet Sci Pract.* 2017 Feb;27:137-41.
42. Jang SH, Kim JG, Ha JK, Wang BG, Yang SJ. Functional performance tests as indicators of returning to sports after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee.* 2014 Jan;21(1):95-101.
43. Järvelä T, Kannus P, Latvala K, Järvinen M. Simple measurements in assessing muscle performance after an ACL reconstruction. *Int J Sports Med.* 2002 Apr;23(3):196-201.
44. Katoh M, Isozaki K. Reliability of isometric knee extension muscle strength measurements of healthy elderly subjects made with a hand-held dynamometer and a belt. *J Phys Ther Sci.* 2014 Dec;26(12):1855-9.
45. Katoh M, Yamazaki H. Comparison of reliability of isometric leg muscle strength measurements made using a hand-held dynamometer with and without a restraining belt. *J Phys Ther Sci.* 2009;21:37-42.
46. Katoh M, Hiiragi Y, Uchida M. Validity of isometric muscle strength measurements of the lower limbs using a hand-held dynamometer and belt: a comparison with an isokinetic dynamometer. *J Phys Ther Sci.* 2011;23(4):553-7.
47. Kelln BM, McKeon PO, Gontkof LM, Hertel J. Hand-held dynamometry: reliability of lower extremity muscle testing in healthy, physically active, young adults. *J Sport Rehabil.* 2008 May;17(2):160-70.
48. Kim SG, Lee YS. The intra- and inter-rater reliabilities of lower extremity muscle strength assessment of healthy adults using a hand held dynamometer. *J Phys Ther Sci.* 2015 Jun;27(6):1799-801.
49. Kim WK, Kim DK, Seo KM, Kang SH. Reliability and validity of isometric knee extensor strength test with hand-held dynamometer depending on its fixation: a pilot study. *Ann Rehabil Med.* 2014 Feb;38(1):84-93.
50. Kinzey SJ, Armstrong CW. The reliability of the star-excursion test in assessing dynamic balance. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998 May;27(5):356-60.
51. Koblbauer IF, Lambrecht Y, van der Hulst ML, Neeter C, Engelbert RH, Poolman RW, et al. Reliability of maximal isometric knee strength testing with modified hand-held dynamometry in patients awaiting total knee arthroplasty: useful in research and individual patient settings? A reliability study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2011 Oct;12:249.
52. Koo TK, Li MY. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *J Chiropr Med.* 2016 Jun;15(2):155-63.
53. Kvist J. Rehabilitation following anterior cruciate ligament injury - current recommendations for sports participation. *Sports Med.* 2004;34(4):269-80.
54. Landis JR, Koch GG. An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *Biometrics.* 1977 Jun;33(2):363-74.
55. Lee DK, Kang MH, Lee TS, Oh JS. Relationships among the Y balance test, Berg Balance Scale, and lower limb strength in middle-aged and older females. *Braz J Phys Ther.* 2015 May-Jun;19(3):227-34.

56. Lesnak J, Anderson D, Farmer B, Katsavelis D, Grindstaff TL. Validity of hand-held dynamometry in measuring quadriceps strength and rate of torque development. *Int J Sports Phys Ther*. 2019 Apr;14(2):180-7.
57. Lienhard K, Lauermann SP, Schneider D, Item-Glatthorn JF, Casartelli NC, Maffiuletti NA. Validity and reliability of isometric, isokinetic and isoinertial modalities for the assessment of quadriceps muscle strength in patients with total knee arthroplasty. *J Electromyogr Kinesiol*. 2013 Dec;23(6):1283-8.
58. Luzo MVM, Franciozi CES, Rezende FC, Gracitelli GC, Debieux P, Cohen M. Anterior cruciate ligament - updating article. *Rev Bras Ortop*. 2016;51(4):385-95.
59. Machotka Z, Scarborough I, Duncan W, Kumar S, Perraton L. Anterior cruciate ligament repair with LARS (ligament advanced reinforcement system): a systematic review. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol*. 2010 Dec;2:29.
60. Magalhães E, Fukuda TY, Sacramento SN, Forgas A, Cohen M, Abdalla RJ. A comparison of hip strength between sedentary females with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010 Oct;40(10):641-7.
61. Magalhães J, Oliveira J, Ascensão A, Soares J. Concentric quadriceps and hamstrings isokinetic strength in volleyball and soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2004 Jun;44(2):119-25.
62. Malempati C, Jurjans J, Noehren B, Ireland ML, Johnson DL. Current rehabilitation concepts for anterior cruciate ligament surgery in athletes. *Orthopedics*. 2015 Nov;38(11):689-96.
63. Marcondes FB, Rosa SG, Vasconcelos RA, Basta A, Freitas DG, Fukuda TY. Força do manguito rotador em indivíduos com síndrome do impacto comparado ao lado assintomático. *Acta Ortop Bras*. 2011;19(6):333-7.
64. Marieswaran M, Jain I, Garg B, Sharma V, Kalyanasundaram D. A review on biomechanics of anterior cruciate ligament and materials for reconstruction. *Appl Bionics Biomech*. 2018;2018:4657824.
65. Mentiplay BF, Perraton LG, Bower KJ, Adair B, Pua YH, Williams GP, et al. Assessment of lower limb muscle strength and power using hand-held and fixed dynamometry: a reliability and validity study. *PLoS One*. 2015;10(10):e0140822.
66. Mentiplay BF, Tan D, Williams G, Adair B, Pua YH, Bower KJ, et al. Assessment of isometric muscle strength and rate of torque development with hand-held dynamometry: test-retest reliability and relationship with gait velocity after stroke. *J Biomech*. 2018 Jun;75:171-5.
67. Metsavaht L, Leporace G, Riberto M, de Mello Sposito MM, Batista LA. Translation and cross-cultural adaptation of the Brazilian version of the International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form: validity and reproducibility. *Am J Sports Med*. 2010 Sep;38(9):1894-9.
68. Miot HA. Análise de concordância em estudos clínicos e experimentais. *J Vasc Bras* [Internet]. 2016 June [cited 2019 July 04];15(2):89-92. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_artte
69. Mohtadi N, Chan D, Barber R, Oddone Paolucci E. A randomized clinical trial comparing patellar tendon, hamstring tendon, and double-bundle ACL reconstructions:

- patient-reported and clinical outcomes at a minimal 2-year follow-up. *Clin J Sport Med*. 2015 Jul;25(4):321-31.
70. Moss CL, Wright PT. Comparison of three methods of assessing muscle strength and imbalance ratios of the knee. *J Athl Train*. 1993;28(1):55-8.
 71. Muff G, Dufour S, Meyer A, Severac F, Favret F, Geny B, et al. Comparative assessment of knee extensor and flexor muscle strength measured using a hand-held vs. isokinetic dynamometer. *J Phys Ther Sci*. 2016 Sep;28(9):2445-51.
 72. Nascimento LR, Teixeira-Salmela LF, Souza RB, Resende RA. Hip and knee strengthening is more effective than knee strengthening alone for reducing pain and improving activity in individuals with patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2018 Jan;48(1):19-31.
 73. Niu Y, Niu C, Wang X, Liu J, Cao P, Wang F, et al. Improved ACL reconstruction outcome using double-layer BPTB allograft compared to that using four-strand hamstring tendon allograft. *Knee*. 2016 Dec;23(6):1093-7.
 74. Noyes FR, Barber SD, Mangine RE. Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *Am J Sports Med*. 1991 Sep-Oct;19(5):513-8.
 75. Nunn KD, Mayhew JL. Comparison of three methods of assessing strength imbalances at the knee. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1988;10(4):134-7.
 76. O'Donoghue DH. An analysis of end results of surgical treatment of major injuries to the ligaments of the knee. *J Bone Joint Surg Am*. 1955 Jan;37-A(1):1-13; passim.
 77. O'Malley E, Richter C, King E, Strike S, Moran K, Franklyn-Miller A, et al. Countermovement jump and isokinetic dynamometry as measures of rehabilitation status after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Athl Train*. 2018 Jul;53(7):687-95.
 78. O'Shea K, Kenny P, Donovan J, Condon F, McElwain JP. Outcomes following quadriceps tendon ruptures. *Injury*. 2002 Apr;33(3):257-60.
 79. Pagano M, Gauvreau K. *Princípios de Bioestatística*. São Paulo: Thomson, 2004.
 80. Peccin MS, Ciconelli R, Cohen M. Questionário específico para sintomas do joelho "Lysholm Knee Scoring Scale": tradução e validação para a língua portuguesa. *Acta Ortop Bras*. 2006;14(5):268-72.
 81. Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, Kiesel KB, Underwood FB, Elkins B. The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *N Am J Sports Phys Ther*. 2009 May;4(2):92-9.
 82. Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, Underwood FB. Star excursion balance test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2006 Dec;36(12):911-9.
 83. Podraza JT, White SC. Effect of knee flexion angle on ground reaction forces, knee moments and muscle co-contraction during an impact-like deceleration landing: implications for the non-contact mechanism of ACL injury. *Knee*. 2010 Aug;17(4):291-5.

84. Reinke EK, Spindler KP, Lorrington D, Jones MH, Schmitz L, Flanigan DC, et al. Hop tests correlate with IKDC and KOOS at minimum of 2 years after primary ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011 Nov;19(11):1806-16.
85. Scatton Silva R, Nakagawa TH, Ferreira AL, Garcia LC, Santos JE, Serrão FV. Lower limb strength and flexibility in athletes with and without patellar tendinopathy. *Phys Ther Sport.* 2016 Jul;20:19-25.
86. Schuette HB, Kraeutler MJ, Houck DA, McCarty EC. Bone-patellar tendon-bone versus hamstring tendon autografts for primary anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review of overlapping meta-analyses. *Orthop J Sports Med.* 2017 Nov;5(11):2325967117736484.
87. Shelbourne KD, Nitz P. Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 1990 May-Jun;18(3):292-9.
88. Shinzato G, Vasconcelos J, Ogawa C, Sampaio I, Gonçalves A, Neves E. Protocolo de avaliação funcional de joelho em patologias ortopédicas. *Acta Fisiátrica* [Internet]. 1996 abr [cited 2019 May 16];3(1):30-6. Available from: <http://www.revistas.usp.br/actafisiatrica/article/view/101991>
89. Siegel L, Vandenakker-Albanese C, Siegel D. Anterior cruciate ligament injuries: anatomy, physiology, biomechanics, and management. *Clin J Sport Med.* 2012 Jul;22(4):349-55.
90. Siqueira DA, Baraúna MA, Dionísio VC. Avaliação funcional do joelho em portadores da síndrome da dor femoropatelar (SDFP): comparação entre as escalas KOS e IKDC. *Rev Bras Med Esporte.* 2012;18(6):400-3.
91. Stark T, Walker B, Phillips JK, Fejer R, Beck R. Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. *PM R.* 2011 May;3(5):472-9.
92. Suzuki T. Reliability of measurements of knee extensor muscle strength using a pull-type hand-held dynamometer. *J Phys Ther Sci.* 2015 Mar;27(3):967-71.
93. Swain MS, Henschke N, Kamper SJ, Downie AS, Koes BW, Maher CG. Accuracy of clinical tests in the diagnosis of anterior cruciate ligament injury: a systematic review. *Chiropr Man Therap.* 2014;22:25.
94. TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS, Colosimo AJ, McLean SG, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *Am J Sports Med.* 2005 Apr;33(4):492-501.
95. Terreri ASAP, Ambrósio MA, Pedrinelli A, Albuquerque RFM, Andrusaitis F, Greve JMD, et al. Avaliação isocinética do equilíbrio flexo-extensor do joelho nos atletas com ruptura total do ligamento cruzado anterior. *Rev Hosp Clin.* 1999;54(2):35-8.
96. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res.* 1985 Sep;(198):43-9.
97. Thiele E, Bittencourt L, Osiecki R, Fornaziero AM, Hernadez SG, Nassif PAN, et al. Protocolo de reabilitação acelerada após reconstrução de ligamento cruzado anterior - dados normativos. *Rev Col Bras Cir.* 2009;36(6):504-8.

98. Thorborg K, Petersen J, Magnusson SP, Hölmich P. Clinical assessment of hip strength using a hand-held dynamometer is reliable. *Scand J Med Sci Sports*. 2010 Jun;20(3):493-501.
99. Thorstensson A, Grimby G, Karlsson J. Force-velocity relations and fiber composition in human knee extensor muscles. *J Appl Physiol*. 1976 Jan;40(1):12-6.
100. Trudelle-Jackson E, Jackson AW, Frankowski CM, Long KM, Meske NB. Interdevice reliability and validity assessment of the Nicholas Hand-Held Dynamometer. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1994 Dec;20(6):302-6.
101. Van Yperen DT, Reijman M, van Es EM, Bierma-Zeinstra SMA, Meuffels DE. Twenty-year follow-up study comparing operative versus nonoperative treatment of anterior cruciate ligament ruptures in high-level athletes. *Am J Sports Med*. 2018 Apr;46(5):1129-36.
102. Vasconcelos RA, Arakaki JC, Simão AP, Oliveira AS, Paccola CJ, Bevilaqua-Grossi D. Análise da translação anterior da tíbia, pico de torque e atividade Eletromiográfica do quadríceps e isquiotibiais em indivíduos com lesão do ligamento cruzado anterior em cadeia cinética aberta. *Acta Ortop Bras*. 2007;15(1):14-8.
103. Vasconcelos RA, Bevilaqua-Grossi D, Shimano AC, Paccola CJ, Salvini TF, Prado CL, et al. Confiabilidade e validade de um dinamômetro isométrico modificado na avaliação do desempenho muscular em indivíduos com reconstrução do ligamento cruzado anterior. *Rev Bras Ortop*. 2009;44(3):214-24.
104. Vasconcelos RA, Bevilaqua-Grossi D, Shimano AC, Paccola CAJ, Salvini TF, Prado CL, et al. Análise da concordância entre pico de torque, desempenho funcional e frouxidão ligamentar em indivíduos normais e com reconstrução do ligamento cruzado anterior. *Rev Bras Ortop*. 2009;44(2):134-42.
105. Wang CY, Olson SL, Protas EJ. Test-retest strength reliability: hand-held dynamometry in community-dwelling elderly fallers. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002 Jun;83(6):811-5.
106. Whiteley R, Jacobsen P, Prior S, Skazalski C, Otten R, Johnson A. Correlation of isokinetic and novel hand-held dynamometry measures of knee flexion and extension strength testing. *J Sci Med Sport*. 2012 Sep;15(5):444-50.
107. Wikholm JB, Bohannon RW. Hand-held dynamometer measurements: tester strength makes a difference. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1991;13(4):191-8.
108. Xergia SA, Pappas E, Zampeli F, Georgiou S, Georgoulis AD. Asymmetries in functional hop tests, lower extremity kinematics, and isokinetic strength persist 6 to 9 months following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2013 Mar;43(3):154-62.

ANEXO A - Parecer consubstanciado do comitê de ética e pesquisa com a aprovação da pesquisa

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DA FORÇA DOS FLEXORES E EXTENSORES DO JOELHO, ABDUTORES DO QUADRIL E AVALIAÇÃO DINÂMICA DOS MEMBROS INFERIORES DE INDIVÍDUOS COM RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR COMPARADO AO LADO NÃO OPERADO

Pesquisador: Marcelo Riberto

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 57282116.0.0000.5440

Instituição Proponente: HOSPITAL DAS CLINICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DE RPUSP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.933.136

Apresentação do Projeto:

Trata-se de emenda ao projeto de pesquisa solicitando inclusão de novos testes e grupos, também adequação do título da pesquisa, conforme carta datada de 02/02/2017.

Objetivo da Pesquisa:

Estudar a correlação entre avaliação subjetiva, avaliação funcional e dois diferentes testes de força muscular em indivíduos com lesão do LCA, operados e reabilitados no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo HCFMR-USP, comparados a indivíduos com lesão do LCA não operados e com indivíduos saudáveis.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Todos os procedimentos serão detalhados, simulados e só então, realizados. Tudo isso para proteção e minimização de quaisquer riscos. Os riscos da pesquisa são: desconfortos musculares durante os testes, desconfortos no local de apoio do dinamômetro manual, ocorrência de lesões musculares durante os testes, queda do paciente durante a avaliação funcional dos membros inferiores, falseio do joelho durante a avaliação funcional dos membros inferiores.

Benefícios:

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO

Bairro: MONTE ALEGRE

CEP: 14.048-900

UF: SP

Município: RIBEIRÃO PRETO

Telefone: (16)3602-2228

Fax: (16)3633-1144

E-mail: cep@hcrp.usp.br

Os participantes serão informados do estado atual de sua cirurgia e do joelho, serão informados das condições musculares e funcionais dos membros inferiores, e há a possibilidade de orientações quanto à manutenção do estado geral do joelho após os testes e análises dos dados. Os pesquisadores poderão determinar se testes com menor orçamento como o realizado com o dinamômetro manual e testes funcionais dos membros inferiores são confiáveis para avaliação de pacientes com reconstrução do LCA. O estudo mostrará as condições em que se encontram os joelhos dos pacientes após período de 1 a 3 anos de cirurgia, podendo relacionar os achados com a literatura, e com estudos sobre tratamento conservador e cirúrgico da lesão do LCA.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto já aprovado descreve a realização de testes Isocinéticos e testes de força muscular com dinamômetro manual para os músculos flexores e extensores do joelho e abdutores do quadril, e de teste funcional denominado Avaliação dinâmica dos membros inferiores, para indivíduos com reconstrução do Ligamento cruzado anterior (LCA), comparando-se lado operado e não operado. Solicitamos parecer deste comitê para a nova proposta que manterá os testes Isocinéticos e teste de força muscular com dinamômetro manual, e substituirá o teste de Avaliação dinâmica dos membros inferiores, por três testes funcionais, sendo estes o Teste de equilíbrio em Y, Teste do salto triplo unipodal cruzado e Drop jump test. A nova proposta configura-se ainda por manter o grupo operado, e incluir dois novos grupos, sendo um grupo com lesão do LCA não operados, e um grupo de indivíduos sem lesões no joelho denominado grupo controle. A solicitação da inclusão de novos testes, está sendo realizada considerando que a literatura descreve estes como mais confiáveis para os casos de reconstrução do LCA, sendo mais utilizados em relação ao teste antes proposto, e também por serem simples para executar e não requerer equipamento especializado. Além disso, a nova proposta se adequa ao protocolo de avaliação do Centro de Reabilitação do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo-CER-FMRP-USP, no qual os testes propostos fazem parte da rotina de avaliação pré e pós-operatória dos pacientes com reconstrução do LCA. A solicitação da inclusão de dois novos grupos possibilitará comparar os resultados dos testes entre indivíduos com reconstrução do LCA, indivíduos com lesão do LCA não operados e com indivíduos saudáveis, permitindo estudar a confiabilidade do protocolo. Em função das mudanças solicitamos ainda a alteração do título do projeto para **CORRELAÇÃO ENTRE A AVALIAÇÃO FUNCIONAL E TESTES DE FORÇA MUSCULAR EM INDIVÍDUOS COM RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR.**

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO

Bairro: MONTE ALEGRE

CEP: 14.048-900

UF: SP

Município: RIBEIRÃO PRETO

Telefone: (16)3602-2228

Fax: (16)3633-1144

E-mail: cep@hcrp.usp.br

Continuação do Parecer: 1.933.136

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os documentos foram devidamente apresentados ao CEP. O pesquisador encaminhou o relatório de andamento da pesquisa.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto, o CEP analisou e aprovou a emenda bem como o Projeto de pesquisa VERSÃO 4 - FEVEREIRO 2017 e os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido VERSÃO 4 - FEVEREIRO 2017. O CEP aprovou a alteração do título da pesquisa para "CORRELAÇÃO ENTRE A AVALIAÇÃO FUNCIONAL E TESTES DE FORÇA MUSCULAR EM INDIVÍDUOS COM RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR." O CEP tomou ciência do relatório de andamento da pesquisa.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_859905 E1.pdf	09/02/2017 11:52:53		Aceito
Outros	justificativa_emenda.pdf	09/02/2017 11:44:26	Edson Alves de Barros Junior	Aceito
Outros	situacao_atual_da_pesquisa.pdf	09/02/2017 11:41:24	Edson Alves de Barros Junior	Aceito
Cronograma	cronograma_com_emenda.pdf	09/02/2017 11:40:42	Edson Alves de Barros Junior	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_correlacao_entre_avaliacao_funcional.pdf	09/02/2017 11:40:22	Edson Alves de Barros Junior	Aceito
Outros	TCLE_grupo_controle.pdf	09/02/2017 11:39:52	Edson Alves de Barros Junior	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_grupo_nao_operado.pdf	09/02/2017 11:38:32	Edson Alves de Barros Junior	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_grupo_operado.pdf	09/02/2017 11:38:17	Edson Alves de Barros Junior	Aceito
Outros	Resposta_parecer_agosto.pdf	29/08/2016 17:57:36	Edson Alves de Barros Junior	Aceito

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO

Bairro: MONTE ALEGRE

CEP: 14.048-900

UF: SP

Município: RIBEIRÃO PRETO

Telefone: (16)3602-2228

Fax: (16)3633-1144

E-mail: cep@hcrp.usp.br

USP - HOSPITAL DAS
CLÍNICAS DA FACULDADE DE
MEDICINA DE RIBEIRÃO

Continuação do Parecer: 1.933.136

Outros	Resposta_ao_Parecer_consultado.pdf	10/07/2016 10:06:16	Edson Alves de Barros Junior	Aceito
Orçamento	orcamento_aprovado_upc-versao_junho.pdf	23/06/2016 16:37:10	Edson Alves de Barros Junior	Aceito
Orçamento	Orcamento_Projeto_Forca_dos_Flexores_do_Joelho_Lado_operado_lado_nao_operado.pdf	14/06/2016 17:56:55	Edson Alves de Barros Junior	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_junho.pdf	12/06/2016 10:44:22	Edson Alves de Barros Junior	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIBEIRÃO PRETO, 15 de Fevereiro de 2017

Assinado por:
MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA
(Coordenador)

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO

Bairro: MONTE ALEGRE

CEP: 14.048-900

UF: SP

Município: RIBEIRÃO PRETO

Telefone: (16)3602-2228

Fax: (16)3633-1144

E-mail: cep@hcrp.usp.br

Precisa-se de voluntários para Pesquisa

Pesquisa: Correlação entre a avaliação funcional e testes de força muscular em indivíduos com reconstrução do ligamento cruzado anterior

- **Público alvo:** Homens, praticantes de atividades físicas, com lesão do Ligamento Cruzado Anterior do joelho que não foram operados
- **Quem pode participar:** Homens com idade de 18 a 40 anos, IMC 29,9 Kg/m² (estar com peso corporal bom), lesão do Ligamento Cruzado Anterior confirmada por exame de Ressonância Magnética, estar praticando atividades físicas pelo menos 3x por semana
- **Quem não pode participar:** lesão do Ligamento Cruzado Anterior que impossibilite fazer atividades físicas, ter sido operado anteriormente do joelho, ter lesões nos dois joelhos, ter lesões recentes (pelo menos 6 meses) no tornozelo, lesões musculares, IMC acima de 29,9 Kg/m² (não pode estar muito acima do peso)

LOCAL: CENTRO DE REABILITAÇÃO DO HCFMRP-USP
Segundas feiras das a partir das 13h00

INSCRIÇÕES: edsonbarros@usp.br ou
whatsApp 16 992121379

A avaliação permitirá ao candidato saber como está sua força muscular e coordenação, permitindo após a avaliação realizar programas de condicionamento que permitirão melhor performance nas atividades de vida diária e atividades desportivas.

ANEXO C – Escala de atividade de Tegner

ESCALA DE ATIVIDADE DE TEGNER

Por favor coloque o seu estilo de vida e nível de atividade em um dos níveis. Marque com uma cruz na coluna à direita

Nome _____

Data de Nascimento ____/____/____

Código _____

10	Atleta Profissional Futebol nacional ou internacional	
9	Atleta Profissional Esporte competitivo, Futebol, Rugby (divisões inferiores), Hóquei no gelo, Luta, Ginástica, Basquetebol	
8	Atleta Profissional Esqui, Squash, Badminton, Atletismo (salto, etc.)	
7	Atleta Profissional Tênis, Handebol, Atletismo (corrida), Automobilismo, Motocross, Motociclismo Atleta Amador Futebol, Rugby, Hoquey no gelo, Basquetebol, squash, tenis, corrida	
6	Atleta Amador Tênis e badminton, basquetebol, Handebol, Esqui Alpino, Corridas, pelo menos, 5 vezes por semana	
5	Atleta Profissional Ciclismo, Atleta Amador Corrida terreno irregular, pelo menos, duas vezes por semana Trabalho Pesado Construção, Florestal...	
4	Atleta amador Andar de bicicleta, Corrida terreno irregular, pelo menos duas vezes por semana Trabalho Moderado: motorista de caminhão, trabalho doméstico pesado	
3	Atleta profissional ou amador Natação Trabalho físico (por exemplo, enfermeira ou comércio) Precisa caminhar por bosque, montanha ou terreno acidentado	
2	Trabalho ao ar livre Caminhada em terreno irregular, mas impossível carregar mochila	
1	Trabalho sedentário (exemplo secretaria)	
0	Enfermo, pensionista ou incapacitado por problemas no joelho	

(Tegner; Lysholm, 1985, p. 46 – Tradução)

ANEXO D – Termo de consentimento livre e esclarecido grupo operado

**HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO
PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DO HCFMRP - USP - (016) 3602 2228**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr. (a) está sendo convidado (a) para participar como voluntário em uma pesquisa por ter sido submetido à reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável.

A sua participação é voluntária e garantimos responder a qualquer dúvida ou esclarecimentos a respeito dessa pesquisa, a liberdade de se recusar a participar ou retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa sem penalização ou prejuízo ao seu cuidado ou atendimento nessa instituição. Se tiver dúvidas sobre os aspectos éticos dessa pesquisa, você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto da USP, pelo telefone (16) 3602-2228.

Título da Pesquisa: Concordância entre a avaliação funcional e testes de força muscular em indivíduos com reconstrução do ligamento cruzado anterior

Este projeto é de responsabilidade do Prof. Dr. Mauricio Kfuri Junior e Prof. Dr. Marcelo Riberto e tem como colaborador o fisioterapeuta Edson Alves de Barros Junior

Endereço: Av. Bandeirantes, no. 3900 – Campus Universitário.

Telefone para contato: (16) 3602-5170 (16) 99212-1379

Gostaríamos de solicitar a sua autorização para que possamos estudar a força dos músculos dos seus joelhos e dos seus quadris e também realizar testes para avaliar o seu desempenho em movimentos que exigem força e coordenação.

Estes testes também serão aplicados em pessoas com lesão e sem reconstrução do ligamento cruzado anterior, e pessoas sem lesão no joelho, e são importantes para avaliar a função do joelho. Com isso, esta pesquisa tem o intuito de verificar a força e estabilidade do joelho e possíveis compensações que possam levar a uma lesão.

Utilizaremos dois aparelhos que avaliam força, um chamado de dinamômetro isocinético e outro dinamômetro manual Lafayette.

Para avaliação no dinamômetro isocinético o senhor (a) ficará sentado em um aparelho que simula uma cadeira, e uma barra será apoiada na sua perna onde será transmitida uma carga, o equipamento irá resistir aos seus movimentos, e a força será registrada em um computador. No início e durante todo o teste o pesquisador sempre falará com o senhor (a) para orientar com voz de comando sobre a realização do movimento de flexão do joelho (dobrar o joelho para trás), extensão do joelho (esticar o joelho para frente) e abdução do quadril (abrir o quadril). Para avaliação no dinamômetro manual o senhor (a) ficará em uma mesa nas posições sentada, deitada de “bruços” e de lado, e irá fazer força empurrando o equipamento que será mantido pelo pesquisador, que irá registrar o quanto de força o senhor (a) realiza nos mesmos movimentos.

Para avaliar o desempenho dos seus membros inferiores, serão realizados 03 testes:

O Teste de equilíbrio em Y, no qual o senhor (a) ficará descalço, em pé com apoio unipodal (de uma perna) na união de três linhas demarcadas no solo, e então será orientado a direcionar o pé do lado não apoiado o mais longe possível por três vezes em cada uma das três linhas. O senhor (a) poderá praticar antes, sendo que poderá fazer seis movimentos em cada direção antes do teste final.

O Teste do salto triplo unipodal cruzado, onde o senhor (a) deverá realizar três saltos o mais longe possível apoiado em apenas uma perna fazendo o movimento de ziguezague sobre uma marca no solo com 6 metros de comprimento, feita com fitas adesivas separadas entre si por 15 centímetros, na qual o senhor não poderá pisar, e caso isso aconteça teremos que repetir o teste. O teste será repetido três vezes para cada lado, e o senhor (a) terá 30 segundos de intervalo entre cada teste.

O Drop Jump test no qual o senhor (a) realizará uma sequência de saltos com apoio bipodal (duas pernas), partindo de uma plataforma com trinta e cinco centímetros de altura seguidos de um salto vertical (salto para cima) máximo. A aterrissagem (parada no solo) deverá ocorrer simultaneamente com os dois membros inferiores separados e será sobre uma base chamada de plataformas de força. Para familiarização com o teste, o senhor (a) realizará cinco repetições submáximas (com menor altura) do modelo de salto proposto e, em seguida fará as tentativas até que consiga realizar de forma adequada três repetições. Este teste será registrado por um conjunto de câmeras e colocaremos marcadores na sua pele, fixados com fitas adesivas no seu quadril, joelhos, tornozelos e pés.

Estes três testes somente serão realizados após o exame de força com a finalidade de garantir que o senhor (a) tenha a força muscular adequada para realizar com segurança, tanto do lado operado como do lado não operado.

Durante os testes o senhor (a) poderá sentir desconfortos musculares, desconfortos no local de apoio do dinamômetro manual, e há o risco de ocorrer lesões musculares, queda e falseio do joelho. Em caso de qualquer tipo de ocorrência serão realizados procedimentos de primeiros socorros pelos pesquisadores responsáveis e sua equipe, e será acionado o serviço de emergência local, encaminhando o senhor (a) para avaliação da equipe de atendimento especializado.

Outros riscos esperados podem estar relacionados com a perda, roubo/ furto dos dados coletados. Asseguramos que o senhor (a) não será identificado, pois utilizaremos códigos para a sua identificação. Será mantido o sigilo absoluto dos dados obtidos neste estudo que assegurem a privacidade dos participantes envolvidos na pesquisa.

Poderá haver benefícios diretos para o senhor (a), pois receberá informações e orientações sobre seu joelho e sobre as condições musculares e de equilíbrio dos membros inferiores. Assim, como a população poderá ser beneficiada com os possíveis resultados do estudo. Os dados obtidos serão publicados e divulgados em encontros com outros profissionais da saúde.

Eu, _____, RG nº _____ declaro ter sido informado (a) e concordo em participar, como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito e também sei que posso a qualquer momento retirar o meu consentimento para participar na pesquisa. Os responsáveis pelo estudo me explicaram os riscos envolvidos, a necessidade da pesquisa e se prontificaram a responder todas as dúvidas sobre a pesquisa. Eu aceitei participar deste estudo de livre e espontânea vontade. Entendo que é meu direito manter uma cópia deste consentimento

Ribeirão Preto, ____ de _____ de _____

Nome do paciente: _____

Assinatura: _____ Data: ____/____/____

Nome do pesquisador: _____

Assinatura: _____ Data: ____/____/____

ANEXO E – Termo de consentimento livre e esclarecido grupo controle

**HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO
PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DO HCFMRP - USP - (016) 3602 2228**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr. (a) está sendo convidado (a) para participar como voluntário em uma pesquisa por não possuir lesões em seus joelhos. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável.

A sua participação é voluntária e garantimos responder a qualquer dúvida ou esclarecimentos a respeito dessa pesquisa, a liberdade de se recusar a participar ou retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa sem penalização ou prejuízo ao seu cuidado ou atendimento nessa instituição. Se tiver dúvidas sobre os aspectos éticos dessa pesquisa, você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto da USP, pelo telefone (16) 3602-2228.

Título da Pesquisa: Concordância entre a avaliação funcional e testes de força muscular em indivíduos com reconstrução do ligamento cruzado anterior

Este projeto é de responsabilidade do Prof. Dr. Mauricio Kfuri Junior e Prof. Dr. Marcelo Riberto e tem como colaborador o fisioterapeuta Edson Alves de Barros Junior

Endereço: Av. Bandeirantes, no. 3900 – Campus Universitário.

Telefone para contato: (16) 3602-5170 (16) 99212-1379

Gostaríamos de solicitar a sua autorização para que possamos estudar a força dos músculos dos seus joelhos e dos seus quadris e também realizar testes para avaliar o seu desempenho em movimentos que exigem força e coordenação.

Estes testes também serão aplicados em pessoas com reconstrução do ligamento cruzado anterior, e pessoas com lesão do ligamento, mas que não operaram o joelho, e são importantes para avaliar a função do joelho. Com isso, esta pesquisa tem o intuito de verificar a força e estabilidade do joelho e possíveis compensações que possam levar a uma lesão.

Utilizaremos dois aparelhos que avaliam força, um chamado de dinamômetro isocinético e outro dinamômetro manual Lafayette.

Para avaliação no dinamômetro isocinético o senhor (a) ficará sentado em um aparelho que simula uma cadeira, e uma barra será apoiada na sua perna onde será transmitida uma carga, o equipamento irá resistir aos seus movimentos, e a força será registrada em um computador. No início e durante todo o teste o pesquisador sempre falará com o senhor (a) para orientar com voz de comando sobre a realização do movimento de flexão do joelho (dobrar o joelho para trás), extensão do joelho (esticar o joelho para frente) e abdução do quadril (abrir o quadril). Para avaliação no dinamômetro manual o senhor (a) ficará em uma mesa nas posições sentada, deitada de “bruços” e de lado, e irá fazer força empurrando o equipamento que será mantido pelo pesquisador, que irá registrar o quanto de força o senhor (a) realiza nos mesmos movimentos.

Para avaliar o desempenho dos seus membros inferiores, serão realizados 03 testes:

O Teste de equilíbrio em Y, no qual o senhor (a) ficará descalço, em pé com apoio unipodal (de uma perna) na união de três linhas demarcadas no solo, e então será orientado a direcionar o pé do lado não apoiado o mais longe possível por três vezes em cada uma das três linhas. O senhor (a) poderá praticar antes, sendo que poderá fazer seis movimentos em cada direção antes do teste final.

O Teste do salto triplo unipodal cruzado, onde o senhor (a) deverá realizar três saltos o mais longe possível apoiado em apenas uma perna fazendo o movimento de ziguezague sobre uma marca no solo com 6 metros de comprimento, feita com fitas adesivas separadas entre si por 15 centímetros, na qual o senhor não poderá pisar, e caso isso aconteça teremos que repetir o teste. O teste será repetido três vezes para cada lado, e o senhor (a) terá 30 segundos de intervalo entre cada teste.

O Drop Jump test no qual o senhor (a) realizará uma sequência de saltos com apoio bipodal (duas pernas), partindo de uma plataforma com trinta e cinco centímetros de altura seguidos de um salto vertical (salto para cima) máximo. A aterrissagem (parada no solo) deverá ocorrer simultaneamente com os dois membros inferiores separados e será sobre uma base chamada de plataformas de força. Para familiarização com o teste, o senhor (a) realizará cinco repetições submáximas (com menor altura) do modelo de salto proposto e, em seguida fará as tentativas até que consiga realizar de forma adequada três repetições. Este teste será registrado por um conjunto de câmeras e colocaremos marcadores na sua pele, fixados com fitas adesivas no seu quadril, joelhos, tornozelos e pés.

Estes três testes somente serão realizados após o exame de força com a finalidade de garantir que o senhor (a) tenha a força muscular adequada para realizar com segurança, tanto do joelho do lado dominante como do não dominante.

Durante os testes o senhor (a) poderá sentir desconfortos musculares, desconfortos no local de apoio do dinamômetro manual, e há o risco de ocorrer lesões musculares, queda e falseio do joelho. Em caso de qualquer tipo de ocorrência serão realizados procedimentos de primeiros socorros pelos pesquisadores responsáveis e sua equipe, e será acionado o serviço de emergência local, encaminhando o senhor (a) para avaliação da equipe de atendimento especializado.

Outros riscos esperados podem estar relacionados com a perda, roubo/ furto dos dados coletados. Asseguramos que o senhor (a) não será identificado, pois utilizaremos códigos para a sua identificação. Será mantido o sigilo absoluto dos dados obtidos neste estudo que assegurem a privacidade dos participantes envolvidos na pesquisa.

Poderá haver benefícios diretos para o senhor (a), pois receberá informações e orientações sobre seu joelho e sobre as condições musculares e de equilíbrio dos membros inferiores. Assim, como a população poderá ser beneficiada com os possíveis resultados do estudo. Os dados obtidos serão publicados e divulgados em encontros com outros profissionais da saúde.

Eu, _____, RG nº _____ declaro ter sido informado (a) e concordo em participar, como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito e também sei que posso a qualquer momento retirar o meu consentimento para participar na pesquisa. Os responsáveis pelo estudo me explicaram os riscos envolvidos, a necessidade da pesquisa e se prontificaram a responder todas as dúvidas sobre a pesquisa. Eu aceitei participar deste estudo de livre e espontânea vontade. Entendo que é meu direito manter uma cópia deste consentimento

Ribeirão Preto, ____ de _____ de _____

Nome do paciente: _____

Assinatura: _____ Data: ____/____/____

Nome do pesquisador: _____

Assinatura: _____ Data: ____/____/____

**HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO
PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DO HCFMRP - USP - (016) 3602 2228**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr. (a) está sendo convidado (a) para participar como voluntário em uma pesquisa por ter sofrido lesão e não ter sido submetido a reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável.

A sua participação é voluntária e garantimos responder a qualquer dúvida ou esclarecimentos a respeito dessa pesquisa, a liberdade de se recusar a participar ou retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa sem penalização ou prejuízo ao seu cuidado ou atendimento nessa instituição. Se tiver dúvidas sobre os aspectos éticos dessa pesquisa, você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto da USP, pelo telefone (16) 3602-2228.

Título da Pesquisa: Concordância entre a avaliação funcional e testes de força muscular em indivíduos com reconstrução do ligamento cruzado anterior

Este projeto é de responsabilidade do Prof. Dr. Mauricio Kfuri Junior e Prof. Dr. Marcelo Riberto e tem como colaborador o fisioterapeuta Edson Alves de Barros Junior

Endereço: Av. Bandeirantes, no. 3900 – Campus Universitário.

Telefone para contato: (16) 3602-5170 (16) 99212-1379

Gostaríamos de solicitar a sua autorização para que possamos estudar a força dos músculos dos seus joelhos e dos seus quadris e também realizar testes para avaliar o seu desempenho em movimentos que exigem força e coordenação.

Estes testes também serão aplicados em pessoas com reconstrução do ligamento cruzado anterior, e pessoas sem lesão no joelho, e são importantes para avaliar a função do joelho. Com isso, esta pesquisa tem o intuito de verificar a força e estabilidade do joelho e possíveis compensações que possam levar a uma lesão.

Utilizaremos dois aparelhos que avaliam força, um chamado de dinamômetro isocinético e outro dinamômetro manual Lafayette.

Para avaliação no dinamômetro isocinético o senhor (a) ficará sentado em um aparelho que simula uma cadeira, e uma barra será apoiada na sua perna onde será transmitida uma carga, o equipamento irá resistir aos seus movimentos, e a força será registrada em um computador. No início e durante todo o teste o pesquisador sempre falará com o senhor (a) para orientar com voz de comando sobre a realização do movimento de flexão do joelho (dobrar o joelho para trás), extensão do joelho (esticar o joelho para frente) e abdução do quadril (abrir o quadril). Para avaliação no dinamômetro manual o senhor (a) ficará em uma mesa nas posições sentada, deitada de “bruços” e de lado, e irá fazer força empurrando o equipamento que será mantido pelo pesquisador, que irá registrar o quanto de força o senhor (a) realiza nos mesmos movimentos.

Para avaliar o desempenho dos seus membros inferiores, serão realizados 03 testes:

O Teste de equilíbrio em Y, no qual o senhor (a) ficará descalço, em pé com apoio unipodal (de uma perna) na união de três linhas demarcadas no solo, e então será orientado a direcionar o pé do lado não apoiado o mais longe possível por três vezes em cada uma das três linhas. O senhor (a) poderá praticar antes, sendo que poderá fazer seis movimentos em cada direção antes do teste final.

O Teste do salto triplo unipodal cruzado, onde o senhor (a) deverá realizar três saltos o mais longe possível apoiado em apenas uma perna fazendo o movimento de ziguezague sobre uma marca no solo com 6 metros de comprimento, feita com fitas adesivas separadas entre si por 15 centímetros, na qual o senhor não poderá pisar, e caso isso aconteça teremos que repetir o teste. O teste será repetido três vezes para cada lado, e o senhor (a) terá 30 segundos de intervalo entre cada teste.

O Drop Jump test no qual o senhor (a) realizará uma sequência de saltos com apoio bipodal (duas pernas), partindo de uma plataforma com trinta e cinco centímetros de altura seguidos de um salto vertical (salto para cima) máximo. A aterrissagem (parada no solo) deverá ocorrer simultaneamente com os dois membros inferiores separados e será sobre uma base chamada de plataformas de força. Para familiarização com o teste, o senhor (a) realizará cinco

repetições submáximas (com menor altura) do modelo de salto proposto e, em seguida fará as tentativas até que consiga realizar de forma adequada três repetições. Este teste será registrado por um conjunto de câmeras e colocaremos marcadores na sua pele, fixados com fitas adesivas no seu quadril, joelhos, tornozelos e pés.

Estes três testes somente serão realizados após o exame de força com a finalidade de garantir que o senhor (a) tenha a força muscular adequada para realizar com segurança, tanto do lado lesionado como do lado não lesionado.

Durante os testes o senhor (a) poderá sentir desconfortos musculares, desconfortos no local de apoio do dinamômetro manual, e há o risco de ocorrer lesões musculares, queda e falseio do joelho. Em caso de qualquer tipo de ocorrência serão realizados procedimentos de primeiros socorros pelos pesquisadores responsáveis e sua equipe, e será acionado o serviço de emergência local, encaminhando o senhor (a) para avaliação da equipe de atendimento especializado.

Outros riscos esperados podem estar relacionados com a perda, roubo/ furto dos dados coletados. Asseguramos que o senhor (a) não será identificado, pois utilizaremos códigos para a sua identificação. Será mantido o sigilo absoluto dos dados obtidos neste estudo que assegurem a privacidade dos participantes envolvidos na pesquisa.

Poderá haver benefícios diretos para o senhor (a), pois receberá informações e orientações sobre seu joelho e sobre as condições musculares e de equilíbrio dos membros inferiores. Assim, como a população poderá ser beneficiada com os possíveis resultados do estudo. Os dados obtidos serão publicados e divulgados em encontros com outros profissionais da saúde.

Eu, _____, RG nº _____ declaro ter sido informado (a) e concordo em participar, como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito e também sei que posso a qualquer momento retirar o meu consentimento para participar na pesquisa. Os responsáveis pelo estudo me explicaram os riscos envolvidos, a necessidade da pesquisa e se prontificaram a responder todas as dúvidas sobre a pesquisa. Eu aceitei participar deste estudo de livre e espontânea vontade. Entendo que é meu direito manter uma cópia deste consentimento

Ribeirão Preto, _____ de _____ de _____

Nome do paciente: _____

Assinatura: _____ Data: ____/____/____

Nome do pesquisador: _____

Assinatura: _____ Data: ____/____/____

ANEXO G – Questionário de Lysholm

Pós-Graduação do Programa de Ciências da Saúde Aplicadas ao Aparelho Locomotor da FMRP-USP

QUESTIONÁRIO DE LYSHOLM

DATA DA AVALIAÇÃO: ____/____/____	AVALIADOR:
NOME DO PACIENTE:	

<p>Mancar (5 pontos) Nunca = 5 Leve ou periodicamente = 3 Intenso e constantemente = 0</p> <p>Apoio (5 pontos) Nenhum = 5 Bengala ou muleta = 2 Impossível = 0</p> <p>Travamento (15 pontos) Nenhum travamento ou sensação de travamento = 15 Tem sensação, mas sem travamento = 10 Travamento ocasional = 6 Frequente = 2 Articulação (junta) travada no exame = 0</p> <p>Instabilidade (25 pontos) Nunca falseia = 25 Raramente, durante atividades atléticas ou outros exercícios pesados = 20 Frequentemente durante atividades atléticas ou outros exercícios pesados (ou incapaz de participação) = 15 Ocasionalmente em atividades diárias = 10 Frequentemente em atividades diárias = 5 Em cada passo = 0</p>	<p>Dor (25 pontos) Nenhuma = 25 Inconstante ou leve durante exercícios pesados = 20 Marcada durante exercícios pesados = 15 Marcada durante ou após caminhar mais de 2 Km = 10 Marcada durante ou após caminhar menos de 2 Km = 5 Constante = 0</p> <p>Inchaço (10 pontos) Nenhum = 10 Com exercícios pesados = 6 Com exercícios comuns = 2 Constante = 0</p> <p>Subindo escadas (10 pontos) Nenhum problema = 10 Levemente prejudicado = 6 Um degrau cada vez = 2 Impossível = 0</p> <p>Agachamento (5 pontos) Nenhum problema = 5 Levemente prejudicado = 4 Não além de 90 graus = 2 Impossível = 0</p> <p>Pontuação total: _____</p>
Quadro de pontuação: Excelente: 95 – 100; Bom: 84 – 94; Regular: 65 – 83; Ruim: < 64	

ANEXO H – Questionário IKDC

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO SUBJETIVA DO JOELHO

COMITÊ INTERNACIONAL DE DOCUMENTAÇÃO DO JOELHO (IKDC, 2000)

Nome: _____ Sexo: F ___ M ___

Data: _____ Data de Nascimento: _____

Lesão: _____

Data da Lesão: _____

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

SINTOMAS

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

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

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

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Nunca												Constantemente

3. Se você tiver dor, qual a intensidade?

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Sem dor												Pior dor imaginável

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

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

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

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

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

- ☐ Sim ☐ Não

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

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

ATIVIDADES ESPORTIVAS

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

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

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

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

FUNÇÃO

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

Funcionalidade anterior a lesão no joelho:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Não consegue executar nenhuma atividade da vida diária												Sem limitações nas atividades da vida diária

Funcionalidade atual do joelho:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Não consegue executar nenhuma atividade da vida diária												Sem limitações nas atividades da vida diária

ANEXO I – Ficha de avaliação funcional do joelho

AVALIAÇÃO CINÉTICO FUNCIONAL DO JOELHO

DATA DA AVALIAÇÃO: ____/____/____

NOME DO AVALIADOR: _____

DADOS DO PACIENTE

Nome: _____

Idade: _____ Data do nascimento ____/____/____

Peso: _____ Kg - Altura: _____ IMC _____

Gênero: Masculino () Feminino()

Membro Inferior Dominante: DIREITO () ESQUERDO ()

Joelho lesionado: DIREITO () ESQUERDO ()

Joelho operado: DIREITO () ESQUERDO () DATA ____/____/____

Descrição do caso: _____

Escala Visual Analógica de dor:

	DIREITO	ESQUERDO
DOR NO MOMENTO DA AVALIAÇÃO		
MENOR NÍVEL DE DOR NO DIA *		
MAIOR NÍVEL DE DOR NO DIA **		

Detalhar:

(*) _____

AMPLITUDE DE MOVIMENTO

MOVIMENTO	DIREITO		ESQUERDO	
	ATIVA	PASSIVA	ATIVA	PASSIVA
Flexão				
Extensão				

PERIMETRIA

	DIREITO	ESQUERDO
CENTRO DA PATELA		
PSP		
6,0		
15,0		

TESTES

	DIREITO	ESQUERDO
KT 2000		
1		
2		
3		

Y BALANCE TEST

Comprimento Membros	DIREITO	ESQUERDO

REPETIÇÕES	DIREITO APOIADO			ESQUERDO APOIADO		
	ANTERIOR	POST LAT	POST MED	ANTERIOR	POST LAT	POST MED
1 ^a						
2 ^a						
3 ^a						

DIFERENÇA DE ALCANCE >/<						

HOP TEST

Crossover

SALTOS	DIREITO	ESQUERDO
1º		
2º		
3º		
Média		
LSI index		

VALORES NORMATIVOS: >90% NORMAL; <90% ANORMAL
LSI: RELAÇÃO DE PERFORMANCE ENTRE MEMBRO LESADO (OU NÃO DOMINANTE) E NÃO LESADO (OU DOMINANTE)

6 metros

SALTOS	DIREITO	ESQUERDO
1º		
2º		
3º		
Média		

LSI index		

TESTES MUSCULARES DIM

MÚSCULO	DIREITO	ESQUERDO
Quadríceps		
1		
2		
3		
Média		
Flexores		
1		
2		
3		
Média		
Abdutores do quadril		
1		
2		
3		
Média		

	D	E	REFERÊNCIA 60°/s 60 180°/s 65-70
Índice I/Q			

Índice entre os lados			REFERÊNCIA 10% 10-20%
Quadríceps			
Ísquio Tibiais			
Abdutores			