



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FACULDADE DE MEDICINA

DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA

CURSO DE FISIOTERAPIA

NÍCOLAS MILHOME DE LIMA

**VALIDADE E CONFIABILIDADE DO DINAMÔMETRO ISOMÉTRICO MEDEOR®
PARA AVALIAÇÃO DA FORÇA DE QUADRÍCEPS E ISQUIOTIBIAIS APÓS
RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR**

FORTALEZA

2023

NÍCOLAS MILHOME DE LIMA

VALIDADE E CONFIABILIDADE DO DINAMÔMETRO ISOMÉTRICO MEDEOR®
PARA AVALIAÇÃO DA FORÇA DE QUADRÍCEPS E ISQUIOTIBIAIS APÓS
RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Fisioterapia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Ceará, como requisito obrigatório à obtenção do grau de Bacharelado em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Gabriel Peixoto Leão Almeida

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistemas de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L699v Lima, Nicolas Milhome.

Validade e confiabilidade do dinamômetro isométrico medeor® para avaliação da força de quadríceps e isquiotibiais após reconstrução do ligamento cruzado anterior / NÍCOLAS MILHOME DE LIMA. – 2023.

18 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Medicina, Curso de Fisioterapia, Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Gabriel Peixoto Leão Almeida.

1. Dinamômetro manual. 2. Ligamento cruzado anterior. 3. Retorno ao esporte. I. Título.

CDD 615.82

NÍCOLAS MILHOME DE LIMA

VALIDADE E CONFIABILIDADE DO DINAMÔMETRO ISOMÉTRICO MEDEOR®
PARA AVALIAÇÃO DA FORÇA DE QUADRÍCEPS E ISQUIOTIBIAIS APÓS
RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Fisioterapia da
Faculdade de Medicina da Universidade
Federal do Ceará, como requisito obrigatório à
obtenção do grau de Bacharelado em
Fisioterapia.

Aprovado em XX/XX/XXXX

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Gabriel Peixoto Leão (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Pedro Olavo de Paula Lima
Universidade Federal do Ceará (UFC)

MSc. Maria Larissa Azevedo Tavares
Universidade Federal do Ceará (UFC)

RESUMO

A força muscular do quadríceps e isquiotibiais é amplamente utilizada como critério para retorno ao esporte após reconstrução do ligamento cruzado anterior (RLCA), sendo um fator preditor para menor risco de re-lesão do LCA. O dinamômetro isocinético é o método padrão-ouro para avaliação da força muscular. Porém, seu alto custo de aquisição dificulta sua ampla utilização na prática clínica. Desse modo, o dinamômetro manual (HHD) ganha destaque pela sua executabilidade, portabilidade e baixo custo. O objetivo do estudo foi verificar a confiabilidade intra-avaliador e inter-avaliador do HHD, e sua validade para avaliação da força isométrica de quadríceps e isquiotibiais em 45° de flexão do joelho com o dinamômetro isocinético (padrão-ouro) em pacientes com RLCA. Foi conduzido um estudo de confiabilidade e validade prospectivamente no Laboratório de Análise do Movimento Humano (LAMH) do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal do Ceará (UFC) entre novembro de 2022 até outubro de 2023. A confiabilidade intra-avaliador e inter-avaliador da força isométrica de quadríceps e isquiotibiais em 45° de flexão do joelho foi mensurada por dois avaliadores cegos em relação aos resultados do outro (avaliador A e B) e reavaliada após 5-7 dias (avaliador A). Para validade, primeiro foi realizada avaliação da força no HHD com equipamento MEDEOR[®], seguido pela avaliação do pico de torque (PT) do quadríceps e isquiotibiais no dinamômetro isocinético da BIODEX[®] à 60°/s. O dinamômetro isométrico apresentou excelente confiabilidade intra-avaliador para extensão e flexão do joelho (ICC = 0,925 e ICC = 0,919, respectivamente), e excelente confiabilidade inter-examinador para extensão (ICC = 0,943) e flexão (ICC = 0,952) do joelho. O dinamômetro isométrico em 45° de flexão do joelho apresentou boa validade com o PT no dinamômetro isocinético para extensão e flexão ($r = 0,624$; $P < 0,001$) do joelho. A avaliação da força de quadríceps e isquiotibiais pelo dinamômetro isométrico em 45° de flexão de joelho é uma opção válida e confiável comparado ao dinamômetro isocinético em pacientes que passaram por cirurgia de reconstrução do LCA.

Palavras-chave: dinamômetro manual; ligamento cruzado anterior; retorno ao esporte

ABSTRACT

The muscular strength of the quadriceps and hamstrings is widely used as a criterion for return to sports after anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction, serving as a predictor for a lower risk of ACL re-injury. The isokinetic dynamometer is the gold standard method for assessing muscular strength. However, its high acquisition cost hinders its widespread use in clinical practice. Therefore, the handheld dynamometer (HHD) stands out for its feasibility, portability, and low cost. The aim of the study was to verify the intra-rater and inter-rater reliability of the HHD and its validity for assessing isometric strength of quadriceps and hamstrings at 45° knee flexion compared to the isokinetic dynamometer (gold standard) in patients with ACL reconstruction. A prospective reliability and validity study was conducted at the Human Movement Analysis Laboratory (LAMH) of the Department of Physical Therapy at the Federal University of Ceará (UFC) from November 2022 to October 2023. Intra-rater and inter-rater reliability of isometric strength of quadriceps and hamstrings at 45° knee flexion were measured by two blinded evaluators in relation to each other's results (evaluator A and B) and re-evaluated after 5-7 days (evaluator A). For validity, the strength assessment on the HHD with MEDEOR® equipment was first performed, followed by the assessment of peak torque (PT) of quadriceps and hamstrings on the Biodex® isokinetic dynamometer at 60°/s. The isometric dynamometer showed good intra-rater reliability for knee extension and flexion (ICC = 0,925 and ICC = 0.919, respectively), and excellent inter-rater reliability for extension (ICC = 0,943) and flexion (ICC = 0,952) of the knee. The isometric dynamometer at 45° knee flexion demonstrated good validity with PT on the isokinetic dynamometer for knee extension and flexion ($r = 0,624$; $P < 0.001$). The assessment of quadriceps and hamstrings strength using the isometric dynamometer at 45° knee flexion is a valid and reliable option compared to the isokinetic dynamometer in patients who have undergone ACL reconstruction surgery.

Key words: Hand held dynamometer; anterior cruciate ligament; return to sport.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	MATERIAIS E MÉTODOS	8
2.1	Instrumento de avaliação	9
2.1.1	Confiabilidade	10
2.1.2	Validação	10
2.2	Análise estatística	11
3	RESULTADOS	12
3.1	Característica da amostra	12
3.2	Confiabilidade e Concordância	14
3.3	Validação	14
4	DISCUSSÃO	14
5	CONCLUSÃO	15
	REFERÊNCIAS	16

1. INTRODUÇÃO

A reconstrução do ligamento cruzado anterior (RLCA) é um dos procedimentos cirúrgicos mais aceitos nas lesões de joelho em atletas (ENGELEN-VAN MELICK et al., 2013) (GRINDEM et al., 2016). Pacientes, médicos e fisioterapeutas optam pela cirurgia de RLCA devido às maiores probabilidades de retornar ao esporte no nível pré-lesão e esporte competitivo (DIEMEIER et al., 2021). Em torno de 80% dos pacientes com o ligamento cruzado anterior (LCA) reconstruído retornam a algum tipo de atividade esportiva, no entanto, somente 65% retornam ao nível antes de lesão e 55% ao nível competitivo (KOTSIFAKI et al., 2023).

A força muscular do quadríceps e isquiotibiais é amplamente utilizada como um dos critérios para alta após RLCA, sendo reconhecida como fator preditor para retorno ao esporte e menor risco de re-lesão do LCA, uma vez que déficits de forças de extensores e flexores de joelho aumentam significativamente a chance de uma nova lesão (ENGELEN-VAN MELICK et al., 2013; KOTSIFAKI et al., 2023; URHAUSEN et al., 2022). Espera-se uma simetria $\geq 90\%$ da força muscular entre os membros lesionado e não lesionado para um retorno mais seguro (LYNCH et al., 2015; MAESTRONI et al., 2021; WELLING et al., 2019).

A avaliação da força muscular é feita através da dinamometria, podendo ser utilizada na prática profissional tanto de maneira isocinética, quanto isométrica. O dinamômetro isocinético é o método padrão-ouro para avaliação da força muscular, possuindo uma maior validade e reprodutibilidade (URHAUSEN et al., 2022). Porém, seu alto custo de aquisição dificulta sua ampla utilização na prática clínica. Desse modo, o dinamômetro isométrico (HHD) ganha destaque na prática clínica pelo seu baixo custo, portabilidade e manuseio (ALMEIDA et al., 2019; URHAUSEN et al., 2022). Almeida et al (2019) fez o processo da validação do HHD com a dinamometria isocinética na angulação de 90° de flexão do joelho, porém não avaliou a força de isquiotibiais nem confiabilidade intra-avaliador. Knezevic et al (2012) chegou a avaliar de forma isométrica a força muscular de quadríceps e isquiotibiais na angulação de 45° de flexão do joelho, porém com dinamometria computadorizada. Dessa forma, este estudo tem o propósito realizar as colocações citadas anteriormente com um novo equipamento manual de avaliação de força isométrica.

Portanto, as propriedades clinimétricas do HHD em pacientes com RLCA precisam ser melhor elucidadas (ALMEIDA et al., 2019). Existem poucos estudos que verificaram as

assimetrias de torque do quadríceps e isquiotibiais para volta da prática esportiva. A hipótese inicial deste estudo é que o HHD na angulação de 45° de flexão do joelho é uma opção confiável e válida para avaliar o torque muscular dos extensores e flexores de joelho após RLCA. O objetivo deste estudo foi verificar a confiabilidade do HHD e sua validade com o dinamômetro isocinético para avaliar o torque muscular do quadríceps e isquiotibiais após RLCA.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi conduzido um estudo de confiabilidade e validade prospectivamente. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Análise do Movimento Humano (LAMH) do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal do Ceará (UFC) entre novembro de 2022 até outubro de 2023. Esse estudo segue as diretrizes: Guidelines for reporting reliability and agreement studies (GRRAS), Standards for Reporting Diagnostic accuracy studies (STARD) e Consensus-based Standards for the selection of health Measurement Instruments (COSMIN) (BOSSUYT et al., 2015; KOTTNER et al., 2011; MOKKINK et al., 2020).

Foram recrutados indivíduos sem histórico de lesão no joelho na faixa etária entre 18 a 25 anos para verificar a confiabilidade do equipamento. Para a validação, a faixa etária do estudo foram indivíduos entre 16 a 45 anos com no mínimo 6 meses de RLCA com enxerto dos flexores de joelho, tendão patelar ou tendão quadricipital que estão em tratamento fisioterapêutico ou já terminaram foram recrutados através de amostragem por conveniência com ambulatórios de traumatologia-ortopedia, clínicas desportivas e centros de treinamentos especializados, além da divulgação em mídias sociais. A avaliação com 6 meses é pertinente para direcionar ao atleta quanto a sua periodização de treino para alcançar os resultados necessários ao chegar aos 9 meses, tempo este considerado seguro com menos taxas de re-lesões (GRINDEM et al., 2016; DELLA VILLA et al., 2021). Foram excluídos da pesquisa indivíduos com menos de 6 meses de RLCA, fratura, edema, amplitude de movimento de flexão ou extensão do joelho comprometida. Além disso, é necessário ressaltar que foram avaliados somente critérios para retorno ao esporte.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (IRB) da Universidade Federal do Ceará/PROPESQ (5.248.526) e todos os participantes assinaram termo de consentimento livre-esclarecido autorizando a utilização de seus dados.

2.1 Instrumentos de avaliação

Inicialmente foi utilizado uma ficha de avaliação para características clínicas, antropométricas, socioeconômicas para cada indivíduo, foi aplicado para os participantes da confiabilidade o questionário Lower Extremity Functional Scale (LEFS) e os questionários International Knee Documentation Committee (IKDC) e o Anterior Cruciate Ligament-Return to Sport after Injury Scale (ACL-RSI) para os participantes da validação. Foi feito o teste de força isométrica com o equipamento HHD MEDEOR[®] (MEDEOR[®] SP Tech, Santa Catarina, BRASIL) e o teste de força isocinética com dinamômetro isocinético da BIODEX[®] (Biodex Multi-Joint System Pro, Biodex Medical System, Shirley, Nova York, EUA).

O LEFS é um questionário utilizado para avaliar a função dos membros inferiores, possui 20 itens sobre atividades específicas, o qual cada item é avaliado de 0 a 4. A pontuação total do questionário varia de 0 a 80. O valor 0 indica função gravemente comprometida, enquanto o valor 100 representa a máxima capacidade funcional (METSAVAHT et al., 2012). O IKDC é um questionário bastante utilizado após RLCA que avalia a funcionalidade, sintomas e atual nível de atividade física e esportiva, possui 10 itens, no qual a pontuação total varia de 0 a 100, sendo 100 a maior pontuação representando a melhor saúde e função do joelho (METSAVAHT et al., 2010). O ACL-RSI é um questionário utilizado para avaliar a prontidão psicológica, possui 12 itens subdivididos em três domínios: emoções, desempenho e avaliação de risco, o qual cada item é avaliado de 0 a 10. A pontuação total do questionário varia de 0 a 100. O valor 0 indica condição psicológica extremamente negativa, enquanto o valor 100 representa a máxima condição positiva (SILVA et al., 2018).

A medição da força isométrica foi feita por meio do HHD. O participante foi posicionado sentado em uma cadeira na angulação de 45° de flexão de joelho, a fossa poplíteica foi posicionada a 2 cm da extremidade do assento, o quadril foi posicionado em 85° de flexão (ALMEIDA et al., 2019). Foram colocados cintos na coxa do membro a ser avaliado, além do abdômen e tronco para estabilização do paciente (HIRANO et al., 2020). A partir disso, o HHD foi posicionado 2 cm proximal ao ponto médio do maléolo lateral (ALMEIDA et al., 2019).

A medição da força isocinética foi feita por meio do dinamômetro isocinético (Biodex). O participante foi posicionado sentado em uma cadeira, a fossa poplíteica foi posicionada a 2 cm da extremidade do assento, o quadril foi posicionado em 85° de flexão. o eixo de

movimento do dispositivo foi alinhado com a linha intercondilar do joelho e o braço de alavanca mantidos 2 cm acima do maléolo lateral (ALMEIDA et al., 2019). Foram colocados cintos na coxa do membro a ser avaliado, além do abdômen e tronco para estabilização do paciente (HIRANO et al., 2019). Em seguida, os limites de amplitude de movimento foram definidos: sendo a extensão máxima e flexão de 110°, avaliando-se a adequação do posicionamento inicial do joelho em flexão de 90°.

2.1.1 Confiabilidade

O coeficiente de correlação intraclasse foi utilizado para verificar a confiabilidade intra-examinador e inter-examinador. A confiabilidade inter-examinador foi avaliada em um 1º dia por dois avaliadores cegos em relação aos resultados do outro (avaliador A e B), após 5-7 dias foi realizado uma reavaliação (avaliador A) para verificar confiabilidade intraclasse ICC 2,1. Foi utilizado a concordância absoluta entre as médias

Na avaliação os participantes realizaram uma tentativa de aprendizado e após descanso de 30 segundos realizaram duas tentativas válidas, quando acontecia de ter uma diferença maior que 10% entre as tentativas válidas no mesmo movimento, era feito uma nova medida, o descanso entre as medidas se manteve de 30 segundos. Dessa forma, é pertinente ressaltar que a força isométrica máxima tanto para flexão, quanto para extensão era avaliado por um período de 5 segundos e os avaliadores deram estímulos verbais aos participantes no momento da execução. Após 3 minutos de descanso um segundo avaliador realizava o mesmo protocolo.

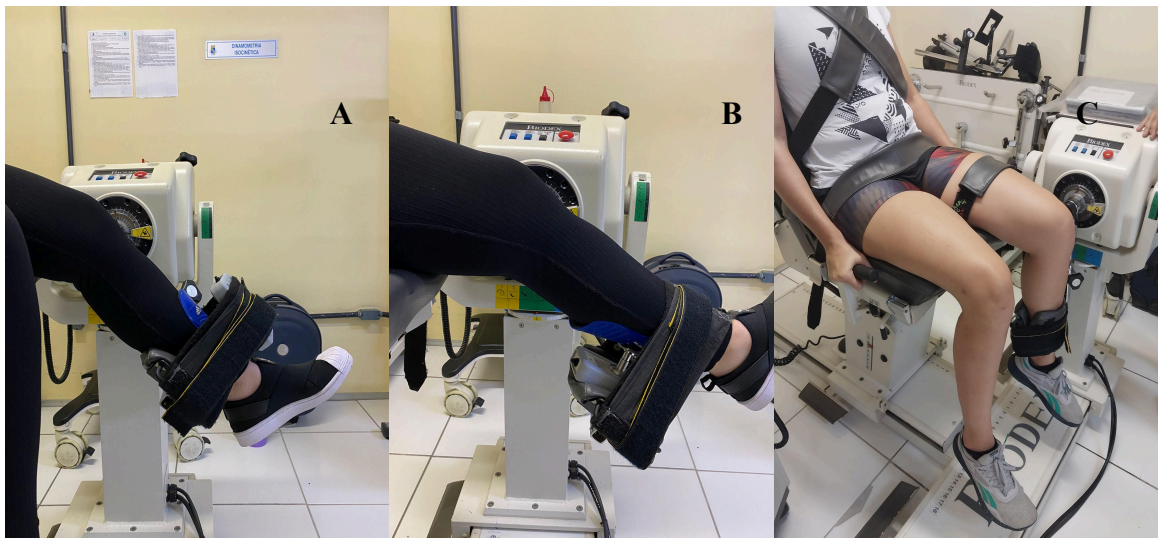
2.1.2 Validação

Foi utilizado a validade de constructo verificando a correlação entre os resultados do HHD com o dinamômetro isocinético para força isométrica dos extensores de joelho com a força isocinética dos extensores de joelho a 60°/s e a força isométrica dos flexores de joelho do HHD com a força isocinética dos flexores de joelho a 60°/s. Inicialmente foi feita a avaliação pelo index teste, sendo utilizado o mesmo posicionamento e protocolo da confiabilidade por um avaliador cego em relação aos resultados do dinamômetro isocinético, em seguida o paciente fez a avaliação com o dinamômetro isocinético (padrão-ouro) por um avaliador cego em relação aos resultados do dinamômetro isométrico. Foi feito a correlação para verificar a validade constructo.

Após 3 minutos de descanso do teste isométrico, foi realizado o teste isocinético. O protocolo da avaliação consistiu em cinco repetições concêntricas com intensidade máxima de 60°/s para avaliação da força muscular, além disso os avaliadores deram estímulos verbais aos participantes no momento da execução do teste (ALMEIDA et al., 2019). Após 3 minutos de descanso do teste isométrico, foi realizado o teste isocinético

Desse modo, é pertinente ressaltar que as medidas do HHD seguiram a descrição de Almeida et al 2019, no qual o comprimento do braço de alavanca foi medido como a distância em metros da articulação do joelho e do ponto de aplicação do HHD. O pico de torque (Nm) do quadríceps foi medido multiplicando-se a força, a aceleração da gravidade e o braço de alavanca: $[\text{força (kg)} \times 9,81 \times \text{braço de alavanca (m)}]$. Os dados de torque do quadríceps (Nm) foram normalizados pela massa corporal (kg) de cada participante: $[\text{torque (Nm)}/\text{massa corporal (kg)}] \times 100$.

Figura 1 – Aplicação da avaliação. A: HHD quadríceps. B: HHD isquiotibiais. C: Isocinético



Fonte: Elaborada pelos autores.

2.2 Análise Estatística

Foi utilizado o software SPSS versão 17.0 para Windows (Statistical Package for the Social Sciences Inc., Chicago, IL, EUA) para realizar as análises estatísticas.

A confiabilidade do HHD para avaliação da força muscular do quadríceps e dos isquiotibiais foram analisadas pelo coeficiente de correlação intraclassa (ICC), sendo o ICC uma ferramenta estatística que avalia o instrumento da seguinte forma: valores <0,69 indica

confiabilidade fraca, entre 0,70–0,79 indica confiabilidade razoável, entre 0,80–0,89 indica boa confiabilidade e na faixa de 0,90–1,0 indica excelente confiabilidade (ATKINSON et al., 1998).

A concordância foi avaliada pelo erro padrão de medição (SEM), pela mínima mudança detectável (MDC) e pelos limites de concordância (LOA). O SEM foi determinado a partir da divisão do desvio padrão (DP) das diferenças médias entre as duas medidas pela raiz quadrada de 1 menos o ICC ($DP \text{ diferenças} \div \sqrt{1-ICC}$), enquanto para calcular a variável MDC que observa a menor alteração considerada significativa se utilizou a fórmula $MDC = 1,96 \times \sqrt{2} \times SEM$. Além disso, os LOA foram determinados a partir do DP das diferenças entre as avaliações e multiplicados por 1,96 (ALMEIDA et al., 2019).

A validade do constructo do HHD com o dinamômetro isocinético foi interpretada através do coeficiente de correlação de Pearson que determina o grau da correlação entre dois instrumentos por meio dos seguintes valores estabelecidos: <0,5 indica validade fraca, entre 0,5–0,75 indica validade moderada a boa e acima de 0,75 indica validade excelente (ALMEIDA et al., 2017).

3. RESULTADOS

Cinquenta joelhos foram avaliados para verificar a confiabilidade intra-examinador e cinquenta e dois joelhos para confiabilidade inter-examinador da avaliação de força isométrica com HHD para isquiotibiais e quadríceps. Um participante foi excluído da confiabilidade intra-examinador por não ter sido reavaliado no tempo determinado (5-7 dias) após a avaliação. Foram incluídos 27 participantes com RLCA de acordo com os critérios de elegibilidade da validação.

3.1 Característica da amostra

As características dos 27 participantes com RLCA são apresentadas (tabela 1).

Tabela 1 - Característica da amostra

Variável	Média ± DP
----------	------------

Sexo (%)	82,1 masculino
Peso (kg)	77,6 ± 10,5
IMC (kg/m ²)	26 ± 3,15
Idade (anos)	27,6 ± 7,3
Esporte (%)	60,7 futebol
Tempo entre a lesão e a cirurgia (meses)	23,4 ± 23,5
Tempo entre a cirurgia e o acompanhamento (meses)	17,2 ± 23,1
IKDC (0-100)	81,1 ± 15,2
ACL-RSI (0-100)	58,3 ± 22,4
Enxerto (%)	Tendão 85,7 flexores
Força isocinética do quadríceps MNL (Nm/kg*100)	216,5 ± 42,2
Força isocinética dos isquiotibiais MNL (Nm/kg*100)	104,8 ± 25
Força isocinética do quadríceps ML (Nm/kg*100)	179,6 ± 47,7
Força isocinética dos isquiotibiais ML (Nm/kg*100)	107,9 ± 27,5
HHD Quadríceps MNL (Nm/kg*100)	158,5 ± 48,6
HHD isquiotibiais MNL (Nm/kg*100)	101,6 ± 33,1
HHD Quadríceps ML (Nm/kg*100)	103,1 ± 30
HHD isquiotibiais ML (Nm/kg*100)	92,7 ± 32

Índice de massa corporal IMC , Comitê Internacional de Documentação do Joelho do IKDC , Escala de Retorno ao Esporte do Ligamento Cruzado Anterior ACL-RSI após Lesão, Membro não lesionado MNL, Membro lesionado ML

3.2 Confiabilidade e Concordância

O dinamômetro isométrico apresentou excelente confiabilidade intra-avaliador para extensão e flexão (ICC = .863; 95% IC: .759 - .922) do joelho (ICC = .852; 95% IC: .740 - .916), e excelente confiabilidade inter-examinador para extensão (ICC = .957; 95% IC: .925 - .975) e flexão (ICC = .961; 95% IC: .932 - .978) do joelho. O LOA determinado foi de 5,63, enquanto o SEM foi de 1,13 N m/kg e o MDC foi de 3,14 N m/kg.

3.3 Validação

O dinamômetro isométrico em 45° de flexão do joelho apresentou validade moderada a boa com o PT no dinamômetro isocinético para extensão e flexão ($r = 0,624$; $P < 0,001$) do joelho.

4. DISCUSSÃO

Fisioterapeutas devem utilizar a força muscular como um dos parâmetros para alta do processo de reabilitação e liberar o atleta para a prática esportiva, sendo necessário utilizar instrumentos confiáveis para avaliação desse importante critério. Os resultados deste estudo demonstraram que é o HHD em angulação de 45° do flexão de joelho é um instrumento válido para avaliar a força de quadríceps e isquiotibiais após RLCA de maneira isolada com correlação moderada a boa com o dinamômetro isocinético, além de mostrar excelente confiabilidade intra-avaliador e excelente interavaliador.

O dinamômetro manual mensura a força de uma forma mais prática, possui fácil executabilidade, além de ser portátil facilitando a avaliação clínica e as tomadas de decisões do profissional com um custo financeiro significativamente mais baixo que o padrão-ouro (STARK et al., 2011). (URHAUSEN et al., 2022). A fraqueza dos músculos extensores e flexores de joelho, déficits entre membro lesionado e não lesionado $\geq 10\%$ estão associados à maior chance de uma nova ruptura do LCA, sendo o HHD um equipamento de alto valor clínico para identificação de assimetrias podendo ser utilizado amplamente em ambulatórios e clínicas desportivas (ALMEIDA et al., 2019; MAESTRONI et al., 2021).

O Estudo de Stark et al (2011) considera que o HHD não substituirá completamente o dispositivo de teste isocinético no ambiente clínico. No entanto, a diferença de custo entre os equipamentos é bastante grande, enquanto o dispositivo isocinético pode custar US\$ 40.000 ou mais com custos adicionais relacionadas a manutenção, o HHD custa em torno de US\$

1.000, além do fácil uso e portabilidade permite que o dinamômetro manual seja considerado um instrumento necessário para avaliar força muscular.

Este estudo padronizou a estabilização de todos os participantes para evitar compensações e o tempo de descanso durante a avaliação com intuito de reduzir a possibilidade de viés. Nenhum estudo anteriormente a este foi realizado verificando o potencial do HHD para avaliar a força de isquiotibiais e a angulação de 45° do flexão de joelho em ser utilizado numa população específica como participantes que passaram por RLCA.

Além de nenhum estudo ter feito o processo de confiabilidade e validação na angulação de 45°, outro contexto está na perspectiva da biomecânica, pois o torque da extensão máxima do joelho ocorre entre 45 e 70 graus de flexão do joelho e por outro lado há menos torque produzido nas angulações extremas próximas da flexão e extensão total, além disso, a alavancagem utilizada pelo quadríceps é maior entre cerca de 60 e 20 graus de flexão do joelho (NEUMANN et al., 2021). O arco de movimento entre 80 e 30 graus de flexão é utilizado em muitas atividades funcionais que incorporam o torque de extensão do joelho de esforço máximo como subir um degrau alto, levantar-se de uma cadeira ou se manter em uma posição de agachamento parcial ao participar de esportes que envolvem o movimento de pivô como basquetebol, handebol e futebol (NEUMANN et al., 2021).

Algumas limitações deste estudo foi não considerar o tipo de enxerto para a avaliação da força e comparação entre os membros lesionado e não-lesionado, além de não controlar o processo de intervenção fisioterapêutica no pós-operatório. Ademais, a angulação de 45° de flexão de joelho pode se tornar uma dificuldade para o clínico conseguir realizar a avaliação de força isométrica para flexores de joelho devido ao posicionamento do paciente nesse ângulo.

5 CONCLUSÃO

A avaliação da força de quadríceps e isquiotibiais pelo dinamômetro isométrico em 45° de flexão de joelho é uma opção válida e confiável comparado ao dinamômetro isocinético em pacientes que passaram por cirurgia de reconstrução do LCA, além de fácil manuseio e ter um custo mais barato, podendo ser utilizado amplamente na prática clínica para avaliação ajudando clínicos na tomada de decisão para evolução do processo de reabilitação e possível alta de pacientes submetidos à RLCA para retorno ao esporte.

REFERÊNCIAS

- ALBANO, Thamyla Rocha et al. Measurement properties of the Brazilian Portuguese anterior cruciate ligament-return to sport after injury (ACL-RSI) scale short version after anterior cruciate ligament reconstruction. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, v. 26, n. 4, p. 100421, 2022.
- ALMEIDA, Gabriel Peixoto Leão; ALBANO, Thamyla Rocha; MELO, Antônio Kayro Pereira. Hand-held dynamometer identifies asymmetries in torque of the quadriceps muscle after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, v. 27, p. 2494-2501, 2019.
- ALMEIDA, Gabriel Peixoto Leão et al. Reliability and validity of the hip stability isometric test (HipSIT): a new method to assess hip posterolateral muscle strength. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, v. 47, n. 12, p. 906-913, 2017.
- ATKINSON, Greg; NEVILL, Alan M. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine*, v. 26, p. 217-238, 1998.
- BOSSUYT, P. M. et al. STARD 2015: an updated list of essential items for reporting diagnostic accuracy studies.[Online]. *BMJ* 351, h5527. 2015.
- DIERMEIER, Theresa Anita et al. Treatment after ACL injury: panther symposium ACL treatment consensus group. *British Journal of Sports Medicine*, v. 55, n. 1, p. 14-22, 2021.
- ENGELLEN-VAN MELICK, Nicky et al. Assessment of functional performance after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review of measurement procedures. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, v. 21, p. 869-879, 2013.
- GRINDEM, Hege et al. Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after ACL reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. *British journal of sports medicine*, v. 50, n. 13, p. 804-808, 2016.
- DELLA VILLA, Francesco et al. High rate of second ACL injury following ACL reconstruction in male professional footballers: an updated longitudinal analysis from 118 players in the UEFA Elite Club Injury Study. *British journal of sports medicine*, v. 55, n. 23, p. 1350-1357, 2021.
- HIRANO, Masahiro et al. Validity and reliability of isometric knee extension muscle strength measurements using a belt-stabilized hand-held dynamometer: a comparison with the measurement using an isokinetic dynamometer in a sitting posture. *Journal of Physical Therapy Science*, v. 32, n. 2, p. 120-124, 2020.
- KNEZEVIC, Olivera M. et al. Alternating consecutive maximum contraction as a test of muscle function in athletes following ACL reconstruction. *Journal of human kinetics*, v. 35, n. 1, p. 5-13, 2012.
- KOTSIFAKI, Roula et al. Aspetar clinical practice guideline on rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *British Journal of Sports Medicine*, v. 57, n. 9, p. 500-514, 2023.

KOTTNER, Jan et al. Guidelines for reporting reliability and agreement studies (GRRAS) were proposed. *International journal of nursing studies*, v. 48, n. 6, p. 661-671, 2011.

LYNCH, Andrew D. et al. Consensus criteria for defining 'successful outcome' after ACL injury and reconstruction: a Delaware-Oslo ACL cohort investigation. *British journal of sports medicine*, v. 49, n. 5, p. 335-342, 2015.

MAESTRONI, Luca et al. Strength, rate of force development, power and reactive strength in adult male athletic populations post anterior cruciate ligament reconstruction-A systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy in Sport*, v. 47, p. 91-104, 2021.

METSAVAHT, Leonardo et al. Translation and cross-cultural adaptation of the lower extremity functional scale into a Brazilian Portuguese version and validation on patients with knee injuries. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, v. 42, n. 11, p. 932-939, 2012.

METSAVAHT, Leonardo et al. Translation and cross-cultural adaptation of the Brazilian version of the International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form: validity and reproducibility. *The American journal of sports medicine*, v. 38, n. 9, p. 1894-1899, 2010.

MOKKINK, Lidwine B. et al. COSMIN Risk of Bias tool to assess the quality of studies on reliability or measurement error of outcome measurement instruments: a Delphi study. *BMC medical research methodology*, v. 20, p. 1-13, 2020.

NEUMANN, Donald A.. *Cinesiologia do aparelho musculoesquelético: fundamentos para reabilitação*. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2021, 754 p.

SILVA, Laryssa Oliveira et al. Translation, cross-adaptation and measurement properties of the Brazilian version of the ACL-RSI Scale and ACL-QoL Questionnaire in patients with anterior cruciate ligament reconstruction. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, v. 22, n. 2, p. 127-134, 2018.

STARK, Timothy et al. Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. *PM&R*, v. 3, n. 5, p. 472-479, 2011.

URHAUSEN, Anouk P. et al. Measurement properties for muscle strength tests following anterior cruciate ligament and/or meniscus injury: what tests to use and where do we need to go? A systematic review with meta-analyses for the OPTIKNEE consensus. *British Journal of Sports Medicine*, v. 56, n. 24, p. 1422-1431, 2022.

WELLING, Wouter et al. Progressive strength training restores quadriceps and hamstring muscle strength within 7 months after ACL reconstruction in amateur male soccer players. *Physical Therapy in Sport*, v. 40, p. 10-18, 2019.