



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE MEDICINA
Departamento de Fisioterapia

EDSON BRUNO VIDAL DE SOUSA

PROPRIEDADES CLINIMÉTRICAS DO *KNEE EXTENSION PRONE TEST (KEPT)*: *Um novo método para avaliar o déficit de hiperextensão do joelho*

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FORTALEZA

2019

EDSON BRUNO VIDAL DE SOUSA

PROPRIEDADES CLINIMÉTRICAS DO *KNEE EXTENSION PRONE TEST* (KEPT): *Um novo método para avaliar o déficit de hiperextensão do joelho*

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal do Ceará como requisito obrigatório à obtenção do título de bacharel em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Olavo de Paula Lima

FORTALEZA

2019

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, minhas referências de
vida e de luta.*

“Havia ali a massa de um homem futuro, à espera que os anos, cuja ação é lenta, oportuna e inevitável, lhe dessem flacidez ao caráter e virilidade à razão.”

Machado de Assis

AGRADECIMENTOS

Nada se constrói sozinho, não se chega a lugar algum sem o impulso fundamental daqueles que sonham os teus sonhos.

A Deus, pela sustentação e abundante misericórdia, pela renovação das forças em cada momento que pareceu não ser possível prosseguir, pela proteção e condução de cada passo na minha vida.

A minha mãe, Francisca Antônia, pelo incansável amor e pelo esforço incessante, por tornar possível e me fazer acreditar na realização de cada objetivo, por me encorajar e me impulsionar a ser uma pessoa melhor, pelo cuidado e pela sua entrega sempre presentes.

Ao meu pai, José Augusto, por me educar pelo seu exemplo de ser humano, pelo esforço e pelo apoio incondicional em cada etapa da minha vida, pelo amor e a generosidade sempre presentes.

Aos meus irmãos, pela torcida, pelo apoio e o incentivo, sempre presentes.

A minha namorada, Brena, por todo o suporte e amor, por não medir esforços em ajudar, por cada demonstração de incentivo, pela paciência e compreensão nos momentos de ausência, por ser meu porto seguro nos momentos de stress e dificuldade, por renovar minhas forças nos momentos de exaustão.

Ao meu orientador, Professor Doutor Pedro Olavo de Paula Lima, pela qualificada contribuição para a construção e resultado final deste trabalho, pelo exemplo de pessoa e de profissional que sempre foi, pela orientação acadêmica e de vida.

A colega de projeto, Ana Lídia, pela valorosa contribuição na coleta dos dados necessários para esta pesquisa.

Ao Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal do Ceará, por ter me acolhido, e por ter representado de forma tão marcante e especial o papel da minha casa nestes últimos 5 anos de graduação.

A todos estes, o meu mais sincero e profundo muito obrigado, por tudo e por tanto!

Edson Bruno Vidal de Sousa

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	4
MÉTODOS	5
Delineamento, local e período do estudo	5
Amostra	5
Procedimentos.....	6
Goniometria lateral do joelho	6
Inclinometria Digital Anterior na Tíbia	7
Fotogrametria Computadorizada em Supino / Prono.....	7
KEPT	7
Análise estatística.....	8
RESULTADOS	9
Validade e reprodutibilidade.....	10
DISCUSSÃO	11
CONCLUSÃO	12
APÊNDICES.....	16

PROPRIEDADES CLINIMÉTRICAS DO *KNEE EXTENSION PRONE TEST (KEPT)*: *Um novo método para avaliar o déficit de hiperextensão do joelho*

Edson Bruno Vidal de Sousa, PT Student²

Ana Lúcia Maia, PT Student²

Márcio Almeida Bezerra, PT, PhD^{1,2}

Rodrigo Ribeiro de Oliveira, PT, PhD^{1,2}

Gabriel Peixoto Leão Almeida, PT, PhD^{1,2}

Pedro Olavo de Paula Lima, PT, PhD^{1,2}

¹ Department of Physical Therapy / Federal University of Ceará, Fortaleza, Ceará, CE, Brazil.

² League of Sport Physical Therapy / Federal University of Ceará, Fortaleza, Ceará, CE, Brazil.

Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal do Ceará com o protocolo de número: 2.906.071

Corresponding Author:

Pedro Olavo de Paula Lima

Rua Coronel Nunes de Melo, nº 1127, 1º andar – Campus do Porangabussu – Rodolfo Teófilo

Zip 60430-275 – Fortaleza – Ceará

Telephone +55 85 3366 8091

E-mail: pedrolima@ufc.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2081-571X>

Twitter: @pedrolimaufc / Instagram: @pedroolima

Declaração de contribuições do autor:

Todos os autores contribuíram para a concepção e delineamento do estudo. A preparação do material, a coleta e a análise dos dados foram realizadas por Edson Bruno Vidal de Sousa, Ana Lúcia Maia e Pedro Olavo de Paula Lima. O primeiro rascunho do manuscrito foi escrito por Edson Bruno Vidal de Sousa. Supervisão e revisão escrita do estudo foram realizadas por Pedro Olavo de Paula Lima, Márcio Almeida Bezerra, Rodrigo Ribeiro de Oliveira e Gabriel Peixoto Leão Almeida, e todos os autores comentaram as versões anteriores do manuscrito. Todos os autores leram e aprovaram o manuscrito final.

Declaração de conflito de interesse:

Todos os autores declaram não possuir conflitos de interesse.

RESUMO

INTRODUÇÃO: A perda da ADM final de hiperextensão do joelho é uma das principais consequências após uma lesão nessa articulação, e essa sequela causa importantes alterações biomecânicas e prejuízos funcionais. Aplicativos de inclinometria para smartphone, são instrumentos de baixo custo capazes de determinar o déficit de hiperextensão do joelho, com base na diferença de inclinação em graus entre os membros inferiores na posição prona. **OBJETIVO:** Analisar a validade concorrente e confiabilidade de um novo método de avaliação do déficit de hiperextensão do joelho em prono (*knee extension prone test* - KEPT). **MÉTODOS:** Estudo transversal de confiabilidade. 2 examinadores realizaram as avaliações: 1. Goniometria lateral do joelho; 2. Inclinometria anterior da tibia; 3. Fotogrametria lateral em supino; 4. Fotogrametria lateral em prono; 5. Inclinometria sobre uma base entre os calcâneos na posição prona (novo método proposto - KEPT). Os indivíduos foram divididos em dois grupos, G1: Saudáveis, e G2: Com histórico de lesão no joelho. A validade concorrente do KEPT e a confiabilidade intra- e inter-examinador foram analisadas com o coeficiente de correlação linear de Pearson (r) e coeficiente de correlação intraclasse (CCI). **RESULTADOS:** O KEPT demonstrou excelente confiabilidade intra e interexaminadores. O erro padrão de medida foi 0,47° e 1,30°, já alteração mínima detectável foi 2,35 e 6,5° na comparação intra e interexaminadores respectivamente. A validade KEPT variou de moderada a boa ($p < 0,01$) **CONCLUSÃO:** O KEPT demonstrou ser válido e confiável para avaliação do déficit de hiperextensão do joelho tanto em indivíduos saudáveis quanto em pacientes com lesão no joelho.

Palavras-chave: Validade e confiabilidade; Articulação do joelho; Amplitude de movimento articular; Técnicas e procedimentos diagnósticos.

ABSTRACT

BACKGROUND: The loss of the final knee hyperextension ROM is one of the main consequences after an injury to this joint, and this sequel causes important biomechanical changes and functional impairment. Inclination applications for smartphones are low-cost instruments that can determine the knee hyperextension deficit based on the difference in inclination between the lower limbs in prone position.

OBJECTIVE: To analyze the concurrent validity and reliability of a new method for assessing knee extension prone test (KEPT). **METHODS:** Cross-sectional study of reliability. Two examiners performed the evaluations: 1. Lateral knee goniometry; 2. Anterior tibial inclinometry; 3. Lateral supine photogrammetry; 4. Lateral photogrammetry in prone; 5. Inclination on a base between the heels in the prone position (proposed new method - KEPT). The individuals were divided into two groups, G1: Healthy, and G2: With history of knee injury. Concurrent KEPT validity and intra- and inter-examiner reliability were analyzed using Pearson's linear correlation coefficient (r) and intraclass correlation coefficient (ICC). **RESULTS:** KEPT demonstrated excellent intra and inter-examiner reliability. The standard error of measurement was 0.47° and 1.30° , whereas the minimum detectable change was 2.35 and 6.5° in the intra and interexaminer comparison respectively. KEPT validity ranged from moderate to good ($p < 0.01$). **CONCLUSION:** KEPT has been shown to be valid and reliable for assessing knee hyperextension deficit in both healthy individuals and patients with knee injuries.

Keywords: Validity and reliability; Knee joint; Joint range of motion; Patient Outcome Assessment.

1 INTRODUÇÃO

2
3 O déficit da amplitude de movimento (ADM) da extensão terminal está entre as complicações mais
4 frequentes e severas após lesões e procedimentos cirúrgicos no joelho [1], fato que representa impacto
5 negativo para o indivíduo acometido, e se torna uma problemática de difícil administração no processo de
6 reabilitação [2]. Enquanto alguns estudos descrevem uma incidência do déficit de hiperextensão de joelho
7 variando de 4% a 15% [1], outros achados revelaram uma taxa ainda maior, que variou de 5% até 35% em
8 pacientes que foram submetidos a cirurgias de reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) [3].
9 Estima-se ainda, que uma contratatura em flexão residual esteja presente em 60% dos pacientes com queixas
10 osteoartrosíticas submetidos a cirurgia de Artroplastia Total do Joelho (ATJ) [4].

11 Determinar a origem da perda de extensão de joelho permanece um desafio na rotina clínica de
12 profissionais de reabilitação. A limitação da extensão terminal do joelho pode ser justificada pela rigidez
13 de estruturas da região posterior da articulação, como hiper ativação da musculatura isquiotibial associada
14 a restrição de cápsula articular [5]. Outras complicações comuns presentes na ocorrência de lesões no joelho
15 podem explicar o déficit de extensão, como a dor, edema, e fraqueza muscular [6]. Além disso, a
16 artrofibrose no interior da articulação, desenvolvida após uma abordagem cirúrgica, resulta em um bloqueio
17 mecânico que se contrapõe ao movimento de extensão do joelho [1].

18 A perda da extensão terminal do joelho é uma condição potencialmente debilitante. Com a persistência
19 dessa complicação, o indivíduo pode desenvolver disfunções de deambulação e experimentar sintomas
20 dolorosos no joelho, com prejuízo importante na sua auto eficácia e qualidade de vida [7]. A diminuição da
21 eficiência do mecanismo extensor é outro aspecto marcante. Com a ativação do quadríceps femoral
22 prejudicada, um impacto negativo é produzido sobre a capacidade do indivíduo de gerar força necessária
23 para atividades funcionais, como a marcha, agachamentos, ou a subida e descida de degraus [8]. Além
24 disso, a perda de extensão do joelho obriga o indivíduo a adotar um padrão de marcha anômalo, o que por
25 sua vez, resulta em redução da velocidade de caminhada e claudicação [5, 9]. Outras consequências são o
26 aumento do estresse patelo-femural e do gasto energético [10], e desenvolvimento de osteoartrose de joelho
27 [9, 11, 12].

28 Nesse contexto, é evidente a necessidade de minimizar os danos do déficit de extensão do joelho, e a
29 avaliação precisa da condição atual é determinante para a estratégia de reabilitação. Uma variedade de
30 métodos está disponível para avaliação da ADM do joelho, a goniometria, é considerada a medida mais
31 objetiva para a avaliação da ADM articular [13]. Entre suas vantagens estão a facilidade de manuseio, baixo
32 custo e ser não invasivo [14, 15]. Todavia, erros de medida podem ocorrer a partir das características do
33 instrumento, da influência do examinador, assim como, pela variabilidade da condição do indivíduo em
34 avaliação. Além disso, o goniômetro pode não ser capaz de detectar diferenças discretas na ADM de
35 extensão do joelho [16].

36 A fotogrametria digital computadorizada, está entre os métodos que apresentam maior precisão
37 para avaliações estáticas, sendo capaz de detectar discretas assimetrias de ADM [17]. No entanto, por
38 necessitar de aparato tecnológico de elevado custo, se torna economicamente inviável para muitos

39 profissionais. Além disso, não é vantajoso do ponto de vista prático, uma vez que requer ajuste de
40 posicionamento da câmera, do paciente, e análise posterior dos dados fotográficos, tornando o processo
41 demorado e pouco eficiente.

42 Aplicações de smartphone para mensurar a ADM articular são cada vez mais populares na prática
43 dos profissionais de saúde. Esses recursos virtuais se baseiam na variação de movimento e são capazes de
44 gerar leituras quantitativas das diferentes articulações do corpo [15]. Considerando as limitações dos outros
45 métodos anteriormente citados, o *knee extension prone test* (KEPT) surge como uma alternativa inovadora
46 para avaliação do déficit de hiperextensão de joelho, ao mesmo tempo em que é acessível a um baixo custo,
47 pode facilitar e agilizar o processo de avaliação com o fornecimento imediato dos dados ao examinador.

48 O objetivo do presente estudo foi verificar a reprodutibilidade clínica do KEPT para avaliação de
49 déficits de hiperextensão de joelho, ao determinar a sua confiabilidade e a validade concorrente quando
50 comparadas aos métodos comumente utilizados: Goniometria lateral do joelho, inclinometria digital
51 posicionada anteriormente na tíbia e a fotogrametria computadorizada lateral do joelho. A partir disso,
52 hipotetizou-se que o método proposto obteria altos níveis de reprodutibilidade, com medidas confiáveis e
53 válidas, tanto com relação a comparação intra- e inter-examinadores, como na comparação com os outros
54 métodos testados neste trabalho.

55 **MÉTODOS**

56

57 *Delineamento, local e período do estudo*

58 Foi conduzido um estudo transversal de confiabilidade no Laboratório de Análise do Movimento
59 Humano (LAMH) da Universidade Federal do Ceará (UFC) no período de setembro de 2018 a julho de
60 2019. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da UFC sob o parecer: 2.906.071. O
61 consentimento informado foi obtido de todos os participantes individuais incluídos no estudo por meio da
62 assinatura de um termo escrito. Após uma revisão da literatura e definição dos objetivos, 3 metodologias
63 com níveis elevados de reprodutibilidade para avaliar o déficit de hiperextensão do joelho foram
64 selecionadas. Estas foram utilizadas para testar a consistência técnica dos investigadores com a análise da
65 confiabilidade intra- e inter-examinador, e fator de comparação para a determinar a validade concorrente
66 do método proposto.

67 *Amostra*

68 A amostra foi selecionada por conveniência nos ambulatórios de fisioterapia esportiva e joelho do
69 Departamento de Fisioterapia da UFC. A amostra final foi composta por 100 indivíduos (52 homens), que
70 foram divididos em dois grupos obedecendo aos seguintes critérios de inclusão:

71 Grupo 1 – Adultos saudáveis, de faixa etária entre 18 e 70 anos de idade, e que não apresentasse queixa ou
72 sintoma em qualquer um dos joelhos.

73 Grupo 2 – Adultos com faixa etária entre 18 e 70 anos de idade, com histórico de lesão e/ou queixas
74 sintomáticas em pelo menos um dos joelhos, com início dos sintomas de até 6 meses anterior à data da
75 avaliação.

76 Com relação aos critérios de exclusão do estudo, se considerou os seguintes aspectos relativos a
77 amostra: comprometimento neurológico que impossibilitasse a manutenção da postura requerida pelo teste;
78 fase aguda de lesão (ligamentar, tendinosa ou meniscal); gestantes ou mulheres em fase de lactação, e a
79 presença de dor com score a partir de 5 na escala numérica de dor (END).

80 ***Procedimentos***

81 Foram recrutados dois examinadores independentes, estudantes de graduação em fisioterapia da
82 UFC, examinador A [homem, 26 anos, 8º período] e examinador B [mulher, 21 anos, 6º período], em
83 seguida um estudo piloto foi desenvolvido com o objetivo de padronização das avaliações com relação as
84 características de cada método. As mesmas condições ambientais, clínicas e temporais foram adotadas para
85 mitigar influências externas durante o processo de avaliação e coleta de dados.

86 Os participantes preencheram uma ficha de avaliação com dados antropométricos e clínicos para
87 caracterização da amostra. Após essa etapa inicial, a avaliação das medidas de hiperextensão do joelho era
88 iniciado com a execução dos testes obedecendo a seguinte ordem: (1) Goniometria lateral do joelho, (2)
89 Inclínometria digital anterior da tíbia, (3) Fotogrametria computadorizada em decúbito dorsal, (4)
90 Fotogrametria computadorizada em decúbito ventral, e (5) KEPT. Todas as avaliações foram realizadas de
91 forma bilateral e comparativa. Para análise da confiabilidade intra-examinador, o KEPT foi realizado em
92 duas ocasiões pelo examinador (A), desse modo, os primeiros valores obtidos representam (A1) e o re-teste
93 representa a segunda medida (A2). O segundo examinador (B) representou as medidas utilizadas para
94 verificar a confiabilidade inter-examinador.

95 ***Goniometria lateral do joelho***

96 Para realização da goniometria foi utilizado um goniômetro de acrílico da marca *Carci® (Ind e*
97 *com. de apar. cirúr. e ortop. LTDA.)* de 35 cm com dois braços móveis em um arco de movimento angular
98 de 360° [18]. Cada indivíduo foi posicionado em decúbito dorsal sobre uma maca de exame padrão (190
99 cm de comprimento x 75 cm de altura x 70 de largura), o calcânhar do membro a ser avaliado, na altura do
100 tendão calcâneo, repousou sobre uma base rígida (*Foam Roller* – 15 cm de diâmetro x 30 cm de
101 comprimento), evidenciando de forma passiva a máxima ADM de extensão disponível.

102 Em seguida, o goniômetro foi posicionado obedecendo a colocação de marcadores em pontos
103 anatômicos de referência, onde o braço fixo foi alinhado com o trocânter maior do fêmur, o eixo foi alinhado
104 com um ponto médio na distância entre o epicôndilo lateral do fêmur e a cabeça da fíbula, e o braço móvel
105 alinhado com o maléolo lateral da fíbula [8, 12, 19, 20]. Os valores em graus (°) de hiperextensão foram
106 classificados como positivos, já os valores de flexão foram classificados como negativos (extensão
107 negativa). Cada avaliação foi realizada de modo bilateral e comparativa, adotando o padrão de iniciar a
108 medida sempre pelo membro dominante em indivíduos não lesionados, e pelo membro acometido nos
109 indivíduos com histórico de lesão.

110 ***Inclinometria Digital Anterior na Tíbia***

111 O segundo teste da sequência utilizou o mesmo posicionamento do teste anterior de goniometria,
112 na sequência a inclinação da hiperextensão do joelho foi avaliada com o app, com o smartphone sendo
113 posicionado anteriormente sobre a crista tibial e 10 cm abaixo da tuberosidade anterior da tíbia [21-23]

114 ***Fotogrametria Computadorizada em Supino / Prono***

115 O terceiro teste foi baseado na utilização de um programa de computador de análise biomecânica
116 e cálculo angular. O paciente foi posicionado de forma idêntica aos testes anteriores. A perna se manteve
117 paralela a borda mesa de exame, e foram colocados marcadores nos pontos anatômicos de referência para
118 determinar a angulação do joelho em extensão passiva no momento da análise fotográfica. O marcador no
119 centro de rotação da articulação do joelho foi colocado no ponto médio da distância entre o epicôndilo
120 lateral do fêmur e a cabeça da fíbula, o marcador proximal foi colocado no trocânter maior do fêmur, e o
121 marcador distal foi colocado no centro do maléolo lateral [24-26].

122 Para o registro fotográfico, foi utilizado um smartphone (*Motorola® - Moto G5S com câmera de 16mp,*
123 *e resolução de imagem 4608 x 3456 pixel*). A lente da câmera foi posicionada a 90 cm de altura sobre um
124 tripé fixo ao solo, e a uma distância de 1,2 m lateralmente em relação a borda da mesa de exame, de modo
125 que o campo visual capturado na imagem exibisse por completo o membro inferior do indivíduo,
126 identificando todos os marcadores [26]. Todas as imagens foram salvas em pastas de armazenamento online
127 com identificação referente a cada participante; Posterior a isso, foram analisadas isoladamente pelos dois
128 examinadores (A e B) utilizando o software *Kinovea®*, um programa de computador que oferece
129 ferramentas de análise de imagens e vídeos, como a mensuração de ângulos pela adição de linhas e vetores
130 à imagem [27].

131 O quarto teste se baseou na avaliação anterior, porém, semelhante ao método proposto por esse
132 estudo em termos de posicionamento. Então, o participante a ser avaliado adotou a posição prona,
133 centralizado com os membros inferiores suspensos fora da maca, tendo como referência a base das patelas.
134 O registro das medidas foi realizado com o mesmo posicionamento de câmera da avaliação anterior, com
135 o diferencial de fornecer a análise do ângulo de extensão passiva do joelho com a incidência da ação da
136 gravidade.

137

138 **Por gentileza, inserir figura 1**

139

140 ***KEPT***

141 O método de avaliação que propomos se baseou na mensuração do déficit de hiperextensão do
142 joelho levando em conta a diferença de nível entre os membros inferiores do paciente ao serem suspensos
143 na posição prona para fora da mesa de exame. Foi considerado déficit de extensão quando um dos membros
144 não atingiu a ADM de hiperextensão passiva completamente em relação ao membro contralateral,
145 permanecendo mais alto [28, 29].

146 Obedecendo o protocolo de posicionamento, o participante permaneceu igualmente ao teste
147 anterior de fotogrametria em prono. Os membros inferiores suspensos fora da maca, alinhados na altura dos

148 quadris e dos ombros, e com a face repousando sobre as mãos. O participante foi orientado a ficar totalmente
149 relaxado no momento da medida. Uma haste rígida de alumínio (5 mm de espessura x 5 cm de largura x 40
150 cm de comprimento) foi posicionada sobre o ponto médio do osso calcâneo de cada membro, obtendo-se
151 uma superfície retilínea que evidenciava a diferença de inclinação entre os membros.

152 Em seguida, um smartphone (*Motorola*[®] - *Moto G5S*) com o app de inclinometria digital G-Pro
153 foi colocado no ponto central da haste, onde cada examinador após aguardar a estabilização do marcador
154 na tela de mensuração do aplicativo, realizou uma única medida, congelando o medidor com um toque na
155 tela do smartphone. A partir disso, considerou-se déficit de hiperextensão de joelho o membro mais elevado
156 em relação ao contralateral, logo uma inclinação de por exemplo 5° mostrada pelo aplicativo, representou
157 um déficit de hiperextensão de joelho de 5° para esse respectivo membro.

158 Para análise da confiabilidade inter-examinador, todas as avaliações foram realizadas pelos dois
159 examinadores (A e B), que foram cegados quanto aos resultados um do outro. Primeiramente o examinador
160 (A) realizou todos os testes, com o intervalo de 3 minutos entre eles para registro dos dados e ajustes do
161 posicionamento do paciente e dos equipamento do teste seguinte. Enquanto o examinador (A) realizava a
162 bateria de avaliações (A1), o examinador (B) permaneceu fora do ambiente de coleta dos dados, e só após
163 decorridos 10 minutos da finalização do primeiro examinador realizou na mesma sequência todos os testes.
164 Para a verificação da confiabilidade intra-examinador do método, uma segunda medida do KEPT (A2) foi
165 realizada com cada participante, respeitando um período de pelo menos 7 dias desde a avaliação inicial. A
166 análise da validade concorrente foi baseada nas medidas de déficit encontradas pelo KEPT em comparação
167 com as medidas de déficit exibidas pelos outros métodos testados nesse estudo.

168

169 **Por gentileza, inserir figura 2**

170

171 *Análise estatística*

172 A caracterização da mostra foi realizada com uso de estatísticas descritivas de média e o desvio padrão
173 (DP) que detalharam as características físicas, clínicas e antropométricas dos indivíduos que compuseram
174 os dois grupos do estudo, assim como as variáveis de desfecho. A parte inicial do plano estatístico buscou
175 determinar os valores de confiabilidade intra- e inter-examinador, para tanto verificou-se o grau de
176 consistência entre as medidas com os coeficientes de correlação de intraclassa (CCI). A interpretação da
177 força dos coeficientes de confiabilidade foi realizada considerando os seguintes valores: Correlações < 0,69
178 representaram baixo índice de confiabilidade; valores com variação entre 0,70 e 0,79 indicaram
179 confiabilidade razoável; 0,80 e 0,89 representaram boa confiabilidade; e uma variação do CCI de 0,90 e 1,0
180 indicou uma excelente confiabilidade das medidas, tanto inter- quanto intra-examinador [30].

181 A validade concorrente foi analisada com o coeficiente de correlação linear de Pearson (r) para verificar
182 o nível de correlação entre o método de avaliação desenvolvido neste estudo com os resultados dos outros
183 métodos testados. A força de correlação foi determinada conforme os valores a seguir: < 0,5 demonstrou
184 baixa validade; 0,50 e 0,75 validade de moderada a boa, e valores de correlação > 0,75 significaram
185 excelente validade. Três medidas de concordância foram utilizadas: Os gráficos de Bland-Altman, o erro

186 padrão de medida (EPM) e a mudança minimamente detectável (MMD), adotando-se um intervalo de
187 confiança (IC) de 95%. Os gráficos de Bland-Altman foram gerados para analisar os índices de
188 concordância entre o KEPT e os outros métodos de avaliação, além da concordância intra- e inter-
189 examinador. O EPM examina o erro aleatório relacionado a uma única medida do déficit de extensão usando
190 o KEPT. Já a MMD reflete uma alteração real da ADM de extensão do joelho quando confrontada com o
191 erro aleatório [31]. Os limites de concordância (LDC) foram calculados como o DP das diferenças
192 individuais de medida entre os examinadores e multiplicado por 1,96.

193

194

Por gentileza, inserir figura 3

195

196 Um grupo de indivíduos com histórico de lesão no joelho foi incorporado ao estudo para examinar as
197 possíveis diferenças entre indivíduos com, e teoricamente sem déficits entre os membros. Entretanto, não
198 foram construídas comparações entre os grupos, estas foram feitas apenas entre examinadores, que
199 utilizaram rigorosamente a mesma metodologia para coleta dos dados em todos os indivíduos que
200 compuseram a amostra final. Um nível de significância estatística com $p < 0,05$ foi estabelecida para todas
201 as análises, e os cálculos foram construídos com o programa SPSS versão 22.0 para Windows (SPSS, Inc.,
202 Chicago, IL, EUA).

203

204 **RESULTADOS**

205

206 A amostra final foi composta por um total de 100 participantes que contemplaram aos critérios de
207 elegibilidade e divididos em dois grupos: Não lesionados (G1) = 52%, e não lesionados (G2) = 48%
208 composto por indivíduos com histórico de lesão no joelho. Destes, 48 (48%) eram do sexo feminino e 52
209 % do sexo masculino. As características clínicas e antropométricas de todos os participantes estão
210 sumarizadas na tabela 1.

211

212

Por gentileza, inserir Tabela 1.

213

214 As lesões mais prevalentes foram a ruptura do LCA ($n = 19 / 39,6\%$), seguida de dor patelofemoral
215 ($n = 10 / 20,8\%$), e tendinopatia patelar ($n = 9 / 18,8\%$). Metade dos participantes do G2 relataram lesão no
216 membro inferior direito ($n = 24 / 50\%$). As características relacionadas aos indivíduos que compuseram o
217 grupo G2 são apresentadas na tabela 2. As medidas do KEPT realizadas no grupo lesionados apresentou
218 concorrente variação de boa a excelente validade concorrente. A fotogrametria computadorizada em
219 decúbito ventral foi o método com maior índice de correlação tanto para o examinador (A) quanto para o
220 examinador (B). Todos os valores estão descritos na tabela 3.

221 **Por gentileza, inserir Tabela 2.**

222 **Por gentileza, inserir Tabela 3.**

223

224

225 *Validade e reprodutibilidade*

226 Os valores médios e o desvio padrão geral das medidas para cada um dos métodos de avaliação
227 estão apresentados na tabela 4. A representação da variação média dos déficits para cada método nos grupos
228 lesionado e não lesionado é descrita na tabela 5. Os valores de confiabilidade estão apresentados na tabela
229 6. Com relação a validade concorrente geral de todas as medidas, o KEPT exibiu nível de correlação que
230 variou de moderado a bom em comparação com os outros métodos e todos os valores estão descritos na
231 tabela 7. De forma semelhante com a análise do grupo lesionado, o método de fotogrametria lateral em
232 decúbito ventral foi o que apresentou maior valor de correlação, tanto para o examinador (A) quanto para
233 o examinador (B), com o coeficiente de correlação de Pearson de 0,60 ($p<0,01$) e 0,62 ($p<0,01$),
234 respectivamente.

235 **Por gentileza, inserir Tabela 4.**

236 **Por gentileza, Inserir Tabela 5.**

237

238 Os limites de concordância variaram de $-3,28$ a $3,22^\circ$ para confiabilidade intra-examinador e de
239 $-4,75$ a $4,45^\circ$ para confiabilidade inter-examinador. Já para comparação com o método de fotogrametria em
240 DV a variação foi de $-6,21$ a $8,13^\circ$, conforme apresentado pelos gráficos de Bland-Altman (Fig2). Com
241 relação ao EPM a análise apresentou valores de $0,47^\circ$ e $1,30^\circ$, já o MMD mostrou valores de $2,35$ e $6,5^\circ$,
242 na comparação intra-examinador e inter-examinador respectivamente.

243 **Por gentileza, inserir Tabela 6.**

244 **Por gentileza, inserir Tabela 7.**

245

246

247 DISCUSSÃO

248

249 Com a evolução do processo de avaliação musculoesquelética, e a massificação do acesso a novas
250 tecnologias, diversos recursos para avaliação da ADM articular estão disponíveis na rotina dos profissionais
251 de saúde. Contudo, é fundamental identificar fatores de alteração das medidas de resultado. Qualquer
252 método ou instrumento deve ser rigorosamente testado antes de ser introduzido na prática, caso contrário,
253 uma avaliação que não forneça medidas precisas e confiáveis não possui valor clínico [32].

254 Diversos estudos descrevem excelentes níveis de reprodutibilidade para avaliação de ADM do
255 joelho a partir de estratégias que utilizaram aplicativos de smartphone [13, 23, 33-35]. De forma
256 semelhante, os resultados deste trabalho suportam que o KEPT é um método válido e com elevados índices
257 de confiabilidade para avaliar o déficit de hiperextensão de joelho com o paciente adotando a posição prona.
258 Além disso, o KEPT apresentou índices gerais de confiabilidade superiores aos outros métodos testados,
259 principalmente quando considerada a medida intra-examinador. Estes achados concordam com outros
260 trabalhos que encontraram excelentes níveis de confiabilidade ($ICC > 0,9$) intra- e inter-examinador para
261 avaliação da flexão e extensão de joelho, quando comparado o goniômetro com um aplicativo [31, 35], um
262 aplicativo com outro aplicativo [13], ou quando se compara examinadores experientes e com pouca
263 experiência [14].

264 Os índices de validade concorrente do KEPT também foram verificados ao se comparar as medidas
265 de déficit de hiperextensão de joelho entre todos os métodos. A fotogrametria em decúbito ventral foi o
266 método de avaliação que se correlacionou mais fortemente com o KEPT, apresentando $r = 0,606$ para o
267 examinador A e $r = 0,620$ para o examinador B. Curiosamente, este foi o método que mais se aproximou
268 em termos de posicionamento com o KEPT, uma vez que as duas metodologias utilizaram uma postura
269 prona com os membros suspensos, o que talvez justifique o nível superior de correlação quando comparado
270 aos demais métodos.

271 Um aspecto relevante, é que apesar da intenção de comparar diferentes modelos de avaliação do
272 déficit de hiperextensão do joelho, a variabilidade inerente a cada método pode não refletir com rigor os
273 resultados apresentados por outro método com o mesmo objetivo. Nesse sentido, a posição prona pode
274 induzir a extensão de joelho de forma distinta da posição supina, o que repercute em diferença de medidas.
275 Além disso, de acordo com o estudo de Jones et al [23], as medidas de ADM passiva do joelho podem
276 apresentar maior variabilidade do que uma avaliação ativa. Isto pode justificar os valores de validade
277 concorrente que variaram de moderada a boa em relação aos métodos que adotaram posicionamentos
278 diferentes do KEPT. O posicionamento proposto seguiu o raciocínio de que, a postura prona, com a
279 suspensão dos membros do paciente para fora maca, seja mais sensível para captar diferenças discretas na
280 extensão passiva dos joelhos, ao contrário da posição supina que identifica maiores graus de déficit de
281 extensão [28, 29].

282 Para a normalização das medidas do déficit de hiperextensão do joelho se considerou que no grupo
283 de indivíduos não lesionados o membro inferior dominante serviria de base para a comparação. Já no grupo
284 de lesionados, o membro inferior não lesionado foi apontado como fator de comparação. Entretanto, quando

285 se analisou o comportamento das medidas (vide tabela 5), observou-se que tanto para o examinador A
286 quanto para o examinador B, o grupo de não lesionados apresentou maiores graus de déficit em
287 praticamente todos os métodos quando comparado com o grupo de lesionados. Não estão claros os motivos
288 que justificam esses resultados, contudo, fatores que influenciam a precisão das medidas como as
289 características do instrumento, a experiência do examinador, localização dos pontos anatômicos e o
290 posicionamento do paciente durante o exame podem manter relação com a variabilidade dos dados [16,
291 23].

292 Instrumentos e métodos que favoreçam a otimização do processo de avaliação musculoesquelética
293 parecem possuir maior aceitação entre os profissionais. Nesse contexto, com a execução mais rápida entre
294 todos os testes, o KEPT demonstrou ser um método prático e de fácil manuseio, que além de ser ágil ao
295 gerar medidas imediatas, obteve níveis de reprodutibilidade tão consistentes quanto os demais métodos.

296 Como limitações deste estudo, deve ser observado que uma única medida foi coletada em cada
297 teste, o que pode se tornar um viés, uma vez que adotar a média de três ou mais repetições de uma mesma
298 avaliação pode fornecer um parâmetro mais confiável do desfecho avaliado. Além disso, este estudo foi
299 conduzido por estudantes de graduação com relativa pouca experiência clínica em avaliação, o que sugere
300 estudos futuros que investiguem a sua aplicabilidade por parte de clínicos com mais tempo de experiência.
301 Outro aspecto a ser considerado, é que não se definiu um método padrão-ouro a termo de comparação com
302 o método que propomos, assim, o nível de superioridade, e a eficiência da aplicação do KEPT ficam
303 limitadas as comparações realizadas por estes estudo.

304 Contudo, o KEPT demonstrou ser um método promissor, que ao exibir um nível confiável de
305 aplicabilidade associado a um manuseio fácil, se apresenta como mais uma ferramenta no arsenal da prática
306 clínica do fisioterapeuta para facilitação da sua rotina e otimização do processo de avaliação de déficits de
307 hiperextensão de joelho. Assim, de acordo com os resultados exibidos por este estudo, o KEPT demonstrou
308 ser um método válido para a avaliação do déficit de hiperextensão de joelho, apresentando excelente nível
309 de confiabilidade intra e inter-examinador, e diferenças clinicamente aceitáveis quando comparado com os
310 demais métodos.

311

312 **CONCLUSÃO**

313

314 O presente estudo encontrou excelentes níveis de confiabilidade intra- e inter-examinador para o
315 KEPT. A validade concorrente variou de moderada a boa quando comparada com os demais métodos de
316 avaliação testados, o que atesta que o novo método proposto demonstrou ser válido e confiável tanto em
317 indivíduos saudáveis quanto em pacientes com histórico de lesão no joelho.

318

319 **Aprovação ética:** Todos os procedimentos realizados neste estudo envolvendo participantes humanos
320 estavam em conformidade com os padrões éticos do comitê de pesquisa institucional (Comitê de ética em

- 321 pesquisa da Universidade Federal do Ceará sob o parecer de número: 2.906.071) e com a declaração de
- 322 Helsinque de 1964 e suas alterações posteriores ou padrões éticos comparáveis.
- 323

324 REFERÊNCIAS

- 325 [1] Fisher SE, Shelbourne KD, (1993) Arthroscopic treatment of symptomatic extension block
326 complicating anterior cruciate ligament reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*
327 21 (4): 558-564.
- 328 [2] Delaloye JR, Murar MD, Sánchez MG, Saithna A, Ounezar H, Thauinat M, Vieira TD, Cottet BS.
329 (2018) How to Rapidly Abolish Knee Extension Deficit After Injury or Surgery: A Practice-
330 Changing Video Pearl From the Scientific Anterior Cruciate Ligament Network International
331 (SANTI) Study Group. *Arthrosc Tech.* 7 (6): 601-605.
- 332 [3] Irrgang JJ, Harner CD, (1995) Loss of motion following knee ligament reconstruction. *Sports*
333 *Med.* 19 (2): 150-159
- 334 [4] Su EP, (2012) Fixed flexion deformity and total knee arthroplasty. *The Journal of Bone and Joint*
335 *Surgery.* 94 (11): 112-115
- 336 [5] Taylor AL, Wilken JM, Deyle GD, Gill NW, (2014) Knee Extension and Stiffness in Osteoarthritic
337 and Normal Knees: A Videofluoroscopic Analysis of the Effect of a Single Session of Manual
338 Therapy. *Journal Orthop Sports Phys Ther.* <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2014.4710>
- 339 [6] Biggs A, Shelbourne KD (2006) Use of Knee Extension Device During Rehabilitation of a Patient
340 with Type 3 Arthrofibrosis after ACL Reconstruction. *N Am J Sports Phys Ther.* 1(3): 124-131
- 341 [7] Tardy N, Thauinat M, Sonnery-Cottet B, Murphy C, Chambat R, Fayard JM (2016) Extension
342 deficit after ACL reconstruction: Is open posterior release a safe and efficient procedure? *Knee.*
343 23 (3): 465-471
- 344 [8] Noll S, Garrison JC, Bothwell J, Conway JE (2015) Knee Extension Range of Motion at 4 Weeks
345 Is Related to Knee Extension Loss at 12 Weeks After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction.
346 *Orthop J Sports Med* 3 (5): 1-6
- 347 [9] Sebastian D, Chovvath R, Malladi R (2014) The sitting active and prone passive lag test: an inter-
348 rater reliability study. *J Bodyw Mov Ther* 18 (2): 204-209
- 349 [10] Kim SH, Ro DH, Cho Y, Lee YM, Lee S, Lee MC (2017) What is the Ideal Degree of Extension
350 After Primary Total Knee Arthroplasty?. *J Arthroplasty* 32 (9): 2717-2724
- 351 [11] Ektas N, Scholes C, Kulaga S., Kirwan G, Lee B, Bell C (2019) Recovery of knee extension and
352 incidence of extension deficits following anterior cruciate ligament injury and treatment: a
353 systematic review protocol. *J Orthop Surg Res* 14 (88): 1-7 <https://doi.org/10.1186/s13018-019-1127-8>.
- 354 [12] Shelbourne KD, Urch SE, Gray T, Freeman H (2012) Loss of normal knee motion after anterior
355 cruciate ligament reconstruction is associated with radiographic arthritic changes after surgery.
356 *Am J Sports Med* 40 (1): 108-113
- 357 [13] Melian A, Laguarda DVS (2017) Reliability and Concurrent Validity of the Goniometer-Pro App
358 vs a Universal Goniometer in determining Passive Flexion of Knee. *International Journal of*
359 *Computer Applications* 173 (1): 30-34
- 360 [14] Milanese S, Gordon S, et al (2014) Reliability and concurrent validity of knee angle measurement:
361 smart phone app versus universal goniometer used by experienced and novice clinicians. *Man*
362 *Ther* 19 (6): 569-574
- 363 [15] Dos Santos RA, Derhon V, Brandalize M, Brandalize D, Rossi LP (2017) Evaluation of knee range
364 of motion: Correlation between measurements using a universal goniometer and a smartphone
365 goniometric application. *J Bodyw Mov Ther* 21 (3): 699-703
- 366 [16] Piriyaarasarth P, Morris ME (2007) Psychometric properties of measurement tools for quantifying
367 knee joint position and movement: a systematic review. *Knee* 14 (1): 2-8
- 368 [17] de Carvalho RMF, Mazzer N, Barbieri CH (2012) Analysis of the reliability and reproducibility
369 of goniometry compared to hand photogrammetry. *Acta Ortop Bras* 20 (3): 139-149
- 370 [18] Brosseau L, Suzanne B, et al (2001) Intra- and intertester reliability and criterion validity of the
371 parallelogram and universal goniometers for measuring maximum active knee flexion and
372 extension of patients with knee restriction. *Arch Phys Med Rehabil* 82 (3): 396-402
- 373 [19] Biggs A, Jenkins WL, Urch SE, Shelbourne KD (2009) Rehabilitation for Patients Following ACL
374 Reconstruction: A Knee Symmetry Model. *N Am J Sports Phys Ther* 4 (1): 2-12
- 375 [20] Shelbourne KD, Gray T (2009) Minimum 10-year results after anterior cruciate ligament
376 reconstruction: how the loss of normal knee motion compounds other factors related to the
377 development of osteoarthritis after surgery. *Am J Sports Med* 37 (3): 471-480
- 378 [21] Ockendon M, Gilbert RE (2012) Validation of a novel smartphone accelerometer-based knee
379 goniometer. *J Knee Surg* 25 (4): 341-345
- 380 [22] Cleffken B, van Breukelen G, Brink P, van Mameren H, Damink SO (2007) Digital goniometric
381 measurement of knee joint motion. Evaluation of usefulness for research settings and clinical
382 practice. *Knee* 14 (5): 385-389
- 383

- 384 [23] Jones A, Sealey R, Crowe M, Gordon S (2013) Concurrent validity and reliability of the Simple
385 Goniometer iPhone app compared with the Universal Goniometer. *Physiother Theory Pract* 30
386 (7): 512-16
- 387 [24] Murphy M (2013) A Digital Photographic Technique for Knee Range of Motion Measurement:
388 Performance in a Total Knee Arthroplasty Clinical Population. *Open Journal of Orthopedics* 03
389 (01): 4-9
- 390 [25] César E, Marques CL, Chagas PS, Domingos BDAP (2012) Intra-rater reliability of knee flexion
391 and extension range of motion measurement through the photogrammetry method. *Fisioter Pesq*
392 19 (1):32-38 <http://dx.doi.org/10.1590/S1809-29502012000100007>.
- 393 [26] Naylor JM, Ko V, Adie S, Gaskin C, Walker R, Harris IA, Mittal R (2011) Validity and reliability
394 of using photography for measuring knee range of motion: a methodological study. *BMC*
395 *Musculoskelet Disord* <https://doi.org/10.1186/1471-2474-12-77>. 12 (77)
- 396 [27] Elwardany SH, El-Sayed WH, Ali MF (2015) Reliability of Kinovea Computer Program in
397 Measuring Cervical Range of Motion in Sagittal Plane *Open Access Library Journal Articles*
398 <http://dx.doi.org/10.4236/oalib.1101916>
- 399 [28] Sachs RA, Daniel DM, Stone ML, Garfein RF (1989) Patellofemoral problems after anterior
400 cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 17 (6): 760-765
- 401 [29] Schlegel TF, Boublik M, Hawkins RJ, Steadman JR (2002) Reliability of heel-height measurement
402 for documenting knee extension deficits. *The American Journal of Sports Medicine* 30 (4): 479-
403 82,
- 404 [30] Cohen J, (2013) *Statistical Power Analysis for the Behavioral sciences*.
- 405 [31] Mehta SP, Barker K, Bowman B, Galloway H, Oliashirazi N, Oliashirazi A (2017) Reliability,
406 Concurrent Validity, and Minimal Detectable Change for iPhone Goniometer App in Assessing
407 Knee Range of Motion. *J Knee Surg* 30 (6): 577-584
- 408 [32] Wellmon RH, Gulick DT, Paterson ML, Gulick CN (2016) Validity and Reliability of 2
409 Goniometric Mobile Apps: Device, Application, and Examiner Factors. *J Sport Rehabil* 25 (4):
410 371-379
- 411 [33] Stove MP, Palsson TS, Hirata RP (2018) Smartphone-based accelerometry is a valid tool for
412 measuring dynamic changes in knee extension range of motion. *Knee* 25 (1): 66-72
- 413 [34] Svensson M, Lind V, Harringe ML (2018) Measurement of knee joint range of motion with a
414 digital goniometer: A reliability study. *Physiother Res Int* <https://doi.org/10.1002/pri.1765>
- 415 [35] Hancock GE, Hepworth T, Wembridge K (2018) Accuracy and reliability of knee goniometry
416 methods. *J Exp Orthop* 5 (1): 46-52
417
- 418

419 **APÊNDICES**

420

421 **APÊNDICE 1 - TABELAS**422 **Tabela 1.** Caracterização geral da amostra.

Variáveis	Amostra	Lesionados	Não lesionados
N =	100	48	52
Sexo (n)	F (48) / M (52)	F (22) / M (26)	F (26) / M (26)
Idade (anos)	25,47 ± 9,7	24,94 ± 7,83	25,96 ± 11,02
Massa Corporal (kg)	70,89 ± 14,66	74,19 ± 14,27	67,85 ± 14,5
Altura (m)	1,7 ± 0,10	1,73 ± 0,11	1,67 ± 0,08

423 *F: feminino; M: masculino;*424 * $p < 0,05$

425

426 **Tabela 2.** Caracterização e prevalência de lesões do grupo lesionado.

Variáveis	Total (n = 100)	(%)
Lesionados	48	48
MIL		
Direito	24	24
Esquerdo	24	24
Tipo Lesão		
LCA	19	39,6
Menisco	7	14,6
Dor patelofemoral	10	20,8
Tendinopatia patelar	9	18,8
Muscular	3	6,2

427 *MIL: Membro inferior lesionado; LCA: Ligamento Cruzado Anterior.*

428

429 **Tabela 3.** Validade concorrente do KEPT comparado com os outros métodos para o grupo lesionados.

	KEPT	
	(Examinador A1)	(Examinador B)
Déficit IT	$r = 0,57$	$r = 0,75$
Déficit goniometria	$r = 0,54$	$r = 0,68$
Déficit foto DD	$r = 0,61$	$r = 0,68$
Déficit foto DV	$r = 0,78$	$r = 0,78$

430 *IT: Inclínômetro na tíbia; Foto DD: Fotogrametria em decúbito dorsal; Foto DV: Fotogrametria em*
 431 *decúbito ventral. KEPT: knee extension prone test.*

432

433 **Tabela 4.** Média, desvio-padrão e reteste (A2) para todas as medidas realizadas pelos examinadores (A e
434 B).

Variáveis	Examinador A (Média ± DP)	Examinador B (Média ± DP)
IT Direita	8,01±2,63°	8,11±3,06°
IT Esquerda	8,47±3,12°	8,65±3,47°
IT – Déficit	0,49±2,34°	0,54±2,47°
Goniometria D	4,10±4,75°	3,97±4,43°
Goniometria E	4,32±5,04°	4,76±4,89°
Goniometria – Déficit	0,36±3,24°	0,87±2,68°
Foto DDD	2,09±4,00°	2,02±3,90°
Foto DDE	2,68±4,44°	2,85±4,21°
Foto DD – Déficit	0,75±3,44°	0,83±2,93°
Foto DV Direito	1,29±4,72°	1,59±4,47°
Foto DV Esquerdo	1,49±5,29°	1,76±5,29°
Foto DV – Déficit	0,24±4,07°	0,17±3,71°
KEPT (A1)	1,20±4,16°	--
KEPT (A2)	1,23±4,10°	--
KEPT (B)	--	1,35±4,33°

435 *IT: Inclinômetro na tíbia; Foto DD: Fotogrametria em decúbito dorsal; Foto DV: Fotogrametria em*
436 *decúbito ventral. KEPT: knee extension prone test. A1: avaliador A primeiro teste. A2: avaliador A*
437 *segundo teste. B: avaliador B.*

438

439 **Tabela 5.** Média e desvio padrão do déficit de todos os métodos de avaliação.

	Examinador A		Examinador B	
	(Média ± DP)		(Média ± DP)	
	Lesionados	Não lesionados	Lesionados	Não lesionados
Déficit IT	0,02 ± 2,5°	0,92 ± 2,3°	0,10 ± 2,8°	0,94 ± 2,9°
Déficit goniometria	0,13 ± 3,3°	0,58 ± 3,1°	0,54 ± 2,9°	1,17 ± 2,4°
Déficit foto DD	0,48 ± 3,3°	1 ± 3,5°	0,52 ± 2,7°	1,12 ± 3,1°
Déficit foto DV	0,19 ± 4,2°	0,29 ± 3,9°	0,04 ± 3,9°	0,29 ± 3,4°
KEPT	0,38 ± 4,8°	1,96 ± 3,2°	0,48 ± 5,2°	2,15 ± 3,1°

440 *IT: Inclínômetro na tíbia; Foto DD: Fotogrametria em decúbito dorsal; Foto DV: Fotogrametria em*
441 *decúbito ventral.*

442

443 **Tabela 6.** Confiabilidade intra- e inter-examinador dos métodos de avaliação de hiperextensão de joelho.

	CCI	(IC 95%) p<0,001
IT		
Direito	0,83	0,76 - 0,88
Esquerdo	0,86	0,80 - 0,90
Déficit	0,69	0,58 - 0,78
Goniometria		
Direito	0,80	0,71 - 0,86
Esquerdo	0,71	0,59 - 0,79
Déficit	0,89	0,84 - 0,92
Foto DD		
Direito	0,84	0,77 - 0,88
Esquerdo	0,93	0,90 - 0,95
Déficit	0,84	0,77 - 0,88
Foto DV		
Direito	0,89	0,85 - 0,93
Esquerdo	0,91	0,88 - 0,94
Déficit	0,78	0,68 - 0,84
KEPT		
(A1 x B)	0,85	0,75 - 0,89
(A1 x A2)	0,92	0,88 - 0,94

444 *IT: Inclínômetro na tíbia; Foto DD: Fotogrametria em decúbito dorsal; Foto DV: Fotogrametria em*
 445 *decúbito ventral. A1: avaliador A primeiro teste. A2: avaliador A segundo teste. B1: avaliador B.*

446

447 **Tabela 7.** Validade concorrente geral do KEPT comparada com os outros métodos de avaliação.

	KEPT	
	(Examinador A1)	(Examinador B)
Déficit IT	$r = 0,57$	$r = 0,68$
Déficit goniometria	$r = 0,51$	$r = 0,57$
Déficit foto DD	$r = 0,54$	$r = 0,50$
Déficit foto DV	$r = 0,60$	$r = 0,62$

448 *IT: Inclínômetro na tíbia; Foto DD: Fotogrametria em decúbito dorsal; Foto DV: Fotogrametria em*
 449 *decúbito ventral. KEPT: knee extension prone test.*

450

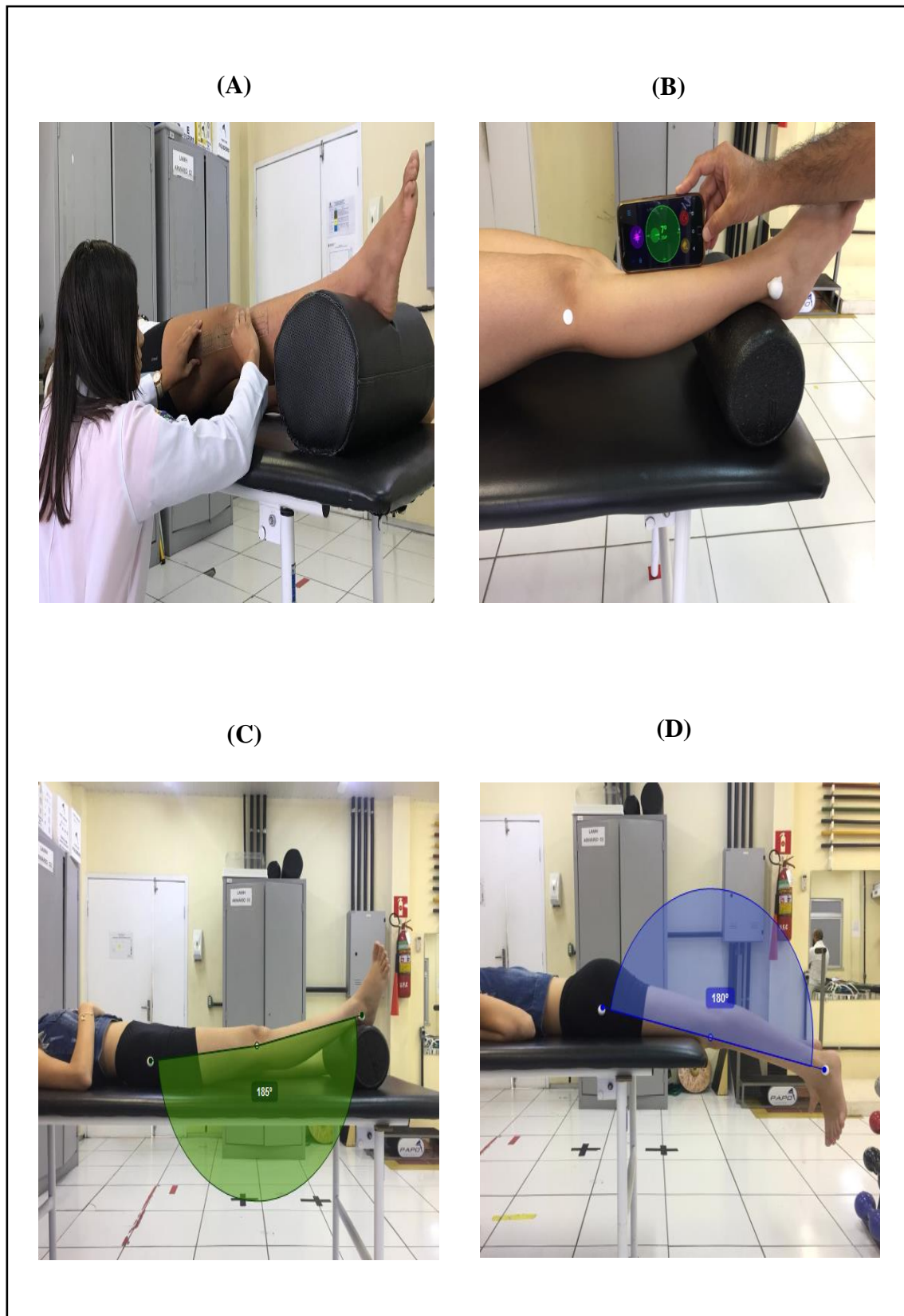
451 APÊNDICE 2 – FIGURAS

452 **Figure 1.** Métodos de avaliação da hiperextensão de joelho. (A) Goniometria, (B) Inclinometria tibial, (C)
453 Fotogrametria em supino, (D) Fotogrametria em prono (As imagens foram capturadas com o smartphone
454 *Motorola® - Moto G5S com câmera de 16mp, e resolução de imagem 4608 x 3456 pixel*).

455

456

457



458 **Figure 2.** *Knee Prone Extension Test* (A imagem foi capturada com o smartphone *Motorola® - Moto G5S*
459 *com câmera de 16mp, e resolução de imagem 4608 x 3456 pixel*).

460



461

462

463

464

465

466

467

468

469

470

471

472

473 **Figure 3.** Bland-Altman plots para confiabilidade intra-examinador (A), inter-examinador (B) e
474 validade concorrente KEPT vs. Fotogrametria em prono (C) (Os gráficos foram construídos com o
475 programa SPSS versão 22.0 para Windows (SPSS, Inc., Chicago, IL, EUA)

476

477

478

479

480

481

482

483

484

485

486

487

488

489

490

491

492

493

494

