



REVISTA BRASILEIRA DE REUMATOLOGIA

www.reumatologia.com.br



Artigo original

A radiografia do joelho em flexão fixa utilizando um novo posicionador produziu medidas da largura do espaço articular com alta repetibilidade: estudo ELSA-Brasil Musculoesquelético (ELSA-Brasil ME)



Rosa Weiss Telles*, Luciana Costa-Silva, Luciana A.C. Machado, Rodrigo Citton Padilha dos Reis e Sandhi Maria Barreto

Universidade Federal de Minas Gerais, Centro de Investigação ELSA-Brasil de Minas Gerais, Faculdade de Medicina, Belo Horizonte, MG, Brasil

INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Histórico do artigo:

Recebido em 18 de novembro de 2015

Aceito em 21 de outubro de 2016

On-line em 26 de novembro de 2016

Palavras-chave:

Radiografia em flexão fixa
Espessura do espaço articular
Repetibilidade
Joelho
Osteoartrite

R E S U M O

Objetivo: Descrever o desempenho de um protocolo radiográfico em flexão fixa sem fluoroscopia em incidência PA com um novo posicionador, desenvolvido para a avaliação da osteoartrite de joelho (OA) no estudo ELSA-Brasil ME.

Material e métodos: Fez-se um estudo de teste e reteste que incluiu 19 adultos (38 imagens de joelho). A viabilidade do protocolo radiográfico foi avaliada por meio de parâmetros de qualidade da imagem e presença de alinhamento radioanatômico de acordo com as medidas da distância intermarginal (DIM). Avaliaram-se a repetibilidade dos valores de DIM e do espaço articular (EA) em três locais diferentes.

Resultados: Aproximadamente 90% das imagens de joelho apresentaram uma qualidade excelente. As frequências de imagens com alinhamento radioanatômico quase perfeito (DIM<1mm) variaram de 29% a 50%, e de alinhamento satisfatório (DIM<1,5mm e <1,7mm) de 71% a 76%, respectivamente. As análises de repetibilidade produziram os seguintes resultados: DIM [DP da média das diferenças = 1,08; coeficiente de variação (% CV) = 54,68%; coeficiente de correlação intraclassa (CCI) (IC 95%) = 0,59 (0,34 a 0,77)]; EA [DP da média das diferenças = 0,34 a 0,61; % CV = 4,48% a 9,80%; CCI (IC 95%) = 0,74 (0,55 a 0,85) a 0,94 (0,87 a 0,97)]. Encontraram-se medidas adequadamente reprodutíveis de DIM e EA em 68% e 87% das imagens, respectivamente.

Conclusões: Apesar da dificuldade de obter um alinhamento radioanatômico consistente entre radiografias repetidas em termos de DIM, o protocolo produziu medições de EA altamente repetíveis quando essas foram tomadas no ponto médio e a 10 mm da extremidade medial do platô tibial medial. Portanto, as medidas de EA nesses locais podem ser consideradas adequadas para a avaliação da OA de joelho no estudo ELSA-Brasil ME.

© 2016 Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondência.

E-mail: rwtelles@uol.com.br (R.W. Telles).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rbr.2016.10.003>

0482-5004/© 2016 Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fixed-flexion knee radiography using a new positioning device produced highly repeatable measurements of joint space width: ELSA-Brasil Musculoskeletal Study (ELSA-Brasil MSK)

A B S T R A C T

Keywords:

Fixed-flexion radiography
Joint space width
Repeatability
Knee
Osteoarthritis

Objective: To describe the performance of a non-fluoroscopic fixed-flexion PA radiographic protocol with a new positioning device, developed for the assessment of knee osteoarthritis (OA) in ELSA-Brasil MSK.

Material and methods: A test-retest design including 19 adults (38 knee images) was conducted. Feasibility of the radiographic protocol was assessed by image quality parameters and presence of radioanatomic alignment according to intermargin distance (IMD) values. Repeatability was assessed for IMD and joint space width (JSW) measured at three different locations.

Results: Approximately 90% of knee images presented excellent quality. Frequencies of nearly perfect radioanatomic alignment ($IMD \leq 1$ mm) ranged from 29% to 50%, and satisfactory alignment was found in up to 71% and 76% of the images ($IMD \leq 1.5$ mm and ≤ 1.7 mm, respectively). Repeatability analyses yielded the following results: IMD [SD of mean difference = 1.08; coefficient of variation (%CV) = 54.68%; intraclass correlation coefficient (ICC) (95%CI) = 0.59 (0.34-0.77)]; JSW [SD of mean difference = 0.34 - 0.61; %CV = 4.48% - 9.80%; ICC (95%CI) = 0.74 (0.55-0.85) - 0.94 (0.87-0.97)]. Adequately reproducible measurements of IMD and JSW were found in 68% and 87% of the images, respectively.

Conclusions: Despite the difficulty in achieving consistent radioanatomic alignment between subsequent radiographs in terms of IMD, the protocol produced highly repeatable JSW measurements when these were taken at midpoint and 10 mm from the medial extremity of the medial tibial plateau. Therefore, measurements of JSW at these locations can be considered adequate for the assessment of knee OA in ELSA-Brasil MSK.

© 2016 Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introdução

A radiografia de joelho convencional é a técnica de imagem mais amplamente acessível e mais economicamente viável para a avaliação das alterações da osteoartrite em estudos epidemiológicos de seguimento em longo prazo.^{1,2} A diminuição do espaço articular (EA) do joelho, identificada por redução na espessura do EA em radiografias seriadas do joelho, representa, dentre outras alterações, dano à cartilagem sendo frequentemente usada como marcador da progressão da osteoartrite de joelho.^{3,4}

A validade das inferências sobre a progressão da OA de joelho com base na espessura do EEA requer medições precisas e reprodutíveis do EA. Isso geralmente é conseguido por meio de técnicas radiográficas especificamente concebidas para facilitar o alinhamento radioanatômico ideal entre o platô tibial medial (PTM) e o feixe de raios X e para expor a região em que o dano da cartilagem é mais perceptível (ou seja, o aspecto posterior da tibia e do côndilo femoral).⁵

A distância entre as margens anterior e posterior do PTM, conhecida como distância intermarginal (DIM), é frequentemente usada para quantificar o alinhamento radioanatômico. A presença de um alinhamento perfeito se dá quando o PTM e o feixe de raios X estão paralelos entre si, o que produz uma sobreposição das margens do PTM na imagem radiográfica. Os protocolos que incluem a orientação fluoroscópica

são capazes de conseguir um alinhamento radioanatômico quase perfeito, com valores de DIM ≤ 1 mm.⁶ No entanto, a implementação de procedimentos fluoroscópicos não é simples em estudos epidemiológicos, por causa da limitação na disponibilidade de fluoroscopia em serviços de radiologia não especializados, maiores custos de procedimento, maior tempo de exame e exposição dos participantes do estudo a níveis mais elevados de radiação.⁷ Por outro lado, o protocolo em flexão fixa sem fluoroscopia em incidência pósterio-anterior (PA) é mais fácil de implementar e pode produzir alinhamento radioanatômico aceitável, com valores de DIM de até 1,7 mm.⁸ Esse protocolo também mostrou ser capaz de fornecer medições reprodutíveis da espessura do EA e da DIM.^{3,9,10} Assim, não é surpreendente que o protocolo em flexão fixa sem fluoroscopia tenha sido o método radiográfico de escolha das grandes coortes que investigam fatores de risco para a progressão da OA de joelho, inclusive o Multicenter Osteoarthritis Study (MOST) (<http://most.ucsf.edu/studyoverview.asp>) e a Osteoarthritis Initiative (OAI) (<https://oai.epi-ucsf.org/datarelease>). Mais recentemente, também foi escolhido para a avaliação da OA de joelho no estudo ELSA-Brasil Musculoesquelético (ELSA-Brasil ME), estudo complementar do Estudo Longitudinal de Saúde do Adulto (ELSA-Brasil). O ELSA-Brasil ME tem como objetivo investigar fatores de risco para o desenvolvimento e progressão de vários distúrbios musculoesqueléticos.^{11,12} Desde 2012, o ELSA-Brasil ME

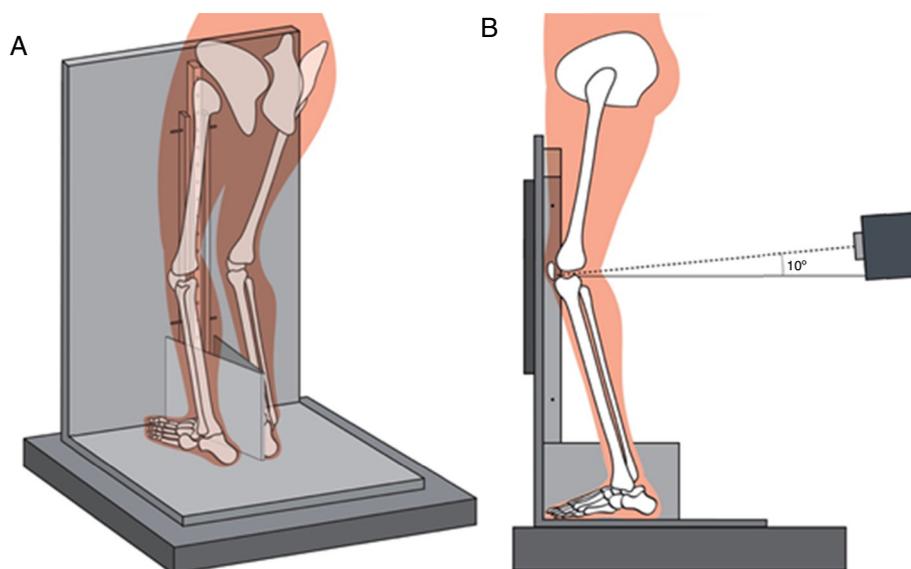


Figura 1 – Ilustração esquemática do posicionamento do participante com o novo posicionador. A, vista oblíqua; B, vista lateral.

tem monitorado uma subcoorte de aproximadamente 2.900 servidores públicos civis, entre 38 e 79 anos [média (DP) de idade 56 (8,9) anos] no início do estudo.¹³

O ELSA-Brasil e seus estudos ancilares seguem rigorosos procedimentos metodológicos para garantir a qualidade dos dados da coorte. Isso inclui testar as propriedades psicométricas (viabilidade, repetibilidade, validade e assim por diante) dos instrumentos e procedimentos de exame aplicados na população alvo.¹⁴⁻²⁰ Descreve-se no presente artigo a viabilidade e a repetibilidade das medidas da DIM e do EA do protocolo em flexão fixa sem fluoroscopia em incidência PA utilizado no ELSA-Brasil ME para aquisição das imagens radiográficas de joelhos. Esse protocolo incluiu o uso de um novo posicionador e foi testado antes do início da coleta dos dados do ELSA-Brasil ME.

Material e métodos

Desenho do estudo e participantes

Avaliou-se o desempenho do protocolo em flexão fixa sem fluoroscopia em incidência PA em estudo teste e reteste. O intervalo entre a repetição dos exames radiográficos do joelho foi de sete a nove dias. Técnicos radiologistas submetidos a treinamento rigoroso de acordo com os procedimentos do estudo fizeram a aquisição das imagens supervisionados por radiologista experiente. Radiologista treinado analisou as radiografias e mediu a DIM e o EA.

Recrutou-se uma amostra de conveniência de homens e mulheres adultos. Indivíduos entre 39 e 78 anos foram considerados elegíveis para inclusão. Essa faixa etária foi escolhida de modo a refletir as características dos participantes incluídos no início da coorte ELSA-Brasil ME.¹³ Os critérios de exclusão foram exposição ocupacional à radiação (ou seja, o uso de um dosímetro pessoal durante o trabalho), confirmação ou suspeita de gravidez e participação no ELSA-Brasil como

voluntário. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Minas Gerais (CEP 1.160.939/CAAE 0186.1.203.000-06). Obteve-se consentimento informado por escrito de todos aqueles dispostos a participar do estudo.

Protocolo radiográfico

Fizeram-se radiografias digitais bilaterais do joelho por radiologia computadorizada (ADC-70, Agfa Gevaert NV, Mortsels, Bélgica). A distância foco-filme foi fixada em 72 polegadas e os intervalos de mAs e KVp foram de 20 a 50 e 65 a 72, respectivamente. O feixe de raios X foi angulado 10° caudalmente e centrado entre os joelhos, na altura do espaço articular do joelho (definido pela prega cutânea da fossa poplíteia).²¹ O ângulo exibido no mostrador do tubo de raios X foi confirmado por um inclinômetro magnético colocado na parte superior do tubo de raios X (Lee Tools, modelo 610056, Houston, EUA). Os participantes usavam um novo posicionador feito de acrílico e concebido de modo a padronizar o posicionamento do joelho em aproximadamente 20° de flexão, e ângulo entre as partes internas dos pés de 10°.²² O posicionador foi colocado no topo de uma plataforma de madeira para que os joelhos pudessem ser centrados no *bucky*. A [figura 1](#) fornece uma ilustração esquemática do posicionamento do participante com o uso do posicionador.

Esse novo posicionador tem vantagens em relação aos posicionadores usados em estudos anteriores (p. ex., posicionador Synaflexer®). Essas vantagens incluem a presença de um componente móvel que oferece posicionamento confortável a adultos de baixa estatura e dois conjuntos de marcadores radiopacos inovadoramente distribuídos para confirmação visual em tempo real (sem a necessidade de *softwares* ou outros acessórios) de angulação tangencial caudal de 10° entre o feixe de raios X e a superfície articular do joelho. Por exemplo, a coincidência entre um par de marcadores radiopacos no nível do espaço articular do joelho é indicativa de angulação e

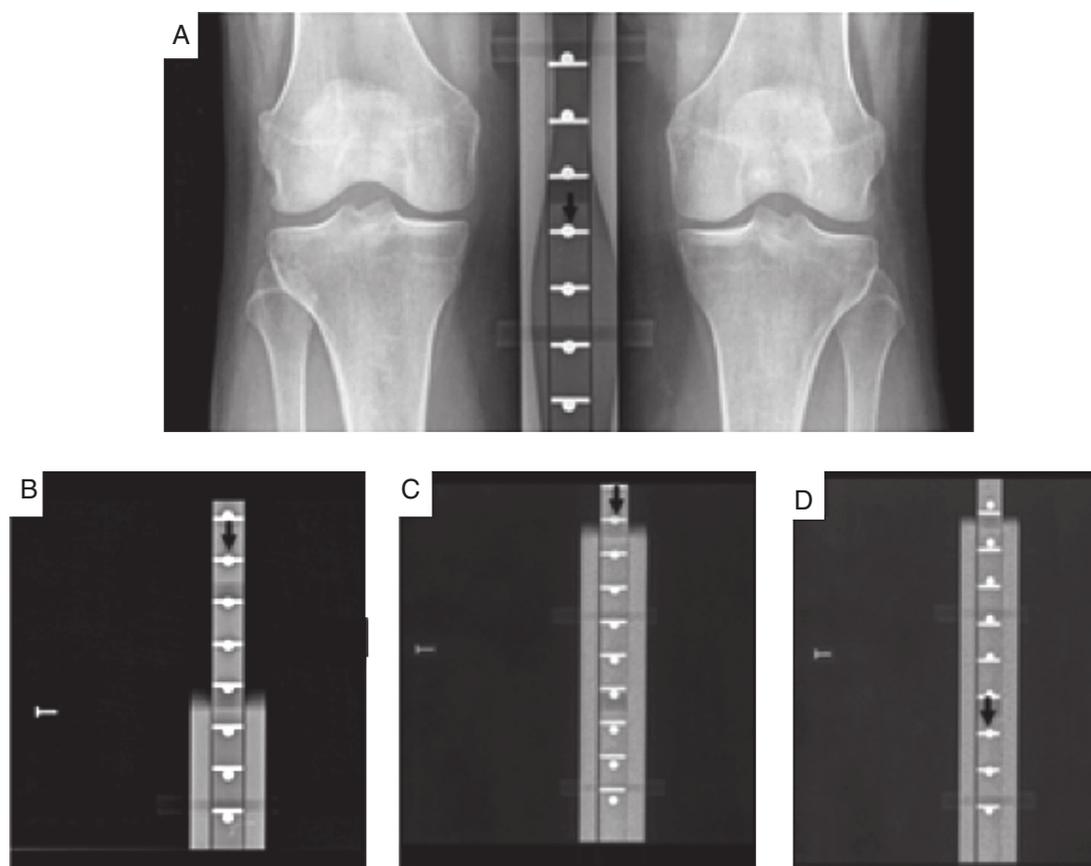


Figura 2 – Distribuição dos marcadores radiopacos no novo posicionador. A, feixe de raios X tangencial ao espaço articular do joelho em angulação caudal de 10°; B, feixe de raios X 2 cm acima do espaço articular do joelho em angulação caudal de 10°; C, feixe de raios X tangencial ao espaço articular do joelho em angulação caudal de 12°; D, feixe de raios X tangencial ao espaço articular do joelho em angulação caudal de 8°. Em B, C e D, a coincidência de um par de marcadores radiopacos (seta) longe do nível da interlinha interarticular do joelho (representado por “I”) é indicativa de angulação e/ou centralização inadequada do feixe de raios-x.

centralização adequadas do feixe de raios X. A [figura 2](#) mostra o padrão de distribuição dos marcadores radiopacos durante uma angulação e/ou centralização adequada (A) e insuficiente (B a D) do feixe de raios X.

Avaliação da viabilidade

Avaliou-se a viabilidade por dois métodos diferentes. Em primeiro lugar, cada imagem de joelho teve sua qualidade classificada de acordo com quatro parâmetros: (1) quantidade de exposição à radiação, (2) visualização do marcador lateral e estruturas anatomicamente relevantes, (3) rotação do joelho e (4) angulação e centralização adequadas do feixe de raios X. Esse último foi considerado adequado se os marcadores radiopacos do posicionador coincidissem até um nível acima ou abaixo do espaço articular do joelho. As imagens foram avaliadas como excelentes (todos os parâmetros foram adequados), satisfatórias (≥ 1 parâmetros foram inadequados, mas a imagem ainda pode ser analisada) ou ruins (≥ 1 parâmetros foram inadequados e a imagem não pode ser analisada). Em segundo lugar, a capacidade de alcançar o alinhamento radioanatômico adequado (isto é, a sobreposição entre as margens anterior e posterior do PTM) foi avaliada de acordo com

as seguintes medidas de DIM:⁸ 1 mm (alinhamento quase perfeito ou paralelo); 1,5 mm e 1,7 mm (alinhamento aceitável).

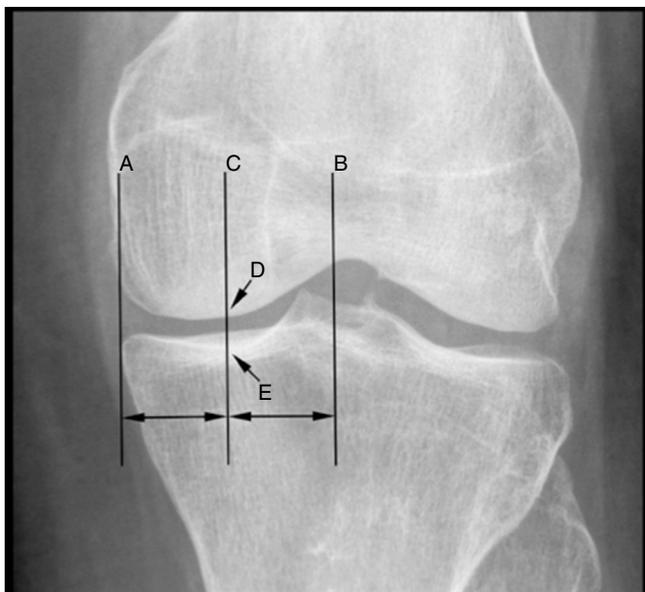
Medição da DIM e do EA

A DIM e o EA das radiografias de joelhos do teste e do reteste foram medidas manualmente por um único médico radiologista com o uso de um *software* de processamento de imagem (OsiriX v.3.9.1, Pixmeo SARL, Genebra, Suíça). Todas as medidas foram feitas duas vezes, com intervalos de quatro semanas, com o radiologista cego quanto às características dos participantes e cronologia da aquisição das imagens. Colocaram-se calibradores digitais em marcos anatômicos específicos e o computador calculou a distância em milímetros. A DIM foi definida como a distância entre as margens do PTM, medida no ponto médio do compartimento medial (o qual foi identificado considerando-se a distância média entre duas linhas verticais: uma traçada na extremidade do PTM e outra entre as duas espículas tibiais) ([fig. 3](#)).²³ A espessura do EA foi definida como a distância interóssea entre a margem convexa distal do côndilo femoral medial e o assoalho do PTM, em três locais ao longo da margem articular do compartimento medial:²³ ponto mais estreito encontrado,

Tabela 1 – Repetibilidade das medidas de distância intermargem (DIM) e largura do espaço articular (EA)

	Intraobservador			Teste-reteste		
	DP da média das diferenças	% CV	CCI (IC 95%)	DP da média das diferenças	% CV	CCI (IC 95%)
DIM (mm)	0,16	8,58%	0,99 (0,98-1,00)	1,08	54,68%	0,59 (0,34-0,77)
EA (mm)						
Ponto médio	0,30	3,86%	0,95 (0,90-0,97)	0,34	4,48%	0,94 (0,87-0,97)
10 mm	0,43	6,27%	0,86 (0,74-0,92)	0,42	6,29%	0,86 (0,75-0,92)
Ponto mais estreito	0,57	9,00%	0,77 (0,60-0,87)	0,61	9,80%	0,74 (0,55-0,85)

CCI, coeficiente de correlação intraclassa; CV, coeficiente de variação; DP, desvio padrão; IC, intervalo de confiança.

**Figura 3 – Diagrama do compartimento tibiofemoral medial que mostra o local de mensuração do espaço articular.**

Traçaram-se duas linhas verticais, uma na extremidade do platô tibial medial (Linha A) e a outra entre as duas espículas tibiais (Linha B). Traçou-se uma terceira linha (C) no ponto médio entre essas duas linhas. As mensurações da espessura do espaço articular (EA) no ponto médio foram feitas ao longo dessa linha, entre dois pontos definidos como a interseção entre a linha e o côndilo femoral (ponto D) e entre a linha e o assoalho do platô tibial (ponto E). (Adaptado de Ravaud et al.²³).

ponto médio e a 10 mm da extremidade medial do PTM (fig. 3). A repetibilidade intraobservador das medidas de DIM e do EA foi avaliada e considerada excelente (tabela 1).

Análise estatística

Usaram-se estatísticas descritivas para caracterizar os participantes do estudo e para a análise da viabilidade. A repetibilidade teste-reteste das medidas de DIM e EA foi analisada de acordo com o método de Bland & Altman.²⁴ Nesse método, calcula-se o desvio padrão (DP) da média das diferenças entre as leituras de cada par de imagens do joelho. Calcularam-se ainda o coeficiente de variação [% CV = 100 × (DP/média)], o coeficiente de correlação intraclassa (CCI) com intervalo de

confiança (IC) de 95% e as frequências de DIM (variação teste-reteste ≤ 1 mm²⁵) espessura do EA (variação teste-reteste $\leq 0,5$ mm²⁶) adequadamente reproduzíveis. A amostra foi calculada considerando que CCI de 0,50 indica confiabilidade moderada e esperando confiabilidade alta a quase perfeita (CCI $\geq 0,80$) das medidas de DIM e EA no estudo, sendo necessária amostra de 18 participantes (36 imagens de joelho) para alcançar poder estatístico de 90%, com nível de significância de 5%.^{27,28} Foi recrutada amostra de 19 participantes (38 imagens de joelho) assumindo perda de até 5%.

Resultados

Participantes do estudo

Foram incluídos quatro homens e 15 mulheres. As características da amostra foram as seguintes: idade de 52,1 (DP 10,1) anos, estatura média de 164,8 (DP 7,9) cm e índice de massa corporal (IMC) de 26,3 (DP 4,3) kg/m².

Análises de viabilidade

A grande maioria das imagens de joelho foi classificada como excelente pelo radiologista no teste (89,5%) e no reteste (84,2%). Todas as imagens restantes foram classificadas como satisfatórias em decorrência da rotação de joelho excessiva. A média da DIM foi de 1,33 (DP 1,13) mm e 1,38 (DP 1,14) mm no teste e reteste, respectivamente. As frequências de alinhamento radioanatômico quase perfeito (DIM ≤ 1 mm) foram de 19 (50%) no teste, 18 (47,4%) no reteste e 11 (28,9%) nos dois momentos. As frequências de alinhamento radioanatômico aceitável de acordo com os valores de cortes menos conservadores para a DIM foram, para valor de corte de 1,5 mm, 24 (63,2%) no teste, 27 (71,1%) no reteste e 21 (55,3%) em ambos os momentos, e para valor de corte de 1,7 mm, 29 (76,3%) no teste ou reteste, e 26 (68,4%) em ambos os momentos.

Repetibilidade teste-reteste das medições da DIM e do EA

Em geral, os parâmetros de repetibilidade teste-reteste para a mensuração da DIM foram razoáveis. Por exemplo, o DP da média das diferenças e % CV foram de 1,08 e 54,68%, respectivamente (tabela 1). Em 68,4% dos joelhos, observou-se uma DIM com repetibilidade adequada (i.e., variação teste-reteste ≤ 1 mm).

Os parâmetros de repetibilidade da espessura do EA foram bons a excelentes. As medidas da espessura do EA tomadas

no ponto médio do compartimento medial foram consistentemente mais repetíveis do que aquelas feitas em outros locais. Por exemplo, o DP das médias das diferenças das medidas do EA entre o teste e o reteste foi de 0,08 mm (23,5%) e 0,27 mm (79,4%) maior para o EA medido a 10 mm da extremidade medial do PTM e no ponto mais estreito do compartimento medial, respectivamente, quando comparado com o EA medido no ponto médio (tabela 1). Além disso, as medidas da espessura do EA adequadamente repetíveis de acordo com parâmetro pré-estabelecido também foram mais frequentes quando essas foram feitas no ponto médio: ou seja, foram observadas variações teste-reteste $\leq 0,5$ mm em 86,9% dos joelhos quando a EA foi medida no ponto médio, 84,2% dos joelhos quando foi medida a 10 mm e 78,9% dos joelhos quando as medidas foram tomadas no ponto mais estreito.

Discussão

Este artigo é parte de uma série de publicações que abordam os aspectos metodológicos e operacionais do estudo de coorte ELSA-Brasil, que atualmente é considerado o maior estudo epidemiológico sobre doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs) feito em um país da América Latina.^{29,30} Descreve-se o desempenho de um protocolo em flexão fixa sem fluoroscopia em incidência PA selecionado para a avaliação da OA de joelho no estudo ancilar ELSA-Brasil ME.

A viabilidade do protocolo radiográfico com o uso do novo posicionador foi considerada adequada. Aproximadamente 90% das imagens do joelho foram classificadas como excelentes em algum dos momentos de avaliação (teste ou reteste). Por outro lado, o protocolo foi capaz de produzir um alinhamento paralelo entre as margens do PTM (i. e., DIM ≤ 1 mm) em apenas metade das imagens de joelho no teste ou no reteste. Embora à primeira vista desanimador, esse resultado está de acordo com observações anteriores de Botha-Scheepers *et al.*, que encontraram um alinhamento radioanatômico paralelo em até 51% das imagens adquiridas por um protocolo radiográfico semelhante.³ Além disso, a frequência de alinhamento quase perfeito em ambos os pontos temporais (teste e reteste) no presente estudo (28,9%) esteve dentro do intervalo descrito na literatura para protocolos radiográficos do joelho sem fluoroscopia: 11% a 42%.^{3,8,31} Considera-se esse um achado muito importante, dado que a qualidade do alinhamento do PTM em radiografias seriadas é conhecida por influenciar a capacidade de identificar fatores de risco para a diminuição do EEA em estudos longitudinais que investigam a OA de joelho.³²

A dificuldade de alcançar um alinhamento radioanatômico paralelo é inerente aos protocolos sem fluoroscopia. Por exemplo, estudos anteriores encontraram valores de DIM duas vezes maiores em protocolos em flexão fixa sem fluoroscopia em incidência PA em comparação com a posição de Lyon Schuss.³¹ Por essa razão, pontos de corte menos conservadores para a DIM são considerados aceitáveis na ausência de fluoroscopia.⁸ Encontrou-se uma frequência de alinhamento radioanatômico aceitável de 55% tanto no teste quanto no reteste quando o ponto de corte estabelecido foi de 1,5 mm. Esse resultado é superior ao relatado em estudos anteriores:

por exemplo, Nevitt *et al.*³³ observaram uma DIM inferior a 1,5 mm no teste e reteste em apenas 12% das imagens; no estudo de Le Graverand *et al.*, esse valor foi de 34%.³¹ Por fim, quando se considera um valor de corte de 1,7 mm como o alinhamento aceitável, alcançar essa meta em ambos os momentos de avaliação foi quase 40% mais frequente no presente estudo do que no estudo de Vignon *et al.*⁸

Embora o presente protocolo tenha sido um pouco superior em relação à produção de imagens de joelho com alinhamento radioanatômico aceitável quando comparado com os protocolos sem fluoroscopia usados em estudos anteriores, os parâmetros de repetibilidade para as medições de DIM do presente estudo foram considerados apenas razoáveis. Ainda assim, valores de DIM classificados como adequadamente repetidos (variação teste-reteste ≤ 1 mm) foram mais frequentes no presente estudo do que em outro estudo de coorte de alta qualidade que investigou fatores de risco para a progressão da OA de joelho: ELSA-Brasil ME 68,4% versus Osteoarthritis Initiative 57,6%.²⁵ É possível que variações de até 1 mm na DIM entre radiografias consecutivas de joelho sejam meta excessivamente conservadora para protocolos sem fluoroscopia, e que nem sempre produzam impacto relevante na repetibilidade das medições da espessura do EA. Isso é apoiado pelos resultados do presente estudo, que mostraram variações teste-reteste pequenas ($\leq 0,5$ mm) para a grande maioria (aproximadamente 80%) das imagens de joelho. Alguns estudos que investigam protocolos radiográficos semelhantes relatam uma associação fraca entre o alinhamento adequado do PTM e a reprodutibilidade das medidas do EA.^{33,34}

Curiosamente, a repetibilidade da medida do EA diferiu consideravelmente de acordo com o local de medição. A espessura do EA medida no ponto médio e a 10 mm da extremidade medial do PTM teve uma maior repetibilidade do que o EA medido no ponto mais estreito. A repetibilidade foi particularmente aumentada para as medidas da espessura do EA no ponto médio. Isso pode ser explicado por uma identificação mais precisa dos marcos anatômicos relevantes durante a medição manual do EA nesse local. Além disso, as limitações na precisão dos calibradores digitais do software de processamento de imagem também podem predispor a uma maior variabilidade quando o EA é medido no ponto mais estreito. Considerados em conjunto, esses achados são de grande importância para estudos futuros que consideram o uso da mensuração manual do EA para determinação da progressão da OA de joelho.

O presente estudo tem pontos fortes e limitações que precisam ser reconhecidos. Em primeiro lugar, as radiografias em flexão fixa sem fluoroscopia em incidência PA seguiram procedimentos de qualidade rigorosos, inclusive o uso de protocolos pré-definidos para aquisição e leitura das imagens e uma equipe altamente treinada. Em segundo lugar, os resultados forneceram apoio para o uso do novo posicionador que padroniza o posicionamento do joelho durante o exame, enquanto possibilita uma avaliação em tempo real de parâmetros radiográficos importantes. A incorporação desse posicionador a um custo relativamente baixo em estudos de progressão da osteoartrite feitos no Brasil poderia aumentar o seu potencial científico, dado que o acesso às tecnologias importadas já disponíveis não é simples e pode ser

extremamente dispendioso. A principal limitação do presente estudo é a falta de informações sobre o desempenho do protocolo radiográfico durante períodos mais longos de acompanhamento. Por exemplo, é possível que fatores relacionados com examinadores ou participantes (p. ex., alterações na anatomia do joelho, agravamento dos sintomas) possam afetar o desempenho do protocolo em estudos epidemiológicos com longo seguimento de suas coortes.³³

Em conclusão, verificou-se que o desempenho do protocolo em flexão fixa sem fluoroscopia em incidência PA com novo posicionador é satisfatório para as medições da espessura do EA feitas no ponto central e a 10 mm da extremidade medial da PTM. Isso justifica a incorporação desse protocolo à avaliação da OA de joelho na coorte ELSA-Brasil ME. Outras pesquisas dentro da coorte serão capazes de testar a precisão e a acurácia do protocolo radiográfico em longo prazo em uma amostra maior e mais heterogênea.

Financiamento

A linha de base do ELSA-Brasil foi financiada pelo Ministério da Saúde (Departamento de Ciência e Tecnologia), Ministério da Ciência e Tecnologia (Financiadora de Estudos e Projetos e Conselho Nacional de Pesquisa), processos: 01 06 0010.00 RS, 01 06 0212.00 BA, 01 06 0300.00 ES, 01 06 0278.00 MG, 01 06 0115.00 SP, 01 06 0071.00 RJ. O estudo ELSA-Brasil ME é apoiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior de Minas Gerais (SECTES), Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE-MG) e Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). LACM e RCR são bolsistas de pós-doutorado CAPES. SMB é pesquisadora do CNPq e da Agência de Pesquisa e Tecnologia do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Agradecimentos

À gerência e aos funcionários do serviço de radiologia Clínica Radiológica Javert Barros por sua valiosa assistência no presente estudo, em especial ao Dr. Evandro Barros Naves.

REFERÊNCIAS

1. Guermazi A, Hayashi D, Roemer FW, Felson DT. Osteoarthritis: a review of strengths and weaknesses of different imaging options. *Rheum Dis Clin N Am*. 2013;39:567-91.
2. Nelson AE, Renner JB, Shi XA, Shreffler JH, Schwartz TA, Jordan JM. Cross-sectional comparison of extended anteroposterior and posteroanterior fixed flexion positioning to assess radiographic osteoarthritis at the knee: the Johnston County Osteoarthritis Project. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2010;62:1342-5.
3. Botha-Scheepers S, Kloppenburg M, Kroon HM, Hellio Le Graverand MP, Breedveld FC, Ravaud P, et al. Fixed-flexion knee radiography: the sensitivity to detect knee joint space narrowing in osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2007;15:350-3.
4. Altman RD, Fries JF, Bloch DA, Carstens J, Cooke TD, Genant H, et al. Radiographic assessment of progression in osteoarthritis. *Arthritis Rheum*. 1987;30:1214-25.
5. Hellio Le Graverand MP, Mazzuca S, Duryea J, Brett A. Radiographic grading and measurement of joint space width in osteoarthritis. *Rheum Dis Clin N Am*. 2009;35:485-502.
6. Buckland-Wright JC, Bird CF, Ritter-Hrncirik CA, Cline GA, Tonkin C, Hangartner TN, et al. X-ray technologists' reproducibility from automated measurements of the medial tibiofemoral joint space width in knee osteoarthritis for a multicenter, multinational clinical trial. *J Rheumatol*. 2003;30:329-38.
7. Mazzuca SA, Hellio Le Graverand M-P, Vignon E, Hunter DJ, Jackson CG, Kraus VB, et al. Performance of a non-fluoroscopically assisted substitute for the Lyon schuss knee radiograph: quality and reproducibility of positioning and sensitivity to joint space narrowing in osteoarthritic knees. *Osteoarthritis Cartilage*. 2008;16:1555-9.
8. Vignon E, Brandt KD, Mercier C, Hochberg M, Hunter D, Mazzuca S, et al. Alignment of the medial tibial plateau affects the rate of joint space narrowing in the osteoarthritic knee. *Osteoarthritis Cartilage*. 2010;18:1436-40.
9. Reichmann WM, Maillefert JF, Hunter DJ, Katz JN, Conaghan PG, Losina E. Responsiveness to change and reliability of measurement of radiographic joint space width in osteoarthritis of the knee: a systematic review. *Osteoarthritis Cartilage*. 2011;19:550-6.
10. Kothari M, Guermazi A, von Ingersleben G, Miaux Y, Sieffert M, Block JE, et al. Fixed-flexion radiography of the knee provides reproducible joint space width measurements in osteoarthritis. *Eur Radiol*. 2004;14:1568-73.
11. Telles RW, Silva LC, Machado LA, Barreto SM. Investigating osteoarthritis in a subcohort of the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health: The ELSA-Brasil Musculoskeletal Study (ELSA-Brasil MSK). *Osteoarthritis Cartilage*. 2016;24: S210-S1.
12. Aquino EM, Barreto SM, Bensenor IM, Carvalho MS, Chor D, Duncan BB, et al. Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil): objectives and design. *Am J Epidemiol*. 2012;175:315-24.
13. Machado LAC, Telles RW, Costa-Silva L, Barreto SM. Perfil da Coorte ELSA-Brasil Musculoesquelético. *Braz J Rheumatol*. 2015;56 Supl 1:S29-30.
14. Nunes MA, Alves MGM, Chor D, Schmidt MI, Duncan BB. Cross-cultural adaptation of CIS-R (Clinical Interview Schedule-Revised Version) for the portuguese in Longitudinal Study Of Adult Health (ELSA). *Rev HCPA*. 2011;31:515-8.
15. Griep RH, Aquino EM, Chor D, Kakeshita IS, Gomes AL, Nunes MA. Test-retest reliability of the scale silhouettes figures of body image in Brazilian Longitudinal Study of Adult Health. *Cad Saúde Pública*. 2012;28:1790-4.
16. Chor D, Alves MG, Giatti L, Cade NV, Nunes MA, Molina Mdel C, et al. Questionnaire development in ELSA-Brasil: challenges of a multidimensional instrument. *Rev Saúde Pública*. 2013;47 Suppl 2:27-36.
17. Griep RH, Santos SM, Cardoso Lde O, Fonseca Mde J, Alves MG, Souto EP, et al. Social capital in ELSA-Brasil: test-retest reliability of the Resource Generator scale. *Rev Saúde Pública*. 2013;47 Suppl 2:131-9.
18. Molina Mdel C, Bensenor IM, Cardoso Lde O, Velasquez-Melendez G, Drehmer M, Pereira TS, et al. Reproducibility and relative validity of the Food Frequency Questionnaire used in the ELSA-Brasil. *Cad Saúde Pública*. 2013;29:379-89.
19. Santos SM, Griep RH, Cardoso LO, Alves MG, da Fonseca Mde J, Giatti L, et al. Cross-cultural adaptation and reliability of

- measurements on self-reported neighborhood characteristics in ELSA-Brasil. *Rev Saúde Pública*. 2013;47 Suppl 2:122-30.
20. Machado L, Telles R, Costa-Silva L, Barreto S. Psychometric properties of Multidimensional Health Locus of Control (Form A) Scales and the General Self-Efficacy Scale: the ELSA-Brasil Musculoskeletal Study (ELSA-Brasil MSK). *Braz J Phys Ther*. 2016;20:451-60.
 21. Peterfy C, Li J, Zaim S, Duryea J, Lynch J, Miaux Y, et al. Comparison of fixed-flexion positioning with fluoroscopic semi-flexed positioning for quantifying radiographic joint-space width in the knee: test-retest reproducibility. *Skeletal Radiology*. 2003;32:128-32.
 22. Machado L, Costa-Silva L, Barreto S, Telles R, Naves E, Carneiro A. Positioner for the acquisition and quality control of radiographic images of knees in the fixed flexion position (radiolfixer). Invention patent INPI BR102013033625-4; International application number PCT/IB2014/067387. December 29, 2014.
 23. Ravaud P, Chastang C, Auleley GR, Giraudeau B, Royant V, Amor B, et al. Assessment of joint space width in patients with osteoarthritis of the knee: a comparison of 4 measuring instruments. *J Rheumatol*. 1996;23:1749-55.
 24. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986;1:307-10.
 25. Mercier C, Piperno M, Vignon E, Brandt K, Hochberg M, Hellio Le Graverand MP. In normal knees, joint space width (JSW) is correlated with the intermargin distance (IMD), a measure of medial tibial plateau alignment. Variations in IMD explain variability in JSW in serial radiographs. *Joint Bone Spine*. 2013;80:183-7.
 26. Cline GA, Meyer JM, Stevens R, Buckland-Wright C, Peterfy C, Beary JF. Comparison of fixed flexion, fluoroscopic semi-flexed and MTP radiographic methods for obtaining the minimum medial joint space width of the knee in longitudinal osteoarthritis trials. *Osteoarthritis Cartilage*. 2006;14 Suppl A:A32-6.
 27. Zou GY. Sample size formulas for estimating intraclass correlation coefficients with precision and assurance. *Stat Med*. 2012;31:3972-81.
 28. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977;33:159-74.
 29. Departamento de Ciência e Tecnologia - Ministério da Saúde. ELSA Brasil: the greatest epidemiological study in Latin America. *Rev Saúde Pública*. 2009;43:1-2.
 30. Schmidt MI, Duncan BB, Mill JG, Lotufo PA, Chor D, Barreto SM, et al. Cohort profile: longitudinal study of adult health (ELSA-Brasil). *Intern J Epidemiol*. 2015;44:68-75.
 31. Le Graverand MP, Vignon EP, Brandt KD, Mazzuca SA, Piperno M, Buck R, et al. Head-to-head comparison of the Lyon Schuss and fixed flexion radiographic techniques. Long-term reproducibility in normal knees and sensitivity to change in osteoarthritic knees. *Ann Rheum Dis*. 2008;67:1562-6.
 32. Botha-Scheepers S, Dougados M, Ravaud P, Hellio Le Graverand MP, Watt I, Breedveld FC, et al. Effect of medial tibial plateau alignment on serial radiographs on the capacity to predict progression of knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2008;16:272-6.
 33. Nevitt MC, Peterfy C, Guermazi A, Felson DT, Duryea J, Woodworth T, et al. Longitudinal performance evaluation and validation of fixed-flexion radiography of the knee for detection of joint space loss. *Arthritis Rheum*. 2007;56:1512-20.
 34. Ward RJ, Buckland-Wright JC, Wolfe F. Relationships between tibial rim alignment and joint space width measurement reproducibility in non-fluoroscopic radiographs of osteoarthritic knees. *Osteoarthritis Cartilage*. 2005;13:945-52.