

Estudos Métricos em Radiologia Convencional Musculoesquelética: Aspectos Práticos

Metric Studies in Conventional Musculoskeletal Radiology: Practical Aspects

Elisa Costa Moreira⁽¹⁾ | Joana Romano⁽²⁾ | Andreia Silva⁽¹⁾ | Rafaela Evangelista⁽¹⁾ | Pedro Leonel Almeida⁽¹⁾ | Ana Torres⁽¹⁾ | Jorge Caldas⁽¹⁾

Resumo

Apresentar e descrever, de forma sucinta e pragmática, os principais estudos métricos em radiologia convencional musculoesquelética a que o médico fisiatra recorre na sua prática clínica diária.

Foi realizada uma revisão narrativa da literatura e foram selecionados os estudos métricos mais utilizados na prática clínica.

No total, são descritos 21 estudos métricos em radiologia convencional musculoesquelética, divididos de acordo com a área anatómica, nomeadamente: coluna vertebral, membro superior e membro inferior. Sob a forma de documento complementar, é apresentado um guia prático de consulta rápida, com a descrição objetiva dos vários estudos.

A radiologia convencional é uma ferramenta indispensável na avaliação da patologia musculoesquelética. Os estudos métricos, permitindo a quantificação das alterações morfológicas e com impacto funcional, são um complemento fundamental à prática clínica do médico fisiatra. A criação de um documento que reúne alguns dos estudos métricos mais utilizados na radiologia convencional musculoesquelética é, na opinião dos autores, um grande facilitador da prática clínica diária.

Palavras-chave: Doenças Músculo-Esqueléticas/diagnóstico por imagem; Doenças Músculo-Esqueléticas/reabilitação; Medicina Física e de Reabilitação; Sistema Músculo-Esquelético/diagnóstico por imagem.

Abstract

To present and describe, concisely and pragmatically, the main metric studies in conventional musculoskeletal radiology that physiatrists use in their daily clinical practice. A literature review was conducted, and the metric studies were selected.

A total of 21 metric studies in conventional musculoskeletal radiology are described, divided according to the anatomical area, namely: spine, upper limb and lower limb. In the form of a complementary document, a practical guide for quick reference is presented, with an objective description of the various studies.

Conventional radiology is an indispensable tool in the assessment of musculoskeletal pathology. Metric studies, allowing the quantification of morphological and functional changes, are a fundamental complement to the clinical practice of the physiatrist. The creation of a document that brings together the main metric studies applied in conventional musculoskeletal radiology is, in the opinion of the authors, a great facilitator of daily clinical practice.

Keywords: Musculoskeletal Diseases/diagnostic imaging; Musculoskeletal Diseases/rehabilitation; Musculoskeletal System/diagnostic imaging; Physical and Rehabilitation Medicine.

(1) Serviço de Medicina Física e de Reabilitação, Centro Hospitalar Tondela-Viseu, Viseu, Portugal. (2) Unidade Local de Saúde de Matosinhos, Matosinhos, Portugal.

© Author(s) (or their employer(s)) and Journal SPMFR 2024. Re-use is permitted under CC BY-NC. No commercial re-use. © Autor (es) (ou seu (s) empregador (es)) Revista SPMFR 2024. Reutilização permitida de acordo com CC BY-NC. Nenhuma reutilização comercial.

Declaração de Contribuição/ Contributorship Statement: ECM, JR, AS, RE, PLA, AT, JC: Recolha de dados, redação do artigo, revisão crítica do conteúdo do artigo. Todos os autores aprovaram a versão final a ser publicada. ECM, JR, AS, RE, PLA, AT, JC: Data collection, drafting of the article, critical reviewing of the content of the article. All authors approved the final version to be published.

Autor Correspondente/Corresponding Author: Elisa Costa Moreira. email:cmoreira.elisa@gmail.com. Av. Rei Dom Duarte 3504-509 Viseu.

Recebido/Received: 10/2023. Aceite/Accepted: 11/2024. Publicado online/Published online: 04/2025. Publicado / Published: 04/2025

Introdução

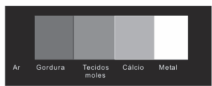
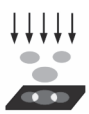
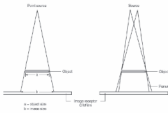
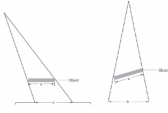


A radiografia tem sido utilizada como um meio complementar de diagnóstico há mais de 100 anos. Apesar dos avanços tecnológicos ao nível da imagem e da radiologia, a radiografia mantém um papel fundamental no diagnóstico de muitas condições clínicas, em particular na área musculoesquelética. Através dela, é possível objetivar alterações patológicas e realizar medições precisas que

ajudam ao diagnóstico e/ou ao subsequente acompanhamento da progressão da condição ou do seu tratamento.¹ A radiografia apresenta uma série de vantagens que lhe confere uma aplicabilidade imensa, nomeadamente na área musculoesquelética, distinguindo-a de outros meios de imagem (Tabela 1). No entanto, não nos podemos esquecer das suas limitações, devidas principalmente a aspetos técnicos que são aqui brevemente apresentados (Tabela 2).¹

Tabela 1 - Vantagens da aplicabilidade da radiografia convencional.

Baixo custo e acessível
Padronizável e reproduzível
Monitorização da progressão da condição clínica
Monitorização da resposta terapêutica
Aplicação de sistemas de classificação ou de gravidade
Monitorização da instrumentação invasiva
Obtenção de séries dinâmicas, incidências em <i>stress</i> ou em carga

Tabela 2 - Aspectos técnicos e artefactos da radiografia convencional.

<p>Opacidade</p> 	<p>Apresentação do contraste radiográfico numa escala de cinzentos entre o branco e o preto, em que o branco corresponde à absorção do raio-X (radiopacidade) e o preto à sua penetração (radiotransparência).</p>
<p>Efeito de adição/subtração</p> 	<p>A opacidade final resulta da soma da absorção do raio-X pelos objetos ou da subtração da absorção pelos mesmos, ficando, assim, a zona de intersecção mais branca ou mais negra conforme a predominância no meio de objetos que absorvam ou sejam penetrados pela radiação.</p>
<p>Penumbra radiológica</p> 	<p>As dimensões do foco não são punctiformes, criando uma penumbra de cinzentos à volta do objeto radiografado. As dimensões do foco, a distância do foco ao objeto, bem como a distância do objeto ao meio de registo fazem variar a penumbra radiológica, e, assim, a resolução da imagem radiográfica gerada.</p>
<p>Efeito de distorção</p> 	<p>Resulta do desalinhamento entre o foco e o objeto ou entre o objeto e o meio de registo, resultando numa imagem distorcida. Este efeito pode interferir com a medição de determinada distância.</p>
<p>Ampliação radiográfica</p> 	<p>Deve-se ao facto de o feixe de radiação ser divergente, e assim, projetado de forma cónica a partir do foco, aumentando erroneamente as dimensões do objeto radiografado. Este efeito é potenciado pelo aumento da distância do objeto ao meio de registo.</p>
<p>Efeito tangencial</p> 	<p>Quando o feixe atravessa tangencialmente um objeto, a parede da garrafa parece ser mais densa que a sua face anterior. Deve-se ao facto de o feixe de radiação ter de atravessar mais estruturas quando atravessa tangencialmente um objeto.</p>

.Com a realização deste trabalho, os autores pretendem, através de uma revisão sintética e pragmática, descrever aspectos técnicos no que aos estudos métricos em radiologia convencional diz respeito, de forma a facilitar a sua aplicabilidade clínica. Pretende-se, em última instância, criar uma ferramenta de consulta rápida à qual o médico fisiatra possa recorrer aquando da avaliação clínica dos seus doentes, facilitando a interpretação do estudo e a integração clínica dos achados e, conseqüentemente, o diagnóstico, o seguimento clínico e a decisão terapêutica das patologias do foro musculoesquelético.

Métodos

Foi realizada uma revisão narrativa da literatura, recorrendo à base de dados MEDLINE (PubMed), sem limite temporal ou exclusão por idioma. Foram utilizados os termos de pesquisa ((*musculoskeletal radiology*) AND (*measurements*)) OR ((*radiographic measures*) AND (*musculoskeletal pathology*)). Adicionalmente, foram analisadas as listas de referências dos artigos selecionados para identificação de trabalhos igualmente elegíveis e não obtidos na pesquisa inicial. Foram selecionados os estudos métricos que, de acordo com a prática clínica dos autores, se configuram como os mais relevantes e pertinentes no complemento do diagnóstico, seguimento e decisão terapêutica, no âmbito da reabilitação musculoesquelética. Esta seleção foi levada a cabo por dois autores independentes. De forma a sistematizar a informação descrita em detalhe, foi criada uma ferramenta para consulta rápida - agradecemos que solicite através do contacto cmoreira.elisa@gmail.com.

Estudos Métricos em Radiologia Convencional

Coluna

1. Classificação de Kellgren-Lawrence

A Classificação de Kellgren-Lawrence é um dos métodos mais comuns de diagnóstico, monitorização e classificação da gravidade da osteoartrose (OA). Esta classificação foi proposta por Kellgren e Lawrence em 1957² e aceite pela Organização Mundial de Saúde em 1961 como definição radiológica de osteoartrose.

O sistema de classificação divide a gravidade da OA em 5 graus^{2,3}: grau 0 (normal): ausência definitiva de alterações sugestivas de AO; grau 1 (duvidoso): duvidoso estreitamento da interlinha e possível presença de pequenos osteófitos; grau 2 (ligeiro): presença definitiva de osteófitos e diminuição da interlinha articular; grau 3

(moderado): múltiplos moderados osteófitos, definitivo estreitamento da interlinha, alguma esclerose subcondral e possível deformidade dos topos ósseos; grau 4 (grave): grandes osteófitos, diminuição marcada da interlinha articular, esclerose subcondral grave e deformidade definitiva dos topos ósseos. A OA está presente de forma definitiva apenas a partir do grau 2 de Kellgren-Lawrence, avaliada com radiografia em carga.

Têm sido apontadas algumas críticas a este sistema de classificação, como a baixa sensibilidade e a utilização dos mesmos critérios para diferentes articulações, no entanto, a classificação de Kellgren-Lawrence mantém-se globalmente aceite na prática clínica.^{4,5}

2. Coluna Cervical

Espondilose cervical

A espondilose cervical pode ser classificada usando a classificação de Kellgren-Lawrence. Deve ser solicitada uma incidência de perfil da coluna cervical. Os parâmetros chave são a formação osteofitária, a diminuição da altura do disco intervertebral e a esclerose da placa terminal.⁶ Grau 0 (normal): sem alterações degenerativas; grau 1 (mínima/precoce): formação osteofitária anterior incipiente, ausência de diminuição da altura do disco intervertebral e ausência de esclerose da placa terminal; grau 2 (ligeira): formação osteofitária anterior definitiva, ausência ou redução ligeira da altura do disco intervertebral (<25%), esclerose da placa terminal incipiente; grau 3 (moderada): formação osteofitária anterior definitiva, redução moderada da altura do disco intervertebral (25%-75%), esclerose definitiva da placa terminal e esclerose osteofitária; grau 4 (avançada): formação osteofitária múltipla e exuberante, redução grave da altura do disco intervertebral (>75%), esclerose da placa terminal com irregularidades.⁶

Distância atlanto-axial anterior

A distância atlanto-axial anterior representa a distância entre o bordo pósterio-inferior do arco anterior do atlas e a superfície anterior do processo odontóide.¹ O seu cálculo está indicado quando há uma suspeita de subluxação atlanto-axial anterior ou de instabilidade atlanto-axial, decorrente de patologias adquiridas, hereditárias ou congénitas, das quais se destacam: traumatismo cervical/cranioencefálico, artrite reumatoide, espondilite anquilosante, artrite psoriática, síndrome de Down e acondroplasia.¹ Deve ser solicitada uma incidência radiográfica de perfil da coluna cervical. Para o seu cálculo traça-se uma linha entre o arco anterior do atlas (na sua extremidade inferior) e o processo odontóide. Valores inferiores a 3 mm no adulto e 5 mm na criança são considerados normais.¹

3. Coluna Toracolombar

Ângulo de Cobb

Medida originalmente descrita por Cobb em 1948 para a definição de escoliose, representa o ângulo formado pela intersecção entre duas linhas paralelas à plataforma superior da vértebra limite superior e à plataforma inferior da vértebra limite inferior.¹ Para a sua aplicação, torna-se assim necessário esclarecer algumas definições radiográficas. As vértebras limite (superior e inferior) definem-se como as vértebras mais inclinadas. A vértebra apical corresponde à vértebra que se apresenta mais desviada do centro da coluna vertebral, que, por sua vez, é definido pela linha mediana vertical do sacro, linha perpendicular a uma tangente às cristas ilíacas.¹ O ângulo de Cobb permite diagnosticar e classificar o grau de gravidade não só da escoliose toracolombar, mas também da cifose torácica.⁷

Para a escoliose, deve ser solicitada uma incidência pósterio-anterior extralonga da coluna vertebral em carga.⁸ Definidas as vértebras limite, traçam-se duas linhas tangenciais ao prato superior e inferior das mesmas e mede-se o ângulo resultante da sua intersecção.⁹ Valores inferiores a 10° são considerados normais.⁸ Valores entre 10° e 20° correspondem a escoliose ligeira, entre 20° e 40° a escoliose moderada, e valores superiores a 50° a escoliose grave.^{1,10}

Para a cifose torácica, deve ser solicitada uma incidência extralonga da coluna vertebral em perfil e em carga, com elevação anterior dos membros superiores entre 60° a 80°.¹ O processo é igual ao descrito anteriormente. Valores compreendidos entre 20° e 40° são considerados normais.¹ A correção cirúrgica poderá estar indicada para valores superiores a 75° num esqueleto em crescimento e superiores a 65° no esqueleto maduro.¹¹ Valores inferiores a 75° poderão justificar a colocação de uma ortótese de tronco, dependendo da maturidade esquelética do doente.¹¹

Método de Nash and Moe

Sendo a escoliose uma deformidade tridimensional, torna-se necessário medir o grau de rotação vertebral. O grau de rotação vertebral é um fator prognóstico e é importante para o planeamento cirúrgico.¹ O método de Nash *and* Moe classifica a rotação medindo a distância entre o pedículo e a plataforma lateral do corpo vertebral no ápex no plano coronal e comparando a distância entre os pedículos do lado convexo e do lado côncavo.¹² Deve ser solicitada uma incidência pósterio-anterior extralonga da coluna vertebral, em carga. Define-se o lado convexo da curva e a vértebra apical. Metade da vértebra apical, do seu lado convexo, é dividida em três segmentos e o grau de rotação é determinado pela posição do pedículo. Numa vértebra não rodada (grau 0), vêem-se os dois pedículos simetricamente posicionados; no grau 1, o pedículo migra para o primeiro

segmento; no grau 2, o pedículo migra para o segundo segmento; no grau 3, vemos o pedículo no segmento medial; e no grau 4, o pedículo passa a linha média para o lado côncavo do corpo vertebral.¹²

Índice de Risser

O índice de Risser representa a medida de ossificação da apófise ilíaca que se correlaciona com a idade óssea.¹³⁻¹⁶ A ossificação começa na espinha ilíaca ântero-superior, progride até à espinha ilíaca pósterio-superior e termina com a fusão completa da crista ilíaca. É uma ferramenta útil para a avaliação da maturidade esquelética e para facilitar a tomada de decisão terapêutica nas alterações estruturais da coluna vertebral, nomeadamente na escoliose idiopática juvenil.¹⁷ As curvas tendem a progredir durante o pico de crescimento e a estabilizar aquando da maturação esquelética completa. Uma radiografia ântero-posterior da bacia vai permitir definir o estágio de Risser. Para tal, dividimos a crista ilíaca em quatro quartos e os estádios vão progredindo de acordo com a ossificação sucessiva ao longo da crista ilíaca.¹ O estágio 0 corresponde à ausência de centro de ossificação a nível da apófise da crista ilíaca; no estágio 1 verifica-se ossificação inferior a 25%; no estágio 2 entre 25% a 50%; no estágio 3 entre 50% e 75%; o estágio 4 corresponde a uma ossificação da crista ilíaca superior a 75%; e no estágio 5 verifica-se uma ossificação completa e fusão da apófise.¹⁸ Como os estádios 0 e 5 podem parecer indistinguíveis, a idade e a observação das placas de crescimentos dos ossos longos podem ser úteis na sua distinção: enquanto no estágio 0 a criança vai apresentar as placas de crescimento abertas na maioria dos ossos longos, no estágio 5 já não as vamos observar.¹⁸

Método de Meyerding

O método de Meyerding permite determinar o grau de deslocamento vertebral anterior na espondilolistese, que mais frequentemente ocorre a nível de L5-S1. A medição rigorosa deste deslocamento, de forma numérica ou percentual, é útil para a o estadiamento da gravidade patológica, para planeamento cirúrgico e seguimento da espondilolistese.¹⁹ Numa incidência de perfil neutro da coluna lombossagrada, divide-se a plataforma superior do sacro em quartos e é notada a posição de L5 em relação ao sacro. O sistema de classificação divide o deslocamento em cinco graus: o grau I traduz um deslocamento de 0% a 25%, grau II de 25% a 50%, grau III entre 50% e 75%, Grau IV entre 75% e 100%, e, finalmente, o grau V traduz um deslocamento superior a 100%, verificando-se espondiloptose.¹⁹ Os graus I e II são geralmente considerados como deslizamento de baixo grau, enquanto os graus III, IV e V são considerados como deslizamento de alto grau.²⁰

Membro superior

1. Ombro

Espaço subacromial

O espaço subacromial representa a distância entre a face inferior do acrómio e a cabeça umeral. A sua medição é útil na suspeita de rotura da coifa dos rotadores em doentes com clínica de conflito subacromial, assim como em doentes com suspeita de subluxação da cabeça umeral, nomeadamente em membros hemiparéticos.²¹ Deve ser solicitada uma incidência verdadeira ântero-posterior do ombro, com o braço em posição neutra (incidência de Grashey). É medida a distância entre a face inferior do acrómio e a cabeça umeral.²² Um valor entre 8 e 12 mm é considerado normal. Valores superiores a 12 mm sugerem luxação ou subluxação do ombro. Valores inferiores a 8 mm são indicativos de provável rotura parcial ou total da coifa dos rotadores.²³

Classificação de Hamada

A classificação evolutiva em cinco graus de Hamada *et al* foi desenvolvida com base na análise de achados radiográficos de roturas massivas da coifa dos rotadores e na evolução temporal de artropatia subsequente. Esta classificação pode ser importante na determinação do prognóstico e na decisão terapêutica, em particular, quando se pondera o tratamento cirúrgico.²⁴ Devem ser solicitadas três incidências ântero-posteriores do ombro, uma com o braço a 30° de rotação externa, uma em posição neutra e outra a 60° de rotação interna. Esta classificação entra em linha de conta com o intervalo acromiomerale, com a acetabulização do acrómio (deformidade côncava da superfície inferior do acrómio) e com o espaço articular glenomerale. O intervalo acromiomerale está preservado (≥ 6 mm) no grau 1, mas diminuído no grau 2 (≤ 5 mm). A acetabulização juntamente com a redução do intervalo acromiomerale é classificada como grau 3. No grau 4, a redução do espaço interarticular da glenomerale é adicionado às características do grau 3. Finalmente, no grau 5 verifica-se o colapso subcondral da cabeça umeral. Posteriormente, Walch *et al* reconheceram um grupo com roturas massivas que demonstraram redução do espaço glenomerale sem acetabulização acromial, dividindo grau 4 de Hamada *et al* em dois subtipos: grau 4A, correspondente a artropatia glenomerale sem acetabulização acromial; e grau 4B, correspondente a artropatia glenomerale com acetabulização acromial.²⁵

Classificação de Rockwood

A classificação de Rockwood é o sistema de classificação mais usado nas lesões da articulação acromioclavicular. Consiste num sistema de classificação em seis tipos, e descreve apenas lesões dos tecidos moles, não fazendo referência a lesões ósseas.²⁶ Para além da articulação acromioclavicular em si, este sistema de classificação tem

também em linha de conta o ligamento coracoclavicular (CC) e os músculos deltoide e trapézio. Considera-se a direção da deslocação da clavícula em relação ao acrómio/coracoide.²⁷ Deve ser solicitada uma incidência ântero-posterior com 10°-15° rotação cefálica (incidência de Zanca) bilateral dos ombros.²⁶ O tipo I corresponde a uma radiografia de aparência normal, sem elevação da clavícula relativamente ao acrómio. Neste tipo, todas as estruturas se apresentam intactas, com exceção do ligamento acromioclavicular (AC) que apresenta uma rotura incompleta das suas fibras. No tipo II verifica-se um alargamento do espaço interarticular da acromioclavicular (>7 mm), com uma elevação da clavícula inferior a 25% relativamente ao acrómio, alterações que traduzem rotura completa do ligamento acromioclavicular (AC) e da cápsula articular, rotura parcial do ligamento CC, e desinserção mínima dos músculos deltoide e trapézio. No tipo III e seguintes, existe rotura completa dos ligamentos AC, CC e da cápsula articular, assim como desinserção dos músculos deltoide e trapézio. Na imagem radiográfica, no tipo III, a clavícula apresenta-se elevada acima do bordo superior do acrómio, mas a distância coracoclavicular é inferior ao dobro do normal, ou seja, 25 mm ou 5 mm maior do que a distância no ombro contralateral. Os tipos IV, V e VI são raros e são, essencialmente, variantes do tipo III. No tipo IV a clavícula apresenta um deslocamento posterior para o trapézio. No tipo V, a clavícula está marcadamente elevada e a distância coracoclavicular é superior ao dobro do normal, ou seja > 25 mm. No tipo VI, a clavícula está deslocada inferiormente por trás dos tendões coracobraquial e bicípíte braquial.^{26,27}

2. Punho e Mão

Intervalo escafo-semilunar

O intervalo escafo-semilunar, tal como o nome indica, refere-se à medida do espaço articular entre os ossos escafoide e semilunar do carpo. Este intervalo deve ser medido na suspeita de lesão do ligamento escafo-semilunar, manifestada clinicamente por dor e instabilidade.²⁸ Deve ser solicitada uma incidência pósterio-anterior do punho neutra, com o cotovelo fletido a 90° e o ombro colocado a 90° de abdução.^{1,28} Mede-se a distância entre o bordo ulnar do escafoide e o bordo radial do semilunar na sua porção média.²⁹ Valores superiores a 3 mm no adulto são sugestivos de instabilidade escafo-semilunar.

Variância ulnar (Método de Gelberman)

A variância ulnar, ou índice radioulnar, é uma medida das posições relativas do rádio e da ulna, na sua extremidade distal, determinada numa radiografia dorso-palmar do punho. A sua medição desempenha um papel importante no estudo da biomecânica do punho, podendo ter significado clínico no diagnóstico e tratamento de determinadas condições, como na doença de Kienböck e na síndrome de impactação ulnar.^{1,30} Deve ser solicitada

uma incidência pósterio-anterior neutra do punho (cotovelo a 90° de flexão, ombro a 90° de abdução, cotovelo à altura do ombro). Descrevem-se duas retas perpendiculares ao eixo medial do rádio (linha Z), a distância entre elas define a variância ulnar. Linha X: reta horizontal tangente à face cárpica da ulna e perpendicular ao eixo medial do rádio; linha Y: reta horizontal tangente à fossa semilunar do rádio e perpendicular à linha Z. É determinada a distância entre as linhas X e Y. Um valor inferior ou igual a 2 mm é considerado normal. Se a ulna for mais comprida do que o rádio, com uma discrepância superior a 2 mm, define-se como variância ulnar positiva, se a ulna for mais curta do que o rádio, com uma discrepância superior a 2 mm, define-se como variância ulnar negativa.^{1,30}

Membro inferior

1. Extralongo dos membros inferiores

A radiografia em ortostatismo de todo o membro inferior permite estudar deformidades angulares ou dismetria dos membros inferiores e visualizar alterações diafisárias, estreitamentos ou subluxações articulares.¹³ Deve ser solicitada uma incidência ântero-posterior extralongo dos membros inferiores, em ortostatismo. Esta deve incluir a cabeça femoral e a superfície articular distal da tíbia com o tarso.¹ O fêmur é medido do topo da cabeça femoral até ao ponto mais distal do côndilo femoral medial. A tíbia é medida do ponto mais alto da superfície articular proximal até à superfície articular tibial distal.^{1,13} O membro inferior pode ser medido em toda a sua extensão desde o topo da cabeça femoral até ao ponto mais distal da tíbia. Uma diferença de comprimento entre dois membros inferiores superior a 1 cm é considerada patológica.^{1,14,15}

2. Anca

Classificação de Tönnis

A classificação de Tönnis consiste na gradação sucessiva das alterações degenerativas da anca que ocorrem na coxartrose. Deve ser solicitada uma radiografia ântero-posterior da anca, bilateral e em carga. O grau 0 corresponde à ausência de alterações degenerativas da anca; o grau 1 revela ligeira redução do espaço interarticular, ligeiro espessamento da margem articular e ligeira esclerose da cabeça do fémur ou do acetábulo; o grau 2 indica a presença de pequenos quistos ósseos subcondrais, redução adicional do espaço interarticular e perda moderada da esfericidade da cabeça do fémur; o grau 3 é o mais grave e traduz a presença de quistos subcondrais de grandes dimensões, estreitamento grave do espaço interarticular, deformidade grave da cabeça do fémur e necrose avascular.³¹

Ângulo do colo femoral

O ângulo do colo femoral corresponde ao ângulo formado entre o eixo longitudinal do colo femoral e o eixo diafisário

do fémur. Este ângulo apresenta uma variação ao longo do crescimento, o que deve ser tido em conta aquando da sua determinação. A sua medição é útil para a classificação de coxa valga ou coxa vara.¹ Para tal, deve ser solicitada uma incidência ântero-posterior da anca em posição neutra.³² Traçam-se duas linhas, uma ao longo do eixo longitudinal do colo do fémur, passando pelo centro da cabeça femoral, e outra ao longo do eixo diafisário do fémur. Mede-se o ângulo formado entre as duas linhas.²⁸ No adulto, valores compreendidos entre 125° e 135° são considerados normais, classificando-se como coxa vara valores abaixo de 125° e como coxa valga valores superiores a 135°.^{1,32}

3. Joelho

Ângulo femorotibial

O ângulo femorotibial é uma medida do alinhamento estático dos membros inferiores. Representa o ângulo formado pela interseção do eixo diafisário do fémur com o eixo diafisário da tíbia.³³ A sua avaliação é útil na classificação do joelho em varo ou valgo e respetiva quantificação. A sua medição é também útil na verificação do alinhamento do joelho após artroplastia total do joelho.³³ Para a avaliação imagiológica deve ser pedida uma radiografia ântero-posterior do joelho em carga. É traçada uma linha ao longo do eixo longitudinal do fémur e outra ao longo do eixo longitudinal da tíbia, passando pelo joelho de forma que se intersectem. Mede-se o ângulo formado entre elas.³

No adulto, num joelho com alinhamento normal, o ângulo femorotibial é aproximadamente 1° a 1,5° em varo, podendo variar entre 1° valgo e 3,2° varo.³³ Na infância, o normal alinhamento do joelho apresenta uma variação fisiológica: até aos 2 anos de idade o *genu varum* é fisiológico, seguindo-se de *genu valgum*, até ao normal alinhamento em varo na adolescência e no adulto.³⁵

Ângulo do sulco troclear

O ângulo do sulco troclear é o ângulo formado entre as facetas trocleaseas medial e lateral do fémur. É útil na avaliação de displasia troclear e nas síndromes e instabilidades patelofemorais. Para a sua medição deve ser requisitada uma radiografia axial do joelho (uni ou bilateral) realizada com o joelho a 30°-45° de flexão (*skyline view*). Traçam-se duas linhas, desde o ponto mais profundo do sulco troclear aos ápices dos côndilos femorais lateral e medial, respetivamente, e mede-se o ângulo entre elas.^{36,37} O seu valor normal é de 135° ± 10°.^{38,39} Dependendo da técnica imagiológica aplicada, existem variações dos valores de referência deste ângulo, pelo que se salienta que o descrito se refere à radiografia convencional. Quando o ângulo do sulco é superior a 145°-150°, pode ser diagnosticada uma displasia troclear. Um ângulo aumentado reflete uma maior incongruência patelar e correlaciona-se com vários fatores, entre eles: instabilidade, gravidade de

outras medidas de displasia, aumento da dor e da incapacidade, lesões cartilagueas e ósseas na patelofemoral.^{40,41} Se alterado devem, por isso, ser analisados outros parâmetros de *tracking* patelofemoral.

Ângulo patelofemoral lateral

É o ângulo medido entre uma linha que une o topo dos côndilos femorais e uma linha ao longo da faceta lateral da rótula. É medido para quantificar o *tilt* ou inclinação lateral da rótula.^{34,42}

Deve ser pedida uma radiografia axial do joelho com o joelho em flexão a 20°-30°. Traça-se uma linha que une os côndilos femorais e outra que une os limites da faceta articular lateral da patela e mede-se o ângulo formado entre elas.

Um ângulo aberto lateralmente associa-se a joelhos normais, enquanto linhas paralelas ou ângulos com aberturas mediais são mais comumente vistos em subluxações patelares.^{36,42} Define-se como normal um ângulo aberto lateralmente superior a 8°.⁴³

Índice de Insall-Salvati

O Índice de Insall-Salvati representa a proporção entre o comprimento longitudinal do ligamento patelar e o comprimento diagonal da rótula. É provavelmente a medida mais comumente utilizada para avaliar a altura patelar.⁴⁴ Uma patela alta refere-se à rótula em posição anormalmente alta em relação ao fêmur, e associa-se a subluxação ou luxação rotular, condromalacia patelar, roturas do ligamento patelar, entre outros.^{34,37}

Para avaliação do índice deve ser pedida uma radiografia lateral do joelho, em semi-flexão (20° - 70°). Mede-se o comprimento da rótula através da sua diagonal (A). Mede-se o ligamento patelar ao longo do seu bordo posterior, desde a sua origem no polo inferior da rótula, até à sua inserção na tuberosidade anterior da tibia (B). Calcula-se o índice dividindo o valor de B pelo valor de A (índice de Insall-Salvati = B/A).

As medidas obtidas devem ser aproximadamente iguais, podendo a rótula ser ligeiramente menor e, portanto, rácios de 0,8 a 1,2 são aceites como normais. Uma proporção superior a 1,2-1,3 sugere uma rótula em posição alta.^{34,36,37}

Diferentes valores são considerados na avaliação por ressonância magnética e as medições podem ser afetadas pela presença de anormalidades da tuberosidade tibial (p.e.: doença de Osgood-Schlatter), técnicas diferentes podem ser necessárias nestes casos.⁴⁵

Todas as medições abordadas na avaliação métrica da patelofemoral são úteis nas síndromes de dor patelofemoral e em quadros de luxações recidivantes da rótula.

4. Pé

Ângulo de inclinação do calcâneo

O ângulo de inclinação do calcâneo (CPA), medido em radiografia lateral e em carga, é o ângulo formado por uma linha traçada desde a superfície plantar do calcâneo até ao bordo inferior da interface calcaneocuboideia e uma linha traçada desde a superfície plantar do calcâneo até à superfície inferior da cabeça do 5.º metatarso.⁴⁶

Esta medida reflete a altura do arco longitudinal do pé, e é útil na avaliação do pé cavo ou plano. Foi demonstrada uma diferença significativa no CPA entre a população normal e adultos com pé plano adquirido.⁴⁷ A análise do CPA ajuda na prescrição de ortóteses e na avaliação pré-cirúrgica dos pés cavos/planos.⁴⁸

Para a sua avaliação, deve ser requisitada uma radiografia lateral do pé em dorsiflexão a 90° e em carga. É medido o eixo de inclinação do calcâneo (CA), uma linha que une o ponto mais plantar da tuberosidade do calcâneo ao ponto mais anterior do calcâneo no contorno inferior da articulação calcaneocuboideia e o plano de apoio (PS), linha de referência horizontal que une o ponto mais plantar da tuberosidade do calcâneo ao ponto mais plantar do 5.º metatársico (ao longo da superfície de suporte do pé). O ângulo de inclinação do calcâneo (CPA) é o ângulo entre as duas referidas linhas.

Valores de CPA normais entre 10°-25°⁴⁹ e 20°-30°⁵⁰ baseados em medições realizadas em várias populações de adultos, foram propostos. Um *cut-off* correspondente a ≤19° tem uma sensibilidade de 90% e uma especificidade de 85% para diagnosticar pé plano, mas deve ser interpretado no contexto clínico em causa e juntamente com outras medidas relevantes.⁵¹ A medição pode, por exemplo, ser afetada por anormal pronação ou supinação do pé. Outras medidas de avaliação do arco longitudinal como o ângulo talo-primeiro metatarso (*Meary angle*) e o ângulo calcâneo-quinto metatarso, em conjunto com medidas de desvios no plano ântero-posterior, não abordadas no presente artigo, podem ser úteis para complementar avaliação.⁵⁰

Ângulo do hallux valgus

Também conhecido como 1.º ângulo metatarsofalângico, o ângulo do *hallux valgus* é formado entre uma linha traçada ao longo do eixo do 1.º metatársico e uma linha traçada ao longo do eixo da 1.ª falange proximal.^{52,53}

É uma medida usada para avaliar o alinhamento da 1ª articulação metatarsofalângica, numa radiografia dorsoplantar e em carga do pé. É útil para avaliar a presença de *hallux valgus* e a sua gravidade. Soma-se o planeamento pré-cirurgia de correção, incluindo a avaliação de critério cirúrgico e escolha da técnica mais adequada, seguida da avaliação pós-cirúrgica.

Para a sua medição deve ser solicitada uma radiografia ântero-posterior do pé em carga. Traça-se uma linha ao longo do eixo do 1.º metatársico e outra linha ao longo do eixo da 1.ª falange proximal. O eixo de ambos os ossos é definido como a bissetriz da cabeça e da base dos dois. Mede-se o ângulo formado entre elas.⁵³

Um ângulo superior a 15° indica um *hallux valgus*. Um esquema de classificação comum do *hallux valgus*, em consideração ao ângulo da 1.ª metatarsofalângica, é o seguinte: normal <15°; ligeiro 15°-20°; moderado 20°-40°; grave > 40°.⁵⁴

A adequada avaliação radiográfica do *hallux valgus* pode ser complementada com a medição adicional do 1.º ângulo intermetatársico, não incluído no presente artigo.

Discussão

A radiologia convencional é uma ferramenta essencial no diagnóstico e na decisão terapêutica de diversas patologias musculoesqueléticas. Os estudos métricos são um componente importante da avaliação radiológica, pois permitem a quantificação de alterações morfológicas e com impacto funcional.

Na prática clínica do médico fisiatra, a radiologia convencional é utilizada para a avaliação de uma ampla gama de condições em diferentes faixas etárias, incluindo lesões traumáticas, doenças articulares, e alterações musculoesqueléticas de origem sistêmica. Os estudos métricos são particularmente úteis no acompanhamento da evolução de lesões e na avaliação da resposta ao tratamento, e continuam a ser os meios complementares de diagnóstico de mais fácil acesso.

Os estudos métricos reunidos neste artigo, assim como a ferramenta de consulta disponibilizada sob a forma de

suplemento, têm o objetivo de facilitar a prática clínica do médico fisiatra, proporcionando uma visão resumida dos principais estudos métricos utilizados na avaliação radiológica musculoesquelética. A ferramenta é simples, prática e de rápido acesso, e não pretende ser uma revisão tecnicamente exaustiva, mas sim algo que seja fácil e intuitivamente aplicável na prática clínica diária.

Os autores acreditam que uma maior uniformização e objetividade na avaliação dos seus doentes podem contribuir para um melhor seguimento clínico da patologia, uma monitorização mais eficiente, melhores decisões terapêuticas e, conseqüentemente, melhores resultados clínicos.

Os estudos radiográficos descritos neste artigo foram selecionados de acordo com a concordância no seu uso refletida na literatura, assim como de acordo com a sua relevância, decisão apoiada na experiência clínica dos autores. De ressaltar que muitos outros estudos métricos existem e estão disponíveis na literatura, mas que uma descrição exaustiva e completa de todos eles iria de todo contra aquele que é o principal objetivo deste trabalho, o de criar uma ferramenta sistemática e sucinta para consulta rápida e ajuda na decisão terapêutica.

Conclusão

A radiologia convencional é uma ferramenta indispensável na prática clínica do médico fisiatra. Os estudos métricos são um componente importante da avaliação radiológica, pois permitem a quantificação de alterações morfológicas e com impacto funcional. A ferramenta de consulta apresentada neste artigo pode facilitar a prática clínica do médico fisiatra, fornecendo uma visão abrangente dos principais estudos métricos utilizados na avaliação radiológica musculoesquelética.

Conflitos de Interesse: Os autores declaram a inexistência de conflitos de interesse. Apoio Financeiro: Este trabalho não recebeu qualquer subsídio, bolsa ou financiamento. Proveniência e Revisão por Pares: Não solicitado; revisão externa por pares.

Conflicts of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare. Financial Support: This work has not received any contribution grant or scholarship. Provenance and Peer Review: Not commissioned; externally peer-reviewed.

Referências / References

- Cassar-Pullicino VN, Davies AM, editors. Measurements in Musculoskeletal Radiology. Berlin: Springer; 2020.
- Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological Assessment of Osteo-Arthrosis. Ann Rheum Dis. 1957;16:494-502.
- Kohn MD, Sassoon AA, Fernando ND. Classifications in Brief: Kellgren-Lawrence Classification of Osteoarthritis. Clin Orthop Related Res. 2016;474:1886-93.
- Spector TD, Cooper C. Radiographic assessment of osteoarthritis in population studies: whither Kellgren and Lawrence? Osteoarthritis Cartilage. 1993;1:203-6.
- Schipf D, Boers M, Bierma-Zeinstra SMA. Differences in descriptions of Kellgren and Lawrence grades of knee osteoarthritis. Ann Rheum Dis. 2008;67:1034-6.
- Ofiram E, Garvey TA, Schwender JD, Denis F, Perra JH, Transfeldt EE, et al. Cervical degenerative index: a new quantitative radiographic scoring system for cervical spondylosis with interobserver and intraobserver reliability testing. J Orthop Traumatol. 2009;10:21-6.
- Briggs A, Wrigley T, Tully E, Adams P, Greig A, Bennell K. Radiographic Measures of Thoracic Kyphosis in Osteoporosis: Cobb and Vertebral Centroid Angles. Skeletal Radiol. 2007;36:761-7.

8. Kim H, Kim H, Moon E, Yoon CS, Chung TS, Song HT, et al. Scoliosis imaging: what radiologists should know. *Radiographics*. 2010;30:1823-42. doi: 10.1148/rg.2015154011.
9. Fritz Hefti. *Pediatric Orthopedics in Practice*. Berlin: Springer; 2007.
10. Reamy B, Slakey J. Adolescent Idiopathic Scoliosis: Review and Current Concepts. *Am Fam Physician*. 2001;64:111-6.
11. Brown DP, Freeman ED, Cuccurullo SJ, Parikh S, Delavaux L, Maitin IB, et al. *Bord Review. Musculoskeletal Medicine*. New York: Springer Publishing Company; 2019.
12. Nash CL Jr, Moe JH. A study of vertebral rotation. *J Bone Joint Surg Am*. 1969;51:223-9.
13. Sabharwal S, Kumar A. Methods for assessing leg length discrepancy. *Clin Orthop Relat Res*. 2008;466:2910-22.
14. Hubbard EW, Liu RW, Iobst CA. Understanding skeletal growth and predicting limb-length inequality in pediatric patients. *J Am Acad Orthop Surg*. 2019;27:312-9. doi: 10.5435/JAAOS-D-18-00143.
15. Blair VP 3rd, Walker SJ, Sheridan JJ, Schoenecker PL. Epiphysiodesis: a problem of timing. *J Pediatr Orthop*. 1982;2:281-4.
16. Risser J. The Classic: The iliac apophysis: an invaluable sign in the management of scoliosis. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468:46-53.
17. Hacquebord, JH., Leopold, SS. In Brief: The Risser Classification: A Classic Tool for the Clinician Treating Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Clin Orthop Relat Res*. 2012;470:2335-38.
18. Malfair D, Flemming AK, Dvorak MF, Munk PL, Vertinsky AT, Heran MK, et al. Radiographic evaluation of scoliosis: review. *AJR Am J Roentgenol*. 2010;194: S8-22.
19. Koslosky E, Gendelberg D. Classification in Brief: The Meyerding Classification System of Spondylolisthesis. *Clin Orthop Relat Res*. 2020;478:1125-30. doi: 10.1097/CORR.0000000000001153.
20. Meyerding H. Low backache and sciatic pain associated with spondylolisthesis and protruded intervertebral disc: incidence, significance, and treatment. *J Bone Joint Surg Am*. 1941;23:461-70.
21. Zhao J, Luo M, Pan J, Liang G, Feng W, Zeng L, et al. Risk factors affecting rotator cuff retear after arthroscopic repair: a meta-analysis and systematic review. *J Shoulder Elbow Surg*. 2021;30:2660-70. doi: 10.1016/j.jse.2021.05.010.
22. Saupé N, Pfirrmann CW, Schmid MR, Jost B, Werner CM, Zanetti M. Association between rotator cuff abnormalities and reduced acromiohumeral distance. *AJR Am J Roentgenol*. 2006;187:376-82. doi: 10.2214/AJR.05.0435.
23. Gruber G, Bernhardt GA, Clar H, Zacherl M, Glehr M, Wurnig C. Measurement of the acromiohumeral interval on standardized anteroposterior radiographs: a prospective study of observer variability. *J Shoulder Elbow Surg*. 2010;19:10-3. doi: 10.1016/j.jse.2009.04.010.
24. Hamada K, Yamanaka K, Uchiyama Y, Mikasa T, Mikasa M. A radiographic classification of massive rotator cuff tear arthritis. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469:2452-60.
25. Hamada K, Fukuda H, Mikasa M, Kobayashi Y. Roentgenographic findings in massive rotator cuff tears. A long-term observation. *Clin Orthop Relat Res*. 1990;254:92-96.
26. Flores DV, Goes PK, Gómez CM, Umpire DF, Pathria MN. Imaging of the acromioclavicular joint: anatomy, function, pathologic features, and treatment. *Radiographics*. 2020;40:1355-82. doi: 10.1148/rg.2020200039.
27. Marinček B, Dondelinger RF. *Emergency radiology, imaging and intervention*. Berlin: Springer Verlag; 2006.
28. Megerle K, Pöhlmann S, Kloeters O, Germann G, Sauerbier M. The significance of conventional radiographic parameters in the diagnosis of scapholunate ligament lesions. *Eur Radiol*. 2010;21:176-81.
29. Patel R, Kalainov D, Chillemi B, Makowicz R. Comparisons of three radiographic views in assessing for scapholunate instability. *Hand*. 2015;10:233-8.
30. Gelberman RH, Salamon PB, Jurist JM, Posch JL. Ulnar variance in Kienbock's disease. *J Bone Joint Surg Am*. 1975;57:674-6.
31. Kovalenko B, Bremjit P, Fernando N. Classifications in Brief: Tönnis Classification of Hip Osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res*. 2018;476:1680-4. doi: 10.1097/01.blo.0000534679.75870.5f.
32. Boese CK, Frink M, Jostmeier J, Haneder S, Dargel J, Eysel P, et al. The modified femoral neck-shaft angle: age- and sex-dependent reference values and reliability analysis. *Biomed Res Int*. 2016;2016:8645027. doi: 10.1155/2016/8645027.
33. Sabharwal S, Zhao C. The hip-knee-ankle angle in children: reference values based on a full-length standing radiograph. *J Bone Joint Surg Am*. 2009;91:2461-8.
34. Elias DA, White LM. Imaging of patellofemoral disorders. *Clin Radiol*. 2004;59:543-57.
35. Salenius P, Vankka E. The development of the tibiofemoral angle in children. *J Bone Joint Surg Am*. 1975;57:259-61.
36. Keller JM, Levine WN. Evaluation and imaging of the patellofemoral joint. *Operat Tech Orthop*. 2007;17:204-10.
37. Roque V, Macedo J, Rocha A, Barroso J. Síndrome Femoro-Patelar. *Rev Soc Port Med Física Reabil*. 2012;22:53-61.
38. Dejour H, Walch G, Nove-Josserand L, Guier C. Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 1994;2:19-26.
39. Dietrich TJ, Fucentese SF, Pfirrmann CW. Imaging of individual anatomical risk factors for patellar instability. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2016;20:65-73. doi: 10.1055/s-0036-1579675.
40. Davies AP, Costa ML, Shepstone L, Glasgow MM, Donell S. The sulcus angle and malalignment of the extensor mechanism of the knee. *J Bone Joint Surg Br*. 2000;82:1162-6.
41. Kalichman L, Zhu Y, Zhang Y, Niu J, Gale D, Felson DT, et al. The association between patella alignment and knee pain and function: an MRI study in persons with symptomatic knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2007;15:1235-40.
42. Laurin CA, Lévesque HP, Dussault R, Labelle H, Peides JP. The abnormal lateral patellofemoral angle: a diagnostic roentgenographic sign of recurrent patellar subluxation. *J Bone Joint Surg Am*. 1978;60:55-60.
43. Alemparte J, Ekdahl M, Burnier L, Hernández R, Cardemil A, Cielo R, et al. Patellofemoral evaluation with radiographs and computed tomography scans in 60 knees of asymptomatic subjects. *Arthroscopy*. 2007;23:170-7.
44. Verhulst FV, van Sambeek JD, Olthuis GS, van der Ree J, Koëter S. Patellar height measurements: Insall-Salvati ratio is most reliable method. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2020;28:869-75. doi: 10.1007/s00167-019-05531-1.
45. Meiningner A. Understanding the patellofemoral joint: from instability to arthroplasty. *Clin Sports Med*. 2014;33:xiii-xiv. doi: 10.1016/j.csm.2014.05.001.
46. Yates B, Merriman LM. *Merriman's Assessment of the Lower Limb*. London: Churchill Livingstone/Elsevier; 2009.
47. Kang S, Charlton TP, Thordarson DB. Lateral Column Length in Adult Flatfoot Deformity. *Foot Ankle Int*. 2013;34:392-7. doi: 10.1177/1071100712465738.
48. Sensiba PR, Coffey MJ, Williams NE, Mariscalco M, Laughlin RT. Inter- and Intraobserver Reliability in the Radiographic Evaluation of Adult Flatfoot Deformity. *Foot & Ankle International*. 2010;31:141-5.
49. Lau BC, Allahabadi S, Palanca A, Oji DE. Understanding Radiographic Measurements Used in Foot and Ankle Surgery. *J Am Acad Orthop Surg*. 2022;30:e139-e54.
50. Flores DV, Gómez CM, Hernando MF, Davis MA, Pathria MN. Adult Acquired

Flatfoot Deformity: Anatomy, Biomechanics, Staging, and Imaging Findings. *RadioGraphics*. 2019;39:1437-60.

51. Arunakul M, Amendola A, Gao Y, Goetz JE, Femino JE, Phisitkul P. Tripod index: a new radiographic parameter assessing foot alignment. *Foot Ankle Int*. 2013;34:1411-20.
52. Menz HB, Munteanu SE. Radiographic validation of the Manchester scale for the classification of hallux valgus deformity. *Rheumatology*. 2005;44:1061-6.
53. Lee KM, Ahn S, Chung CY, Sung KH, Park MS. Reliability and relationship of radiographic measurements in hallux valgus. *Clin Orthop Relat Res*. 2012;470:2613-21.
54. Iliou K, Paraskevas G, Kanavaros P, Barbouti A, Vrettakos A, Gekas C, et al. Correlation between Manchester Grading Scale and American Orthopaedic Foot and Ankle Society Score in Patients with Hallux Valgus. *Med Princ Pract*. 2016;25:21-4.