




A ressonância magnética é um método confiável para medida do ângulo crítico do ombro e do índice acromial

MRI is a Reliable Method for Measurement of Critical Shoulder Angle and Acromial Index

Márcio Schiefer^{1,2}  Erika Naliato¹ Roberto Oliveira³ Leonardo Tadeu do Carmo³
César Rubens da Costa Fontenelle¹ Geraldo da Rocha Motta Filho²

¹ Professor adjunto, Departamento de Ortopedia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil

² Cirurgião ortopédico, Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

³ Cirurgião ortopédico, ex-membro do Grupo de Ombro e Cotovelo do Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil,

Rev Bras Ortop 2023;58(5):e719–e726.

Endereço para correspondência Márcio Schiefer, MD, MSc, PhD, Av. Ataulfo de Paiva, 1120 - SALA 513 - Leblon, 22440-035, Rio de Janeiro, RJ, Brazil (e-mail: marcioschiefer@hotmail.com).

Resumo

Objetivo Os objetivos deste estudo foram comparar os valores absolutos do índice acromial (IA) e do ângulo crítico do ombro (ACO) obtidos em radiografias e ressonâncias magnéticas (RM) do ombro e comparar a concordância interobservador e intraobservador dos valores de IA e ACO medidos nessas modalidades de imagem.

Métodos Pacientes com indicação médica de investigação de doenças dos ombros por meio de radiografias e RM foram incluídos no estudo. As imagens foram levadas para dois cirurgiões de ombro treinados que realizaram medidas de IA e ACO em radiografias e RM. Doze semanas após a primeira avaliação, uma segunda avaliação foi realizada. A confiabilidade inter e intraobservador foi apresentada como coeficiente de correlação intraclassa (CCI) e a concordância foi classificada segundo os critérios de Landis e Koch. As diferenças entre duas medidas foram avaliadas por meio de gráficos de Bland-Altman.

Resultados Cento e trinta e quatro ombros de 124 indivíduos foram incluídos no estudo. O CCI intraobservador médio para ACO em radiografias e RM foi 0,936 e 0,940, respectivamente; para IA, foi 0,908 e 0,022. O CCI interobservador médio para ACO foi 0,892 e 0,752 em radiografias e RM, respectivamente; para IA, os valores de CCI foram 0,849 e 0,685. Todas as análises individuais apresentaram poder estatístico ($p < 0,001$). A diferença média dos valores de IA em radiografias e RM foi 0,01 e 0,03 para os observadores 1 e 2, respectivamente. A diferença média dos valores de ACO em radiografias e RM foi 0,16 e 0,58 para os observadores 1 e 2, respectivamente.

Palavras-chave

- ▶ acrômio
- ▶ imagem por ressonância magnética
- ▶ ruptura do manguito rotador
- ▶ síndrome de colisão do ombro
- ▶ radiografia

Estudo desenvolvido no Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

recebido
19 de Março de 2023
aceito
05 de Maio de 2023

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0043-1776136>.
ISSN 0102-3616.

© 2023. Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. All rights reserved.

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution-NonDerivative-NonCommercial-License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit. Contents may not be used for commercial purposes, or adapted, remixed, transformed or built upon. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

Conclusão Tanto a RM quanto as radiografias tiveram alta concordância intra e interobservador para medida de IA e ACO. Os valores absolutos de IA e ACO foram altamente correlacionados em ambas as modalidades de imagem. Esses achados sugerem que a RM é um método adequado para determinação de IA e ACO.

Nível de Evidência II, Estudo Diagnóstico.

Abstract

Objective The objectives of this study are to compare absolute values of acromial index (AI) and critical shoulder angle (CSA) obtained in both radiographs and magnetic resonance image (MRI) of the shoulder; and to compare the interobserver and intra-observer agreement for AI and CSA values measured in these image modalities.

Methods Patients who had medical indication of investigating shoulders conditions through radiographs and MRI were included. Images were taken to two fellowship-trained shoulder surgeons, which conducted measurements of AI and CSA in radiographs and in MRI. Twelve weeks after the first evaluation, a second evaluation was conducted. Inter- and intra-observer reliability was presented as an Intraclass Correlation Coefficient (CCI) and agreement was classified according to Landis & Koch criteria. The differences between two measurements were evaluated using Bland-Altman plots.

Results 134 shoulders in 124 subjects were included. Mean intra-observer CCI for CSA in X-rays and in MRI were 0.936 and 0.940, respectively; for AI, 0.908 and 0.922. Mean inter-observer CCI for CSA were 0.892 and 0.752 in X-rays and MRI respectively; for AI, CCI values were 0.849 and 0.685. All individual analysis reached statistical power ($p < 0.001$). Mean difference for AI values measured in X-rays and in MRI was 0.01 and 0.03 for observers 1 and 2, respectively. Mean difference for CSA values obtained in X-rays and MRI was 0.16 and 0.58 for observers 1 and 2, respectively.

Conclusion Both MRI and X-rays provided high intra- and interobserver agreement for measurement of AI and CSA. Absolute values found for AI and CSA were highly correlated in both image modalities. These findings suggest that MRI is a suitable method to measure AI and CSA.

Level of Evidence II, Diagnostic Study.

Keywords

- ▶ acromion
- ▶ magnetic resonance imaging
- ▶ shoulder impingement syndrome
- ▶ radiography
- ▶ rotator cuff tear

Introdução

A etiologia das roturas do manguito rotador (RMR) ainda é incerta e hoje acredita-se que seja multifatorial.¹ Os fatores que podem contribuir para a ocorrência dessas roturas podem ser divididos em intrínsecos ou extrínsecos. Os fatores intrínsecos incluem idade,² degeneração tendinosa,³ aspectos genéticos,⁴⁻⁶ tabagismo,^{7,8} diabetes⁹ e abuso de álcool.¹⁰ Historicamente, os fatores extrínsecos são aqueles relacionados ao impacto entre o processo acromial e o manguito rotador, especificamente o tendão supraespinhal.¹ Como Neer postulou que 95% das RMR foram causadas por impacto acromial, a influência da morfologia escapular na etiologia dessas lesões tem sido exaustivamente investigada.¹¹ Seguindo o mesmo raciocínio, Bigliani observou que a inclinação acromial anterior e inferior poderia provocar roturas supraespinhais.¹² No entanto, estudos subsequentes contestaram esse achado e sugeriram que a degeneração do tendão precede a formação do esporão acromial, levando à migração superior dinâmica da cabeça do úmero e, portanto, ao impacto acromial secundário.¹

Em 2006, Nyffeler et al.¹³ sugeriram que uma grande extensão lateral (não anteroinferior) do acrômio estava

relacionada a uma maior incidência de RMR. Os autores postularam que a maior extensão lateral do acrômio predis põe à degeneração do supraespinhal devido ao aumento das forças de cisalhamento do deltoide e causa a migração superior da cabeça do úmero, com consequente impacto do supraespinhal contra o acrômio.¹³ Os autores recomendaram a medida da extensão lateral do acrômio através do índice acromial (IA), que é a relação entre duas distâncias: da superfície glenoidal à extremidade lateral do acrômio e da superfície glenoidal ao córtex lateral do úmero.¹³ No entanto, o IA pode ser influenciado pela anatomia do úmero, como em casos de deformidade e má consolidação. Para resolver essa questão, Moor et al.¹⁴ desenvolveram o ângulo crítico do ombro (ACO), que depende apenas da anatomia escapular. Este ângulo é formado entre uma linha que vai do polo superior ao inferior da glenoide e outra que vai desta última até a extremidade acromial lateral. Os autores descobriram que 84% dos pacientes com rotura do manguito rotador apresentavam ACO superior a 35°. Mais tarde, diversos autores sugeriram uma relação entre a ACO elevada e a RMR,¹⁵⁻²⁵ bem como o maior risco de nova rotura após o tratamento cirúrgico das lesões.²⁶⁻³⁰

O IA e o ACO são medidos em incidência anteroposterior (AP) verdadeira da articulação do ombro; o posicionamento escapular é fundamental para a reprodutibilidade dos parâmetros radiográficos.^{13,14} Erros de posicionamento podem levar à inconsistência e heterogeneidade das medidas de IA e ACO.^{24,31-33} Hoje, a modalidade de imagem padrão-ouro nos casos de dor no ombro é a ressonância magnética (RM) devido à sua alta sensibilidade, especificidade e acurácia no diagnóstico de RMR.³⁴ Uma vez que a padronização da aquisição de imagens é mais fácil e confiável na RM do que nas radiografias,³⁴ pode-se inferir que as medidas de IA e ACO à RM sejam mais precisas do que em radiografias. No entanto, os resultados de artigos sobre este assunto são conflitantes.^{35,36}

Portanto, o objetivo principal deste estudo foi comparar a concordância interobservador e intraobservador dos valores de IA e ACO medidos tanto em radiografias quanto em RMs do ombro. Além disso, também tivemos como objetivo a comparação dos valores absolutos de IA e ACO obtidos nessas modalidades de imagem e avaliar a confiabilidade da RM para a determinação destes dois parâmetros anatômicos.

Materiais e Métodos

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética de nossa instituição (document number: 32689114.7.0000.5257).

Delineamento Experimental e Escolha de Participantes

Este é um estudo observacional longitudinal prospectivo cego. Pacientes esqueleticamente maduros com indicação médica de investigação de doenças dos ombros por meio de radiografias e RMs foram incluídos. Os critérios de exclusão foram histórico de fratura ou cirurgia do ombro e presença de deformidade óssea umeral ou escapular nos exames de imagem.

Técnicas de Diagnóstico por Imagem

Após a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, os pacientes foram encaminhados ao departamento de radiologia para realização de radiografias e RMs no mesmo dia. As radiografias foram realizadas em posição ortostática com o ombro em rotação neutra. O posicionamento adequado do paciente para obtenção de incidência AP verdadeira foi feito sob controle fluoroscópico (Axiom Iconos MD; Siemens, Erlangen, Alemanha). Somente imagens A1 do sistema Suter-Henninger³¹ foram aceitas e todas as radiografias fora desse padrão foram repetidas. Os exames de RM foram realizados em aparelhos fechados, de alto campo, com ímã de 1,5 T (Magnetom Avanto; Siemens, Erlangen, Alemanha). Os pesquisadores estudaram imagens ponderadas em T2 com supressão de gordura nos planos axial, coronal e sagital e imagens ponderadas em T1 e T2 sem supressão de gordura nos planos axial, coronal e sagital.

Análise de Imagens

Imagens de radiografias e RMs foram gravadas em mídia portátil e levadas a dois examinadores, ambos cirurgiões de

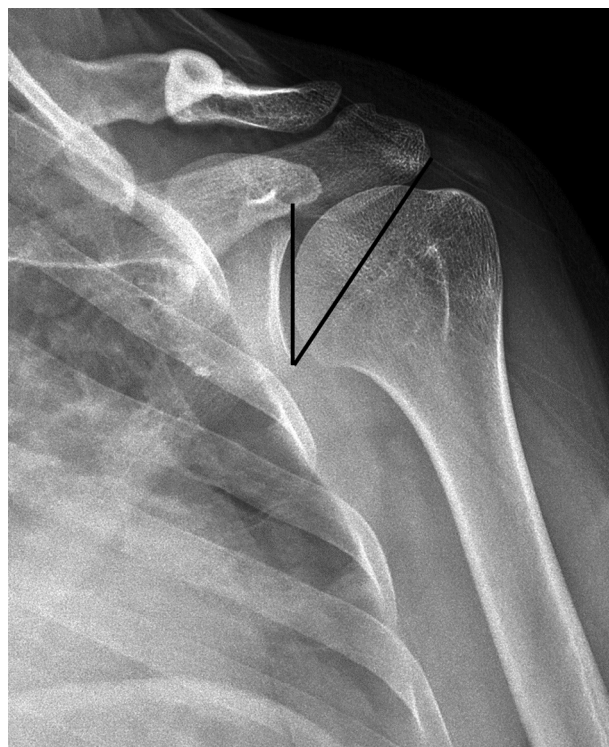


Fig. 1 Radiografia em incidência anteroposterior verdadeira do ombro, mostrando a medida do ângulo crítico do ombro (ACO). O ângulo é formado por duas linhas: uma do polo superior para o inferior da glenoide e outra deste até a borda lateral do acrômio.

ombro treinados, com diferentes níveis de experiência (1 e 15 anos). As imagens foram importadas para um visualizador DICOM (Radiant DICOM Viewer, Medixant, Poznan, Polônia) e a análise das radiografias foi feita de acordo com Moor et al.¹⁴ e Nyffeler et al.¹³ (→Figs. 1 e 2); as medidas de RM foram realizadas conforme a descrição de Spiegl et al.³⁵ (→Fig. 3). Os avaliadores tiveram acesso ao exame completo, com os todos os conjuntos de imagens.

Nenhum dos examinadores teve acesso aos nomes dos pacientes e apenas o pesquisador principal sabia a identidade dos participantes. Tanto os avaliadores quanto os pacientes receberam números codificados para identificação. As radiografias e RMs receberam números separados para que os avaliadores não pudessem relacionar os exames de um mesmo paciente. Doze semanas após a primeira avaliação, os exames foram novamente apresentados aos examinadores, que realizaram uma segunda avaliação.

Análise Estatística

A análise estatística foi realizada em GraphPad Prism versão 9.0.0 (121) para Windows de 64 bits (GraphPad Software, LLC), Stata/MP 16.1 para Windows (64 bits x86-64-Stata-Corp, LLC) e StatMate 2 para Windows (GraphPadSoftware, LLC). As variáveis contínuas foram apresentadas como média \pm desvio padrão. A distribuição de normalidade das variáveis contínuas foi determinada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. A confiabilidade inter e intraobservador foi apresentada como coeficiente de correlação intraclass (CCI) e a concordância foi classificada pelos critérios de Landis e Koch:³⁷

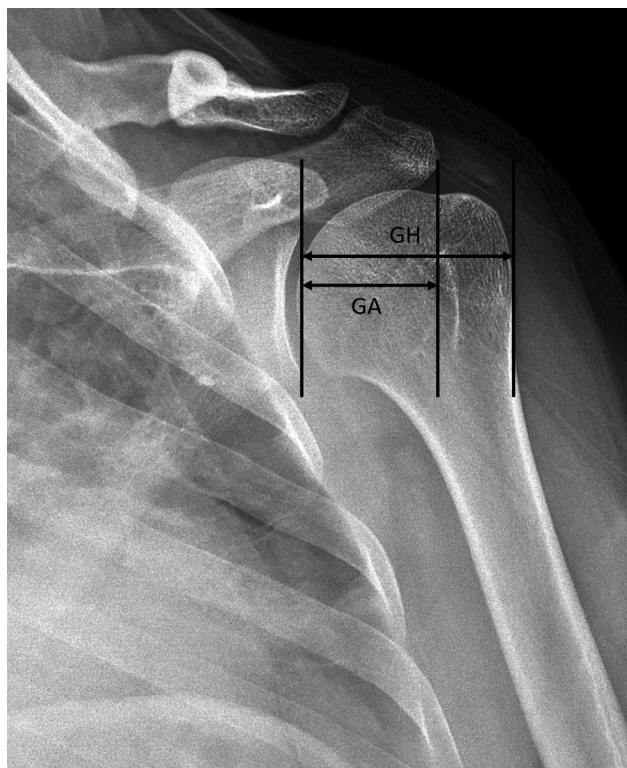


Fig. 2 Radiografia anteroposterior verdadeira do ombro, mostrando os parâmetros anatômicos necessários para medida do índice acromial (IA). Este índice é obtido dividindo a distância da superfície glenoidal à borda mais lateral do acrômio (GA) pela distância da superfície glenoidal à cortical lateral do úmero proximal (GH). $IA = GA/GH$.

valores inferiores a 0,01 descrevem má concordância; valores entre 0,01 e 0,20 descrevem concordância leve; de 0,21 a 0,40, razoável; de 0,41 a 0,60, moderada; de 0,61 a 0,80, substancial; e de 0,81 a 1,00, concordância quase perfeita. As

Tabela 1 Dados gerais

124 participantes - 134 ombros	
Idade média (anos)	52 (18–85)
Sexo (n)	
Feminino	68
Masculino	56
Lado acometido (n)	
Dominante	89
Bilateral	10
Queixa principal	
Dor	116
Instabilidade	9
Rigidez	8
Fraqueza	1
Duração dos sintomas (meses)	23,4 (0,1–400)

diferenças entre duas medidas foram avaliadas por gráficos de Bland-Altman. O estudo teve poder de 90% para detectar a menor diferença média entre pares de 0,09 nos resultados de ACO e 0,002 nos resultados de IA com nível de significância (α) de 0,05 (bicaudal). O nível de significância para todos os testes foi definido como $p < 0,05$.

Resultados

A – **Tabela 1** mostra os dados demográficos e as características gerais da amostra. Avaliamos 134 ombros em 124 indivíduos, com idade média de 52 anos (variando de 18 a 85); a amostra continha 68 mulheres e 56 homens. O lado dominante foi acometido em 89 indivíduos e 10 pacientes

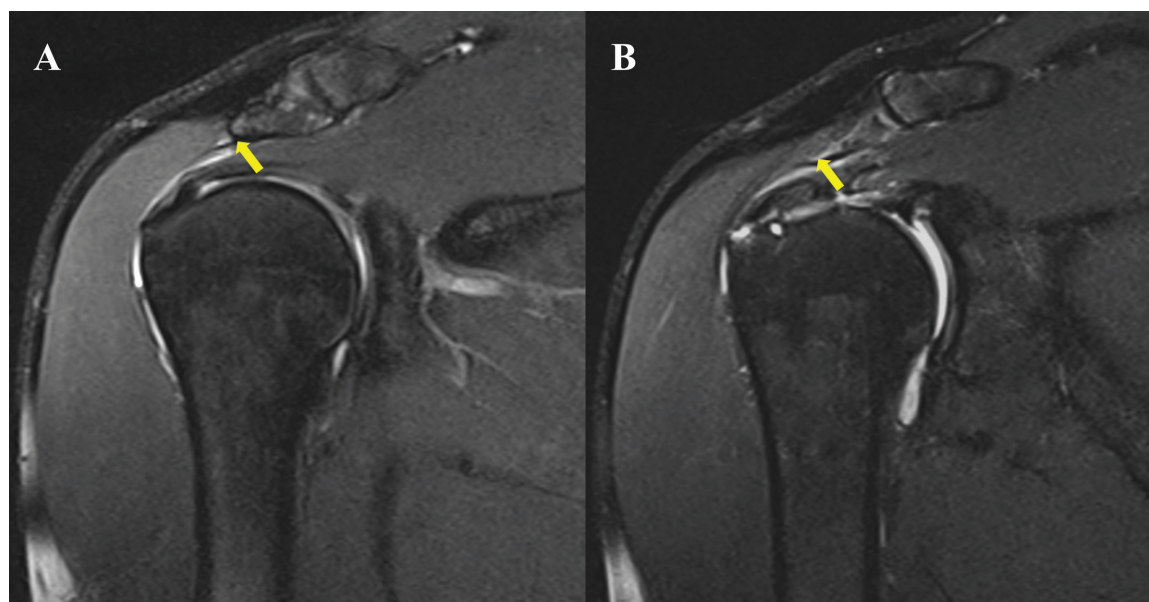


Fig. 3 Com frequência, na ressonância magnética, a borda mais lateral do acrômio não está no mesmo plano da linha média da glenoide. Assim, utilizamos o cursor para marcar o acrômio lateral (3A) e depois rolar as imagens até a linha média da glenoide (3B), onde são feitas as medidas.

Tabela 2 Condição dos tendões do manguito rotador entre os pacientes

	Normal	Tendinose	Rotura parcial	Rotura de espessura completa
Supraespinhoso (n)	34	33	31	36
Infraespinhoso (n)	79	39	4	12
Subescapular (n)	107	19	5	3

Tabela 3 Confiabilidade intraobservador

	Coeficiente de correlação interclasse		
	Observador 1	Observador 2	Média
ACO			
Radiografia	0,979*	0,893*	0,936
RM	0,975*	0,905*	0,940
IA			
Radiografia	0,916*	0,900*	0,908
RM	0,929*	0,915*	0,922

Abreviações: IA, Índice acromial; ACO, ângulo crítico do ombro index; RM, ressonância magnética.

* $p < 0,001$

apresentavam queixas bilaterais. A dor isolada foi a principal queixa em 116 ombros e a dor associada à rigidez foi relatada em oito ombros. A fraqueza isolada foi observada em um ombro e instabilidade foi a principal queixa em nove ombros. A duração média dos sintomas foi de 23 meses (variando de 0,1 a 400). A RMR de espessura total e parcial foi observada em 36 e 33 pacientes, respectivamente. O tendão supraespinhoso foi o mais comprometido, seguido pelo infraespinhoso e subescapular; não houve ruptura do tendão redondo menor nesta amostra (►Tabela 2).

A confiabilidade intraobservador teve altos valores de CCI tanto para ACO quanto IA medidos em RMs ou radiografias (►Tabela 3). Portanto, a concordância intraobservador foi excelente, quase perfeita, tanto para as medidas de ACO quanto de IA feitas em RMs e radiografias. A concordância interobservador foi quase perfeita para tanto ACO quanto IA

Tabela 4 Confiabilidade interobservador

	Coeficiente de correlação inter-classe		
	T1	T2	Média
ACO			
Radiografia	0,910*	0,875*	0,892
RM	0,737*	0,768*	0,752
IA			
Radiografia	0,836*	0,863*	0,849
RM	0,737*	0,634*	0,685

Abreviações: IA, Índice acromial; ACO, ângulo crítico do ombro index; RM, ressonância magnética; T1, primeira avaliação; T2, segunda avaliação.

* $p < 0,001$.

medidas em radiografias e foi substancial nas medidas baseadas em RM (►Tabela 4). Os valores absolutos de IA e ACO também foram correlacionados em ambas as modalidades de imagem utilizadas neste estudo. Os valores de CCI de IA e ACO em radiografias e RMs de ambos os observadores foram 0,86 e 0,87, respectivamente. Os gráficos de Bland-Altman mostram alta correlação entre os métodos para ambos os observadores em relação às radiografias e à RM (►Fig. 4). A diferença média dos valores de IA medidos radiografias e RMs foi 0,01 e 0,03 para os observadores 1 e 2, respectivamente. A diferença média dos valores de ACO obtidos em radiografias e RMs foi 0,16 e 0,58 para os observadores 1 e 2, respectivamente.

Discussão

Este estudo observou alta concordância inter e intraobservador para IA e ACO medidos tanto em radiografias quanto em exames de RM. Os CCIs da concordância intraobservador foram ainda mais elevados do que os da concordância interobservador, refletindo que os observadores tendem a concordar mais consigo mesmos do que entre si. Embora bastante semelhantes, a concordância intraobservador foi ligeiramente maior na RM do que nas radiografias, tanto para IA quanto para ACO. Entretanto, a concordância interobservador foi maior nas radiografias do que nos exames de RM; mesmo assim, os CCIs da concordância interobservador à RM ainda foram considerados elevados e, assim, a concordância foi substancial. Não apenas os observadores concordaram consigo mesmos e entre si, mas também observamos uma alta correlação entre métodos – os valores absolutos de IA e ACO em radiografias e RM foram muito semelhantes e os valores CCI foram elevados. Esses achados podem sugerir que a RM e as radiografias são igualmente adequadas para medidas de IA e ACO.

De fato, a RM é, há muito tempo, a principal ferramenta diagnóstica para investigação da dor no ombro³⁴ devido à sua alta precisão na detecção de lesões ligamentares, tendinosas e ósseas. Além disso, a aquisição do plano escapular adequado é mais fácil à RM que nas radiografias de rotina, pois é feita pelo técnico em radiologia imediatamente antes do início do exame. Felizmente, o sistema de radiografia utilizado neste estudo permitiu o posicionamento adequado do paciente sob controle fluoroscópico, garantindo uma incidência AP verdadeira do ombro. No entanto, isto talvez não seja possível na rotina da maioria dos serviços de ortopedia em todo o mundo. Ademais, deve-se observar que até mesmo com a utilização de protocolos padronizados e controle fluoroscópico, a obtenção de uma incidência AP verdadeira

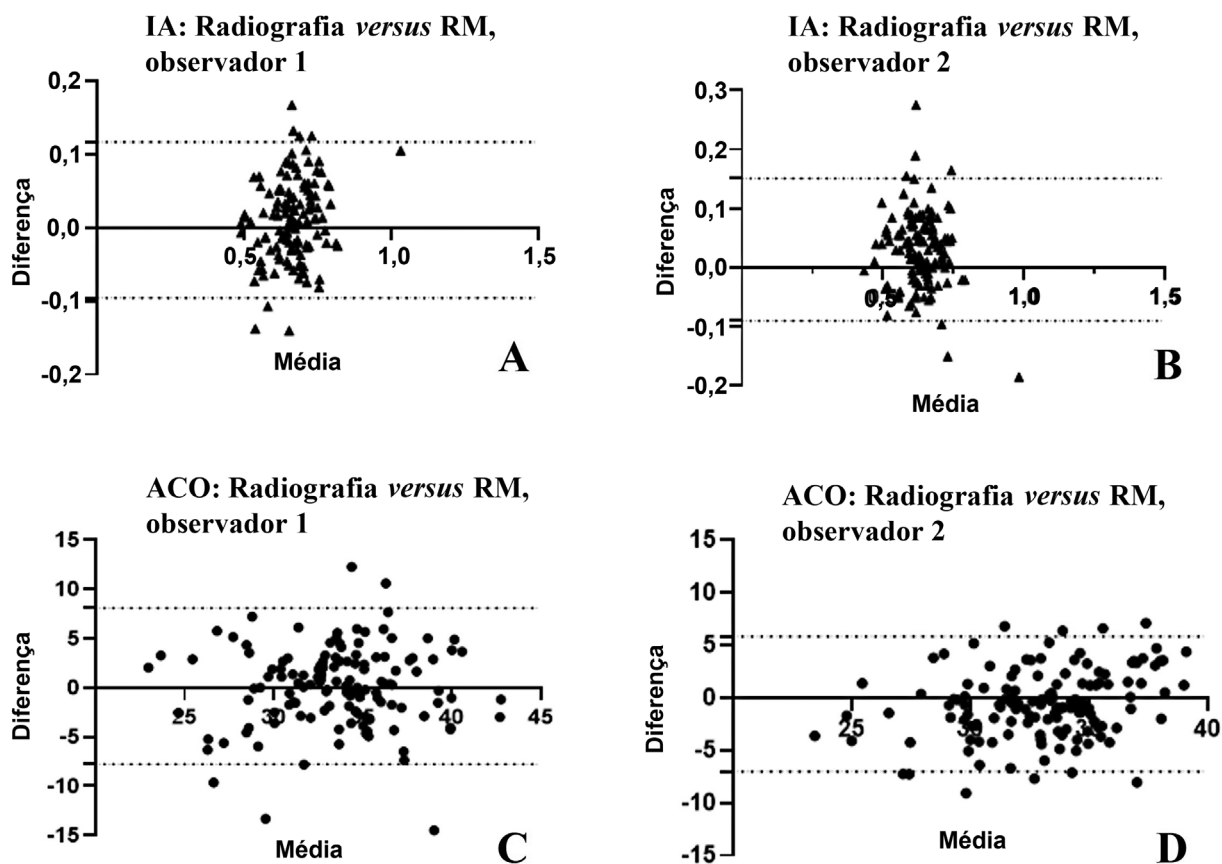


Fig. 4 Gráficos de Bland-Altman mostrando a diferença em comparação à distribuição média do índice acromial (IA) (A, B) e ângulo crítico do ombro (ACO) (C, D) medidos em radiografias e ressonâncias magnéticas (RM) para os observadores 1 e 2, respectivamente.

pode ser complicada por muitos fatores individuais, como comorbidades médicas, variações na versão e forma escapular, idade, hábito corporal etc. As incidências AP verdadeiras podem ser identificadas descartando-se exames que mostrem glenoides de duplo contorno ou o mau posicionamento em flexão ou extensão da escápula, que é avaliado pela posição do coracóide quanto à sua sobreposição com a glenoide. Desta forma, acreditamos que a classificação de Sutter-Henninger³¹ auxilia a exclusão de radiografias obtidas com a escápula mal posicionada. Os autores observaram que, ao fazer isso, 89% das medidas de ACO apresentavam menos de 2° de precisão. Mesmo respeitando um protocolo radiográfico padrão, Chalmers et al.³⁸ observaram retrospectivamente que apenas 19% das radiografias de seu estudo eram adequadas para medida de ACO conforme a classificação de Sutter-Henninger. No entanto, os autores não utilizaram o posicionamento fluoroscópico do paciente. Como nosso estudo foi prospectivo, pudemos assegurar a inclusão apenas de radiografias definidas como A1 na classificação de Sutter-Henninger.

Ao medir ACO e IA à RM, é preciso considerar que a borda mais lateral do acrômio não está no mesmo plano da superfície da glenoide e, de modo geral, é ligeiramente posterior a ela.³⁹ Isso é ainda mais preocupante na medida de IA, que também depende da localização do córtex lateral do úmero além da superfície glenoidal e borda acromial lateral; ou seja, há três variáveis anatômicas em vez de duas.

Para resolver essa questão, utilizamos uma técnica simples, já descrita:^{35,36} primeiro, a parte mais lateral do acrômio foi identificada e marcada com o cursor; em seguida, o corte de RM que passa pela linha média da glenoide foi selecionado e as medidas foram obtidas. Embora ACO e IA dependam das mesmas referências anatômicas, independentemente do método diagnóstico utilizado, pode-se esperar valores diferentes em radiografias e RMs devido às diferenças inerentes de cada uma dessas modalidades de imagem. Mesmo que tenhamos observado altos valores de concordância para ambas as modalidades de imagem separadas, isso não necessariamente significaria que os valores obtidos em radiografias fossem semelhantes aos encontrados à RM. Por esse motivo, utilizamos gráficos de Bland-Altman para comparação desses valores e descobrimos que os valores médios de IA e ACO medidos em RMs ou radiografias eram quase idênticos. Este achado pode apoiar o uso clínico da RM na medida de IA e ACO, bem como em estudos futuros.

Nossos achados contradizem o relato de Spiegl et al.³⁵ Estes autores observaram alta concordância interobservador e intraobservador para as medidas de ACO em radiografias, mas concordância menor (moderada para interobservador e má para intraobservador) à RM. Curiosamente, estes autores também encontraram uma diferença significativa nos valores médios de ACO medidos em radiografias em comparação à RM, mas apenas em pacientes com osteoartrite, não naqueles com RMR. Os autores especularam que essa

discrepância poderia ser decorrente da dificuldade de definição das bordas da glenoide em pacientes com osteoartrite. Embora nossa amostra seja muito maior, tivemos menos pacientes com osteoartrite séria (sete em comparação a dez no estudo de Spiegl et al.) e não notamos essa diferença. Além de terem uma amostra menor, estes autores não deram detalhes sobre a técnica radiográfica utilizada, o que pode explicar a dissimilaridade com nossos resultados.

Por outro lado, Incesoy et al.³⁶ mediram ACO e IA em 870 indivíduos e observaram alta concordância inter e intraobservador. Estes autores também relataram que IA e ACO estavam significativamente relacionados ao RMR de espessura total. Embora tenham afirmado que os pacientes também haviam sido submetidos a radiografias, os autores incluíram apenas dados de RM em seu artigo; assim, não houve comparação entre os valores absolutos de IA e ACO às radiografias e RMs. Recentemente, Garcia et al.,²⁷ em uma série bastante pequena, encontraram valores semelhantes de ACO medidos tanto em radiografias quanto em RM. Em seu estudo prospectivo, randomizado e cego, estes autores também observaram que avaliadores mais experientes alcançaram maior concordância entre essas modalidades de imagem.

Nosso estudo tem alguns pontos fortes. Primeiro, usamos um método sólido e padronizado para exames radiográficos, com posicionamento dos pacientes sob controle fluoroscópico. Como estudo prospectivo, pudemos repetir todas as radiografias que não atendessem aos critérios de incidência AP verdadeira do ombro. Além disso, ambos os avaliadores eram cirurgiões de ombro treinados, o que pode ter contribuído para os elevados valores de concordância obtidos. Também tivemos um elevado número de exames, o que permitiu análises estatísticas poderosas. Por outro lado, este estudo também apresentou algumas fragilidades. Embora seja aconselhável usar incidências AP verdadeiras e estritas do ombro ao investigar a dor nesta articulação, reconhecemos que isso pode ser difícil em alguns pacientes e sob certas condições. Portanto, os achados do nosso estudo podem não ser aplicáveis a radiografias AP verdadeiras menos que perfeitas. Ademais, a principal indicação de RM em nossa série foi a investigação de dor no ombro, causada principalmente por roturas do manguito rotador. Aproximadamente dois terços dos nossos pacientes apresentavam roturas parciais e totais do manguito rotador e tivemos poucos pacientes com outros diagnósticos, como instabilidade, rigidez do ombro e osteoartrite. Logo, nossos resultados podem não ser reproduzíveis em outros casos além da tendinopatia do manguito rotador.

Conclusão

Tanto as RMs quanto as radiografias forneceram alta concordância intra e interobservador para medida de IA e ACO. Os valores absolutos de IA e ACO foram altamente correlacionados em ambas as modalidades de imagem. Esses achados sugerem que a RM é um método adequado para determinação de IA e ACO.

Suporte Financeiro

Esta pesquisa não recebeu qualquer financiamento específico de agências de fomento dos setores público, comercial ou sem fins lucrativos.

Conflito de Interesses

Os autores não têm conflitos de interesses a declarar.

Referências

- Maffulli N, Longo UG, Berton A, Loppini M, Denaro V. Biological factors in the pathogenesis of rotator cuff tears. *Sports Med Arthrosc Rev* 2011;19(03):194–201
- Sayampanathan AA, Andrew THC. Systematic review on risk factors of rotator cuff tears. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 2017;25(01):2309499016684318
- Morikawa D, Itoigawa Y, Nojiri H, et al. Contribution of oxidative stress to the degeneration of rotator cuff entheses. *J Shoulder Elbow Surg* 2014;23(05):628–635
- Figueiredo EA, Loyola LC, Belangero PS, et al. Rotator cuff tear susceptibility is associated with variants in genes involved in tendon extracellular matrix homeostasis. *J Orthop Res* 2020;38(01):192–201
- Assunção JH, Godoy-Santos AL, Dos Santos MCLG, Malavolta EA, Gracitelli MEC, Ferreira Neto AA. Matrix metalloproteases 1 and 3 promoter gene polymorphism is associated with rotator cuff tear. *Clin Orthop Relat Res* 2017;475(07):1904–1910
- Tashjian RZ, Kim SK, Roche MD, Jones KB, Teerlink CC. Genetic variants associated with rotator cuff tearing utilizing multiple population-based genetic resources. *J Shoulder Elbow Surg* 2021;30(03):520–531
- Bishop JY, Santiago-Torres JE, Rimmke N, Flanigan DC. Smoking Predisposes to rotator cuff pathology and shoulder dysfunction: A systematic review. *Arthroscopy* 2015;31(08):1598–1605
- Lundgreen K, Lian OB, Scott A, Nassab P, Fearon A, Engebretsen L. Rotator cuff tear degeneration and cell apoptosis in smokers versus nonsmokers. *Arthroscopy* 2014;30(08):936–941
- Huang SW, Wang WT, Chou LC, Liou TH, Chen YW, Lin HW. Diabetes mellitus increases the risk of rotator cuff tear repair surgery: A population-based cohort study. *J Diabetes Complications* 2016;30(08):1473–1477
- Passaretti D, Candela V, Venditto T, Giannicola G, Gumina S. Association between alcohol consumption and rotator cuff tear. *Acta Orthop* 2016;87(02):165–168
- Neer CS II. Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder: a preliminary report. *J Bone Joint Surg Am* 1972;54(01):41–50
- Bigliani LU, Morrison DSAE. The morphology of the acromion and its relationship to rotator cuff tears. *Orthop Trans* 1986;10:216
- Nyffeler RW, Werner CM, Sukthankar A, Schmid MR, Gerber C. Association of a large lateral extension of the acromion with rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88(04):800–805
- Moor BK, Bouaicha S, Rothenfluh DA, Sukthankar A, Gerber C. Is there an association between the individual anatomy of the scapula and the development of rotator cuff tears or osteoarthritis of the glenohumeral joint?: A radiological study of the critical shoulder angle. *Bone Joint J* 2013;95-B(07):935–941
- Li X, Olszewski N, Abdul-Rassoul H, Curry EJ, Galvin JW, Eichinger JK. Relationship Between the Critical Shoulder Angle and Shoulder Disease. *J Bone Joint Surg* 2018;6(08):e1
- Balke M, Schmidt C, Dedy N, Banerjee M, Bouillon B, Liem D. Correlation of acromial morphology with impingement syndrome and rotator cuff tears. *Acta Orthop* 2013;84(02):178–183
- Blonna D, Giani A, Bellato E, et al. Predominance of the critical shoulder angle in the pathogenesis of degenerative diseases of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg* 2016;25(08):1328–1336

- 18 Gomide LC, Carmo TCD, Bergo GHM, Oliveira GA, Macedo IS. Relationship between the critical shoulder angle and the development of rotator cuff lesions: a retrospective epidemiological study. *Rev Bras Ortop* 2017;52(04):423–427
- 19 Heuberer PR, Plachel F, Willinger L, et al. Critical shoulder angle combined with age predict five shoulder pathologies: a retrospective analysis of 1000 cases. *BMC Musculoskelet Disord* 2017; 18(01):259
- 20 Kaur R, Dahuja A, Garg S, Bansal K, Garg RS, Singh P. Correlation of acromial morphology in association with rotator cuff tear: a retrospective study. *Pol J Radiol* 2019;84:e459–e463
- 21 Moor BK, Röthlisberger M, Müller DA, et al. Age, trauma and the critical shoulder angle accurately predict supraspinatus tendon tears. *Orthop Traumatol Surg Res* 2014;100(05):489–494
- 22 Park HB, Gwark JY, Kwack BH, Na JB. Are any radiologic parameters independently associated with degenerative postero-superior rotator cuff tears? *J Shoulder Elbow Surg* 2021;30(08): 1856–1865
- 23 Seo J, Heo K, Kwon S, Yoo J. Critical shoulder angle and greater tuberosity angle according to the partial thickness rotator cuff tear patterns. *Orthop Traumatol Surg Res* 2019;105(08):1543–1548
- 24 Smith GCS, Liu V, Lam PH. The critical shoulder angle shows a reciprocal change in magnitude when evaluating symptomatic full-thickness rotator cuff tears versus primary glenohumeral osteoarthritis as compared with control subjects: A systematic review and meta-analysis. *Arthroscopy* 2020;36(02):566–575
- 25 Stamiris D, Stamiris S, Papavasiliou K, Potoupnis M, Tsiridis E, Sarris I. Critical shoulder angle is intrinsically associated with the development of degenerative shoulder diseases: A systematic review. *Orthop Rev (Pavia)* 2020;12(01):8457
- 26 Docter S, Khan M, Ekhtiari S, et al. The relationship between the critical shoulder angle and the incidence of chronic, full-thickness rotator cuff tears and outcomes after rotator cuff repair: A systematic review. *Arthroscopy* 2019;35(11): 3135–3143.e4
- 27 Garcia GH, Liu JN, Degen RM, et al. Higher critical shoulder angle increases the risk of retear after rotator cuff repair. [published correction appears in *J Shoulder Elbow Surg*. 2017;26(4):732] *Shoulder Elbow Surg* 2017;26(02):241–245
- 28 Li H, Chen Y, Chen J, Hua Y, Chen S. Large critical shoulder angle has higher risk of tendon retear after arthroscopic rotator cuff repair. *Am J Sports Med* 2018;46(08):1892–1900
- 29 Scheiderer B, Imhoff FB, Johnson JD, et al. Higher critical shoulder angle and acromion index are associated with increased retear risk after isolated supraspinatus tendon repair at short-term follow up. *Arthroscopy* 2018;34(10):2748–2754
- 30 Sheehan AJ, Sa D, Woolnough T, Cognetti DJ, Kay J, Burkhart SS. Does an increased critical shoulder angle affect re-tear rates and clinical outcomes following primary rotator cuff repair? A systematic review. *Arthroscopy* 2019;35(10):2938–2947.e1
- 31 Suter T, Gerber Popp A, Zhang Y, Zhang C, Tashjian RZ, Henninger HB. The influence of radiographic viewing perspective and demographics on the critical shoulder angle. *J Shoulder Elbow Surg* 2015;24(06):e149–e158
- 32 Tang Y, Hou J, Li Q, et al. The effectiveness of using the critical shoulder angle and acromion index for predicting rotator cuff tears: accurate diagnosis based on standard and nonstandard anteroposterior radiographs. *Arthroscopy* 2019;35(09):2553–2561
- 33 Kim JH, Gwak HC, Kim CW, Lee CR, Kwon YU, Seo HW. Difference of Critical Shoulder Angle (CSA) according to minimal rotation: Can minimal rotation of the scapula be allowed in the evaluation of CSA? *Clin Orthop Surg* 2019;11(03):309–315
- 34 Iannotti JP, Zlatkin MB, Esterhai JL, Kressel HY, Dalinka MK, Spindler KP. Magnetic resonance imaging of the shoulder. Sensitivity, specificity, and predictive value. *J Bone Joint Surg Am* 1991;73(01): 17–29
- 35 Spiegl UJ, Horan MP, Smith SW, Ho CP, Millett PJ. The critical shoulder angle is associated with rotator cuff tears and shoulder osteoarthritis and is better assessed with radiographs over MRI. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2016;24(07):2244–2251
- 36 İncesoy MA, Yıldız KI, Türk ÖI, et al. The critical shoulder angle, the acromial index, the glenoid version angle and the acromial angulation are associated with rotator cuff tears. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2021;29(07):2257–2263
- 37 Landis JR, Koch GG. An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *Biometrics* 1977;33(02):363–374
- 38 Chalmers PN, Salazar D, Steger-May K, Chamberlain AM, Yamaguchi K, Keener JD. Does the critical shoulder angle correlate with rotator cuff tear progression? *Clin Orthop Relat Res* 2017;475 (06):1608–1617
- 39 Karns MR, Jacxsens M, Uffmann WJ, Todd DC, Henninger HB, Burks RT. The critical acromial point: the anatomic location of the lateral acromion in the critical shoulder angle. *J Shoulder Elbow Surg* 2018;27(01):151–159