



# Os ângulos de distalização e lateralização do ombro na artroplastia reversa podem interferir nos resultados funcionais em pacientes com artropatia do manguito rotador?

## *Can Distalisation and Lateralisation Shoulder Angles in Reverse Arthroplasty Interfere with the Functional Results in Patients with Rotator Cuff Arthropathy?*

Tamara Dainotto<sup>1</sup>  Diego Gómez<sup>1</sup>  Glenda Ernst<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Hospital Británico de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

<sup>2</sup> Conselho Científico, Hospital Británico de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

Endereço para correspondência Tamara Dainotto, Hospital Británico de Buenos Aires, Perdriel 74. Buenos Aires, Argentina (e-mail: dainottotamara@gmail.com).

Rev Bras Ortop 2024;59(1):e93–e100.

### Resumo

**Objetivo:** Avaliar a influência dos valores radiográficos nos resultados clínicos e funcionais em pacientes tratados com artroplastia reversa para artropatia do manguito rotador utilizando um desenho lateralizado.

**Métodos:** Foi realizada uma análise retrospectiva. Foram registradas as demografias dos pacientes, bem como o intervalo de movimento pré-operatório e pós-operatório. A função foi calculada usando a pontuação Constant-Murley tanto antes como depois do procedimento. Radiografias pré e pós-operatórias anteroposteriores e axiais do ombro afetado foram analisadas. Nas imagens pré-operatórias, foram calculados a distância acromiomeromeral (DAU) e *offset* lateral umeral (OLU). As medidas pós-operatórias incluídas foram DAU, OLU, ângulo de distalização do ombro (ADO) e ângulo de lateralização do ombro (ALO). Foi realizada uma análise de regressão linear e regressão quadrática para determinar seu grau de associação com os resultados funcionais finais. Aplicando uma análise de regressão quadrática e curvas ROC, os valores de corte foram determinados em relação aos ângulos acima mencionados e o valor preditivo positivo foi calculado.

**Resultados:** As maiores faixas de elevação anterior (EA) foram encontradas com ADO entre 40 e 45° e ALO entre 80 e 90°, enquanto a melhor abdução (ABD) foi observada com ALO de 90 e 100°. A DAU pré-operatória foi correlacionada com a rotação externa

### Palavras-chave

- ▶ artroplastia
- ▶ manguito rotador
- ▶ ombro

Trabalho desenvolvido no Hospital Británico de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

recebido  
26 de outubro de 2022  
aceito, após revisão  
18 de janeiro de 2023

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0044-1779609>.  
ISSN 0102-3616.

© 2024. The Author(s).

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

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

(RE) ( $r_s$ : 0,47;  $p$ : 0,049). A DAU pós-operatória apresentou uma relação diretamente proporcional com a EA ( $r_s$ : 0,49;  $p$ : 0,03). A ABD pós-operatória mostrou uma regressão linear inversa com a DAU pré-operatória ( $r_s$ : -0,44,  $p$ : 0,047). O ALO e o ADO estavam inversamente relacionados.

**Conclusão:** Determinamos que um ADO entre 40 e 45° e um ALO de 80 e 100° poderia levar a uma melhor amplitude de movimento em relação à EA e ABD em pacientes com artropatia do manguito rotador tratados com artroplastia reversa de ombro.

## Abstract

**Objective:** To evaluate the influence of radiographic values on clinical and functional results in patients treated with reverse arthroplasty for rotator cuff arthropathy (RCA) using a lateralized design.

**Methods:** A retrospective analysis was performed. Patient demographics were recorded, as well as preoperative and postoperative range of motion. Function was calculated using the Constant-Murley score both before and after the procedure. Pre and postoperative anteroposterior and axial radiographs of the affected shoulder were analysed. In the preoperative images, the following was calculated: acromiohumeral distance (AHD) and lateral humeral offset (LHO). Postoperative measurements included: AHD, LHO, distalization shoulder angle (DSA) and lateralisation shoulder angle (LSA). Linear regression and quadratic regression analysis was performed to determine their degree of association with final functional outcomes. By applying a quadratic regression analysis and ROC curves, the cut-off values were determined with respect to the above-mentioned angles and the positive predictive value was calculated.

**Results:** The greater anterior elevation (AE) ranges were found with DSA between 40-45° and LSA among 80°- 90°, while better ABD was observed with LSA of 90-100°. Preoperative AHD was correlated to RE ( $r_s$ :0.47;  $p$ :0.049). Postoperative AHD was found to be in a directly proportional relationship with AE ( $r_s$ :0.49;  $p$ :0.03). Postoperative ABD showed an inverse linear regression with preoperative AHD ( $r_s$ : -0.44,  $p$ :0.047). LSA and DSA were inversely related.

**Conclusion:** We found that a DSA between 40-45° and a LSA of 80-100° could lead to better range of motion regarding AE and ABD in patients with rotator cuff arthropathy treated with RSA.

## Keywords

- ▶ arthroplasty
- ▶ rotator cuff
- ▶ shoulder

## Introdução

O desenho original da artroplastia invertida (AI) do ombro por Grammont em 1985 para o tratamento da artropatia do manguito rotador (AMR) consistia em medialização e distalização do centro de rotação da articulação glenoumeral para melhorar o braço de alavanca deltoide e, assim, aumentar a amplitude da elevação anterior (EA) e a abdução (ABD).<sup>1-3</sup> Esses implantes foram associados a algumas complicações específicas, como geração de incisuras escapulares e danos neurológicos<sup>1-3</sup> que diminuíram graças à introdução de artroplastias reversas do ombro (ARO) lateralizadas, também diminuindo a incidência de luxação protética e aumentando a amplitude de rotação.<sup>4</sup>

Há controvérsias em relação ao posicionamento ideal do implante para maximizar a amplitude de movimento (ADM) e reduzir o risco de complicações. Debate-se também os valores radiográficos e sua influência nos desfechos pós-operatórios.<sup>5</sup> Vários autores tentam determinar o grau ideal de lateralização e distalização na ARO, embora os métodos tenham sido

considerados muito exigentes para a prática clínica diária.<sup>5-8</sup> Os ângulos de distalização e lateralização do ombro descritos por Boutsiadis et al.<sup>8</sup> acerca da posição do úmero em relação à escápula, poderiam representar ferramentas reprodutíveis e determinantes dos desfechos clínicos.

O objetivo deste estudo foi identificar os valores radiográficos e avaliar sua influência nos resultados em pacientes tratados com ARO para AMR utilizando um desenho lateralizado com 135° de inclinação umeral.

## Métodos

Este estudo é uma análise retrospectiva de casos atendidos entre janeiro de 2018 e janeiro de 2020 e foi aprovado pelo Comitê de Ética.

## Seleção de Pacientes

Os critérios de exclusão foram pacientes tratados com próteses medializadas ou com inclinação umeral de 145° ou 155°; presença concomitante de fraturas da cabeça do úmero

**Tabela 1** Valores radiográficos expressos como média e desvio-padrão (DP)

	Média (DP)	Intervalo	CCI	IC de 95%
Idade (anos)	72 ( $\pm 7,1$ )	61–84		
DAU pré-operatória	7,27 mm ( $\pm 4,1$ )	1–16,2	0,96	(0,81–0,99)
OLU pré-operatório	12,56 mm ( $\pm 5,8$ )	3–23,5	0,98	(0,95–0,99)
DAU pós-operatória	25,6 mm ( $\pm 8,3$ )	12–46	0,97	(0,93–0,98)
OLU pós-operatório	18,6 mm ( $\pm 7,3$ )	2–28,2	0,95	(0,89–0,97)
ADO	43,2° ( $\pm 6,8$ )	30–60	0,88	(0,53–0,96)
ALO	92,5° ( $\pm 10,1$ )	80–115	0,82	(0,62–0,92)
CM	69,9 ( $\pm 7,8$ )	47–83		

A tabela mostra o coeficiente de correlação intraclasse de cada medida e seu intervalo.

Abreviações: IC, intervalo de confiança; CM, escore de Constant-Murley; ADO, ângulo de distalzação do ombro; ICC, coeficiente de correlação intraclasse; ALO, ângulo de lateralização do ombro; DAU, distância acromiomerale; OLU, *offset* lateral do úmero; DAU, distância acromiomerale; OLU, *offset* lateral do úmero.

ou da glenoide; ausência de radiografias pré-operatórias; cirurgias de revisão; acompanhamento insuficiente e doenças neuromusculares. Os pacientes incluídos tiveram acompanhamento mínimo de 12 meses e foram submetidos ao tratamento da ARM (Hamada  $\geq 3$ ) com prótese lateralizada e inclinação umeral de 135°. Esses indivíduos tinham 18 anos ou mais e deltoide funcional.

### Técnica Cirúrgica

A prótese lateralizada Arrow® (FH Orthopaedics, Mulhouse, França) foi utilizada.

Com o paciente em posição de cadeira de praia e anestesia do plexo, a abordagem deltopeitoral foi realizada com tenotomia insercional completa do subescapular e secção da cápsula articular. A cabeça do úmero foi luxada em rotação externa máxima e a osteotomia do úmero foi realizada com 20° de retroversão e 135° de inclinação. Posteriormente, o canal umeral foi submetido a raspagens crescentes até a obtenção de uma sensação de atrito cortical. A lima de maior calibre foi mantida no local para proteger o úmero proximal durante o procedimento na glenoide.

Ao realizar a exposição da glenoide, os osteófitos e o lábio degenerativo foram ressectados para otimizar a visualização da superfície articular. Em seguida, a cartilagem articular foi fresada, preservando o máximo de estoque ósseo possível. A implantação de metaglene foi feita projetando uma inclinação inferior de 10° com versão neutra. A fixação definitiva utilizou dois parafusos de compressão de 5,5 mm. Este sistema permitiu a utilização de glenosferas de 36, 39 ou 42 mm.

O componente umeral definitivo foi colocado não cimentado desde que a qualidade óssea metafisária o permitisse. A seguir, o tamanho do inserto de polietileno final foi escolhido. Assim como o tamanho da glenosfera, estes parâmetros foram decididos de acordo com a tensão deltoide intraoperatória e a estabilidade do implante.

Todos os pacientes foram submetidos à imobilização por 30 dias com tipoia de tipo Velpeau e iniciaram exercícios de mobilidade passiva uma semana após a cirurgia e reabilitação quatro semanas depois.

### Avaliação Clínica

As ADMs pré-operatória e pós-operatória no último acompanhamento foram determinadas. A mobilidade ativa foi avaliada em graus, utilizando goniômetro, em EA, RE1, ABD e rotação interna (RI) com a mão nas costas, registrando o segmento alcançado pelo polegar como nível máximo conforme a descrição de Greene e Heckman<sup>9</sup> e pontuado de acordo com Levy et al.<sup>10</sup>

A função do deltoide foi definida pelo cirurgião responsável pelo tratamento, de acordo com a escala motora de Daniel, considerando o funcionamento do deltoide ao igualar ao valor de M5.<sup>11</sup>

A função foi calculada utilizando o escore de Constant-Murley adaptado para a população argentina.<sup>12</sup>

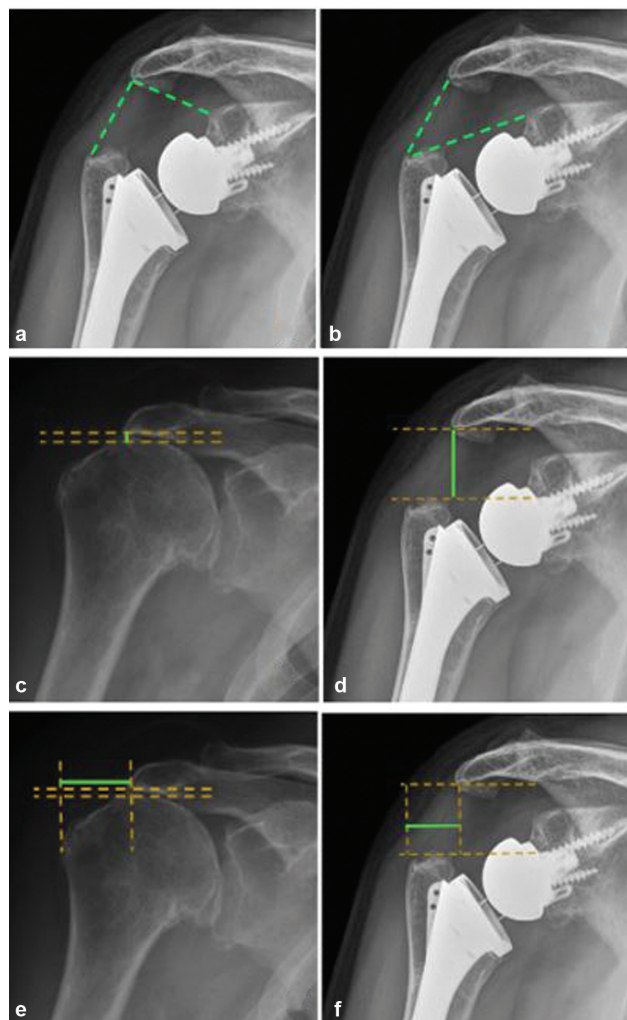
### Avaliação Radiológica

Foram utilizadas radiografias anteroposterior (AP) e axial do ombro afetado, tanto pré-operatórias quanto pós-operatórias. Considerando a importância do posicionamento correto e da técnica radiológica, todas as imagens foram realizadas pela mesma equipe e o mesmo fluoroscópio.

As medidas foram determinadas na projeção AP por dois pesquisadores que desconheciam os desfechos clínicos com o software Synapse 3d® (Fujifilm Healthcare®), considerando a média interobservador. A concordância interobservador foi calculada pelo coeficiente de correlação intraclasse (CCI). O poder do CCI foi considerado quando a concordância foi superior a 0,8. O CCI foi quase perfeito em todas as medições, como demonstrado na ►Tabela 1.

Nas imagens pré-operatórias, foram calculados os seguintes parâmetros: distância acromiomerale (DAU) e *offset* lateral do úmero (OLU). As medidas pós-operatórias incluíram DAU, OLU, ADO e ALO (►Fig. 1).

- O ALO (►Fig. 1A) foi determinado com base em três pontos de referência: a borda superior do tubérculo glenoidal, a borda mais lateral do acrômio e a borda mais lateral do tubérculo maior. Uma linha uniu o tubérculo glenoidal superior à borda mais lateral do acrômio. Uma segunda linha conectou este último ponto com a borda lateral da

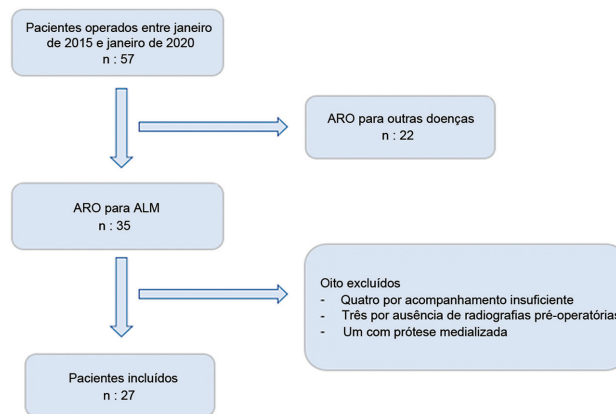


**Fig. 1** Descrições das medidas. a) ângulo de lateralização do ombro; b) ângulo de distalização do ombro; c) distância acromioclavicular pré-operatória; d) distância acromioclavicular pós-operatória; e) deslocamento lateral do úmero pré-operatório; f) *offset* lateral do úmero pós-operatório.

tuberosidade maior. O ângulo entre essas duas linhas corresponde ao ALO.

- O ADO (► **Fig. 1B**) considerou a borda superior do tubérculo glenoidal, a borda mais lateral do acrômio e a borda mais superior do tubérculo maior. O ADO foi calculado traçando-se uma linha da borda mais lateral do acrômio até o tubérculo glenoidal superior e, daí, outra linha até a borda mais superior da tuberosidade maior. O ângulo entre essas duas linhas correspondeu ao ADO.
- A DAU foi medida calculando a distância perpendicular entre a porção mais lateral do acrômio e uma linha paralela à borda superior da tuberosidade maior (► **Fig. 1C-D**).
- O OLU foi calculado com base na distância da linha da DAU até a projeção da borda mais lateral da tuberosidade maior (► **Fig. 1E-F**).

A classificação de Hamada e Fukuda<sup>13</sup> determinou o grau de osteoartrite glenoumeral.



**Fig. 2** Fluxograma de pacientes incluídos e excluídos. ARO: artroplastia reversa do ombro; ALM; artropatia da laceração de manguito.

### Análise Estatística

As variáveis descritivas contínuas foram expressas como média, desvio-padrão e amplitude. As variáveis qualitativas foram expressas em porcentagens. Uma análise de regressão linear determinou o grau de associação entre os ângulos pré-operatórios e pós-operatórios e a mobilidade. Uma análise de regressão quadrática foi realizada e a área sob a curva (AUC, do inglês *area under the curve*) característica de operação do receptor (ROC, do inglês, *receiver operating characteristic*) (AUC-ROC) foi calculada. O valor do ponto de corte foi utilizado como o valor cuja sensibilidade e especificidade estavam mais próximas do valor da AUC-ROC e a diferença absoluta entre o valor de sensibilidade e especificidade foi mínima. Os valores de corte foram determinados em relação aos ângulos ADO e ALO. Os programas Graph Pad Prism 8.02 e MedCalc12.0 foram empregados para análise.

## Resultados

### Pacientes

Dos 57 pacientes submetidos à ARO, 35 foram diagnosticados com ARM. Oito indivíduos foram excluídos; não foi possível obter as radiografias de três pacientes, quatro não tiveram acompanhamento suficiente e os demais receberam próteses medializadas (► **Fig. 2**). O estudo incluiu 27 pacientes com idade média de  $72,0 \pm 7,1$  anos. (77,7% mulheres, n: 21, sendo 20 ombros direitos). A ADM não foi analisada em relação ao tamanho da glenosfera, que foi de 36 mm em 24 casos e 39 mm em três casos. O tempo de acompanhamento foi de  $19,3 \pm 6,9$  meses após a cirurgia. O ALO médio foi de  $92,5^\circ$  (85 a  $115^\circ$ ) e o ADO médio foi de  $43,2^\circ$  (30 a  $60^\circ$ ). Os valores médios das medidas radiográficas estão descritos na ► **Tabela 1**, assim como o desvio-padrão, o CCI e os intervalos de confiança (CI) dos coeficientes. A ► **Tabela 2** mostra a mobilidade pré e pós-operatória e as diferenças significativas entre os valores, exceto de ABD (p: 0,56)

### Análise de Correlação

Houve uma associação diretamente proporcional entre o DAU pré-operatório e RE e a rotação interna (RI) ( $r_s$ : 0,47 e  $r_s$ : 0,44, respectivamente) e uma correlação negativa de

**Tabela 2** Valores pré e pós-operatórios de mobilidade

	Média (DP) Pré-operatória	Média (DP) Pós-operatória	P
Elevação anterior	90,21° (39,8°)	131,2° (32°)	0,0002
Rotação externa	12,3° (19,2)	35,2° (16,8°)	<0,0001
Rotação interna	L4-L5 (3,8) SD 2,2	L1-L3 (5,5) SD 2,4	0,013
Abdução	68,7° (31,9°)	87,1° (28,2°)	0,56

Pearson com a ABD ( $r_s$ : -0,44). A DAU e a EA pós-operatória apresentaram associação de Spearman diretamente proporcional ( $r_s$ : 0,49). A **Tabela 3** revela a ausência de associação entre os demais ângulos estudados.

### Regressão Linear e Componente Quadrático

A RE pós-operatória apresentou regressão linear positiva com a DAU pré-operatória ( $r^2$ : 0,12). A adição de um componente quadrático aumentou o ajuste ( $r^2$ : 0,3;  $p$ : 0,02). Além disso, os valores pré-operatórios de DAU de 5 e 10 mm melhoraram os melhores ângulos de RE (**Fig. 3a**).

A EA pós-operatória apresentou regressão linear positiva com a DAU pós-operatória ( $r^2$ : 0,24). A adição de um componente quadrático produziu um aumento significativo no ajuste ( $r^2$ : 0,22;  $p$ : 0,02) com melhores ângulos pós-operatórios de EA entre 18 e 38 mm de DAU pós-operatória (**Fig. 3b**).

A ABD pós-operatória apresentou regressão linear inversa com a DAU pré-operatória ( $r^2$ : 0,19). A adição de um componente quadrático aumentou o ajuste ( $r^2$ : 0,24;  $p$ : 0,02). Os melhores ângulos de ABD (90 a 160°) foram associados a valores pré-operatórios de DAU entre 5,7 e 13,5 (**Fig. 3c**). Por fim, a correlação de Pearson entre ALO e ADO foi negativa ( $r^2$ : -0,38;  $p$ : 0,047) (**Fig. 3d**). Todos estes casos apresentaram relação estatisticamente significativa.

Não houve nenhum componente quadrático entre a ADO e a EA ou entre ALO e ABD ( $r^2$ : 0,05;  $p$ : 0,33), ALO e RE ou ALO e RI, nem entre DAU pós-operatória e ABD ou OLU pós-operatório e ABD.

### Área Sob a Curva e Previsões

A AUC-ROC foi calculada. O ADO  $\leq 45^\circ$  pode prever uma EA pós-operatória  $> 106^\circ$  com sensibilidade (SE) de 73,7% (IC de 95%: 48,8 a 90,9) e especificidade (ESP) de 57,1% (IC de 95%: 29 a 96,3), com AUC de 64% (IC de 95%: 0,4 a 0,8) (**Fig. 4a**). O ALO  $\geq 86^\circ$  prevê uma EA  $> 106^\circ$  com AUC de 0,6 (IC de 95%:

**Tabela 3** Análise de correlação

DAU pré-operatória	<i>r</i>	<i>p</i>
EA	0,0004	0,99
RE	0,47	0,049
ABD	-0,44	0,047
RI	0,44	0,046
CM	0,36	0,07

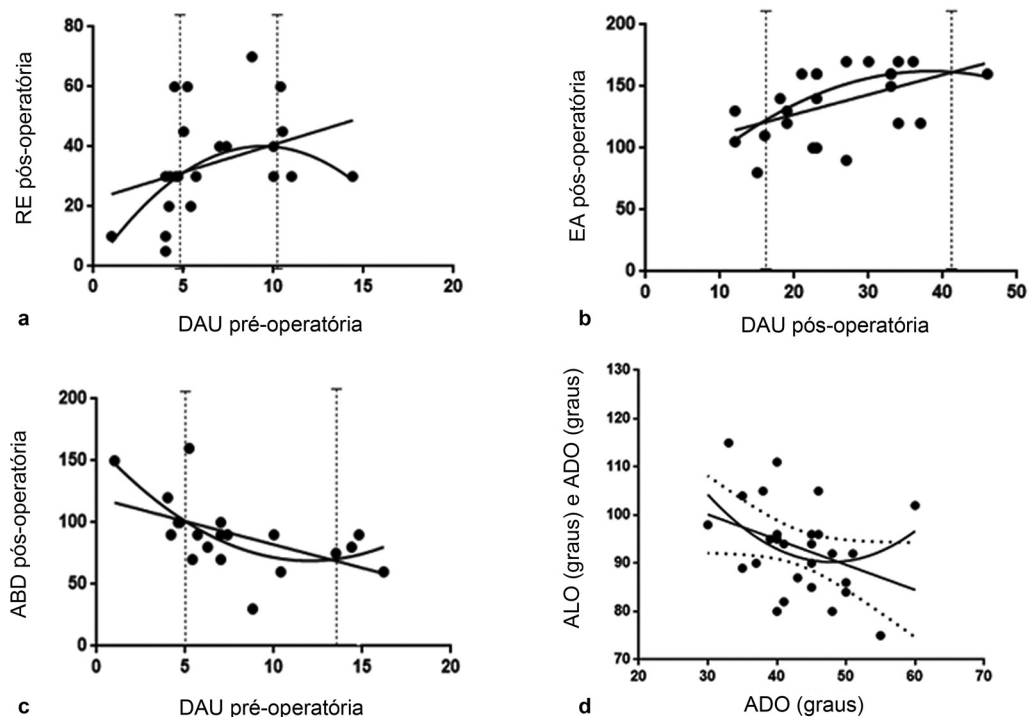
(Continued)

**Tabela 3** (Continued)

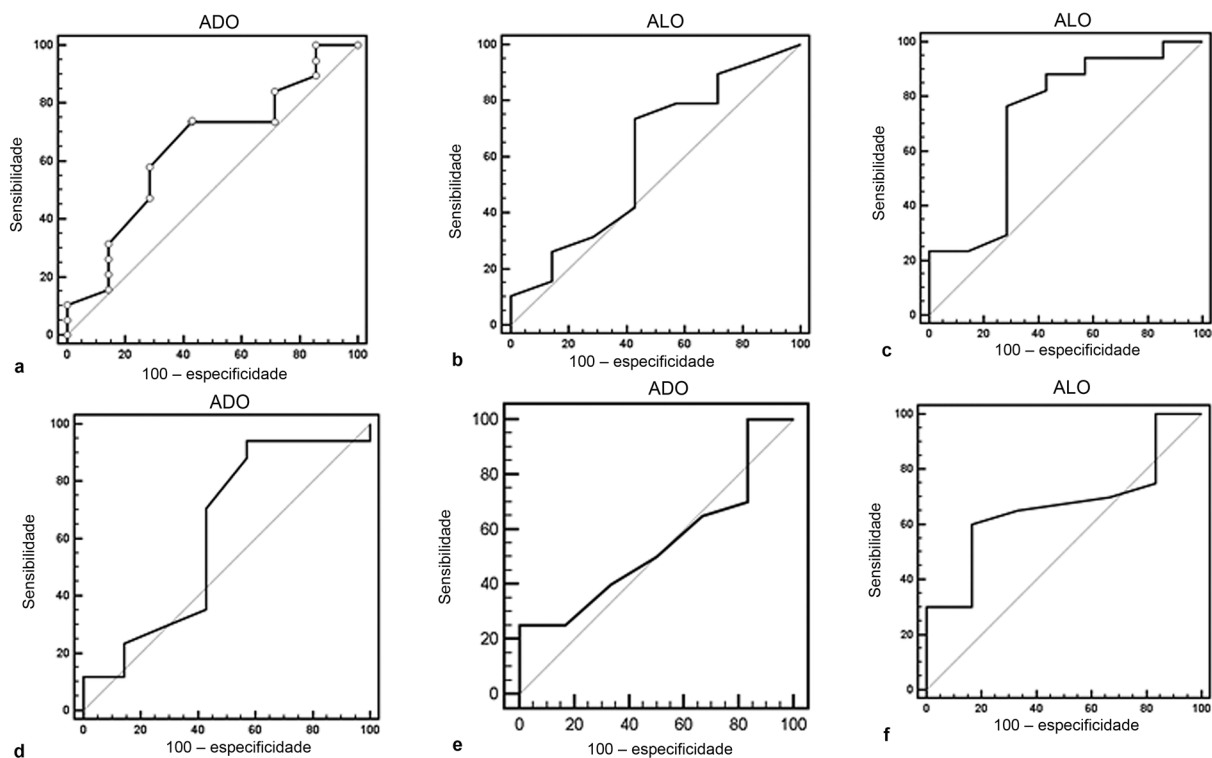
DAU pré-operatória	<i>r</i>	<i>p</i>
<b>OLU pré-operatório</b>	<i>r</i>	<i>p</i>
EA	-0,0025	0,9
RE	0,17	0,42
ABD	-0,04	0,86
RI	-0,43	0,04
CM	0,12	0,6
<b>DAU</b>	<i>r</i>	<i>p</i>
EA	0,13	0,5
RE	-0,05	0,8
ABD	25	0,9
RI	0,06	0,8
CM	0,06	0,7
<b>ALH</b>	<i>r</i>	<i>p</i>
EA	-8	0,7
RE	-0,14	0,49
ABD	0,25	0,2
RI	-0,24	0,28
CM	-0,3	0,13
<b>DAU pós-operatória</b>	<i>r</i>	<i>P</i>
EA	0,49	0,03
RE	0,32	0,11
ABD	0,15	0,48
RI	-73	0,74
CM	0,35	0,08
<b>OLU pós-operatório</b>	<i>r</i>	<i>P</i>
EA	0,06	0,74
RE	-0,12	0,56
ABD	0,13	0,5
RI	-0,42	44
CM	0,02	0,9

Abreviações: ABD: abdução; EA: elevação ativa; CM: escore de Constant-Murley; ADO: ângulo de distalização do ombro; RE: rotação externa; RI: rotação interna; ALO: ângulo de lateralização do ombro; DAU: distância acromiomerale; OLU: *offset lateral* do úmero.





**Fig. 3** Regressão linear e componente quadrática. a) entre RE pós-operatório e DAU pré-operatória; b) entre EA pós-operatória e DAU pós-operatória; c) entre ABD pós-operatória e DAU pré-operatória; d) entre ALO e ADO. RE: rotação externa; DAU: distância acromiomerálica; EA elevação ativa; ALO: ângulo de lateralização do ombro; ADO: ângulo de distalização do ombro.



**Fig. 4** Curvas ROC. a) ADO e EA  $>106^\circ$ ; b) ALO e EA  $>106^\circ$ ; c) ALO e ABD  $>76^\circ$ ; d) ADO e ABD  $>76^\circ$ ; e) ADO e RE  $>20^\circ$ ; f) ALO e RE  $>20^\circ$ . ROC: característica de operação do receptor; ASD: ângulo de distalização do ombro; EA: elevação ativa; ABD: abdução; RE: rotação externa; ALO: ângulo de lateralização do ombro.

**Tabela 4** 4a) ADO e EA > 106°; 4b) ALO e EA > 106°; 4c) ALO e ABD > 76°

4a.		
ADO (°)	VPP (%)	IC de 95%
≤ 35°	72,7	18–99,1
≤ 40°	79,1	45,2–96,7
≤ 45°	80,1	54–95,1
≤ 50°	70,7	48,3–87,6
4b.		
ALO (°)	VPP (%)	IC de 95%
≤ 80°	74,2	51,4–90,3
≤ 85°	80,6	54–90,1
≤ 90°	77,3	49–94,5
4c.		
ALO (°)	VPP (%)	IC de 95%
≤ 90°	75,03	39,4–95,6
≤ 95°	84,8	58,4–97,5
≤ 100°	76,64	53,3–92,1

Abreviações: ABD, abdução; EA, elevação ativa; IC, intervalo de confiança; ADO, ângulo de distalização do ombro; ALO, ângulo de lateralização do ombro; VPP, valor preditivo positivo.

0,4 a 0,8), SE de 73,7% (IC de 95%: 48,8 a 90,9) e ESP de 57,1 (IC de 95%: 18 a 90,1) (►Fig. 4b). O ALO > 80° pode prever ABD > 76° com 94,12% de SE, 50% de ESP e AUC de 0,62 (IC de 95%: 0,4–0,8) (►Fig. 4c).

Com ALO e ABD > 76° (►Fig. 4d) e ADO ou ALO referente à RE > 20° (►Fig. 4e–4f), a AUC foi razoável, de 0,62, 0,55 e 0,67, respectivamente, e os modelos não foram estatisticamente significativos.

Os melhores valores de EA (>106°) foram encontrados com ADO entre 40 e 45° e ALO entre 80 e 90°. Valores menores ou maiores têm valor preditivo positivo (VPP) menor (►Tabelas 4a e 4b).

Os melhores valores de ABD foram associados ao ALO entre 90 e 100°. Valores menores ou maiores apresentaram VPP menor (►Tabela 4c).

## Discussão

Os principais achados deste estudo foram que um ARO lateralizado com inclinação umeral de 135° apresentou faixas de EA > 106°, ADO entre 40 e 45° e ALO entre 80 e 90°, enquanto a ABD > 76° foi mais observada com ALO entre 90 e 100°.

Os primeiros autores a proporem o uso de ADO e ALO foram Boutsiadis et al.,<sup>8</sup> que incluíram dois desenhos diferentes de implantes com inclinação umeral de 145° e 155°. Estes autores observaram a existência de regressão linear positiva com ALO e EA e maior EA e ABD com ADO entre 40° e 65° e melhores valores de RE com ALO entre 75° e 100°.<sup>8</sup> Berthold et al.<sup>5</sup> também relataram uma correlação entre EA e ADO entre 40° e 60° e ALO entre 75° e 95° utilizando implante de inclinação umeral de 135° em 61 pacientes. Esses resultados foram

semelhantes ao nosso estudo, em que uma melhor EA foi relacionada a 40 a 45° de ADO e 80 a 90° de ALO. Nossa série revelou que o ALO está associado à melhor ABD quando calculado entre 90 e 100°. Até onde temos conhecimento, esta é a primeira vez que esta relação é descrita.

Observamos que a EA > 106° poderia ser prevista quando ADO era entre 40 e 45° e ALO entre 80 e 90°. Esses resultados podem ser comparados a estudos anteriores, onde a menor EA (<100°) foi relacionada ao ADO < 40° ou > 70°<sup>5,8</sup> e ALO > 95°.

Como outros autores,<sup>14–16</sup> não encontramos um valor de corte de ADO ou ALO relacionado à RE, ao contrário de Boutsiadis et al.,<sup>8</sup> que previram RE > 16° quando ALO variava entre 75 e 95°. Houve uma associação diretamente proporcional entre DAU pré-operatória, conforme descrito por Berthold,<sup>5</sup> e os melhores intervalos de RE com distâncias entre 5 e 10 mm. Essa medida radiográfica teve associação inversa com ABD, que apresentou valores entre 90 e 160° com DAU de 5,7 e 13,5 mm. A DAU pós-operatória foi diretamente associada à EA. As medidas entre 18 e 38 mm foram relacionadas a melhores faixas de EA. Isso foi mencionado por Jobin et al.,<sup>17</sup> que verificaram que pacientes com EA > 135° apresentavam DAU pós-operatória > 38 mm em 90% dos casos e, em 45% dos indivíduos, a EA era inferior a 135° quando a DAU pós-operatória era < 38 mm. Lädermann et al.<sup>18</sup> descreveram uma relação linear positiva entre DAU e EA em um modelo computacional. Berthold observou uma correlação moderada e significativa entre RE e DAU pós-operatória,<sup>5</sup> mas nossos achados não foram semelhantes. Resumindo, de acordo com nossos resultados, a melhor ADM pode ser obtida com ALO entre 80 e 100° e ADO > 40° e ≤ 45°. Tanto ALO quanto ADO permitiram uma estimativa da lateralização e distalização do úmero após a ARO. Beltrame et al.<sup>15</sup> encontraram uma relação direta entre ALO e ARO lateralizado e entre ASD e ARO mais distalizado. Identificamos uma correlação linear negativa entre esses ângulos, como relataram Boutsiadis et al.<sup>8</sup> e Beltrame et al.<sup>15</sup>, o que significa que há um ponto em que muita distalização leva a menos lateralização. Demonstrou-se que a lateralização aumenta EA e RE pós-operatórias,<sup>19</sup> restaurando o centro anatômico de rotação, otimizando o recrutamento das fibras musculares restantes do manguito e preservando o momento rotacional do subescapular e redondo menor, também aumentando o momento do deltoide em 42%.<sup>7,20</sup> A EA pode ser influenciada pela lateralização, volume do deltoide e comorbidades dos pacientes,<sup>21</sup> embora este tópico ainda seja debatido.<sup>16</sup>

A lateralização do ARO pode ser gerada no lado glenoide e/ou umeral. O BIO-LSA causa apenas lateralização da glenoide,<sup>22</sup> em contraste com o Arrow reverso.<sup>23</sup> Nesta série, o ALO ficou entre 80 e 110° para lateralização ideal do implante no que diz respeito à RE e ABD. Deve-se ter cuidado com lateralização excessiva devido ao risco de neuropraxia e fratura acromial.<sup>24,25</sup>

A distalização do úmero permite aumentar a tensão no músculo deltoide, elevando assim a EA.<sup>3</sup> Acredita-se que o alongamento ideal do úmero deve ser em torno de 2cm,<sup>26</sup> mas a distalização excessiva do ARO pode gerar neurapraxia.<sup>27</sup>

O escore de Constant-Murley foi de 69,9 ± 7,8, em concordância com outros autores, oscilando entre 59 pontos em

45 pacientes aos 40 meses de acompanhamento e sendo de 86 pontos com implante lateralizado após 10 anos de acompanhamento.<sup>28,29</sup> Não encontraram relação entre ALO ou ADO e o escore de Constant-Murley pós-operatório, ao contrário de Boutsiadis et al.,<sup>8</sup> que descreveram uma associação significativa entre a seção de mobilidade do escore e ALO.

As limitações do nosso estudo retrospectivo foram a ausência de documentação do *status* intraoperatório do subescapular em todos os casos. Além disso, o tamanho da glenosfera poderia interferir na ADM,<sup>30</sup> que não foi levada considerada neste estudo. Outra limitação foi o pequeno número de pacientes avaliados e o fato de que as radiografias, mesmo padronizadas, podem apresentar variações dependendo do posicionamento do paciente durante o exame.

## Conclusões

Este estudo revela que o ADO entre 40 e 45° e o ALO entre 80 e 100° poderia melhorar a amplitude de movimento em relação à EA e ABD em pacientes com artropatia do manguito rotador submetidos à ARO.

### Suporte Financeiro

Este trabalho não recebeu suporte financeiro de fontes públicas, comerciais ou sem fins lucrativos.

### Conflito de Interesses

Os autores não têm possíveis conflitos de interesse a declarar.

## Referências

- Grammont P, Trouilloud P, Laffay J, et al. Étude et réalisation d'une nouvelle prothèse d'épaule. *Rhumatol* 1987;39:407–418
- Grammont PM, Baulot E. Delta shoulder prosthesis for rotator cuff rupture. *Orthopedics* 1993;16(01):65–68
- Boileau P, Watkinson DJ, Hatzidakis AM, Balg F. Grammont reverse prosthesis: design, rationale, and biomechanics. *J Shoulder Elbow Surg* 2005;14(1, Suppl S)147S–161S
- Katz D, Valenti P, Kany J, Elkholti K, Werthel JD. Does lateralisation of the centre of rotation in reverse shoulder arthroplasty avoid scapular notching? Clinical and radiological review of one hundred and forty cases with forty five months of follow-up. *Int Orthop* 2016;40(01):99–108
- Berthold DP, Morikawa D, Muench LN, et al. Negligible Correlation between Radiographic Measurements and Clinical Outcomes in Patients Following Primary Reverse Total Shoulder Arthroplasty. *J Clin Med* 2021;10(04):809
- Greiner S, Schmidt C, Herrmann S, Pauly S, Perka C. Clinical performance of lateralized versus non-lateralized reverse shoulder arthroplasty: a prospective randomized study. *J Shoulder Elbow Surg* 2015;24(09):1397–1404
- Lädermann A, Denard PJ, Boileau P, et al. Effect of humeral stem design on humeral position and range of motion in reverse shoulder arthroplasty. *Int Orthop* 2015;39(11):2205–2213
- Boutsiadis A, Lenoir H, Denard PJ, et al. The lateralization and distalization shoulder angles are important determinants of clinical outcomes in reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2018;27(07):1226–1234
- Greene WB, Heckman JD. The clinical measurement of joint motion. Rosemont, Illinois: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 1994:5–26
- Levy JC, Everding NG, Gil CC Jr, Stephens S, Giveans MR. Speed of recovery after shoulder arthroplasty: a comparison of reverse and anatomic total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2014;23(12):1872–1881
- Avers D. Técnicas de balance muscular. In: Daniels and Worthingham. *Técnicas de exploración manual y pruebas funcionales* New York: Elsevier; 2014:115–123
- Gómez D, Dainotto T, Moya D, Patiño JM. Traducción y adaptación transcultural del Constant-Murley Score al español de la Argentina. *RAAOT* 2022;87(04):579–592
- 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
- Mahendraraj KA, Colliton E, Muniz A, Menendez ME, Jawa A. Assessing the validity of the distalization and lateralization shoulder angles following reverse total shoulder arthroplasty. *Semin Arthroplast JSES* 2020;30(04):291–296
- Beltrame A, Di Benedetto P, Cicuto C, Cainero V, Chisoni R, Causero A. Onlay versus Inlay humeral stem in Reverse Shoulder Arthroplasty (RSA): clinical and biomechanical study. *Acta Biomed* 2019;90(12-S):54–63
- Jeon YS, Rhee YG. Factors associated with poor active anterior elevation after reverse total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2018;27(05):786–793
- Jobin CM, Brown GD, Bahu MJ, et al. Reverse total shoulder arthroplasty for cuff tear arthropathy: the clinical effect of deltoid lengthening and center of rotation medialization. *J Shoulder Elbow Surg* 2012;21(10):1269–1277
- Lädermann A, Denard PJ, Collin P, et al. Effect of humeral stem and glenosphere designs on range of motion and muscle length in reverse shoulder arthroplasty. *Int Orthop* 2020;44(03):519–530
- Lädermann A, Tay E, Collin P, et al. Effect of critical shoulder angle, glenoid lateralization, and humeral inclination on range of movement in reverse shoulder arthroplasty. *Bone Joint Res* 2019;8(08):378–386
- Goetti P, Denard PJ, Collin P, Ibrahim M, Mazzolari A, Lädermann A. Biomechanics of anatomic and reverse shoulder arthroplasty. *EFORT Open Rev* 2021;6(10):918–931
- Werner BC, Wong AC, Mahony GT, et al. Causes of poor postoperative improvement after reverse total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2016;25(08):e217–e222
- Boileau P, Moineau G, Roussanne Y, O'Shea K. Bony Increased Offset-Reversed Shoulder Arthroplasty (BIO-RSA). *JBSJ Essential Surg Tech* 2017;7(04):e37
- Valenti P, Sauzières P, Katz D, Kalouche I, Kilinc AS. Do less medialized reverse shoulder prostheses increase motion and reduce notching? *Clin Orthop Relat Res* 2011;469(09):2550–2557
- Bauer S, Corbaz J, Athwal GS, Walch G, Blakeney WG. Lateralization in Reverse Shoulder Arthroplasty. *J Clin Med* 2021;10(22):5380
- Paszicsnyek A, Jo O, Rupasinghe HS, et al. Factors Influencing Acromial and Scapular Spine Strain after Reverse Total Shoulder Arthroplasty: A Systematic Review of Biomechanical Studies. *J Clin Med* 2022;11(02):361
- Lädermann A, Williams MD, Melis B, Hoffmeyer P, Walch G. Objective evaluation of lengthening in reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2009;18(04):588–595
- Kim HJ, Kwon TY, Jeon YS, Kang SG, Rhee YG, Rhee SM. Neurologic deficit after reverse total shoulder arthroplasty: correlation with distalization. *J Shoulder Elbow Surg* 2020;29(06):1096–1103
- Boileau P, Watkinson D, Hatzidakis AM, Hovorka I. Neer Award 2005: The Grammont reverse shoulder prosthesis: results in cuff tear arthritis, fracture sequelae, and revision arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2006;15(05):527–540
- Bacle G, Nové-Josserand L, Garaud P, Walch G. Long-term outcomes of reverse total shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2017;99(06):454–461
- Müller AM, Born M, Jung C, et al. Glenosphere size in reverse shoulder arthroplasty: is larger better for external rotation and abduction strength? *J Shoulder Elbow Surg* 2018;27(01):44–52