

ARTROPLASTIA DO OMBRO NA OSTEOARTROSE: CORRELAÇÃO ENTRE FUNÇÃO E PARÂMETROS RADIOGRÁFICOS

SHOULDER ARTHROPLASTY IN OSTEOARTHRITIS: CORRELATION BETWEEN FUNCTION AND RADIOGRAPHIC PARAMETERS

MAURO EMILIO CONFORTO GRACITELLI¹, FERNANDO AIRES DUARTE¹, ROGERIO PADOVANI TOFFOLI¹, JOÃO HENRIQUE BURNATO¹, EDUARDO ANGELI MALAVOLTA¹, ARNALDO AMADO FERREIRA NETO¹

RESUMO

Objetivos: Avaliar a correlação entre os parâmetros radiográficos e as avaliações funcionais de pacientes com osteoartrite do ombro submetidos à artroplastia do ombro e descrever os resultados funcionais deste procedimento em nosso serviço. **Métodos:** Foram avaliados 21 pacientes (22 ombros) que realizaram artroplastias do ombro entre 1998 e 2010 e que apresentassem tempo mínimo de seguimento de 12 meses. A avaliação clínica foi realizada através das escalas de Constant-Murley, UCLA, EVA e da medida do arco de movimento ativo. Aferimos parâmetros radiográficos pré-operatórios (distância entre o topo da cabeça e o úmero e o acrômio, migração superior, inclinação do colo, "offset" medial, subluxação do úmero, erosão da glenóide) e pós-operatórios (inclinação da haste, migração dos componentes e sinais de soltura). **Resultados:** Os pacientes apresentaram melhora significativa em todos os parâmetros avaliados: flexão ($p=0,0083$), abdução ($p=0,0266$), rotação externa ($p=0,0062$), Constant-Murley ($p=0,0001$), UCLA ($p<0,0001$) e EVA ($p=0,0002$). A migração superior do úmero e as escalas de UCLA e de Constant-Murley apresentaram uma correlação significativa ($p=0,0480$ e $p=0,0110$, respectivamente). Os demais parâmetros radiográficos não demonstraram correlação com os resultados clínicos. **Conclusão:** A migração superior do úmero está relacionada a uma piora dos indicadores funcionais. **Nível de Evidência IV, Série de Casos.**

Descritores: Osteoartrite. Articulação glenoumeral. Artroplastia.

ABSTRACT

Objectives: To evaluate the correlation between radiographic parameters and functional assessments of patients with osteoarthritis of the shoulder who underwent shoulder arthroplasty and describe the functional outcomes of this procedure in our institution. **Methods:** We evaluated 21 patients (22 shoulders) who underwent shoulder arthroplasty between 1998 and 2010 with a minimum follow-up of 12 months. Clinical evaluation was performed using the Constant-Murley scale, UCLA, VAS and measuring the arc of active motion. We analysed preoperative radiographic parameters (distance from the top of the head and the humerus and the acromion, superior migration, neck angulation, medial "offset", subluxation, glenoid cavity erosion) and postoperatively we evaluated rod inclination, migration of components and loosening. **Results:** Patients showed significant improvement in all parameters: flexion ($p = 0.0083$), abduction ($p = 0.0266$), external rotation ($p = 0.0062$), Constant-Murley ($p = 0.0001$), UCLA ($p < 0.0001$) and VAS ($p = 0.0002$). The superior migration of the humerus showed a significant correlation with UCLA and Constant-Murley scores ($p = 0.0480$ and $p = 0.0110$, respectively). The other radiographic parameters had no correlation with the clinical outcomes. **Conclusion:** The superior migration of the humerus is related to a worsening of clinical scores. **Level of Evidence IV, Case Series.**

Keywords: Osteoarthritis. Glenohumeral joint. Arthroplasty.

Citação: Gracitelli MEC, Duarte FA, Toffoli RP, Burnato JH, Malavolta EA, Ferreira Neto AA. Artroplastia do ombro na osteoartrite: correlação entre função e parâmetros radiográficos. Acta Ortop Bras. [online]. 2013;21(2):98-102. Disponível em URL: <http://www.scielo.br/aob>.

Citation: Gracitelli MEC, Duarte FA, Toffoli RP, Burnato JH, Malavolta EA, Ferreira Neto AA. Shoulder arthroplasty in osteoarthritis: Correlation between function and radiographic parameters. Acta Ortop Bras. [online]. 2013;21(2):98-102. Available from URL: <http://www.scielo.br/aob>.

INTRODUÇÃO

A artroplastia do ombro é utilizada no tratamento de lesões degenerativas ou inflamatórias da articulação glenoumeral, incluindo osteoartrite (OA), necrose avascular, artrite reumatóide e osteoartrite pós-traumática.¹ Na OA avançada, a artroplastia é a cirurgia de escolha nos casos onde não se obtém sucesso com o tratamento

não operatório, fornecendo bons resultados, com melhora da função e diminuição da dor.^{1,2}

A avaliação de parâmetros radiográficos pré-operatórios tem importância fundamental no planejamento da artroplastia,^{3,4} e tem como objetivo auxiliar na reprodução da anatomia normal e corrigir alterações anatômicas secundárias à OA.⁵ Parâmetros radiográficos

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.

1. Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Trabalho realizado no LIM 41 – Laboratório de Investigação Médica do Sistema Músculo-Esquelético do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Correspondência: Arnaldo Amado Ferreira Neto. Rua Ovídio Pires de Campos, 333. Instituto de Ortopedia e Traumatologia - Diretoria Clínica, São Paulo, SP, Brasil. Email: aafneto1@gmail.com

cos pós-operatórios são fundamentais para a avaliação de critérios prognósticos e de sinais de soltura da artroplastia.³ A correlação entre parâmetros radiográficos e o resultado funcional é pouco relatada. Sinais de soltura apresentam correlação direta com o resultado funcional a longo prazo.⁶⁻⁸ Outros parâmetros do posicionamento da prótese também apresentam correlação com o resultado: inclinação do colo (ângulo cabeça diáfise), diâmetro e espessura da cabeça do úmero, distância entre a borda superior da cabeça e o tubérculo maior do úmero, retroversão da cabeça umeral, distância da cabeça do úmero ao acrômio e "offsets" medial e posterior.^{3,9}

O objetivo primário deste estudo é avaliar a correlação entre os parâmetros radiográficos e as avaliações funcionais de pacientes com OA de ombro submetidos à artroplastia. O objetivo secundário é descrever os resultados funcionais da artroplastia do ombro em nosso serviço.

MÉTODOS

Entre 1998 e 2010, foram realizadas no Instituto de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Medicina da USP 66 artroplastias do ombro para o tratamento de OA glenoumeral. Estes pacientes foram convocados entre agosto de 2010 e agosto de 2011, tendo comparecido para a avaliação 21 pacientes (22 ombros). Não foram incluídos para a análise os pacientes que não compareceram à reavaliação ou aqueles com seguimento clínico inferior a 12 meses.

Intervenção

Os procedimentos foram realizados sob anestesia geral associada ao bloqueio interescaletico. Profilaxia antimicrobiana com cefalosporina de 2ª geração durante 24 horas foi empregada. A via de acesso utilizada foi a delto-peitoral, com desinserção do tendão do subescapular. Dreno a vácuo foi utilizado em todos os pacientes, e mantido por 24 a 48 horas.

No período pós-operatório, os pacientes foram mantidos com tipoia por quatro semanas. Movimentos ativos para o cotovelo, punho e dedos foram iniciados no pós-operatório imediato. Movimentação passiva para o ombro foi iniciada no 10º dia de pós-operatório, limitando-se a rotação externa em 20 graus. Após o término da 4ª semana, iniciavam-se os movimentos ativos assistidos e livres.

Desfechos

Os pacientes foram avaliados clinicamente através das escalas funcionais de Constant-Murley e UCLA (University of California at Los Angeles). O arco de movimento ativo e a escala visual analógica (EVA) também foram mensurados. Os dados clínicos pré-operatórios foram obtidos a partir de informações do prontuário. Para o estudo das radiografias foram utilizadas as incidências ântero-posterior, perfil no plano da escápula e perfil axilar, obtidas a partir dos prontuários e de uma nova série documentada no momento da entrevista do paciente.

Foram mensurados os seguintes parâmetros nos períodos pré e pós-operatório:

- Distância entre o topo da cabeça e tubérculo maior do úmero (Figura 1A);
- Distância entre o topo da cabeça do úmero e o acrômio (Figura 1B);
- Migração superior da cabeça do úmero, mensurado através do arco gótico (Figura 2);
- Inclinação do colo do úmero (ângulo cabeça-diáfise) (Figura 3);
- "Offset" da cabeça umeral (Figura 4);
- Subluxação da cabeça do úmero (radiografia na incidência perfil axilar) (Figura 5);
- Presença de erosão na cavidade glenóide.

No período pós-operatório foram avaliados os parâmetros:

- Inclinação da haste umeral (varo, neutro ou valgo);
- Migração dos componentes do úmero e da cavidade glenóide;
- Presença de sinais de soltura dos componentes (sinais de radiolucência maior que 1mm).

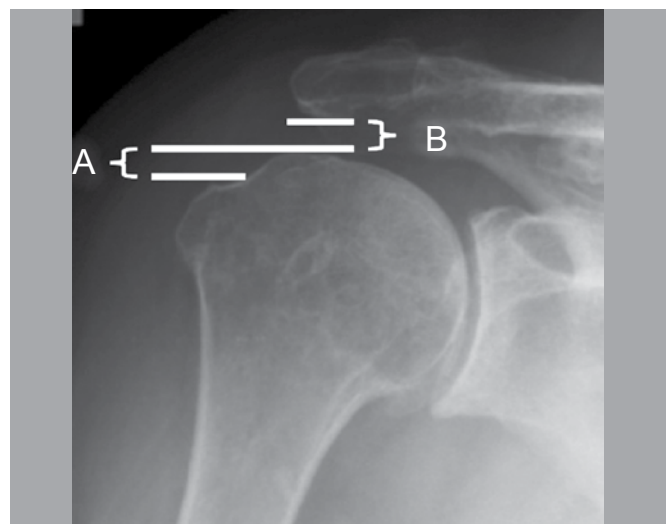


Figura 1 – (A) Distância entre o topo da cabeça e tubérculo maior do úmero. (B) Distância entre o topo da cabeça do úmero e o acrômio.

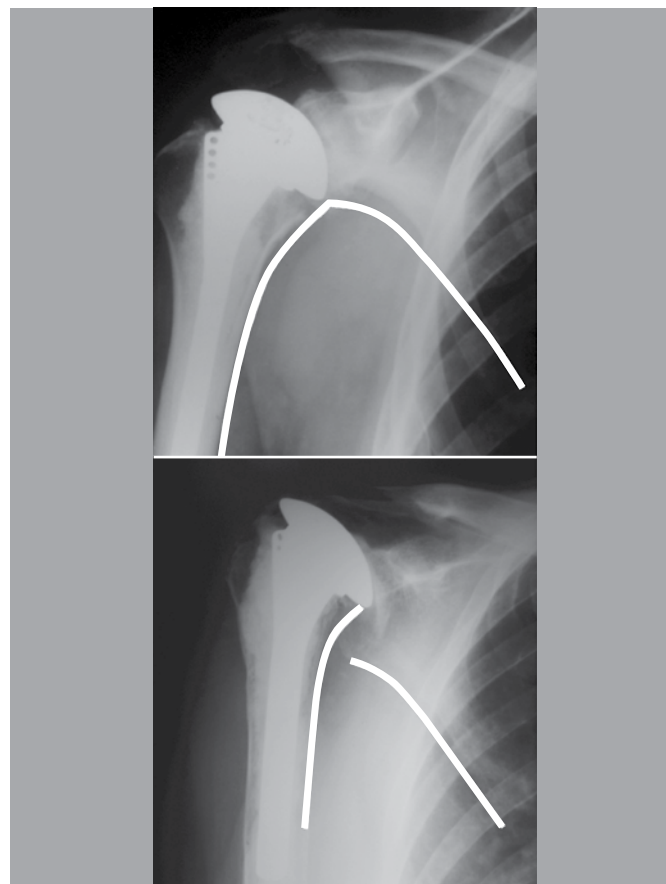


Figura 2 - Migração superior da cabeça do úmero, mensurado através da linha contínua entre porção inferior da glenóide e porção inferior da cabeça e colo do úmero. (A) Arco gótico normal; (B) Arco gótico alterado.

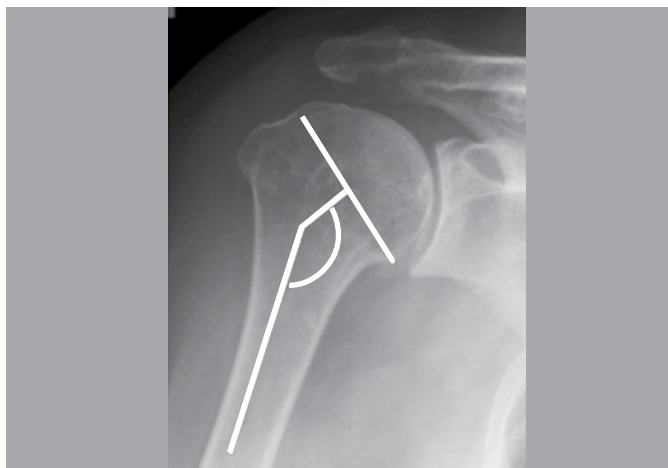


Figura 3 - Mensuração do ângulo cabeça-diáfise pré-operatório.

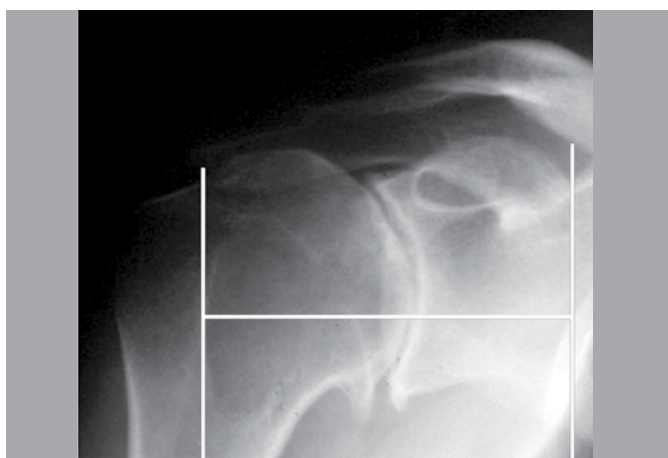


Figura 4 - "Offset" da cabeça umeral, mensurada através do centro da diáfise e da borda medial ao coracóide.

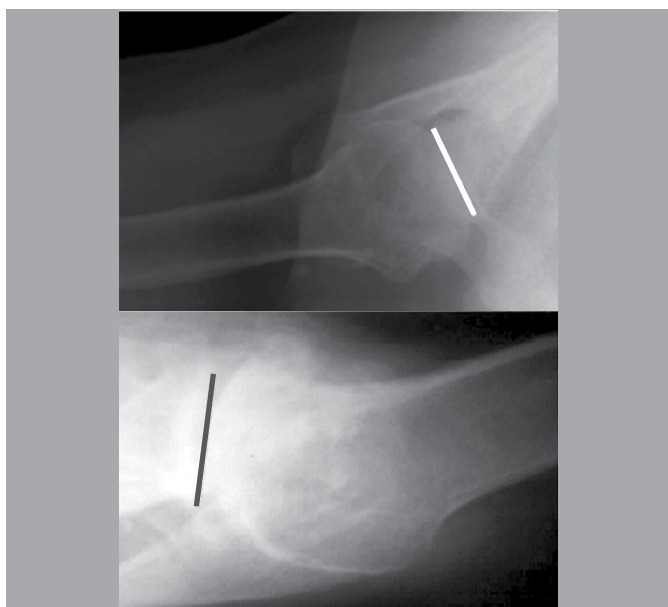


Figura 5 - Avaliação da subluxação da cabeça umeral na incidência radiográfica em perfil axilar.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade dos dados foi testada através do teste de Shapiro Wilk. Os valores das escalas funcionais e valores quantitativos das medidas radiográficas foram apresentados como médias e desvio padrão. Variáveis categóricas foram apresentadas como valores absolutos e porcentagens. Foi utilizado o teste de Wilcoxon para comparação entre duas variáveis quantitativas relacionadas e o teste "U" de Mann-Whitney para comparação entre duas variáveis quantitativas não pareadas. Para relacionar variáveis qualitativas foi utilizada a correlação de Spearman. Em todos os casos foi adotado o nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$). Foram utilizados os programas estatísticos Stata® na versão 10.0 e GraphPad Prisma na versão 2.01®.

RESULTADOS

A idade dos pacientes variou de 44 a 81 anos, com média de $64,63 \pm 10,41$ anos. Houve predomínio do sexo feminino, com 14 casos (66,6%). O membro dominante foi acometido em 13 pacientes (59,1%). A média de tempo de seguimento foi de $45,33 \pm 42,20$ meses (mínimo de 12 e máximo de 150 meses).

Foram utilizadas 20 próteses (90,91%) da marca Impol®, uma prótese total (4,55%) Exactec® e uma prótese parcial (4,55%) Depuy [Johnson and Johnson]®.

Foram realizadas 14 artroplastias parciais (66,3%), três destas cimentadas (21,4%), e oito totais, todas cimentadas (36,4%).

A OA primária foi a etiologia mais comum, conforme a Tabela 1.

O arco de movimento apresentou melhora significativa na comparação entre os períodos pré e pós-operatório, conforme a Tabela 2. O resultado das avaliações pré e pós-operatórias (Constant, UCLA e EVA) podem ser observados na Tabela 2. Foi observada melhora em todas as avaliações ($p < 0,001$). Foi observada correlação entre a etiologia da artrose (primária e secundária) e os resultados funcionais das escalas UCLA e Constant ($p = 0,0401$ e $p = 0,0273$, respectivamente). A descrição e a análise estatística dos parâmetros radiológicos quantitativos (distância entre o topo da cabeça e tubérculo maior do úmero, distância entre o topo da cabeça do úmero e o acrômio, ângulo cervicodifisário e "offset" medial) podem ser observados nas Tabelas 3 e 4. Não houve mudanças radiográficas significativas do período pré para o pós-operatório e, quando relacionados

Tabela 1. Causas da osteoartrrose.

Doença	n	%
Osteoartrrose primária	16	72,7
Osteonecrose	2	9,1
Artrite reumatoide	3	13,6
Artrose após fratura	1	4,6
Total	22	100

Tabela 2. Comparação entre o arco de movimento e as avaliações funcionais e de dor nos períodos pré e pós operatório.

		Pré-operatório			Pós-operatório			P
		Mediana	p 25	p 75	Mediana	p 25	p 75	
Arco de movimento ¹	Flexão	72,5	60	100	100	90	130	0,0083
	Abdução	60	40	80	80	60	90	0,0266
	Rotação externa	17,5	10	20	30	20	40	0,0062
Avaliações	Constant	21,5	14	43	50	33	57	0,0001
	UCLA	14	7	8	20	16	28	<0,0001
	EVA	9	8	10	5	2	7	0,0002

¹ Medida em graus

Tabela 3. Avaliação dos parâmetros radiográficos quantitativos nos períodos pré e pós-operatório.

Parâmetros	Pré-operatório			Pré-operatório			P (Wilcoxon)
	Mediana	p	p	Mediana	p	p	
		25	75		25	75	
Distância entre o topo da cabeça e tubérculo maior do úmero*	6	4	10	6,5	4	11	0,7460
Distância entre o topo da cabeça do úmero e o acrômio*	10	8	12,5	11	8	13	0,8241
Ângulo cervicodiafisário**	138	128	142	139	135	142	0,4322
"Offset" medial*	61	49	65	58	52	65	0,7624

*Medida em milímetros.

**Medida em graus.

Tabela 4. Correlação de Spearman entre os parâmetros radiográficos quantitativos e as escalas funcionais e de dor.

Parâmetros	UCLA		Constant		EVA	
	r	p	r	p	r	p
Distância entre o topo da cabeça e tubérculo maior do úmero	0,0577	0,7986	0,1312	0,5607	0,09723	0,6669
Distância entre o topo da cabeça do úmero e o acrômio	0,2493	0,2632	0,3860	0,0760	-0,2512	0,2594
Ângulo cervicodiafisário	-0,0933	0,6797	-0,1855	0,4086	0,1228	0,5860
"Offset" medial	-0,0752	0,7393	0,1270	0,5734	0,0554	0,8066

às escalas clínicas, também, não foi demonstrada significância. A subluxação da cabeça do úmero maior ou igual a 25% foi evidenciada em dois ombros (9,09%) no período pré-operatório e em dois outros ombros no pós-operatório. Em nenhum dos períodos, este parâmetro apresentou correlação com as avaliações funcionais pós-operatórias.

Em relação à inclinação da haste umeral, o posicionamento neutro estava presente em nove ombros (40,91%), valgo em nove ombros (40,91%) e varo em quatro ombros (18,18%), não tendo sido encontrada influência significativa com o resultado funcional final. A erosão da cavidade glenóide foi constatada em oito ombros (36,36%) na radiografia pré-operatória, sendo que, em quatro casos (50%), foi realizada a artroplastia total e nos outros quatro a parcial, não havendo correlação estatística com o resultado final. A migração superior do úmero ocorreu em sete ombros (31,82%) no período pós-operatório. As escalas de UCLA e de Constant foram significativamente diferentes ($p=0,0480$ e $p=0,0110$, respectivamente) entre os grupos com e sem esse achado.

Sinais radiográficos indicando risco de soltura da prótese foram encontrados em três ombros (13,64%). O tempo de seguimento médio desses pacientes foi de 103,18 meses e não foi encontrada associação com a cimentação ou não da prótese.

No estudo comparativo entre as próteses parcial e total não houve diferença significativa quanto às escalas de Constant, UCLA e EVA ($p > 0,5$).

DISCUSSÃO

A artroplastia do ombro para pacientes com OA grave apresenta resultados satisfatórios, com melhora duradoura e reprodutível das escalas funcionais e de dor. Nosso estudo evidenciou melhora funcional significativa após a realização das artroplastias. Resultados semelhantes são encontrados na literatura.^{4,5,7,10}

A migração superior do componente umeral está relacionada com uma pior evolução funcional dos pacientes.¹¹ A aferição desta migração pode ser feita através da altura do espaço subacromial³ ou pela quebra do chamado "arco gótico".¹² Nosso estudo não encontrou correlação entre a primeira medida e os resultados funcionais. Entretanto, a migração superior avaliada através da quebra do arco gótico

correlacionou-se positivamente com uma pior evolução clínica.

Apesar de contraditório, a presença de correlação entre migração superior da cabeça do úmero e a ausência de correlação entre a altura do espaço subacromial pode ser explicada por alguns fatores. A avaliação do espaço subacromial sofre influência do posicionamento do paciente, da inclinação da escápula, da rotação do braço, da retroversão da prótese e da inclinação do acrômio ou da presença de osteófitos subacromiais. No entanto, a migração superior da cabeça, avaliada pela quebra do arco gótico,¹² tem menor dependência na técnica radiográfica e, possivelmente, apresenta maior sensibilidade para avaliar a migração superior da cabeça da prótese.

A lesão do manguito rotador é causa comum de migração superior do úmero e está diretamente relacionada a piores resultados na artroplastia do ombro.^{11,13} Também é fator de risco para a soltura do componente glenoidal.^{6,14} Outros fatores que podem diminuir o espaço são o posicionamento incorreto da haste umeral, corte alto da osteotomia da cabeça, excentricidade da cabeça do úmero e uso de cabeça do úmero grande ou colo longo.

A tuberosidade maior do úmero está posicionada normalmente entre 2 a 5mm abaixo do topo da cabeça. Quando o componente umeral é posicionado abaixo da borda da tuberosidade maior, o centro de rotação articular desce em relação ao úmero, resultando em impacto subacromial pela posição relativamente superior do tubérculo maior. Por outro lado, uma cabeça excessivamente alta acarreta aumento da tensão no manguito rotador e das chances de desgaste do polietileno ou de erosão da cavidade glenóide.⁹ O tendão do supraespinhal cursando sobre a cabeça da prótese elevada pode causar tendinopatia tardia.^{9,15} Nessa situação, ocorre também aumento da tensão na cápsula inferior, segundo Nyffeler et al.¹⁶ Não evidenciamos correlações estatísticas desse parâmetro com as avaliações funcionais.

Singh et al.¹⁰ encontraram pior função na artroplastia parcial, porém não encontraram diferença que diz respeito à dor e dizem que ambos os tipos de substituição (parcial e total) melhoraram a qualidade de vida dos pacientes com OA. Em nosso estudo não foi possível correlacionar os resultados para cada tipo de artroplastia devido ao número reduzido de pacientes.

Na OA primária, geralmente há erosão posterior excêntrica da cavidade glenóide, que pode acarretar em subluxação posterior da cabeça do úmero. Estas alterações estão associadas com dor e perda de função.^{4,17} Não encontramos significância na correlação entre os indicadores de função e a dor e a subluxação.

A alteração do "offset" medial tem relação com o deslocamento do centro de rotação e está aumentado se a cabeça do úmero for maior.¹⁸ Um componente glenoidal mais espesso não implica em aumento do "offset" medial, pois provavelmente há compensação pela utilização de uma cabeça de prótese umeral menor, ajustando o equilíbrio das tensões nos tecidos.⁴ Não houve correlação entre este parâmetro e as avaliações funcionais no nosso estudo.

O ângulo cervicodiafisário é, em média, $135^{\circ} \pm 5^{\circ}$ e as próteses apresentam, no geral, um ângulo de 130° a 135° .³ Encontramos valores semelhantes nos períodos pré e pós-operatório. (Tabela 3) Em relação à inclinação do componente umeral, Matsen et al.¹⁹ encontraram sinais de radiolúcência significativamente menores em próteses encavilhadas na posição neutra. Não observamos correlação entre a posição da haste e o resultado final.

Apesar de não termos encontrado correlações entre o risco de soltura e a cimentação ou não do componente umeral, Litchfield et al.²⁰ fornecem evidências de que a força, a amplitude de movimento e a qualidade de vida são melhores na fixação cimentada do que na fixação não cimentada.

A maioria dos parâmetros radiográficos pesquisados não de-

monstrou correlação significativa com o resultado das escalas funcionais. Entretanto, isto pode ser decorrência de um erro do tipo II (falso negativo). Consideramos que a pequena amostra de pacientes é a principal limitação do nosso estudo.

Nosso estudo chama a atenção para a necessidade da avaliação radiográfica padronizada no período pré e pós-operatório. Essa avaliação deve ser rotineira para os cirurgiões e a anatomia normal, determinada pelos diversos parâmetros radiográficos descritos, deve ser respeitada e reconstruída na artroplastia do ombro.

CONCLUSÃO

A migração superior do úmero está relacionada a uma piora dos indicadores funcionais.

REFERÊNCIAS

1. Walch G, Boileau P, Noël E. Shoulder arthroplasty: evolving techniques and indications. *Joint Bone Spine*. 2010;77(6):501–5.
2. Bradley Edwards T, Kadakia NR, Boulahia A, Kempf J-F, Boileau P, Némoy C, et al. A comparison of hemiarthroplasty and total shoulder arthroplasty in the treatment of primary glenohumeral osteoarthritis: results of a multicenter study. *J Shoulder Elbow Surg*. 2003;12(3):207–13.
3. Merolla G, Di Pietto F, Romano S, Paladini P, Campi F, Porcellini G. Radiographic analysis of shoulder anatomical arthroplasty. *Eur J Radiol*. 2008;68(1):159–69.
4. Orfaly RM, Rockwood CA, Esenyel CZ, Wirth MA. A prospective functional outcome study of shoulder arthroplasty for osteoarthritis with an intact rotator cuff. *J Shoulder Elbow Surg*. 2003;12(3):214–21.
5. Lo IKY, Litchfield RB, Griffin S, Faber K, Patterson SD, Kirkley A. Quality-of-life outcome following hemiarthroplasty or total shoulder arthroplasty in patients with osteoarthritis. A prospective, randomized trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87(10):2178–85.
6. Melis B, Bonneville N, Neyton L, Lévine C, Favard L, Walch G, et al. Glenoid loosening and failure in anatomical total shoulder arthroplasty: is revision with a reverse shoulder arthroplasty a reliable option? *J Shoulder Elbow Surg*. 2012;21(3):342–9.
7. Cil A, Veillette CJ, Sanchez-Sotelo J, Sperling JW, Schleck CD, Cofield RH. Survivorship of the humeral component in shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2010;19(1):143–50.
8. Farnig E, Zingmond D, Krennek L, Soohoo NF. Factors predicting complication rates after primary shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2011;20(4):557–63.
9. Bohsali KI, Wirth MA, Rockwood CA. Complications of total shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2006;88(10):2279–92.
10. Singh JA, Sperling J, Buchbinder R, McMaken K. Surgery for shoulder osteoarthritis: a Cochrane systematic review. *J Rheumatol*. 2011;38(4):598–605.
11. Young AA, Walch G, Pape G, Gohlke F, Favard L. Secondary rotator cuff dysfunction following total shoulder arthroplasty for primary glenohumeral osteoarthritis: results of a multicenter study with more than five years of follow-up. *J Bone Joint Surg*. 2012;94(8):685–93.
12. Krishnan SG, Bennion PW, Reineck JR, Burkhead WZ. Hemiarthroplasty for proximal humeral fracture: restoration of the Gothic arch. *Orthop Clin North Am*. 2008;39(4):441–50.
13. Boyd AD, Aliabadi P, Thornhill TS. Postoperative proximal migration in total shoulder arthroplasty. Incidence and significance. *J Arthroplasty*. 1991;6(1):31–7.
14. Walch G, Young AA, Boileau P, Loew M, Gazielly D, Molé D. Patterns of loosening of polyethylene keeled glenoid components after shoulder arthroplasty for primary osteoarthritis: results of a multicenter study with more than five years of follow-up. *J Bone Joint Surg*. 2012;94(2):145–50.
15. Terrier A, Ramondetti S, Merlini F, Pioletti DD, Farron A. Biomechanical consequences of humeral component malpositioning after anatomical total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2010;19(8):1184–90.
16. Nyffeler RW, Sheikh R, Jacob HAC, Gerber C. Influence of humeral prosthesis height on biomechanics of glenohumeral abduction. An in vitro study. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86(3):575–80.
17. Iannotti JP, Norris TR. Influence of preoperative factors on outcome of shoulder arthroplasty for glenohumeral osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85(2):251–8.
18. Pearl ML, Kurutz S. Geometric analysis of commonly used prosthetic systems for proximal humeral replacement. *J Bone Joint Surg Am*. 1999;81(5):660–71.
19. Matsen FA, Iannotti JP, Rockwood CA. Humeral fixation by press-fitting of a tapered metaphyseal stem: a prospective radiographic study. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85(2):304–8.
20. Litchfield RB, McKee MD, Balyk R, Mandel S, Holtby R, Hollinshead R, et al. Cemented versus uncemented fixation of humeral components in total shoulder arthroplasty for osteoarthritis of the shoulder: a prospective, randomized, double-blind clinical trial-A JOINTS Canada Project. *J Shoulder Elbow Surg*. 2011;20(4):529–36.