

ARTROPLASTIA REVERSA DE OMBRO: AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA PRÉ E PÓS-OPERATÓRIA.

REVERSE TOTAL SHOULDER ARTHROPLASTY: PRE AND POST-OPERATIVE RADIOGRAPHIC ASSESSMENT.

Carlos Augusto Nunes **MARTINI**¹, Carlos **WIGDEROWITZ**².

Rev. Méd. Paraná/1363

Martini CAN, Wigderowitz C. Artroplastia reversa de ombro: avaliação radiográfica pré e pós-operatória. Rev. Méd. Paraná, Curitiba, 2015;73(1):15-21.

RESUMO - Objetivos: Avaliar diversos parâmetros de radiografias pré e pós-operatórias de pacientes submetidos a artroplastia reversa de ombro, bem como desenvolver um método para determinar a influência desta cirurgia no centro de rotação da articulação glenoumeral. Metodologia: Análise retrospectiva do histórico médico de 22 pacientes, submetidos a artroplastia reversa de ombro. A coleta de dados incluiu sexo, idade, tempo de seguimento, lateralidade, indicação da cirurgia e achados radiológicos como notch escapular, linhas radiolucidas e o centro de rotação no pré e pós operatório. Resultados: Notch escapular foi encontrado em 3 pacientes. A presença de linhas radiolucidas no entorno do componente glenoide foi observada em 3 pacientes. Foi possível observar que o implante é eficaz no que se propõe, medializar e inferiorizar o centro de rotação. Conclusão: A principal implicação deste estudo foi o desenvolvimento de uma metodologia fácil para avaliar o centro de rotação da articulação glenoumeral no pré e pós-operatório.

DESCRITORES - Artroplastia, Ombro, Artropatias, Bainha Rotadora, Próteses e Implantes.

INTRODUÇÃO

Artroplastias de ombro têm oferecido alívio da dor e melhora na qualidade de vida dos pacientes há muitos anos. O primeiro procedimento foi realizado em 1893, pelo cirurgião francês Jules Emile Péan, para tratar um paciente com artrite. Esse tipo de implante é uma alternativa em casos onde há limitação da amplitude de movimento e dor no ombro devido a artrite severa, infecção ou trauma.^{1,2}

A artroplastia reversa de ombro começou a ser desenvolvida no início da década de 70, com o objetivo de tratar pacientes portadores de artropatia do manguito rotador (AMR), situação em que próteses anatômicas não alcançam bons resultados. Este modelo de prótese é denominado reverso pois apresenta uma esfera prostética (glenosfera) que é posicionada na cavidade glenoide, e um componente umeral de formato côncavo, de modo que inverte a conformação anatômica da articulação glenoumeral.^{1,3}

Durante a última década as aplicações deste tipo de implante se expandiram para além do tratamento da AMR. O modelo reverso de prótese de ombro passou a ser usado para tratar patologias tais como reparo de artroplastias totais e hemiartroplastias que falharam, artrite reumatóide em pacientes com ruptura de manguito rotador irreparável, fraturas complexas de úmero proximal, tumores de úmero proximal e falha no reparo de rupturas maciças do manguito rotador.³⁻⁹

O objetivo deste trabalho foi investigar radiografias pré e pós-operatórias de pacientes submetidos à artroplastia reversa de ombro e desenvolver um método para determinar a influência desta cirurgia no centro de rotação (CR) da articulação glenoumeral, visto que o procedimento visa medializar e inferiorizar o centro de rotação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo consiste em uma análise retrospec-

Trabalho realizado no Department of Orthopaedics and Trauma Surgery, Ninewells Hospital, University of Dundee, Scotland, United Kingdom.

1 - Faculdade Evangélica do Paraná.

2 - University of Dundee (United Kingdom).

tiva do histórico médico de 22 pacientes, admitidos para realização de artroplastia reversa de ombro no Ninewells Hospital, Dundee, Escócia, entre 2011 e 2014. Foram incluídos no estudo todos os pacientes submetidos ao modelo de prótese Vaios JRI e que tinham avaliação radiográfica pré e pós-operatória disponível para avaliação.

A coleta de dados incluiu informações demográficas como idade no momento da cirurgia e sexo, além de tempo de seguimento, lateralidade, indicação da cirurgia e achados radiológicos como *notch* escapular, linhas radiolucidas e o CR no pré e pós-operatório.

Dos 22 pacientes incluídos no estudo, 8 eram do sexo masculino e 14 do sexo feminino, com uma média de idade de 72,6 anos, variando entre 54 e 91 anos. O tempo médio de seguimento foi de 18 meses.

Radiografias anteroposteriores pré e pós-operatórias foram analisadas por um único examinador. A análise incluiu a última radiografia antes da cirurgia e todas as subsequentes, sendo que para efeitos de medição de CR pós-operatório foi considerada a primeira radiografia após o procedimento. Nas radiografias pré-operatórias foi observado a presença e o grau de artropatia do manguito rotador, a existência ou não de fratura umeral e a presença de qualquer outro achado que justificasse o tratamento cirúrgico como implantes prévios que falharam.

A classificação de Hamada et. al. foi utilizada para determinar o grau de artropatia do manguito rotador. Esta classificação é composta por 5 níveis, que definem a severidade da ruptura do manguito rotador ao longo do tempo. Grau 1 se dá quando o espaço acrômio-umeral é mantido ($\geq 6\text{mm}$). Grau 2 é o mesmo que o grau 1, mas com diminuição do espaço ($\leq 5\text{mm}$). Grau 3 consiste em um estreitamento do grau 2, mais acetabularização do acrômio. Grau 4 consiste de todos os componentes do grau 3, mais estreitamento da articulação glenoumeral (é dividido em 4A, estreitamento da articulação glenoumeral sem acetabularização e 4B, com acetabularização). Grau 5 se refere ao colapso da cabeça do úmero.

As radiografias pós-operatórias foram avaliadas quanto a presença de *notch* escapular, *stress shielding* umeral e falhas no implante. Linhas radiolucidas periprotéticas foram avaliadas em ambos os componentes do implante, glenoide e umeral. Para o componente glenoide, foi seguida a classificação proposta por Bogle, que divide as linhas em grupos de acordo com a largura ($\leq 2\text{mm}$ ou $>2\text{mm}$). A presença de linhas radiolucidas no entorno da haste umeral foi avaliada quanto a presença ou ausência.⁶

O *notch* escapular foi avaliado seguindo a classificação de Sirveaux, sendo 0: sem a presença de *notch*, 1: *notch* pequeno (limitado ao colo da escápula), 2: erosão até o parafuso inferior, 3: erosão além do parafuso inferior, 4: erosão até o pilar central e radiolucência abaixo da base da prótese.⁷

Estabelecer uma comparação entre CR da articu-

lação glenoumeral nativa e o CR da prótese reversa foi também um dos objetivos desta análise. De acordo com Alobabi, que comparou o CR da articulação glenoumeral com o CR da prótese de ombro anatômica, é possível determinar esta medida em um raio-x de ombro (AP verdadeiro), desenhando um círculo no entorno da cabeça do úmero passando por três pontos de referência ósseos: o ponto mais lateral da cabeça do úmero, a faceta superior do tubérculo maior (inserção do supraespinhoso) e um ponto no lado medial da cabeça umeral, bem onde este encontra a parte inferior da superfície articular da escápula. O centro desse círculo pode ser definido como sendo o centro de rotação da articulação glenoumeral.⁸

FIGURA 1 – RADIOGRAFIA AP DO ÚMERO DIREITO.



Fonte: Elaborada pelo Autor

FIGURA 2 – ÚMERO DIREITO COM OS PONTOS DE REFERÊNCIA DO CENTRO DE ROTAÇÃO.



Fonte: Elaborada pelo Autor

Tendo em vista o fato de que a prótese VAIOS JRI usa uma glenosfera concêntrica de 42mm, que tem a forma de meia esfera, o centro geométrico desta esfera hipotética corresponde ao CR do ombro prostético. De forma a determinar o CR da prótese reversa de ombro, um círculo compatível com a curvatura da glenosfera, contendo uma marca no centro, foi posicionado no raio-x AP.

FIGURA 3 – RADIOGRAFIA AP DA ARTROPLASTIA REVERSA DE OMBRO.



Fonte: Elaborada pelo Autor

FIGURA 4 – ARTROPLASTIA REVERSA DE OMBRO COM MARCAÇÕES DO CENTRO DE ROTAÇÃO.



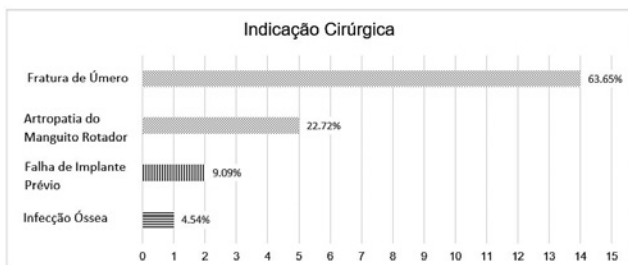
Fonte: Elaborada pelo Autor

Os centros de rotação pré e pós-operatórias foram então comparadas usando as medidas da distância entre o CR e referências no acrômio. O ponto mais lateral do acrômio; para determinar a lateralização ou medialização; bem como entre o CR e o ponto mais caudal do acrômio; para determinar o deslocamento no eixo vertical.

RESULTADOS

De maneira a facilitar a interpretação e possibilitar uma melhor análise dos resultados, os pacientes foram divididos em dois grupos de acordo com a idade, ≤70 anos e >70 anos. Todos os pacientes tiveram apenas um ombro operado, 12 do lado direito e 10 do lado esquerdo.

FIGURA 5 – GRÁFICO: INDICAÇÃO CIRÚRGICA.



Fonte: Elaborada pelo Autor

As indicações cirúrgicas nessa coorte foram: Fratura de úmero (14); artropatia do manguito rotador (5); falha de implante prévio (2) e infecção óssea (1).

FIGURA 6 – FRATURA SEVERA DE CABEÇA DO ÚMERO.



Fonte: Elaborada pelo Autor

FIGURA 7 – ARTROPATIA DO MANGUITO ROTADOR COM ACETABULARIZAÇÃO DO ACRÔMIO (HAMADA 3).



Fonte: Elaborada pelo Autor

FIGURA 8 – FALHA DE IMPLANTE PRÉVIO (RESURFACING).



Fonte: Elaborada pelo Autor

FIGURA 9 – FIXAÇÃO CIRÚRGICA QUE EVOLUIU PARA INFECÇÃO ÓSSEA.



Fonte: Elaborada pelo Autor

O tempo de seguimento radiológico foi obtido considerando-se a diferença entre a data da última radiografia e a data da cirurgia. A média do tempo de seguimento foi de 18 meses (1-64).

Dos 22 conjuntos de radiografias analisados, apenas 5 eram adequados para classificação pelo sistema de Hamada, visto que a aplicação deste é para casos onde há artropatia do manguito rotador e é necessário que haja um úmero íntegro.

Os achados encontrados: um paciente era portador de artropatia do grau 1 de Hamada (feminino, 78), dois pacientes grau 2 (masculinos, 67, 91), um grau 3 (masculino, 66), e o caso mais severo, grau 4B (masculino, 75).

Algum grau de *notch* escapular foi encontrado em 3 pacientes, dos quais um grau 1 e dois grau 2. Este achado foi significativamente maior no grupo ≤ 70 anos ($p=0,04$).

A presença de linhas radiolucentes no entorno dos parafusos e base do componente glenoide foi identificada em três casos, em todos os casos elas possuíam $>2\text{mm}$ de largura, mas não havia risco de frouxidão da prótese, pois eram linhas únicas e em apenas uma região da fixação da prótese. Aplicado o teste chi-quadrado para comparar os grupos de idade, não houve significância estatística ($p=0,65$).⁶

Apenas uma radiografia revelou a presença de linhas radiolucentes no entorno do componente umeral. É importante considerar que neste caso, o paciente havia sido submetido a uma cerclagem devido a falha em um procedimento anterior, portanto a integridade da diáfise umeral já não estava completamente preservada. Não houve significância estatística entre os dois grupos de idade ($p=0,26$).

A falha de componentes da prótese foi observada em apenas um caso, que consistiu de uma luxação precoce, um dia após a cirurgia. O paciente era masculino, 70 anos, operado devido a uma fratura complexa de úmero proximal.

Stress shielding, que consiste em reabsorção óssea devido ao stress provocado na interface osso-prótese,

foi encontrado em apenas um caso, uma mulher de 58 anos, operada devido a fratura de úmero. Nesse caso, o tempo de seguimento era de 16 meses, o que pactua com o fato de que a incidência de *stress shielding* aumenta ao longo do tempo. Não havia sinais de *notch* escapular ou presença de linhas radiolucentes.

O centro de rotação foi comparado no pré e pós-operatório por meio da análise dos eixos horizontal e vertical, sendo o eixo vertical a distância entre o CR e o ponto mais inferior do acrômio; o eixo horizontal a distância entre o CR e o ponto mais lateral do acrômio. As medidas foram aferidas em milímetros.

Esta comparação só foi possível entre os 5 pacientes que foram submetidos a artroplastia reversa de ombro devido a artropatia do manguito rotador, visto que de maneira a estabelecer o centro de rotação da articulação glenoumeral, a cabeça do úmero precisa estar em seu sítio anatômico e sem fraturas, o que não era o caso nos pacientes com falha de implantes prévios, infecção óssea e fraturas complexas de úmero proximal.

TABELA 1 – EIXO VERTICAL DO CENTRO DE ROTAÇÃO

Eixo Vertical	Média (mm)	Desvio Padrão	p
Pré-operatório	29,17	4,58	0,09
Pós-operatório	38,34	8,03	

Fonte: Elaborada pelo Autor

A tabela 1 aponta para um aumento na distância entre o centro de rotação e a parte inferior do acrômio no pós-operatório. Esse achado indica uma tendência da prótese reversa a provocar um deslocamento inferior no CR, no entanto, não houve significância estatística.

TABELA 2 – EIXO HORIZONTAL DO CENTRO DE ROTAÇÃO

Eixo Horizontal	Média (mm)	Desvio Padrão	p
Pré-operatório	11,24	3,43	0,06
Pós-operatório	26,96	11,49	

Fonte: Elaborada pelo Autor

Pode-se observar que após a cirurgia houve um aumento da distância entre o centro de rotação e o aspecto mais lateral do acrômio, indicando que o CR foi deslocado medialmente. Este achado é desejável na artroplastia reversa de ombro, uma vez que aumenta o braço de alavanca do deltóide. Embora não tenha havido significância estatística ($p=0,06$), acreditamos que uma população maior apresente estes mesmos resultados.

A análise seguinte constituiu-se da comparação do centro de rotação no pós-operatório entre as diferentes indicações de cirurgia, agrupando-as em “fratura de úmero” e “outras”.

TABELA 3 – COMPARAÇÃO DO CR PÓS-OPERATÓRIO DE ACORDO COM A INDICAÇÃO DA CIRURGIA

CR Pós-operatório	Indicação da Cirurgia	N	Média	Desvio Padrão	P
Vertical	Fratura de úmero	14	33,70	4,44	0,99
	Outras	8	33,73	9,38	
Horizontal	Fratura de úmero	14	33,51	5,29	0,37
	Outras	8	30,34	11,25	

Fonte: Elaborada pelo Autor

Os resultados da análise demonstraram que não existe diferença significativa na posição do centro de rotação pós-operatório entre pacientes operados devido a fratura de úmero e pacientes operados sob outras circunstâncias.

DISCUSSÃO

Com o aumento da popularidade e a expansão do uso da prótese reversa de ombro para outras finalidades que não somente a artropatia do manguito rotador, este tipo de implante vem sendo usado em pacientes cada vez mais jovens, visto que este *design* oferece vantagens sobre outros tipos de implante, como aumento do braço de alavanca do deltoide, especialmente quando há ruptura do manguito rotador.

Neste estudo, 10 pacientes, representando 45% do total, tinham 70 anos ou menos no momento da cirurgia. Este achado suporta a idéia de que mesmo havendo algum receio sobre a vida útil de articulações protéticas, esse tipo de tratamento vem sendo adotado em pacientes relativamente jovens, especialmente para a resolução de casos graves como fraturas complexas de úmero.

As indicações cirúrgicas observadas neste estudo foram compatíveis com as principais indicações relatadas na literatura: Artropatia do manguito rotador, fratura de úmero proximal, revisão de artroplastia e infecção.¹ Entretanto, a principal indicação para artroplastia reversa de ombro, não foi a mais incidente nesta série, correspondendo a apenas 23% dos casos. A principal indicação encontrada foi a fratura de úmero proximal, com 14 casos (64%).

Estima-se que cerca de 2% da população acima de 80 anos sofra de artropatia do manguito rotador.⁴ A classificação de Hamada foi criada em 1990 para determinar radiograficamente o grau de severidade e evolução desses casos ao longo dos anos. Nossos achados revelaram que apenas um paciente com artropatia do manguito rotador tinha mais de 80 anos, um masculino, 91 anos, grau 2 de Hamada.⁹

De acordo com Scarlat, *notch* escapular é a achado mais comum relacionado a artroplastia reversa de ombro. Ele pode ser muito precoce, como demonstrado por Boileau, onde em uma série de 45 pacientes,

53% apresentou algum grau de *notch* em seis meses. A prótese usada no pacientes deste estudo é do modelo Vaios JRI, com uma glenosfera de 42mm, uma angulação do colo de 150º e uma profundidade desenhada de modo a manter a estabilidade enquanto elimina o desgaste no colo da escápula, de modo a evitar *notch* e diminuir o risco de frouxidão da prótese. A fixação do componente glenoide se dá por meio de 4 parafusos corticais periféricos e 1 parafuso trava no centro.¹⁰

O *notch* escapular foi encontrado em 3 dos 22 pacientes deste estudo, dois grau 1 e um grau 2, com 6, 60 e 39 meses de seguimento respectivamente. Comparado à prótese Delta III, avaliada no estudo desenvolvido por Kalouche et. al. (2009), o modelo Vaios JRI apresentou uma importante redução na incidência de *notch*, sendo 68% no estudo de Kalouche e 13,6% neste estudo.

Segundo Boileau, a presença de linhas radiolucidas ao redor do componente glenoide pode estar relacionada a frouxidão do implante, dor recorrente e perda gradual da elevação ativa do membro. Um componente glenoide pode ser considerado sob risco de frouxidão se apresentar linhas radiolucidas de 2mm ou mais em todas as regiões de fixação da prótese (base superior, base inferior, pilar central, parafusos) ou se houver evidência de deslocamento.⁶

Nosso estudo revelou a presença de linhas radiolucidas ao redor do componente glenoide em 3 dos 22 casos. Em todos eles a linha tinha mais de 2mm, mas era única, o que significa que, segundo Bogle, o componente glenoide não estava sob risco de frouxidão. O tempo de seguimento médio desses pacientes onde a presença de linhas radiolucidas foi observada é de 42 meses, o que suporta a idéia de que a incidência desses achados aumenta ao longo da história natural do implante.

Apenas um implante demonstrou a presença de linhas radiolucidas no entorno do componente umeral. Uma paciente do sexo feminino, 54 anos, submetida a artroplastia devido a fratura proximal de úmero. O fato de que o úmero foi fraturado, pode ter sido um fator predisponente para o aparecimento deste achado.

A falha de componentes protéticos foi observada em um caso, onde o paciente masculino, 70 anos, apresentou uma luxação anterior do componente umeral, 1 dia após a cirurgia. Em seu estudo, Wiater encontrou 1 caso de luxação, com 2 semanas de pós-operatório, em um grupo de pacientes submetido a uma prótese do tipo Grammont (centro de rotação localizado na glenoide).¹¹

Em seu estudo, Wiater encontrou 5 casos de *stress shielding* dentre os 64 analisados. De acordo com ele, podia-se notar reabsorção óssea lateralmente, na junção metadiáfiseal. Em nossa coorte, apenas um caso de *stress shielding* umeral foi observado, o paciente não trazia outros achados como *notch* escapular ou linhas radiolucidas no entorno do componente umeral.

Com base na metodologia desenvolvida para ava-

liar o centro de rotação da articulação glenoumeral no pré e pós-operatório, pudemos determinar se a artroplastia reversa de ombro é eficaz em medializar e inferiorizar o centro de rotação em diferentes tipos de aplicação (artropatia do manguito rotador, fratura de úmero, falha de implantes prévios e infecção óssea).

Foi observado que após a artroplastia o CR foi deslocado em média 9,17mm para baixo ($p=0,09$). Isso contribui para um maior tensionamento do deltóide, facilita a elevação do membro e reduz as chances de choque do úmero com o acrômio.

No eixo horizontal, uma medialização média de 15,75mm foi encontrada, indicando que o implante obteve êxito em medializar o centro de rotação, reduzindo assim o stress na articulação glenoumeral ($p=0,06$). O ponto negativo da medialização é o fato de que isso altera o contorno natural do ombro, podendo gerar um incômodo estético ao paciente.

Foi levantada a hipótese de que diferentes indicações cirúrgicas poderiam determinar alterações na posição do centro de rotação pós-operatório. De maneira a executar os testes estatísticos, foram criados dois grupos, fratura de úmero ($n=14$) e outras ($n=8$). A comparação demonstrou que não há diferença significativa

tanto no eixo vertical ($p=0,99$) quanto no horizontal ($p=0,37$).

As limitações deste estudo incluíram o fato de que o centro de rotação pré-operatório não pôde ser determinado em todos os pacientes devido ao fato de que apenas 5 deles tinham a cabeça do úmero com sua anatomia preservada. Avaliar próteses de diferentes fabricantes e modelos por meio deste método pode ser uma maneira de contribuir para a melhora e o desenvolvimento de novos designs prostéticos.

CONCLUSÃO

A análise das radiografias revelou que a artroplastia reversa de ombro é eficaz na medialização e inferiorização do centro de rotação (CR) da articulação glenoumeral, de modo a proporcionar um braço de alavanca mais eficiente para a elevação do membro e restaurar a tensão do deltóide. Uma metodologia fácil para avaliar o CR pré e pós-operatório foi desenvolvida. A replicação desta pode contribuir para o aperfeiçoamento e desenvolvimento de novos modelos de prótese.

Martini CAN, Wigderowitz C. Reverse total shoulder arthroplasty: pre and post-operative radiographic assessment. *Rev. Méd. Paraná, Curitiba*, 2015;73(1):15-21.

ABSTRACT - Objectives: To assess pre and post-operative radiographies of patients that have been submitted to reverse total shoulder arthroplasty, and to develop a method to evaluate the influence of the reverse total shoulder arthroplasty (RTSA) in the humeral centre of rotation. Methods: A retrospective analysis of medical records from 22 patients submitted to RTSA. Data collection included demographics, surgery indication and radiological findings such as the presence of scapular notching, radiolucent lines and the pre and post-operative centre of rotation. Results: Scapular notching was found on 3 patients. The presence of radiolucent lines (RLL's) around the glenoid component was observed in 3 different patients. Only 1 case of RLL's around the humeral component was found. It observed that the RTSA successfully medializes the COR. Conclusions: Implications of this study include the fact that an easy-to-perform methodology to assess the pre and post-operative COR of the shoulder joint was developed.

KEYWORDS - Shoulder Arthroplasty, Shoulder, Rotator Cuff, Prosthesis, Centre of Rotation.

REFERÊNCIAS

1. Flatow EL, Harrison AK. A history of reverse total shoulder arthroplasty. *Clinical orthopaedics and related research*. 2011;469(9):2432-9.
 2. Boileau P, Sinnerton RJ, Chuinard C, Walch G. Arthroplasty of the shoulder. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 2006;88-B(88-B):562-75.
 3. Nam D. Reverse Total Shoulder Arthroplasty: Current Concepts, Results, and Component Wear Analysis. *The Journal of Bone and Joint Surgery (American)*. 2010;92(Supplement_2):23.
 4. Smith CD, Guyver P, D. BT. Indications for reverse shoulder replacement. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 2012;94(B):577-83.
 5. Clark JC, Ritchie J, Song FS, Kissenberth MJ, Tolan SJ, Hart ND, et al. Complication rates, dislocation, pain, and postoperative range of motion after reverse shoulder arthroplasty in patients with and without repair of the subscapularis. *Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons [et al]*. 2012;21(1):36-41.
 6. Bogle A, Budge M, Richman A, Miller RJ, Wiater JM, Voloshin I. Radiographic results of fully uncemented trabecular metal reverse shoulder system at 1 and 2 years' follow-up. *Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons [et al]*. 2013;22(4):e20-5.
 7. Levigne C, Garret J, Boileau P, Alami G, Favard L, Walch G. Scapular notching in reverse shoulder arthroplasty: is it important to avoid it and how? *Clinical orthopaedics and related research*. 2011;469(9):2512-20.
 8. Alolabi B, Youderian AR, Napolitano L, Szerlip BW, Evans PJ, Nowinski RJ, et al. Radiographic assessment of prosthetic humeral head size after anatomic shoulder arthroplasty. *Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons [et al]*. 2014;23(11):1740-6.
 9. Hamada K, Yamanaka K, Uchiyama Y, Mikasa T, Mikasa M. A radiographic classification of massive rotator cuff tear arthritis. *Clinical orthopaedics and related research*. 2011;469(9):2452-60.
 10. Scarlat MM. Complications with reverse total shoulder arthroplasty and recent evolutions. *International orthopaedics*. 2013;37(5):843-51.
 11. Wiater JM, Moravek JE, Jr., Budge MD, Koueiter DM, Marcantonio D, Wiater BP. Clinical and radiographic results of cementless reverse total shoulder arthroplasty: a comparative study with 2 to 5 years of follow-up. *Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons [et al]*. 2014;23(8):1208-14.
-

12. Walker M, Brooks J, Willis M, Frankle M. How reverse shoulder arthroplasty works. *Clinical orthopaedics and related research*. 2011;469(9):2440-51.
13. Smithers CJ, Young AA, Walch G. Reverse shoulder arthroplasty. *Current reviews in musculoskeletal medicine*. 2011;4(4):183-90.
14. Muh SJ, Streit JJ, Wanner JP, Lenarz CJ, Shishani Y, Rowland DY, et al. Early follow-up of reverse total shoulder arthroplasty in patients sixty years of age or younger. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2013;95(20):1877-83.
15. Iannotti JP, McCarron J, Raymond CJ, Ricchetti ET, Abboud JA, Brems JJ, et al. Agreement study of radiographic classification of rotator cuff tear arthropathy. *Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons [et al]*. 2010;19(8):1243-9.
16. Mahmood A, Malal JJG, Waseem M. Reverse Shoulder Arthroplasty – A Literature Review. *The Open Orthopaedics Journal*. 2013;7(3):366-72.
17. Naveed MA, Kitson J, Bunker TD. The Delta III reverse shoulder replacement for cuff tear arthropathy. 2010;93(B):57-61.
18. Wallace WA, V. K, Fairbairn KJ, Johnson G. A Radiographic Analysis of 127 Uncemented Reverse Shoulder Arthroplasties from 2000 to 2011. 2012. In: 13th EFORT Annual Congress [Internet]. Berlin, Germany.
19. Thomas JP. Preoperative Planning and Postoperative Imaging in Shoulder Arthroplasty. *Seminars in musculoskeletal radiology*. 2014;18(4):448-62.
20. Sanchez-Sotelo J, Wright TW, O'Driscoll SW, Cofield RH, Rowland CM. Radiographic assessment of uncemented humeral components in total shoulder arthroplasty. *The Journal of arthroplasty*. 2001;16(2):180-7.
21. Kempton LB, Balasubramaniam M, Ankerson E, Wiater JM. A radiographic analysis of the effects of glenosphere position on scapular notching following reverse total shoulder arthroplasty. *Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons [et al]*. 2011;20(6):968-74.
22. Wiater JM, Fischer SJ. Shoulder Joint Replacement 2011 [cited 2015 February 11, 2015]. Available from: <http://orthoinfo.aaos.org/topic.cfm?topic=A00094>.
23. Kalouche I, Sevivas N, Wahegaonker A, Sauzieres P, Katz D, Valenti P. Reverse shoulder arthroplasty: Does reduced medialisation improve radiological and clinical results? *Acta Orthopædica Belgica*. 2009;75(2)