

Artículo de revisión

Artroplastía de hombro reversa: complicaciones y prevención

Campo-Aguirre R,* San Román-Rodríguez E,* Canales-Ibarra A,** Campo-Aguirre V,**
Delgado-Gutiérrez PA,*** Garzón-Muvdi J****

Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital de Traumatología y Ortopedia Lomas Verdes, IMSS

RESUMEN. La prótesis total de hombro reversa fue diseñada como un tratamiento para pacientes con artropatía por deficiencia del manguito de los rotadores, ya que el tratamiento conservador había fallado. Las indicaciones para su uso han evolucionado, éstas incluyen artropatía por deficiencia del manguito de los rotadores, reconstrucción en fracturas de cabeza humeral, revisión de hemiarthroplastías y reconstrucción después de resección tumoral. La colocación exitosa depende de que el paciente tenga una función deltoidea adecuada y buena calidad ósea en la cavidad glenoidea y en el húmero proximal. Hasta hace pocos años no se tenían datos claros del éxito de este procedimiento, actualmente se han reportado resultados alentadores; no obstante, éstos han tenido un costo alto debido al elevado índice de complicaciones, las cuales se dividen en específicas de la prótesis y comunes a cirugías de hombro. El objetivo primordial de esta revisión es evaluar las complicaciones más comunes de la prótesis reversa, cómo tratarlas y cómo podemos evitarlas.

Palabras clave: hombro, artroplastía, prótesis, complicaciones posoperatorias, evaluación.

ABSTRACT. The total shoulder prosthesis in reverse was designed as a treatment for patients with arthropathy deficiency rotator cuff because the conservative treatment failed. The indications for its use have evolved; these include arthropathy deficient rotator cuff, reconstruction humeral head fractures, hemiarthroplasties revision and reconstruction after tumor resection. Successful placement depends on the patient having a function adequately and good quality deltoid in the glenoid bone and in the proximal humerus. Until a few years ago data was no clear on the success of this procedure, currently encouraging results have been reported, however, they have had a high cost due to the high rate of complications, which are divided into specific and common to the prosthesis shoulder surgeries. The primary objective of this review is to assess the most common complications of the prosthesis in reverse, how to treat them and how we can avoid them.

Key words: shoulder, arthroplasty, prosthesis, postoperative complications, evaluation.

Introducción

La prótesis total de hombro reversa fue descrita por primera vez en 1987 por el doctor Paul Grammont,¹ diseñada como un tratamiento para pacientes con artropatía por deficiencia del manguito de los rotadores; en los cuales el tratamiento conservador había fallado.

Posteriormente las indicaciones para el uso de esta prótesis evolucionaron desde el trabajo inicial de Grammont^{2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18} hasta el día de hoy, donde las indicaciones incluyen artropatía por deficiencia del manguito de los rotadores, reconstrucción en fracturas de cabeza humeral, revisión de hemiarthroplastías y reconstrucción después de resección tumoral.^{6,7,18,19}

La colocación exitosa de la prótesis depende de que el paciente tenga una función deltoidea adecuada, buena calidad ósea en la cavidad glenoidea y en el húmero proximal.

Universidad Autónoma de Coahuila Unidad Saltillo

* Estudiante de Medicina, Universidad Autónoma de Coahuila, Unidad Saltillo.

** Estudiante de bachillerato, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Saltillo.

*** Residente de Medicina Integrada, Secretaría de Salud.

**** Fellow, The Johns Hopkins University School of Medicine, Baltimore, MD.

Dirección para correspondencia:

Dr. Juan Garzón Muvdi

Periférico Luis Echeverría Núm. 260-B, Col. Latinoamericana, C. P. 25270.

E-mail: jgarzon2@jhmi.edu

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/actaortopedica>

La prótesis total de hombro reversa se ha estado realizando en Europa por casi 25 años con resultados prometedores; sin embargo, esta prótesis no fue aprobada en los Estados Unidos por la FDA (*Food and Drug Administration*) hasta el 2004. Hasta hace pocos años no se tenían datos claros del éxito de este procedimiento; actualmente se han reportado resultados alentadores en poblaciones de pacientes quienes han sido sometidos a este procedimiento.^{3,4,5,8,10,13,14,16,17,20,21} Sin embargo, la habilidad para lograr estos buenos resultados, ha tenido un costo relativamente alto, debido al alto índice de complicaciones, llegando hasta 68%.^{2,4,6,7,8,13,14,18,22,23,24,25,26} Estas complicaciones se dividen en las complicaciones específicas de la prótesis y las complicaciones comunes a cirugías de hombro (*Tabla 1*).

El objetivo primordial de esta revisión es evaluar las complicaciones más comunes de la prótesis reversa así como tratarlas y plantear cómo podemos evitarlas.

Roce escapular

El roce escapular se ha reportado desde 50 a 96% en este tipo de implantes (*Figura 1*).^{2,4,6,7,8,13,14,18,22,23} Aunque esta complicación no está completamente entendida, aparentemente es el resultado del contacto entre el aspecto superomedial del componente humeral de polietileno con la porción inferior del cuello escapular; dicho roce ocurre generalmente en el primer año postimplante.

Se conocen varios factores que se asocian al roce escapular, los cuales pueden ser modificados por el cirujano: posición de la esfera glenoidea (aspecto superior-inferior de la cavidad glenoidea), anulación inferior del componente glenoideo, diseño del implante. Nyffler y colaboradores²⁷ demostraron que al posicionar la esfera glenoidea en la porción inferior de la cavidad glenoidea hay menos contacto entre el componente humeral y la escápula, resultando en menor incidencia de roce escapular. Otro factor que ha demostrado disminuir el roce escapular es la inclinación inferior del componente glenoideo, demostrado en estudios biomecánicos^{28,29,30} y clínicos.^{14,18,27,31}

La elección del diseño protésico contribuye en gran manera en el roce escapular. Gutiérrez y colaboradores³² han estudiado el efecto de la lateralización del centro de rotación de 0 a 10 mm, obteniendo como resultado que en abducción el roce escapular disminuye otorgando 32° más de libertad durante este movimiento. En otro estudio elaborado por Frankle y colaboradores,⁸ en el cual se utilizó una prótesis con el centro de rotación lateralizado y se incluyeron 96 hombros, se encontró que a 2 años de seguimiento radiológico no había evidencia de roce escapular.

Otro cambio en el diseño que sugiere la disminución del roce escapular es el aumento del ángulo que existe entre el cuello y el tallo humeral. En un estudio biomecánico elaborado por Gutiérrez y colaboradores,³² éstos encontraron que al modificar la anulación de 170° a 130°, disminuye la incidencia de roce escapular.

Independientemente del tipo de implante que se elija el cirujano puede influir en el grado de roce al colocar el componente glenoideo con una inclinación inferior en relación con la cavidad glenoidea.

Inestabilidad

La inestabilidad es una de las complicaciones más comunes, que puede llegar a tener una incidencia de hasta 30%.^{13,14,18,33} Los factores de riesgo para presentar esta complicación se pueden dividir en 3 categorías: selección del paciente (cirugía previa, función deltoidea, cooperación del paciente), factores quirúrgicos (abordaje quirúrgico, tensión de los implantes, reinserción del subescapular) y factores de diseño (centro de rotación medial o lateral, profundidad del inserto de polietileno, diámetro de la esfera glenoidea).³⁴

Factores en el paciente pueden contribuir a la inestabilidad de los componentes. El deltoides debe estar completamente funcional para obtener la estabilidad en el sistema.³⁵ En la literatura se comenta que los pacien-

Tabla 1. Complicaciones propias y comunes de la artroplastía total de hombro.		
Complicaciones	Prótesis reversa	Prótesis convencional
Infección	*	*
Lesión neurovascular	*	*
Inestabilidad	*	*
Roce escapular	*	*
Falla del plato glenoideo	*	*
Desasociación de componentes	*	*
Fracturas escapulares por estrés	*	*

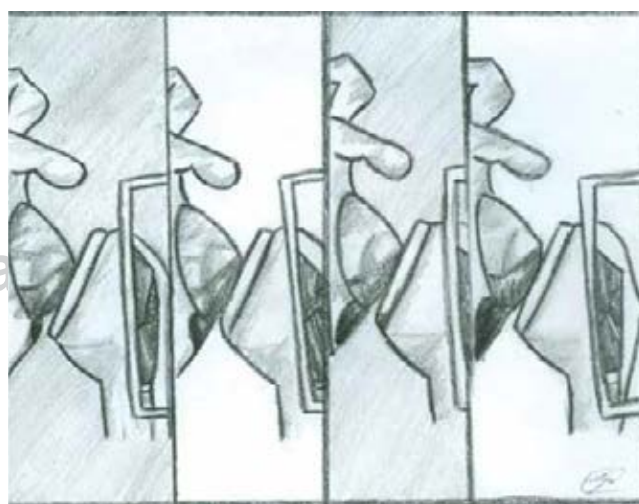


Figura 1. Clasificación de Nerot: clasificación radiográfica que evalúa el roce escapular.

tes con cirugía previa presentan una mayor incidencia de inestabilidad comparada con pacientes sin cirugías anteriores.³⁵ Por último, el paciente debe seguir las instrucciones postquirúrgicas evitando la rotación lateral, así mismo el paciente debe evitar traumatismo directo al hombro o caídas.

El abordaje quirúrgico es otro factor que influye directamente en la estabilidad del sistema.³⁶ Se ha reportado que el abordaje superior presenta menos inestabilidad cuando se compara con el abordaje convencional (deltopectoral);^{25,37,38,39,40,41,42} sin embargo, con este abordaje la exposición quirúrgica no es la más adecuada.

Otros factores de diseño que influyen en la estabilidad de la prótesis son el tamaño de la esfera, descrito por Gutiérrez y colaboradores,⁴³ quienes encontraron que se necesitaba una mayor fuerza para dislocar componentes de mayor tamaño.

Para los pacientes con prótesis reversa inestables es importante evaluar la función nerviosa del plexo braquial y del nervio axilar así como la función deltoidea, para poder descartar alguna causa neurológica o muscular de inestabilidad. También se recomienda realizar estudios de gabinete como radiografías para descartar factores estructurales que ocasionen inestabilidad, como fracturas de húmero, fallas en la fijación y posicionamiento del componente glenoideo.

Una vez que la evaluación está completa el primer paso a seguir es intentar realizar una reducción cerrada bajo anestesia, en la cual se realiza una fuerza de tracción, al mismo tiempo ejerciendo presión en el húmero proximal para recolocar los componentes en su posición normal. El brazo debe estar inmovilizado por un período de 6 semanas o más.

Si el paciente continúa con inestabilidad a pesar de la reducción cerrada e inmovilización, la acción a seguir debe ir dirigida a corregir cualquier anomalía en tejidos blandos u óseos que contribuyan a la inestabilidad. Se recomienda tomar radiografías bilaterales con regla metálica para medir la longitud del húmero y compararla contralateralmente y así poder corregir la longitud humeral como causa de inestabilidad.

Disociación del componente

Ruptura de tornillos. Holcomb y colaboradores⁴⁴ encontraron que el factor más importante para la falla en los tornillos no era el tipo de tornillo utilizado, sino la inclinación del plato glenoideo. Sin embargo, se sabe que los tornillos bloqueados proveen mayor rigidez al constructo, incrementando la estabilidad global del implante.

La disociación de la esfera de el plato glenoideo ha sido reportada en todos los diferentes diseños protésicos en el mercado,^{3,8,17,45,46} se han descrito casos en los que la esfera no está completamente posicionada sobre el plato glenoideo;⁴⁵ las causas de esto se deben principalmente a la presencia de tejidos blandos entre la esfera y el plato, remoción

incompleta de un borde óseo o la colocación incorrecta del tornillo central en la esfera.

Para corregir esta complicación se tiene que remover el implante dañando, evaluar la calidad ósea y la posible necesidad de injerto óseo, para posteriormente colocar un componente nuevo.

La disociación de la esfera del plato puede ser una complicación devastadora, particularmente porque se ha descrito que el índice de complicaciones de cirugías de revisión es más elevado. Algunos pacientes deciden vivir con la deformidad y poca función, pero en la mayoría de los casos la cirugía de revisión puede llevarse a cabo de forma relativamente fácil.

Infección. Las infecciones asociadas a este tipo de implante son multifactoriales, se han registrado índices de infección que van desde 0 a 15%.^{2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,47} Los pacientes con cirugía previa tienden a tener mayor índice de infecciones comparados con los pacientes sin cirugía previa, presentando porcentajes de 7 y 2%, respectivamente.

Varios factores se asocian a estos relativamente altos índices de infección, como lo es la formación de hematomas y espacio muerto. El dolor en pacientes con implante puede ser un dato que sugiere infección, es por ello que se debe confirmar que el paciente no presente infección antes de la cirugía de revisión, para esto se debe incluir una serie de radiografías convencionales, estudios de laboratorio (sedimentación globular y proteína C reactiva), aspiración con cultivos observados por 10 días.⁹

Otra de las posibles causas de infección es la presencia de espacio muerto, dicho espacio incluye el espacio subacromial y el espacio subdeltoideo, los cuales se forman al remover tejido cicatrizal y hueso. Este espacio permite la formación de hematoma el cual se ha demostrado que es un factor de riesgo para infección profunda después de cirugías de remplazo total usando la prótesis convencional.⁹ Se ha reportado la formación de hematomas postoperatorios en 20.6% de las cirugías primarias.^{18,48}

El tratamiento para infecciones profundas en pacientes con prótesis total de hombro reversa no ha sido estudiado adecuadamente; sin embargo las guías terapéuticas son similares a las establecidas para infecciones de prótesis de rodilla y cadera. Todo componente infectado así como el cemento deben de ser removidos para erradicar exitosamente la infección, se puede colocar un espaciador con antibiótico junto con antibioticoterapia apropiada según el organismo cultivado.^{9,12}

Tras remover el implante infectado se debe de prever la necesidad de usar injertos óseos en la cavidad glenoidea o en el húmero y se recomienda el uso de cemento con antibiótico para fijar el componente humeral permanente.

La prótesis total de hombro reversa es un tratamiento relativamente nuevo, es por ello que falta ahondar en las investigaciones de las posibles causas y tratamiento de las complicaciones que se presentan. Queda claro que el diseño de implantes modernos y la evaluación y planeación preoperatoria son claves para evitar la incidencia de algunas

de estas complicaciones. El tratamiento de estas complicaciones requiere de una evaluación a conciencia de la causa de dicha complicación así como de la habilidad para lidiar con estas variables al momento de la cirugía.

Bibliografía

- Grammont P, Trouilloud P, Laffay JP, Deries X: Etude et réalisation d'une nouvelle prothese d'épaule. *Rhumatologie* 1987; 39(10): 407-18.
- Boileau P, Watkinson DJ, Hatzidakis AM, Balg F: Grammont reverse prosthesis: design, rationale, and biomechanics. *J Shoulder Elbow Surg* 2005; 14(1): 147S-61S.
- 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(5): 527-40.
- Bouhassira A, Edwards TB, Walch G, Baratta RV: Early results of a reverse design prosthesis in the treatment of arthritis of the shoulder in elderly patients with a large rotator cuff tear. *Orthopedics* 2002; 25(2): 129-33.
- Cuff D, Pupello D, Virani N, Levy J, Frankle M: Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of rotator cuff deficiency. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90(6): 1244-51.
- De Wilde L, Sys G, Julien Y, Van Ovost E, Poffyn B, Trouilloud P: The reversed Delta shoulder prosthesis in reconstruction of the proximal humerus after tumour resection. *Acta Orthop Belg* 2003; 69(6): 495-500.
- De Wilde LF, Plasschaert FS, Audenaert EA, Verdonk RC: Functional recovery after a reverse prosthesis for reconstruction of the proximal humerus in tumor surgery. *Clin Orthop Relat Res* 2005; 430: 156-62.
- Frankle M, Siegal S, Pupello D, Saleem A, Mighell M, Vasey M: The Reverse Shoulder Prosthesis for glenohumeral arthritis associated with severe rotator cuff deficiency. A minimum two-year follow-up study of sixty patients. *J Bone Joint Surg Am* 2005; 87(8): 1697-705.
- Gerber C, Pennington SD, Nyffeler RW: Reverse total shoulder arthroplasty. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 2009; 17(5): 284-95.
- Guery J, Favard L, Sirveaux F, Oudet D, Mole D, Walch G: Reverse total shoulder arthroplasty. Survivorship analysis of eighty replacements followed for five to ten years. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88(8): 1742-7.
- Levy J, Frankle M, Mighell M, Pupello D: The use of the reverse shoulder prosthesis for the treatment of failed hemiarthroplasty for proximal humeral fracture. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89(2): 292-300.
- Matsen FA III, Boileau P, Walch G, Gerber C, Bicknell RT: The reverse total shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89(3): 660-7.
- Rittmeister M, Kerschbaumer F: Grammont reverse total shoulder arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis and nonreconstructible rotator cuff lesions. *J Shoulder Elbow Surg* 2001; 10(1): 17-22.
- Sirveaux F, Favard L, Oudet D, Huquet D, Walch G, Mole D: Grammont inverted total shoulder arthroplasty in the treatment of glenohumeral osteoarthritis with massive rupture of the cuff. Results of a multicentre study of 80 shoulders. *J Bone Joint Surg Br* 2004; 86(3): 388-95.
- Van Seymourtier P, Stoffelen D, Fortems Y, Reynders P: The reverse shoulder prosthesis (Delta III) in acute shoulder fractures: technical considerations with respect to stability. *Acta Orthop Belg* 2006; 72(4): 474-7.
- Vanhove B, Beugnies A: Grammont's reverse shoulder prosthesis for rotator cuff arthropathy. A retrospective study of 32 cases. *Acta Orthop Belg* 2004; 70(3): 219-25.
- Wall B, Nove-Josserand L, O'Connor DP, Edwards TB, Walch G: Reverse total shoulder arthroplasty: a review of results according to etiology. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89(7): 1476-85.
- Werner CML, Steinmann PA, Gilbert M, Gerber C: Treatment of painful pseudoparesis due to irreparable rotator cuff dysfunction with the Delta III reverse-ball-and-socket total shoulder prosthesis. *J Bone Joint Surg Am* 2005; 87(7): 1476-86.
- Holcomb JO, Cuff D, Petersen SA, Pupello DR, Frankle MA: Revision reverse shoulder arthroplasty for glenoid baseplate failure after primary reverse shoulder arthroplasty. *Journal of shoulder and elbow surgery/American Shoulder and Elbow Surgeons [et al]* 2009; 18(5): 717-23.
- De Wilde LF, Van Ovost E, Uyttendaele D, Verdonk R: Results of an inverted shoulder prosthesis after resection for tumor of the proximal humerus. *Revue de chirurgie orthopedique et reparatrice de l'appareil moteur* 2002; 88(4): 373-8.
- Wall B, Walch G, Jouve F, Mottier F: The reverse shoulder prosthesis for revision of failed total shoulder arthroplasty. In: Walch G, Boileau P, Mole D, Favard L, Levigne C, Sirveaux F (eds). *Reverse Shoulder Arthroplasty Clinical Results -- Complications -- Revision*. Montpellier: Sauramps Medical; 2006: 231-42.
- Valenti PH, Boutens D, Nerot C: Delta 3 reversed prosthesis for osteoarthritis with massive rotator cuff tear: long-term results (>5 years). In: Walch G, Boileau P, Mole D (eds). *Shoulder Prosthesis: Two to Ten Year Follow-up*. Montpellier: Sauramps Medical; 2001: 253-9.
- Jacobs R, Debeer P, De Smet L: Treatment of rotator cuff arthropathy with a reversed Delta shoulder prosthesis. *Acta Orthop Belg* 2001; 67(4): 344-7.
- Nove-Josserand L, Walch G, Wall B: Instability of the reverse prosthesis. In: Walch G, Boileau P, Mole D, Favard L, Levigne C, Sirveaux F (eds). *Reverse Shoulder Arthroplasty Clinical Results -- Complications -- Revision*. Montpellier: Sauramps Medical; 2006: 247-60.
- Gutierrez S, Keller TS, Levy JC, Lee WE III, Luo ZP: Hierarchy of stability factors in reverse shoulder arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2008; 466(3): 670-6.
- Nove-Josserand L, Walch G, Wall B: Instability of the reverse prosthesis. In: Walch G, Boileau P, Mole D, Favard L, Levigne C, Sirveaux F (eds). *Reverse Shoulder Arthroplasty Clinical Results -- Complications -- Revision*. Montpellier: Sauramps Medical; 2006: 47-260.
- Wierks C, Skolasky RL, Ji JH, McFarland EG: Reverse total shoulder replacement. Intraoperative and early postoperative complications. *Clin Orthop Relat Res* 2009; 467: 225-34.
- Nyffeler RW, Werner CML, Gerber C: Biomechanical relevance of glenoid component positioning in the reverse Delta III total shoulder prosthesis. *J Shoulder Elbow Surg* 2005; 14(5): 524-8.
- Gutierrez S, Greiwe RM, Frankle MA, Siegal S, Lee WE III: Biomechanical comparison of component position and hardware failure in the reverse shoulder prosthesis. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16(3 Suppl): 9S-12S.
- McFarland EG, Sanganjit P, Tasaki A, Keyurapan E, Fishman EK, Fayad LM: The reverse shoulder prosthesis: a review of imaging features and complications. *Skeletal Radiol* 2006; 35(7): 488-96.
- Gutierrez S, Levy JC, Frankle MA, Cuff D, Keller TS, Pupello DR, Lee WE III: Evaluation of abduction range of motion and avoidance of inferior scapular impingement in a reverse shoulder model. *J Shoulder Elbow Surg* 2008; 17(4): 608-15.
- Levigne C, Boileau P, Favard L, Garaud P, Mole D, Sirveaux F, Walch G: Scapular notching in reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2008; 17(6): 925-35.
- Constant CR, Murley AHG: A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res* 1987; 214: 160-4.
- Middernacht B, De Wilde L, Mole D, Favard L, Debeer P: Glenosphere disengagement: a potentially serious default in reverse shoulder surgery. *Clin Orthop Relat Res* 2008; 466(4): 892-8.
- Simovitch RW, Zumstein MA, Lohri E, Helmy N, Gerber C: Predictors of scapular notching in patients managed with the Delta III reverse total shoulder replacement. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89(3): 588-600.
- Burkhead WZ: Why I like the superior approach. In: Walch G, Boileau P, Mole D, Favard L, Levigne C, Sirveaux F (eds). *Reverse Shoulder Arthroplasty Clinical Results -- Complications -- Revision*. Montpellier: Sauramps Medical; 2006: 199.
- Nyffeler RW, Werner CML, Gerber C: Biomechanical relevance of glenoid component positioning in the reverse Delta III total shoulder prosthesis. *J Shoulder Elbow Surg* 2005; 14(5): 524-8.

38. Gutierrez S, Comiskey CA, IV, Luo ZP, Pupello DR, Frankle MA: Range of impingement-free abduction and adduction deficit after reverse shoulder arthroplasty. Hierarchy of surgical and implant-design-related factors. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90(12): 2606-15.
39. Gutierrez S, Greiwe RM, Frankle MA, Siegal S, Lee WE III: Biomechanical comparison of component position and hardware failure in the reverse shoulder prosthesis. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16(3 Suppl): 9S-12S.
40. Krishnan SG: The deltopectoral approach for primary reverse prostheses - why I don't like it! In: Walch G, Boileau P, Mole D, Favard L, Levigne C, Sirveaux F (eds). *Reverse Shoulder Arthroplasty Clinical Results -- Complications -- Revision*. Montpellier: Sauramps Medical; 2006: 207.
41. Burkhead WZ. Why I like the superior approach. In: Walch G, Boileau P, Mole D, Favard L, Levigne C, Sirveaux F (eds). *Reverse Shoulder Arthroplasty Clinical Results -- Complications -- Revision*. Montpellier: Sauramps Medical; 2006: 199.
42. Krishnan SG. The deltopectoral approach for primary reverse prostheses - why I don't like it! In: Walch G, Boileau P, Mole D, Favard L, Levigne C, Sirveaux F (eds). *Reverse Shoulder Arthroplasty Clinical Results -- Complications -- Revision*. Montpellier: Sauramps Medical; 2006: 207.
43. De Wilde LF, Van Ovost E, Uyttendaele D, Verdonk R: Results of an inverted shoulder prosthesis after resection for tumor of the proximal humerus. *Revue de chirurgie orthopedique et reparatrice de l'appareil moteur* 2002; 88(4): 373-8.
44. Gutierrez S, Levy JC, Frankle MA, Cuff D, Keller TS, Pupello DR, Lee WE III: Evaluation of abduction range of motion and avoidance of inferior scapular impingement in a reverse shoulder model. *J Shoulder Elbow Surg* 2008; 17(4): 608-15.
45. Wall B, Walch G, Jouve F, Mottier F. The reverse shoulder prosthesis for revision of failed total shoulder arthroplasty. In: Walch G, Boileau P, Mole D, Favard L, Levigne C, Sirveaux F (eds). *Reverse Shoulder Arthroplasty Clinical Results -- Complications -- Revision*. Montpellier: Sauramps Medical; 2006: 231-42.
46. Gutierrez S, Comiskey CA IV, Luo ZP, Pupello DR, Frankle MA: Range of impingement-free abduction and adduction deficit after reverse shoulder arthroplasty. Hierarchy of surgical and implant-design-related factors. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90(12): 2606-15.
47. Simovitch RW, Zumstein MA, Lohri E, Helmy N, Gerber C: Predictors of scapular notching in patients managed with the Delta III reverse total shoulder replacement. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89(3): 588-600.
48. Cheung EV, Sperling JW, Cofield RH: Infection associated with hematoma formation after shoulder arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2008; 466(6): 1363-7.