

Resultados a corto plazo de la prótesis invertida de hombro según la patología

BERNARDO A. BERTONA ALTIERI, LUCIANO ROSSI, JOSÉ I. OÑATIVIA, IGNACIO TANOIRA,
SANTIAGO BONGIOVANNI, GASTÓN MAIGNON, MAXIMILIANO RANALLETTA

*Sector de Hombro, Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Italiano de Buenos Aires,
Ciudad Autónoma de Buenos Aires*

Recibido el 16-12-2016. Aceptado luego de la evaluación el 15-5-2017 • Dr. BERNARDO A. BERTONA ALTIERI • bernardo.bertona@hospitalitaliano.org.ar

RESUMEN

Objetivo: Analizar los resultados funcionales y las complicaciones a corto plazo de la prótesis invertida de hombro según diferentes patologías.

Materiales y Métodos: Entre 2009 y 2013, se colocaron 85 prótesis invertidas de hombro. Las indicaciones fueron: artropatía por ruptura del manguito rotador, artrosis glenohumeral, fracturas de húmero proximal y artroplastias de revisión. Se evaluó a los pacientes clínica y radiológicamente, y fueron analizados según los diferentes grupos.

Resultados: El seguimiento promedio fue de 42 meses (rango 26-60) y la media de la edad, de 74.5 años (rango 56-90). El puntaje de Constant mejoró de 16,7 a 62,1 en promedio ($p < 0,001$) y el de ASES, de 12,7 a 68,8 en promedio ($p < 0,001$). La elevación aumentó de $80,5^\circ$ a $111,5^\circ$ ($p < 0,001$). No hubo mejoría significativa en las rotaciones interna ni externa. Sesenta pacientes (78,9%) refirieron estar muy satisfechos/satisfechos. En 22 pacientes (27,8%), se hallaron muescas en el borde inferior de la glena. La tasa de complicaciones fue del 20%, y estas fueron más frecuentes en el grupo de fracturas y artroplastias de revisión.

Conclusiones: La prótesis invertida de hombro mejora significativamente los puntajes funcionales, la flexión anterior y la abducción, independientemente de la indicación quirúrgica. Presenta limitaciones con respecto a las rotaciones externa e interna en el posoperatorio. Es una alternativa válida en múltiples patologías de hombro; sin embargo, la tasa de complicaciones es elevada, por lo que su indicación debe ser precisa, especialmente en pacientes tratados por fracturas o en cirugías de revisión.

Palabras clave: Prótesis invertida de hombro; resultados a corto plazo; complicaciones.

Nivel de Evidencia: IV

SHORT-TERM RESULTS OF REVERSE SHOULDER PROSTHESIS ACCORDING TO PATHOLOGY

ABSTRACT

Objective: The purpose of this study is to analyze the short-term functional results and complications of the reverse shoulder prosthesis according to different etiologies.

Methods: Between 2009 and 2013, 85 reverse shoulder arthroplasties were performed. Surgical indications included: rotator cuff tear arthropathy, glenohumeral osteoarthritis, proximal humeral fractures and revision arthroplasty. Patients were clinically and radiologically evaluated and analyzed in different groups.

Conflicto de intereses: Los autores no declaran conflictos de intereses.

Results: The mean follow-up was 42 months (range 26-60) and the mean age was 74.5 years (range 56-90). Constant score improved from 16.7 to 62.1 on average ($p < .001$) while ASES score improved from 12.7 to 68.8 on average ($p < .001$). Elevation increased from 80.5° to 111.5° ($p < .001$). There was no significant improvement in internal and external rotation. Sixty patients (78.9%) were very satisfied/satisfied. A total of 22 patients (27.8%) had notches in the inferior rim of the glenoid. Complication rate was 20%, being more frequent in the group of fractures and revision arthroplasties.

Conclusions: The reverse shoulder arthroplasty significantly improved functional scores, anterior flexion and abduction, regardless of surgical indication. It has limitations with respect to the external and internal rotation postoperatively. It is a valid alternative in multiple shoulder conditions; however, complication rate is high, so the indication should be accurate, especially in patients treated for fractures or in revision surgeries.

Key words: Reverse shoulder prosthesis; short-term results; complications.

Level of Evidence: IV

Introducción

Los resultados de la prótesis anatómica de hombro dependen de un manguito rotador funcional.¹ En 1985, Grammont desarrolló un nuevo concepto protésico, colocando un componente cóncavo en el húmero mediante una copa de polietileno cementada y un componente convexo en la glena mediante un implante esférico metálico, invirtiendo la disposición anatómica normal (prótesis invertida).² El componente humeral original fue modificado con la adición de un tallo metálico y la glena a un diseño hemisférico que posiciona el centro de rotación glenohumeral en la interfase entre el componente glenoideo y la escápula. El resultado es una prótesis con estabilidad intrínseca, en donde el punto de aplicación de la fuerza del músculo deltoides tiene una relación adecuada con el centro de rotación de la prótesis para generar fuerzas compresivas y rotacionales en ausencia de la función del manguito rotador.³

Si bien este implante se utilizó inicialmente para los pacientes con artropatía por deficiencia del manguito rotador, el éxito de este diseño llevó a una rápida expansión de las indicaciones para comprender cualquier alteración que comprometa la función del manguito rotador, como rupturas masivas del manguito rotador sin artrosis, enfermedades reumáticas, fracturas de húmero proximal, secuelas de fracturas de húmero proximal y revisión de prótesis anatómicas previas fallidas.⁴⁻¹³

El objetivo de este estudio fue analizar los resultados funcionales y las complicaciones a corto plazo de la prótesis invertida de hombro y determinar si están influenciados por las diferentes patologías.

Materiales y Métodos

Entre junio de 2009 y junio de 2013, se colocaron 85 prótesis invertidas de hombro en el Hospital Italiano de Buenos Aires. Se utilizaron diferentes modelos: Delta III/Xtend™ (DePuy-Johnson&Johnson, Warsaw, IN, EE.UU.) en 43 pacientes, ARROW® (Palex Medical)

en 24 pacientes, Aequalis™ (Tornier) en 10 pacientes y Comprehensive® (Biomet) en 8 pacientes.

Las indicaciones de la prótesis invertida incluyeron: artropatía por manguito rotador en sus distintos estadios, artrosis glenohumeral primaria con compromiso de la función del manguito rotador, artrosis glenohumeral primaria con pérdida severa del capital óseo glenoideo, fracturas de húmero proximal multifragmentarias en pacientes añosos y artroplastias de revisión (Figura 1). Se realizaron 85 procedimientos en 82 pacientes (bilateral en 3 pacientes). La edad promedio era de 75.6 años (rango de 56 a 90). Dos fueron operados por pseudoartrosis de fracturas de húmero proximal; uno, por un tumor de húmero proximal y otro, por compromiso articular secundario a artritis reumatoide. Estos pacientes fueron excluidos del análisis, ya que debido al escaso número, no se pudieron confeccionar grupos representativos con estas etiologías para realizar una comparación significativa. Por otro lado, un paciente murió antes del año de seguimiento y otro se perdió en el seguimiento. De esta manera, se analizaron 79 prótesis colocadas en 76 pacientes (Tabla 1).

Sesenta y dos procedimientos se realizaron en mujeres y 17, en hombres. Se colocaron 49 prótesis en el hombro derecho y 30, en el hombro izquierdo; en 62 pacientes, correspondía al hombro dominante. Los pacientes fueron agrupados según la etiología principal del hombro afectado.

La clasificación de Hamada y cols.¹⁴ se utilizó para agrupar a los pacientes con artropatía por manguito rotador, en diferentes categorías (Tabla 2). Según este sistema, el estadio 1 se asocia con mínimos cambios radiográficos, el estadio 2 se caracteriza por una disminución del espacio subacromial a < 5 mm, el estadio 3 muestra una erosión del acromion también llamada acetabulización del acromion secundaria a la migración superior de la cabeza humeral, el estadio 4 ya presenta artrosis glenohumeral y se divide en 4a sin acetabulización y 4b con acetabulización, y el estadio 5 se caracteriza por compromiso avanzado de la cabeza humeral.

Los pacientes intervenidos por fractura de húmero proximal eran > 75 años y tenían fracturas a cuatro fragmentos según la clasificación de Neer.



▲ **Figura 1.** Imágenes del hombro derecho de una mujer de 70 años, con artropatía por insuficiencia del manguito rotador tratada con una prótesis invertida de hombro. **A.** Radiografía preoperatoria que muestra un estadio 3 de la clasificación de Hamada. **B.** Resonancia magnética preoperatoria que revela una artropatía por insuficiencia del manguito rotador. **C.** Radiografía posoperatoria en la que se observa la prótesis invertida de hombro derecho. **D.** Radiografía de control a los cinco años de seguimiento, sin complicaciones.

Cinco pacientes fueron operados con diagnóstico de artrosis primaria: dos tenían un manguito rotador insuficiente asociado y tres presentaban pérdida de capital óseo glenoideo asociada a subluxación posterior estática del húmero proximal que impedía la colocación de un componente glenoideo no constreñido. Todos los pacientes a quienes se colocó una prótesis invertida como cirugía de revisión tenían previamente una hemiartroplastia (Tabla 1).

Un examinador, que no era el cirujano tratante, evaluó a los pacientes antes de la cirugía y en el posoperatorio. Se documentaron la movilidad, el puntaje de Constant¹⁵ y el puntaje de ASES (*American Shoulder and Elbow Surgeons*).¹⁶

Antes de la cirugía, se realizaron estudios por tomografía computarizada y resonancia magnética para evaluar la calidad del manguito rotador y el déficit de stock óseo de la glena. En la evaluación posoperatoria, se tomaron radiografías glenohumorales en las incidencias anteroposterior, escapular en Y y axilar.

Técnica quirúrgica

Todas las prótesis se colocaron utilizando el abordaje deltopectoral. El tallo humeral se cementó en 64 casos. El número de tornillos utilizados para la fijación de la metaglena estuvo determinado por el stock óseo disponible y por las preferencias del cirujano interviniente.

Cuando el subescapular estaba disponible, se lo reparó utilizando puntos transóseos con Tycron 5.0; en caso contrario, se dejó sin reparar.

Rehabilitación posoperatoria

El hombro fue inmovilizado con un cabestrillo durante un mes. Se permitieron movimientos de flexo-extensión del codo y la muñeca, pero se limitaron la abducción y la flexión anterior del hombro y las actividades de fuerza. Después del mes, se inició un régimen de rehabilitación con énfasis en la recuperación de la movilidad pasiva seguido de ejercicios de fortalecimiento muscular.

Tabla 1. Pacientes según la patología

Patología	Nº de hombros Total 79 (100%)
Artropatía por manguito rotador	43 (54,4%)
Fracturas	26 (33%)
Artrosis primaria	5 (6,3%)
Revisión	5 (6,3%)

Análisis estadístico

Las variables continuas se presentan con medidas de tendencia central y dispersión. Las variables categóricas se muestran como frecuencias absolutas y relativas. En el análisis bivariado, se utilizó el test t de Student para datos apareados que permitió centrarse en la magnitud de las diferencias de medias (con distribución normal) en la comparación de los grupos III y IV, y según desarrollo de muescas en la escápula en dos grupos (Sí/No); se empleó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, la versión no paramétrica (distribución no normal) que se centra en comparación de medianas en la comparación de los grupos I y II. Se consideró una diferencia estadísticamente significativa con un valor $p < 0,05$. Se utilizó el programa STATA versión 13.0 para el análisis estadístico.

Resultados

Resultados clínicos en general

El puntaje de Constant promedio mejoró de 16,7 en el preoperatorio a 62,1 en el posoperatorio, en el momento del seguimiento ($p < 0,001$) y el puntaje de ASES promedio mejoró de 12,7 a 68,8, respectivamente ($p < 0,001$) (Tabla 3). Teniendo en cuenta todas las etiologías agrupadas, la elevación promedio mejoró de 80,5° a 111,5° ($p < 0,001$). No hubo una mejoría significativa en las rotaciones interna y externa (Tabla 4).

En cuanto al grado de satisfacción de los pacientes, 16 (21,1%) refirieron estar muy satisfechos con el procedimiento; 44 (57,8%), satisfechos y 16 (21,1%), no estar satisfechos.

Resultados según la etiología

La mejoría en los puntajes de Constant y ASES fue similar en los grupos de artropatía por manguito, fracturas y artrosis ($p = 0,25$). El grupo de revisión, si bien logró una mejoría significativa al comparar el preoperatorio con

Tabla 2. Clasificación según Hamada

Estadio de Hamada	Nº de hombros Total 43 (100%)
1 y 2	0
3	23 (53,4%)
4a	4 (9,3%)
4b	13 (30,2%)
5	3 (6,9%)

el posoperatorio, no alcanzó valores finales similares a los otros tres grupos y esta diferencia fue significativa ($p < 0,03$). No hubo diferencias significativas en el nivel de satisfacción de los pacientes, entre los grupos ($p = 0,25$).

En cuanto a la movilidad, los resultados fueron similares en los cuatro grupos. En todos la flexión y la abducción mejoraron, en forma significativa ($p < 0,01$). La rotación externa no mejoró significativamente en ningún grupo. En cuanto a la rotación interna, la mejoría no fue significativa en ningún grupo, excepto en el de artropatía por manguito (Tabla 4).

Resultados radiográficos

Veintidós (27,8%) pacientes tenían muescas en el borde inferior de la glena (*notching*), en los controles radiográficos (Figura 2). El puntaje de Constant posoperatorio promedio de los pacientes con muescas y sin ellas fue de 56,8 y 62,44, respectivamente, ($p = 0,20$), mientras que el puntaje de ASES posoperatorio promedio de los pacientes con muescas y sin ellas fue de 61,7 y 64,3, respectivamente, ($p = 0,25$). La elevación promedio fue de 109° en los pacientes con muescas y de 113° en aquellos sin muescas.

Tabla 3. Resultados de los puntajes funcionales según la patología

Patología	Constant		p	ASES		p
	Inicial	Final		Inicial	Final	
Artropatía por manguito rotador	19,9	66,1	<0,001	19,8	69,7	<0,001
Fracturas	-	64,5	-	-	64,8	-
Artrosis primaria	18,6	70,3	<0,001	18,6	71	<0,001
Revisión	19,6	50	0,023	16,7	51,6	0,025
Total	16,7	62,1	<0,001	12,7	68,8	<0,001

Tabla 4. Rangos de movilidad inicial y final según la patología

Patología	Flexión anterior		p	Abducción		p	Rotación externa		p	Rotación interna		p
	Inicial	Final		Inicial	Final		Inicial	Final		Inicial	Final	
Artropatía por manguito rotador	$81,4^\circ$	$130,7^\circ$	<0,001	$55,5^\circ$	$96,7^\circ$	<0,001	$20,9^\circ$	$28,1^\circ$	0,25	Nalga	T12	<0,001
Fracturas	-	108,5	-	-	86°	-	-	25°	-	-	Sacro	-
Artrosis primaria	$71,6^\circ$	$96,1^\circ$	<0,001	$51,1^\circ$	$95,1^\circ$	<0,001	$16,4^\circ$	20°	0,5	Sacro	L3	0,42
Revisión	$76,6^\circ$	$116,4^\circ$	<0,001	$58,3^\circ$	$86,1^\circ$	<0,001	$21,6^\circ$	$28,6^\circ$	0,5	Nalga	Sacro	0,42
Total	$80,5^\circ$	$111,5^\circ$	<0,001	$55,5^\circ$	$94,8^\circ$	<0,001	$20,4^\circ$	$27,1^\circ$	0,2	Nalga	Sacro	0,2

Complicaciones

Hubo 16 complicaciones (20,2%), las más frecuentes fueron las fracturas periprotésicas (5 casos) y el aflojamiento glenoideo (5 casos). Siete de los 16 pacientes

que tuvieron complicaciones requirieron una cirugía de revisión (9% de la serie) (Tabla 5). El grupo de las fracturas sufrió el porcentaje más alto de complicaciones (30,7%).



▲ **Figura 2.** Imágenes del hombro izquierdo de una mujer de 75 años, con artropatía por insuficiencia de manguito rotador, tratada con una prótesis invertida de hombro, que presenta desgaste en el borde inferior glenoide (*notching*) durante el seguimiento. **A.** Radiografía preoperatoria que muestra un estadio 4a de Hamada. **B y C.** Resonancia magnética que revela artropatía por insuficiencia de manguito rotador. **D.** Radiografía posoperatoria donde se observa la prótesis invertida de hombro izquierdo. **E.** Radiografía a los tres años de la cirugía. Se observan muescas, sin signos de aflojamiento.

Tabla 5. Complicaciones según la patología

Complicación	Total	Artropatía por manguito rotador	Fracturas	Artrosis primaria	Revisión
	16/79 (20,2%)	7/43 (16%)	8/26 (30,7%)	0/5	1/5 (20%)
Fractura periprotésica	5	–	4	–	1
Aflojamiento glenoideo	5	2	3	–	–
Inestabilidad /Luxación	2	2	–	–	–
Neuropraxia del nervio radial	1	1	–	–	–
Infección profunda	1	1	–	–	–
Infección superficial	1	1	–	–	–
Calcificación heterotópica	1	–	1	–	–

Discusión

La mayoría de las series muestran muy buenos resultados a corto plazo con la artroplastia invertida de hombro.¹⁷⁻²⁰ En nuestra serie, la mejoría promedio del puntaje de Constant fue de 46 y la del puntaje de ASES, de 50, con una mejoría en la elevación de 31°. Estos valores son comparables con reportes previos sobre el tratamiento de la artropatía por manguito rotador con prótesis invertida de hombro.¹⁷⁻²⁰

Por otro lado y en concordancia con lo que muestran estudios anteriores, la mejoría en la rotación interna y externa con el brazo a 0° de abducción no fue significativa y esto se debe principalmente a dos factores; el primero es el diseño de la prótesis (debido al *offset* disminuido y al centro de rotación medializado) y el segundo se relaciona con el grado de atrofia e infiltración grasa del subescapular y redondo menor.²¹

En nuestro estudio, los pacientes tratados con artroplastia invertida de hombro como revisión de una hemiarthroplastia tuvieron peores resultados que aquellos operados por las otras etiologías. Si bien la mejoría de los puntajes en estos pacientes respecto de la movilidad y el dolor fue significativa al compararla con el preoperatorio, los promedios finales de los puntajes posoperatorios no aumentaron en una magnitud similar al resto de las patologías analizadas. Estudios anteriores indican que los resultados de la prótesis invertida de hombro como procedimiento de revisión son menos predecibles que cuando se realiza como procedimiento primario.^{20,21}

Si bien, en nuestra serie, la función posoperatoria se mantiene en el corto plazo, publicaciones previas con

seguimientos más prolongados muestran que, pese a una buena duración de la prótesis, la función va decreciendo con el tiempo.^{22,23}

En una revisión de 484 prótesis, Favard y cols. mostraron una supervivencia a 10 años del 89%; sin embargo, cuando se consideró un puntaje de Constant <30% (lo que representa un resultado pobre) como falla del tratamiento, la supervivencia disminuye al 72%.²⁴

Los estudios que analizan el uso de la hemiarthroplastia para tratar la artropatía por rupturas del manguito rotador muestran que este procedimiento no siempre es eficaz para eliminar el dolor y la elevación activa lograda es, en promedio, de 85° a 120°. ²⁵⁻²⁸ En comparación, en nuestro estudio, 42 pacientes refirieron no sentir dolor en el momento del último seguimiento y otros 29 reportaron sólo dolor leve. Sumado a esto, los pacientes con artropatía del manguito rotador lograron una elevación activa promedio posoperatoria de 130,7° (rango de 85° a 180°).

El presente trabajo muestra que la prótesis invertida de hombro fue eficaz para recuperar la elevación activa y la función en los pacientes con rupturas irreparables del manguito rotador con estadios iniciales de artropatía. Otros estudios previos también muestran que la prótesis invertida es un método eficaz para lograr estos objetivos.²⁹⁻³¹

Al analizar los resultados funcionales de la prótesis invertida en las fracturas de húmero proximal, la mayoría de los estudios describe una elevación anterior aproximada de 95° a 145°, una rotación externa de 0° a 25° y puntajes de Constant de 50 a 65.^{6,32-34} En una serie de 30 pacientes a quienes se colocó una prótesis invertida para fracturas a 3 y 4 fragmentos, con dos años de seguimiento míni-

mo, se halló una flexión anterior promedio de 139°, una rotación externa de 27°, y un puntaje de ASES de 78,3.³² En un estudio similar de 27 pacientes, también con un seguimiento mínimo de dos años, los autores reportaron una flexión anterior de 112°, una abducción de 97°, una rotación externa de 12,7° y un puntaje de Constant de 55.⁶ En nuestra serie, se obtuvieron resultados similares con un puntaje promedio de Constant posoperatorio en este grupo de 64,5, un puntaje de ASES de 64,8, una flexión anterior de 108° y una rotación externa de 25°.

En cuanto a la tasa de complicaciones (20%) en este estudio, fue similar a la publicada en trabajos anteriores.^{17,19,29-31} Por un lado, los porcentajes de complicaciones en los grupos de artropatías y fracturas (16% y 30%, respectivamente) son similares a los publicados en series anteriores.^{6,25-28,32-34} En cambio, las tasas de complicaciones en los grupos de artrosis y revisión (0% y 20%, respectivamente) fueron inferiores a las publicadas previamente.^{20,21} Sin embargo, creemos que esto puede deberse a la pequeña cantidad de pacientes con dichas patologías, analizada en esta serie.

Es importante destacar que, dentro del grupo de pacientes que tuvieron complicaciones (16/79, 20%), siete de esos 16 (42%) requirieron una cirugía de revisión.

Este estudio tiene limitaciones que deben ser señaladas. En primer lugar, es un estudio retrospectivo; por lo tanto, no fue posible realizar comparaciones entre la artroplastia invertida y otros tipos de tratamientos para las etiologías analizadas. En segundo lugar, los diferentes tipos de prótesis utilizadas (Delta III/Xtend™, ARROW®, Aequalis™, Comprehensive®) pueden haber influido en los resultados obtenidos. Finalmente, al dividir la serie en diferentes patologías, algunos grupos quedan formados por un bajo número de pacientes, lo que influye en la interpretación de los resultados.

Conclusiones

La prótesis invertida de hombro mejora significativamente los puntajes funcionales, la flexión anterior y la abducción, independientemente de la indicación quirúrgica; tiene limitaciones con respecto a las rotaciones externa e interna en el posoperatorio. Es una alternativa válida en múltiples patologías de hombro; sin embargo, la tasa de complicaciones es alta, por lo que su indicación debe ser precisa, especialmente en pacientes que serán tratados por fracturas o en cirugías de revisión.

Bibliografía

1. Smith CD, Guyver P, Bunker TD. Indications for reverse shoulder replacement: a systematic review. *J Bone Joint Surg Br* 2012; 94(5):577-583.
2. Grammont PM, Trouilloud P, Laffay JP, Deries X. Etude et réalisation d'une nouvelle prothèse d'épaule. *Rhumatologie* 1987; 10:407-418.
3. Grammont PM, Baulot E. Delta shoulder prosthesis for rotator cuff rupture. *Orthopedics* 1993;16:65-68.
4. Acevedo DC, Vanbeek C, LazarusMD, Williams GR, Abboud JA. Reverse shoulder arthroplasty for proximal humeral fractures: update on indications, technique, and results. *J Shoulder Elbow Surg* 2014;23:279-289.
5. Gallinet D, Adam A, Gasse N, Rochet S, Obert L. Improvement in shoulder rotation in complex shoulder fractures treated by reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2013;22:38-44.
6. Valenti P, Katz D, Kilinc A, Elkholti K, Gasiunas V. Mid-term outcome of reverse shoulder prostheses in complex proximal humeral fractures. *Acta Orthop Belg* 2012;78:442-449.
7. Young AA, Smith MM, Bacle G, Moranga C, Walch G. Early results of reverse shoulder arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Am* 2011;93:1915-1923.
8. Ekelund A, Nyberg R. Can reverse shoulder arthroplasty be used with few complications in rheumatoid arthritis? *Clin Orthop Relat Res* 2011;469:2483-2488.
9. Hatstrup SJ, Sanchez-Sotelo J, Sperling JW, Cofield RH. Reverse shoulder replacement for patients with inflammatory arthritis. *J Hand Surg Am* 2012;37:1888-1894.
10. Holcomb JO, Hebert DJ, Mighell MA, Dunning PE, Pupello DR, Pliner MD, et al. Reverse shoulder arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis. *J Shoulder Elbow Surg* 2010;19:1076-1084.
11. Kelly JD 2nd, Zhao JX, Hobgood ER, Norris TR. Clinical results of revision shoulder arthroplasty using the reverse prosthesis. *J Shoulder Elbow Surg* 2012;21:1516-1525.
12. Patel DN, Young B, Onyekwelu I, Zuckerman JD, Kwon YW. Reverse total shoulder arthroplasty for failed shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2012;21:1478-1483.

13. 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;15:527-540.
14. 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.
15. Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res* 1987;214:160-164.
16. Richards RR, An KN, Bigliani L, Friedman RJ, Gartsman GM, Gristina AG, et al. A standardized method for the assessment of shoulder function. *J Shoulder Elbow Surg* 1994;3:347-352.
17. 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;86:388-395.
18. Boulahia 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;25:129-133.
19. 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;87:1697-1705.
20. Werner CM, 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;87:1476-1486.
21. 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.
22. Valenti PH, Boutens D, Nérot C. Delta 3 reversed prosthesis for osteoarthritis with massive rotator cuff tear: long term results. En: Walch G, Boileau P, Molé D (eds.) 2000 *Prothèses d'Épaule...recul de 2 à 10 ans – 2000 Shoulder Prostheses... two to ten year follow-up*, Paris: Sauramps Médical; 2001:253-259.
23. 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;88:1742-1747.
24. Favard L, Levigne C, Nerot C, Gerber C, De Wilde L, Mole D. Reverse prostheses in arthropathies with cuff tear: are survivorship and function maintained over time? *Clin Orthop Relat Res* 2011;469:2469-2475.
25. Williams GR Jr, Rockwood CA Jr. Hemiarthroplasty in rotator cuff-deficient shoulders. *J Shoulder Elbow Surg* 1996;5:362-367.
26. Sanchez-Sotelo J, Cofield RH, Rowland CM. Shoulder hemiarthroplasty for glenohumeral arthritis associated with severe rotator cuff deficiency. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83:1814-1822.
27. Zuckerman JD, Scott AJ, Gallagher MA. Hemiarthroplasty for cuff tear arthropathy. *J Shoulder Elbow Surg* 2000;9:169-172.
28. Sarris IK, Papadimitriou NG, Sotereanos DG. Bipolar hemiarthroplasty for chronic rotator cuff tear arthropathy. *J Arthroplasty* 2003;18:169-173.
29. Wall B, Nové-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;89:1476-1485.
30. Mulieri P, Dunning P, Klein S, Pupello D, Frankle M. Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of irreparable rotator cuff tear without glenohumeral arthritis. *J Bone Joint Surg Am* 2010;92:2544-2556.
31. Boileau P, Gonzalez JF, Chuinard C, Bicknell R, Walch G. Reverse total shoulder arthroplasty after failed rotator cuff surgery. *J Shoulder Elbow Surg* 2009;18:600-606.
32. Cazeneuve JF, Cristofari DJ. The reverse shoulder prosthesis in the treatment of fractures of the proximal humerus in the elderly. *J Bone Joint Surg Br* 2010;92(4):535-539.
33. Sirveaux F, Navez G, Favard L, Boileau P, Walch G, Mole D. Reverse prosthesis for acute proximal humerus fracture, the multicentric study. En: Walch G, Boileau P, Mole D (eds). *Reverse Shoulder Arthroplasty: Clinical Results, Complications, Revision*, Montpellier, France: Sauramps Medical; 2006:73-80.
34. Lenarz C, Shishani Y, McCrum C, Nowinski RJ, Edwards TB, Gobezi R. Is reverse shoulder arthroplasty appropriate for the treatment of fractures in the older patient? Early observations. *Clin Orthop Relat Res* 2011;469(12):3324-3331.