



ORIGINAL

Notching escapular en las prótesis invertidas de hombro. Su relación con la experiencia del cirujano y con los resultados clínicos

J. Alonso Pérez-Barquero^a, J.E. Aroca Navarro^b, M. Navarro Bosch^{b,*},
 C. de la Calva Ceinos^b y A. Pina Medina^b

^a Unión de Mutuas, Valencia, España

^b Hospital Universitario y Politécnico La Fe, Valencia, España

Recibido el 19 de abril de 2020; aceptado el 18 de enero de 2021

Disponible en Internet el 17 de junio de 2021

PALABRAS CLAVE

Prótesis invertida de hombro;
 Notching escapular;
 Curva de aprendizaje;
 Resultados;
 Dolor

Resumen

Introducción: La erosión o muesca escapular (*notching* escapular) es un problema que se observa con frecuencia en las prótesis invertidas de hombro, producido por un choque entre el componente humeral y el cuello de la escápula. El objetivo principal de nuestro trabajo es analizar si disminuye el *notching* escapular con el aumento de la experiencia del cirujano. Como objetivos secundarios, el valorar si existe una relación entre su aparición y el resultado funcional y clínico en los pacientes.

Material y métodos: Se realiza una revisión retrospectiva de 101 pacientes con 105 prótesis invertidas de hombro, valorando radiográficamente la aparición de *notching* escapular. El tiempo medio de seguimiento fue de 36 meses (rango, 12-72). Se objetivan los resultados clínico-funcionales con la escala Constant y el cuestionario QuickDash.

Resultados: Cuarenta y dos pacientes (40%) presentaron algún grado de *notching* escapular. De ellos, 25 pacientes tenían un grado I, 14 un grado II y tres un grado III. El Constant postoperatorio medio para toda la serie fue de 60,72. Se observó una tendencia a disminuir la incidencia de *notching* conforme aumentaba el número de casos intervenidos y la experiencia del cirujano ($p = 0,04$). En el grupo de los pacientes que presentaban *notching* escapular, el Constant postoperatorio fue de 56 y en el grupo que no desarrolló *notching* fue del 63. Los pacientes con *notching* presentaban puntuaciones inferiores en cuanto al dolor siendo la diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,012$).

Conclusiones: El *notching* escapular es un problema frecuente en las prótesis invertidas de hombro, en las cuales la curva de aprendizaje influye positivamente en la disminución de su aparición. La aparición de *notching* escapular está relacionado con peores resultados clínicos en cuanto al dolor se refiere.

© 2021 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: mnavarrob26@yahoo.es (M. Navarro Bosch).

KEYWORDS

Reverse shoulder arthroplasty;
Scapular Notching;
Learning curve;
Outcomes;
Pain

Scapular notching in reverse shoulder arthroplasty. Relationship with surgeons experience and clinical outcomes

Abstract

Background: Scapular Notching is a problem frequently seen in Reverse shoulder arthroplasties (RSAs), produced by a collision between the humeral component and the scapula. The main objective of this study is to analyze whether this problem decreases with the surgeons experience. As secondary objectives, assessing whether there is a relationship between its appearance and the clinical and functional outcome of patients.

Methods: We retrospectively reviewed 101 patients with 105 RSAs; we analyzed complications, focusing on scapular notching. Main follow-up time was 36 month (12-72). The clinical and functional outcomes were evaluated with the Constant scale and the QuickDash questionnaire.

Results: Forty-two patients (40%) had some degree of scapular notching. Of these, 25 patients had grade I, 14 had grade II and 3 had grade III notching. The average postoperative Constant score for the entire series was 60.72. A tendency toward a reduced incidence of notching was observed with increasing numbers of operated cases and experience of the surgeon ($p=0.04$). In the group of patients who had notching, the average postoperative Constant score was 56, and in the group that developed notching, the average score was 63. Patients with notching had significantly lower pain scores ($p=0.012$).

Conclusions: Scapular notching is a common problem of RSA. In RSA, the experience of the surgeon reduces the appearance of problems and complications. Scapular notching is related to poorer clinical outcomes with respect to pain.

© 2021 SECOT. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Desde que en 1985 fuera introducida por Grammont¹, la artroplastia invertida de hombro se ha convertido en un tratamiento ampliamente aceptado en el manejo de la artropatía de hombro por rotura masiva del manguito rotador²⁻⁷. Los buenos resultados obtenidos han hecho que se amplíen las indicaciones de la artroplastia invertida a otros procesos en los cuales el manguito rotador no es funcionante, como son las roturas masivas del manguito rotador sin artrosis, artrosis postraumática, revisión protésica, fracturas agudas o enfermedades inflamatorias como la artritis reumatoide acompañada de rotura de manguito⁷⁻¹³.

Sin embargo, el número de complicaciones y problemas derivados de esta cirugía es mucho mayor que con las prótesis anatómicas. Así Zumstein et al.¹⁴ ha publicado tasas de complicaciones del 24%, así como un índice de reintervenciones y revisiones del 13,5% en las prótesis invertidas de hombro.

La erosión o muesca escapular (*notching* escapular) es uno de los problemas más frecuentes tras la cirugía de prótesis invertida de hombro. Su incidencia se ha documentado entorno al 35-96%^{6,14,15}. Se trata de un problema mecánico en el que la muesca escapular se produce por el choque entre el componente humeral de la prótesis y el cuello de la escápula. Todavía no está claro si el *notching* escapular tiene algún efecto en los resultados clínicos de las prótesis invertidas y si puede producir un aflojamiento del componente glenoideo con el paso del tiempo. Sin embargo, sigue siendo una preocupación importante, especialmente con el empleo de prótesis invertidas en gente joven.

El objetivo de nuestro estudio fue observar la aparición de *notching* escapular en nuestra serie de prótesis invertidas y ver si disminuía su aparición a medida que los cirujanos adquirían más experiencia en la colocación de las mismas.

Como objetivos secundarios, el valorar si existe una relación entre su aparición y el resultado funcional y clínico en los pacientes. La hipótesis nula fue que con la experiencia y las habilidades quirúrgicas adquiridas disminuiría el porcentaje de *notching* escapular en este tipo de cirugía.

Material y método

Revisamos de manera retrospectiva todas las prótesis invertidas de hombro intervenidas en nuestro centro de manera consecutiva desde enero del 2007 a enero del 2013. Se incluyeron en la revisión todas las prótesis invertidas colocadas en ese periodo, mediante abordaje deltopectoral, independientemente de la causa que motivó la colocación de la prótesis. Se excluyeron del estudio aquellos pacientes que en el momento de la revisión habían fallecido, aquellos pacientes que no pudieron ser localizados y aquellos en los que se realizó un abordaje diferente al deltopectoral. El tiempo medio de seguimiento fue de 36 meses (rango, 12-72).

Todos los pacientes, excepto aquellos en los que se implantó la prótesis invertida tras una fractura aguda, fueron evaluados preoperatoriamente registrando el rango de movilidad activa con un goniómetro y midiendo la fuerza con un dinamómetro. El estudio de imagen preoperatorio incluyó una radiografía simple en el plano anteroposterior de la escápula en rotación interna, neutra y rotación externa y

una tomografía computarizada o una resonancia magnética para evaluar la integridad del manguito rotador y la erosión glenoidea.

Todas las cirugías fueron realizadas por cirujanos de hombro

Todos los pacientes fueron intervenidos mediante abordaje deltopectoral, con el paciente colocado en la posición de silla de playa, prestando especial atención al tendón del subescapular que se reinsertó con puntos transóseos al finalizar el procedimiento en los casos en los que este se encontraba íntegro.

El protocolo de rehabilitación postoperatoria fue el mismo para todos los pacientes. El hombro fue inmovilizado durante un mes mediante un cabestrillo, con el brazo en rotación interna. Se permitió movilidad pasiva con ejercicios pendulares desde el primer día postoperatorio, evitando la rotación externa más allá de 0° y la elevación superior a 90° para permitir la cicatrización del subescapular.

Se recogieron las complicaciones y problemas intraoperatorios o postoperatorios atendiendo a la definición de los mismos propuesta por Zumstein et al.¹⁴. Zumstein et al. definen como «problema» a cualquier evento intraoperatorio o postoperatorio que con probabilidad no afecta al resultado final del paciente, entre los que se incluyen las imágenes radiográficas de *notching* escapular, y define como «complicación» cualquier evento intraoperatorio o postoperatorio que con probabilidad influye de manera negativa en el resultado final, como fracturas, luxaciones, aflojamientos asépticos o parálisis nerviosas.

Todos los pacientes fueron evaluados clínica y radiográficamente por un examinador independiente. La evaluación clínica se realizó mediante la escala de Constant y Murley (absoluta y ajustada por edad y sexo) y el cuestionario Quick-DASH (*Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand*). La escala Constant y Murley¹⁶ fue rellenada por uno de los autores en presencia del paciente, mientras que el cuestionario Quick-Dash fue rellenado por los propios pacientes sin la presencia de ninguno de los autores¹⁷. El método de medición de la fuerza en la escala de Constant se realizó con abducción de 45° durante cuatro segundos con el dinamómetro IDO (Isometer, Innovative Desing Orthopedics, London, UK) colocado en la muñeca, registrando la fuerza máxima promedio de tres mediciones. Además se recogieron datos subjetivos del dolor mediante la escala visual analógica (EVA). En el examen radiográfico se evaluó la posición de los implantes, la existencia de líneas de radiolucencia alrededor de estos, el hallazgo de calcificaciones heterotópicas y la presencia de *notching* escapular inferior, valorándolo según la clasificación de Sirveaux⁵.

El análisis estadístico fue realizado por un investigador independiente. Los datos fueron resumidos en media y rango en caso de variables continuas y valores absolutos y relativos en el caso de variables categóricas. Un modelo lineal, seguido por un análisis de contraste de Tukey fue utilizado para analizar las diferencias de los valores de Constant entre diagnósticos. Otro modelo lineal fue utilizado para valorar la influencia del grado del *notching* en los valores de Constant. La probabilidad de aparición del *notching* en función del número de operaciones previas del cirujano fue analizado mediante un modelo logístico lineal mixto. Valores p inferiores a 0,05 se consideraron estadísticamente significativos. Todos los análisis y gráficos fueron realizados

mediante R (versión 3.1.1) y el pack R mgcv (versión 1.8-4)

Resultados

Revisamos de manera retrospectiva una serie de 118 prótesis invertidas intervenidas en nuestro centro de manera consecutiva desde enero del 2007 a enero del 2013. Se excluyeron del estudio por no cumplir los criterios de inclusión 13 pacientes, nueve de ellos por defunción, tres por no haber sido localizados en el momento del estudio y uno por haber sido intervenido mediante un abordaje diferente al resto (transdeltoideo). En total se evaluaron 105 prótesis en 101 pacientes (cuatro bilaterales) con una media de edad de 70 años (rango, 51-88). La muestra estaba formada por 20 hombres (19,8%) y 81 mujeres (80,2%). El tiempo medio de seguimiento fue de 36 meses (rango, 12-72).

39 prótesis (37,1%) fueron implantadas por rotura masiva irreparable del manguito de los rotadores, 28 (26,6%) por artropatía por rotura de manguito, nueve (8,5%) por secuela postraumática, 8 (7,6%) tras una fractura aguda de húmero proximal, 5 (4,7%) por artrosis primaria, 1 (0,9%) fue colocada en un hombro afecto de artritis reumatoide, 6 (5,7%) en el contexto de una luxación inveterada de hombro y 1 (0,9%) por una pseudoartrosis de húmero proximal. Además la serie incluye 8 prótesis de revisión, 3 tras una hemiarthroplastia fallida en artrosis primaria y 5 tras una hemiarthroplastia dolorosa por fractura de húmero proximal.

Los modelos de prótesis utilizados en esta serie incluían 68 SMR (LimaCorporate, Udine, Italia), 15 Delta III, 19 Delta Xtend (Depuy, Warsaw, In, EE. UU.) y 3 Aequalis Reverse II (Tornier, MN, EE. UU.).

El Constant postoperatorio para toda la serie fue de $60,72 \pm 4,3$. Atendiendo a la etiología, los pacientes intervenidos por una artrosis postraumática o de revisión protésica, lograron puntuaciones significativamente inferiores que aquellos intervenidos por rotura masiva de manguito, artropatía por rotura de manguito o artrosis primaria ($p < 0,05$) (tabla 1). Del mismo modo, pacientes intervenidos por una revisión protésica presentaron peores resultados clínicos, lo que se tradujo en puntuaciones en el Quick-Dash significativamente mayores que el resto ($p < 0,001$).

Aparecieron complicaciones en nueve pacientes (8,5%). Estas incluían tres aflojamientos glenoideos, tres inestabilidades protésicas (dos de ellas requirieron una reintervención) y tres infecciones (que fueron tratadas mediante recambio en dos tiempos). En cuanto a la aparición de cambios radiográficos, apareció un 40% de *notching* escapular y un 14,3% de imágenes de osificación heterotópica.

42 pacientes (40%) presentaron algún grado de *notching* escapular. De ellos, 25 pacientes tenían un grado I, 14 un grado II y 3 un grado III. Puesto que se trata de un diagnóstico radiográfico, si la proyección no es buena, no se puede descartar que en ese paciente exista o no un *notching*, por lo que en esos casos los etiquetamos de no valorables (5%).

La aparición del *notching* se produjo en todos los casos durante los primeros 12 meses tras la cirugía, ocurriendo en los primeros tres meses en 19 prótesis, entre tercer y el sexto mes en 13 prótesis, entre el sexto y el noveno mes en 6 prótesis y en el 4 trimestre postoperatorio en 4

Tabla 1 Constant según la etiología

| | Etiología | N.º Pacientes | Constant | |
|---|-----------------------------------|---------------|----------|---------|
| | | | Media | Rango |
| A | Artropatía por rotura de manguito | 28 (26,6%) | 63,92 | (31-77) |
| B | Rotura masiva de manguito | 39 (37,1) | 68,02 | (41-87) |
| C | Artrosis primaria | 5 (4,7%) | 72,05 | (62-94) |
| D | Artrosis postraumática | 9 (8,5%) | 50,21 | (34-63) |
| E | Artritis reumatoide | 1 (0,9%) | 63 | |
| F | Fractura aguda | 8 (7,6%) | 29 | (27-31) |
| G | Otros | 7 (6,6%) | 59 | (40-74) |
| H | Revisión protésica | 8 (7,6%) | 36,25 | (19-62) |

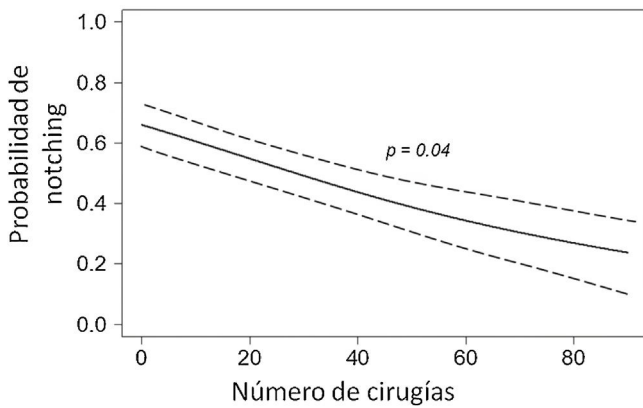


Figura 1 Probabilidad de *notching* por número de cirugías realizadas. A medida que aumenta el número de cirugías, disminuye la probabilidad de *notching*. $p = 0,04$.

prótesis. En las primeras 30 prótesis implantadas, el *notching* escapular apareció en el 63,3%, mientras que en las 70 prótesis siguientes este porcentaje descendió al 29,3%. En la **figura 1** puede observarse la disminución de la tendencia a desarrollar *notching* escapular a medida que aumentan el número de prótesis invertidas realizadas en nuestro centro ($p = 0,028$), siendo la probabilidad del 0,2 (20%) al final de la serie.

Los pacientes con *notching* escapular presentaban una tendencia a obtener puntuaciones de Constant más bajas (media 56) que aquellos pacientes que no desarrollaron *notching* escapular (media 63), no siendo esta diferencia estadísticamente significativa (**fig. 2**). En cambio, la presencia de *notching* en cualquiera de sus grados, está asociada a una puntuación menor en el apartado de dolor en el Constant, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,012$) (**fig. 3**).

Discusión

Tal y como se expone en los resultados, el 40% de los pacientes presentaron algún grado de *notching* escapular. Sin embargo, puede observarse en la **figura 1** la disminución de la aparición del *notching* escapular conforme aumenta el número de prótesis colocadas en nuestro centro. En nuestra serie existe una clara tendencia a la disminución de la aparición de *notching* escapular –expresada en

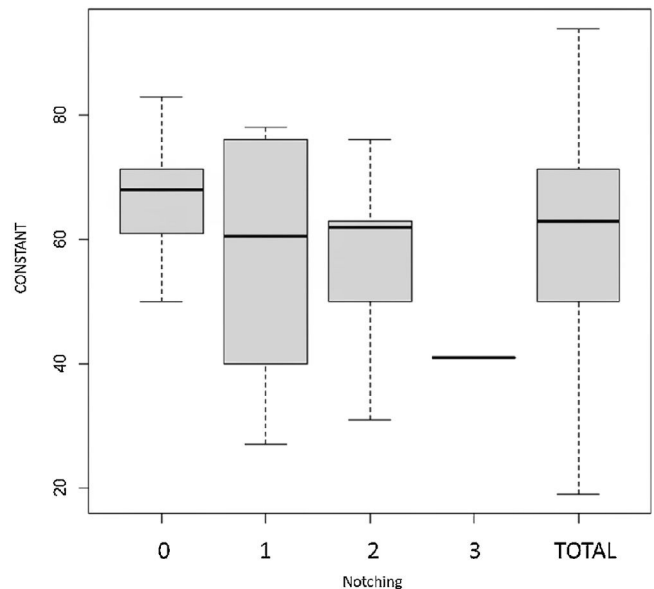


Figura 2 Relación entre el Contant Total y el grado de *notching* escapular.

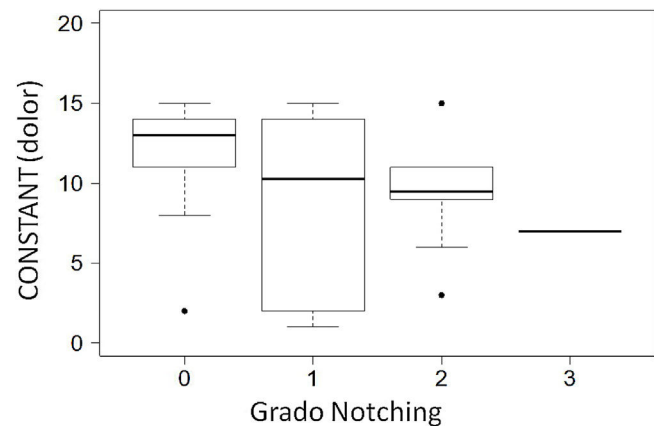


Figura 3 Dolor en función del grado de *notching*. La presencia de *notching* escapular fue asociada con puntuaciones significativamente peores en la escala del dolor. $p = 0,012$.

términos de probabilidad- con el paso del tiempo. Al final del seguimiento, la probabilidad de *notching* se situó en el 0,2. Existen numerosas propuestas en la literatura para evitar el *notching* escapular.

Wilde et al.¹⁸ llegan a la conclusión de que la colocación inferior del componente glenoideo supone la medida más eficaz para evitar el *notching* escapular. Nuestra experiencia corrobora dichos estudios, ya que la colocación inferior del componente glenoideo es la principal medida que hemos adoptado para disminuir la frecuencia de este problema. En las primeras prótesis colocadas en nuestro hospital, el componente glenoideo se colocó muy centrado en la glena lo que favoreció la aparición de *notching*. A medida que los cirujanos ganaron experiencia y siguiendo las recomendaciones de los estudios publicados, se fue colocando la glena cada vez más inferior, disminuyendo de esta manera la aparición de *notching* escapular. Dicha curva de aprendizaje, que consideramos inevitable en todo profesional que comience a realizar intervenciones de prótesis invertidas de hombro, puede acortarse en el tiempo con ciertos conceptos biomecánicos, especialmente a la hora de la colocación del componente glenoideo. Además, para la mejor visualización de la glena, recomendamos un abordaje deltopectoral.

El aumento del diámetro de la glenosfera y la lateralización del centro de rotación constituyen las otras dos principales medidas para disminuir la probabilidad de aparición del *notching* escapular^{19–22}. En un estudio reciente, Torrens et al.²³ describe la aparición de menos *notching* escapular con el empleo de glenosferas más grandes que con el uso de glenosferas más pequeñas y excéntricas, aunque sin diferencias significativas entre ambos grupos. Aun aumentado el tamaño de la glenosfera y lateralizando el centro de rotación, en nuestra serie no hemos conseguido mejorar la probabilidad de aparición del *notching* escapular del 0,2 en las últimas prótesis colocadas.

Walch et al.²⁴ encuentra una disminución de las complicaciones con el aumento de la experiencia del cirujano, sin embargo, no encuentra una disminución en la aparición del *notching* escapular con el aumento de la experiencia.

La prótesis invertida de hombro es una buena solución para la artropatía de hombro secundaria a la lesión irreparable del manguito de los rotadores. Sus buenos resultados clínicos han hecho que sea una opción para tener en cuenta en otros procesos, ampliándose sus indicaciones a otras patologías. Pero hemos de destacar que la etiología condiciona el resultado clínico-funcional del paciente. En nuestra serie, y tal y como confirman estudios previos^{6,25}, encontramos mejores resultados clínicos y funcionales tanto en la escala Constant como en el Quick-Dash en los pacientes a los que se les colocó una prótesis invertida de hombro por rotura masiva de manguito rotador, artropatía por rotura de manguito o artrosis primaria. Aquellos que fueron intervenidos por artrosis postraumática, fractura aguda o revisión protésica presentaron peores resultados.

Hemos encontrado elevados índices de *notching* escapular (40%), similares a lo publicado en la literatura con prótesis de diseño similar. Zumstein et al. publican en su metaanálisis una incidencia de *notching* escapular del 35,4%¹⁴, y Simovitch et al. publican tasas del 44%¹⁵.

Nuestro estudio también confirma lo publicado por Simovitch et al., quienes observaron que en caso de aparecer el *notching* escapular, este siempre ocurre en los primeros 14 meses¹⁵. En todos los pacientes que presentaron imágenes de *notching* escapular, estas aparecieron en los primeros 12 meses y se mantuvieron estables con el paso del tiempo. Sin embargo, Lévine et al. publican datos que sugieren

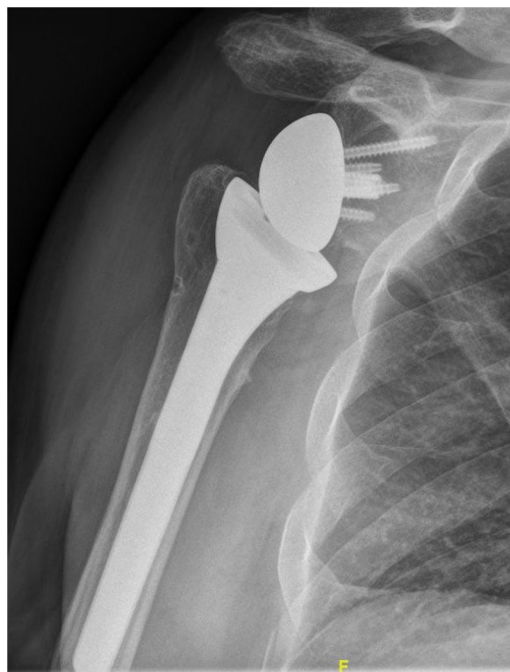


Figura 4 Imagen radiográfica de *notching* escapular donde se aprecia la erosión en el cuello de la glena producida por el choque contra el componente humeral.

lo contrario existiendo una relación directa del *notching* escapular con el tiempo de evolución²⁶. En nuestra serie la mayoría de los pacientes que presentaron imagen radiográfica de *notching* escapular eran de tipo I o II según la clasificación de Sirveaux, siendo de tipo III sólo en tres casos (fig. 4). Aunque el tiempo medio de seguimiento fue de 36 meses, son necesarios más estudios para aclarar los efectos sobre la estabilidad del componente glenoideo que tiene el *notching* escapular, incluso en grados leves.

En la literatura existe controversia acerca de la influencia del *notching* escapular en los resultados clínicos y funcionales^{5,15,26–28}. Algunos estudios han relacionado el *notching* escapular con peores resultados clínicos. Por el contrario, otros autores como Lévine et al.²⁶ no encuentran diferencias en cuanto a resultados clínicos atendiendo a la existencia o no de *notching* escapular. Lo que parece más aceptado en la literatura científica es que el *notching* escapular influye negativamente en la estabilidad del componente glenoideo, siendo causa de aflojamiento del mismo^{5,18,29}.

No fuimos capaces de encontrar diferencias estadísticamente significativas en los resultados en la escala Constant entre los pacientes que presentaron algún grado de *notching* escapular y los que no (fig. 2). En cambio, nuestra serie sí que muestra una asociación estadísticamente significativa entre la presencia de *notching* escapular y un peor resultado en cuanto a la valoración del dolor se refiere (fig. 3). Los pacientes que presentaban *notching* escapular grado I tuvieron más dolor que los pacientes sin *notching*. Los pacientes con *notching* escapular grado II y III presentaban a su vez, peores resultados que los de grado I, siendo todas estas asociaciones estadísticamente significativas. Por tanto, al igual que Simovitch et al.^{15,27}, pensamos que el *notching* escapular no

es únicamente un problema biomecánico, sino también un problema clínico.

Posiblemente el hecho de no haber podido eliminar por completo el *notching* escapular sea debido al diseño de las prótesis utilizadas, con un ángulo de 155° que facilita el choque del componente protésico humeral contra el pilar externo de la escápula. Otros diseños con ángulos de corte más agudos han logrado disminuir esta complicación³⁰.

Nuestro estudio tiene algunas limitaciones para tener en cuenta. La primera limitación es la propia naturaleza inherente de un diseño retrospectivo. En segundo lugar, no disponemos de un largo periodo de seguimiento, siendo la media de 36 meses. En tercer lugar, la inclusión dentro del estudio de diferentes patologías que provocaron la colocación de la prótesis invertida podría considerarse una limitación, puesto que algunas de ellas se relacionan con menor incidencia del *notching* escapular. Por ejemplo, en las prótesis invertidas colocadas por fracturas, la amplia exposición glenoidea durante la cirugía favorece la colocación más precisa del componente glenoideo. En cuarto lugar, sólo se evalúa la medición del grado de *notching* escapular con estudio radiográfico simple. Finalmente, el hecho de incluir tres modelos diferentes de prótesis invertida puede condicionar también los resultados finales.

Conclusión

Los resultados de nuestro estudio indican que la aparición de *notching* escapular tras la cirugía de prótesis invertida de hombro ha disminuido conforme aumentaba la experiencia de los cirujanos, posiblemente relacionado con el hecho de que en la curva de aprendizaje se ha mejorado la posición del componente glenoideo (colocándolo más inferior). La aparición de *notching* escapular está relacionada con una menor puntuación en cuanto al dolor en la escala Constant, aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el Constant total entre los pacientes que presentan *notching* escapular respecto a los pacientes en los que no aparece el *notching*. Son necesarios más estudios a largo plazo para determinar si resultados similares se mantienen en el tiempo.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia III.

Conflicto de intereses

Los autores declaran la ausencia de conflicto de intereses con respecto a la investigación, autoría y/o publicación del presente artículo.

Financiación

Los autores declaran que no han recibido financiación para la realización de la presente investigación, la preparación del artículo, ni su publicación.

Confidencialidad de los datos

Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes y que en este estudio no aparecen datos que permitan la identificación del paciente.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado

Los autores declaran que en este estudio no aparecen datos que permitan la identificación del paciente.

Bibliografía

- Boileau P, Watkinson DJ, Hatzidakis AM, Balg F. Grammont reverse prosthesis: design, rationale, and biomechanics. *J Shoulder Elbow Surg.* 2005;14:147-61S, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2004.10.006>.
- Boileau P, Gonzalez J-F, Chuinard C, Bicknell R, Walch G. Reverse total shoulder arthroplasty after failed rotator cuff surgery. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009 Jun 30;18:600-6, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2009.03.011>.
- Goldberg SS, Bell JE, Kim HJ, Bak SF, Levine WN, Bigliani LU. Hemiarthroplasty for the Rotator Cuff-Deficient Shoulder. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90:554-9, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.F.01029>.
- Grammont PM, Baulot E. The classic: Delta shoulder prosthesis for rotator cuff rupture. *Orthopedics.* 1993;16:65-8.
- 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. *J Bone Joint Surg Br.* 2004;86:388-95, <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620X.86B3>.
- 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.* 2007 Jul 2;89:1476-85, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.F.00666>.
- Werner CML. 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.* 2005 Jul 1;87:1476-86, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.D.02342>.
- Bufquin T, Hersan A, Hubert L, Massin P. Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of three-and four-part fractures of the proximal humerus in the elderly A prospective review of 43 cases with a short-term follow-up. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89:516-20, <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620X.89B4>.
- 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 Oct 1;19:1076-84, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2009.11.049>.
- Levy JCJ, Virani NN, Pupello DD, Frankle MM. Use of the reverse shoulder prosthesis for the treatment of failed hemiarthroplasty in patients with glenohumeral arthritis and rotator cuff deficiency. *J Bone Joint Surg Br.* 2007 Jan 31;89:189-95, <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620X.89B2.18161>.
- Rittmeister M, Kerschbaumer F. Grammont reverse total shoulder arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis and nonreconstructible rotator cuff lesions. *J Shoulder Elbow Surg.* 2000 Dec 31;10:17-22, <http://dx.doi.org/10.1067/mse.2001.110515>.
- 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 Aug;72:474-7.

13. Willis M, Min W, Brooks JP, Mulieri P, Walker M, Pupello D, et al. Proximal humeral malunion treated with reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012 Mar 31;21:507–13, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2011.01.042>.
14. Zumstein MA, Pinedo M, Old J, Boileau P. Problems, complications, reoperations, and revisions in reverse total shoulder arthroplasty: a systematic review. *J Shoulder Elbow Surgery.* 2011;20:146–57, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2010.08.001>.
15. 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.* 2007 Mar 1;89:588–600, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.F.00226>.
16. Constant CR, Murley AG. A Clinical Method of Functional Assessment of the Shoulder. *Clin Orth Relat Res.* 1987;160–4.
17. Beaton DE, Wright JG, Katz JN. Development of the QuickDASH: comparison of three item-reduction approaches. *J Bone Joint Surg Am.* 2005 May;87:1038–46, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.D.02060>.
18. De Wilde LF, Poncet D, Middernacht B, Ekelund A. Prosthetic overhang is the most effective way to prevent scapular conflict in a reverse total shoulder prosthesis. *Acta Orthop.* 2010;81:719–26, <http://dx.doi.org/10.3109/17453674.2010.538354>.
19. Friedman R, Barcel DA, Eichinger JK. Scapular Notching in Reverse Shoulder Arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg.* 2019;27:200–9, <http://dx.doi.org/10.5435/JAAOS-D-17-00026>.
20. Lawrence C, Williams GR, Namdari S. Influence of glenosphere design on outcomes and complications of reverse arthroplasty: A systematic review. *Clin Orthop Surg.* 2016;8:288–97.
21. Greiner S, Schmidt C, Herrmann S, Pauly S, Perka C. Clinical performance of lateralized versus non-lateralized reverse shoulder arthroplasty: A prospective randomized study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015;24:1397–404.
22. Athwal GS, MacDermid JC, Reddy KM, Marsh JP, Faber KJ, Drosdowech D. Does bony increased-offset reverse shoulder arthroplasty decrease scapular notching? *J Shoulder Elbow Surg.* 2015;24:468–73.
23. Torrens C, Miquel J, Martínez R, Santana F. Can small glenospheres with eccentricity reduce scapular notching as effectively as large glenospheres without eccentricity? A prospective randomized study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2020 Feb;29:217–24, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2019.09.030>.
24. Walch G, Bacle G, Lädermann A, Nové-Josserand L, Smithers CJ. Do the indications, results, and complications of reverse shoulder arthroplasty change with surgeon's experience? *J Shoulder Elbow Surgery.* 2012 Nov 1;21:1470–7, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2011.11.010>.
25. 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 Surgery.* 2006 Sep;15:527–40, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2006.01.003>.
26. Lévigne C, Boileau P, Favard L, Garaud P, Molé D, Sirveaux F, et al. Scapular notching in reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surgery.* 2008 Oct 31;17:925–35, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2008.02.010>.
27. Symovitch R, Flurin P-H, Writgt T, Zuckerman J, Roche C. Impact of scapular notching on reverse total shoulder arthroplasty mid-term outcomes: 5-year minimum follow-up. *J Shoulder Elbow Surgery.* 2019:1–7.
28. Mollon B, Mahure SA, Roche CP, Zuckerman JD. Impact of scapular notching on clinical outcomes after reverse total shoulder arthroplasty: An analysis of 476 shoulders. *J Shoulder Elbow Surg.* 2017;7:1253–61.
29. Boileau P, Chuinard C, Roussanne Y, Bicknell RT, Rochet N, Trojani C. Reverse shoulder arthroplasty combined with a modified latissimus dorsi and teres major tendon transfer for shoulder pseudoparalysis associated with dropping arm. *Clin Orth Relat Res.* 2008;466:584–93, <http://dx.doi.org/10.1007/s11999-008-0114-x>.
30. Merolla G, Walch G, Ascione F, Paladini P, Fabbri E, Padolino A, et al. Grammont Humeral Desing versus onlay curvesystem reverse shoulder arthroplasty: comparison of clinical and radiographic outcomes with minimum 2-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg.* 2018 Apr;27:701–10, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2017.10.016>. Epub 2017 Dec 28.