

Lateralización y distalización objetiva en prótesis reversa de lateralización glenoidea

Daniela Gutiérrez-Zúñiga, Felipe Valbuena-Bernal,
Santiago Piñeros, Mauricio Largacha
Clínica del Country, Bogotá, Colombia

RESUMEN

Introducción: la artroplastia reversa de hombro (RSA, por su nombre en inglés) con un centro de rotación lateralizado ha demostrado reducir las tasas de *notching*, restaurar el contorno del hombro y mejorar la rotación externa. La lateralización puede lograrse desde el componente glenoideo o desde el vástago humeral. Boutsadis *et al.* describieron dos mediciones angulares en radiografías postoperatorias para determinar objetivamente la lateralización y la distalización en la RSA: el ángulo de lateralización del hombro (LSA, por su nombre en inglés) y el ángulo de distalización del hombro (DSA, por su nombre en inglés). Estas mediciones son reproducibles y se correlacionan con los resultados funcionales y la amplitud de movimiento. La prótesis DJO (DJO Surgical, Austin, TX, EE. UU.) presenta una glenosfera con centro de rotación lateralizado, con un ángulo cuello-eje de 135°. Este implante ha dado resultados clínicos satisfactorios en los estudios de seguimiento a medio y largo plazo. Hasta la fecha, no se ha descrito la medición objetiva de los índices de lateralización y su asociación con la amplitud de movimiento postoperatorio mediante LSA y DSA en este tipo de implante.

Materiales y métodos: se realizó una revisión retrospectiva de las artroplastias inversas de hombro efectuadas en una única institución por un único cirujano de hombro formado en la especialidad (autor principal) entre enero de 2014 y abril de 2021. Se incluyeron los pacientes que se sometieron a una RSA por artropatía del manguito rotador o por osteoartritis glenohumeral primaria con un implante lateralizado en el lado de la glenoides y un ángulo cuello-eje de 135°. En todos los pacientes se obtuvo una radiografía postoperatoria para evaluar las medidas radiográficas de la LSA y la DSA. Las radiografías fueron revisadas de manera independiente por tres autores y se evaluó la concordancia entre los examinadores.

Resultados: un total de treinta y nueve pacientes cumplieron los criterios de inclusión. Su edad media fue de 77.5 años, y la distribución por sexos fue de un 74.3% de mujeres. La mediana final de rotación externa activa fue de 26° y la mediana final de flexión activa hacia adelante fue de 125°. El análisis radiográfico realizado por los tres revisores dio como resultado un ángulo de lateralización con un punto de corte de 93° (73° – 118°) y un ángulo de distalización con un punto de corte de 40° (15° – 65°). El coeficiente de correlación entre los tres evaluadores para el ángulo de lateralización fue de 0.59 y para el ángulo de distalización fue de 0.79.

Discusión: el principal hallazgo de esta investigación es que un implante RSA con lateralización glenoidea proporciona una lateralización objetiva con LSA de 93° y una distalización con DSA de 40°. Estos resultados cumplen el rango ideal para la restauración óptima del movimiento. Las mediciones radiográficas postoperatorias de la lateralización y la distalización para este tipo de implante son reproducibles entre diferentes observadores.

Nivel de evidencia: IV

Palabras clave: Artroplastia Reversa de Hombro; Lateralización; Distalización; Rango de Movimiento

ABSTRACT

Introduction: reverse shoulder arthroplasty (RSA) with a lateralized center of rotation has proven to reduce *notching* rates, restore shoulder contour and improve external rotation. Lateralization can be achieved from the glenoid component or from the humeral stem. Boutsadis *et al.* described two angular measurements on postoperative radiographs to objectively determine lateralization and distalization in RSA: the lateralization shoulder angle (LSA) and the distalization shoulder angle (DSA). These measurements are reproducible, and they correlate with functional outcomes and range of motion. The DJO prosthesis (DJO Surgical, Austin, TX, USA) features a lateralized center of rotation glenosphere, with a neck-shaft angle of 135°. This implant has yielded satisfactory clinical outcomes in the medium, and long term follow-up studies. To date, objective measurement of lateralization rates and their association postoperative range of motion using LSA and DSA has not been described in this type of implant.

Materials and methods: a retrospective review was performed of reverse shoulder arthroplasties performed in a single institution by a single fellowship trained shoulder surgeon (senior author) between January 2014 and April 2021. Patients were included if they underwent a RSA for rotator cuff arthropathy or primary glenohumeral osteoarthritis with a glenoid-side lateralized implant and a 135° neck-shaft angle. In all patients, a postoperative X-ray was obtained in order to evaluate the radiographic measurements of LSA and DSA. Radiographs were independently reviewed by three authors and the agreement between the examiners was assessed.

Results: a total of thirty-nine patients met the inclusion criteria. Their average age was 77.5 years, the sex distribution was 74.3% female patients. Final median active external rotation was 26° and final median active forward flexion was 125°. The radiographic analysis performed by the three reviewers resulted in a lateralization angle with a cut-off point of 93° (73° – 118°) and a distalization angle with a cut-off point of 40° (15° – 65°). The correlation coefficient between the three evaluators for the lateralization angle was 0.59 and for the distalization angle was 0.79.

Discussion: the main finding of this research is that an RSA implant with glenoid-side lateralization provides an objective lateralization with LSA of 93° and a distalization with DSA of 40°. These results met the ideal range for optimal restoration of motion. Postoperative radiographic lateralization and distalization measurements for this type of implant are reproducible between different observers.

Level of evidence: IV

Keywords: Reverse Shoulder Arthroplasty; Lateralization; Distalization; Range of Motion; Glenoid Offset

INTRODUCCIÓN

La artroplastia de hombro con prótesis reversa es una solución efectiva y cada vez más utilizada en el mundo para

Daniela Gutiérrez-Zúñiga

cdanielagz92@gmail.com

Recibido: Julio de 2022. Aceptado: Julio de 2022.

el tratamiento de pacientes con artropatía del manguito rotador y artrosis glenohumeral.¹ Si bien el diseño original de Grammont se basaba en un principio de implante semiconstreñido, con un centro de rotación medializado y distalizado, este diseño presentaba complicaciones inherentes como el *notching* inferior en la glenoides, la pérdida del contorno del hombro o la limitación para restaurar la rotación externa. Esto motivó la creación de modificaciones en los diseños protésicos con la lateralización del centro de rotación.² Las prótesis con diseño lateralizado, de acuerdo a diferentes estudios comparativos y revisiones sistemáticas, han demostrado reducir las tasas de *notching*, restaurar el contorno del hombro y mejorar el arco de movimiento en rotación externa.³⁻⁵ La lateralización del centro de rotación puede lograrse desde el componente glenoideo (modificando en el diseño de la glenosfera la metaglena, o con uso de injerto biológico) o desde el implante humeral (modificando el ángulo cervicodiafisario o con diseños *onlay*).

Diferentes autores han evaluado mediciones radiográficas objetivas para determinar el grado de lateralización y distalización de diferentes diseños de prótesis reversa para así estudiar su relación con los desenlaces clínicos. Boutsadis en 2018 detalló dos mediciones angulares en radiografías postoperatorias, descritas como en ángulo de lateralización del hombro (LSA, por su nombre en inglés) y el ángulo de distalización del hombro (DSA, por su nombre en inglés).⁶ Estas mediciones han demostrado ser reproducibles y se correlacionan con desenlaces clínicos funcionales y arco de movimiento.

Si bien estas mediciones se han evaluado en diferentes diseños protésicos, la mayoría corresponden a estudios con implantes que lateralizan el centro de rotación con modificaciones del componente humeral o con modificaciones tanto en el vástago como en el componente glenoideo.⁷ La prótesis DJO (DJO Surgical, Austin, TX, EE. UU.) tiene un diseño de lateralización predominantemente glenoideo, con un ángulo cervicodiafisario a 135° que ha demostrado resultados clínicos satisfactorios a mediano y largo plazo, con bajas tasas de *notching* y sobrecarga del implante de hasta 91% a diez años.⁸ A la fecha no se ha descrito en este tipo de diseño la medición objetiva con los ángulos LSA y DSA de las tasas de lateralización y su asociación con el rango de movimiento final de los pacientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una evaluación retrospectiva de las artroplastias de hombro con prótesis reversa efectuadas entre enero de 2014 y abril de 2021 en una única institución por un único cirujano de hombro con formación en la espe-

cialidad (autor principal). El estudio obtuvo la aprobación de la Junta Institucional. Se incluyeron los pacientes que se sometieron a una artroplastia de hombro por artropatía del manguito rotador o por artrosis glenohumeral primaria con un implante DJO, que cuenta con una glenosfera con centro de rotación lateralizado y un ángulo cervicodiafisario de 135°. La prótesis incluía un vástago humeral modular (DJO RSP®, DJO, Austin, TX, EE. UU.) o un vástago monobloque (DJO Monoblock®, DJO Global, Austin, TX, EE. UU.). Todos los vástagos se implantaron con una técnica de ajuste a presión no cementada. Se excluyeron los pacientes con RSA por fracturas de húmero proximal, procedimientos de revisión o lesiones del nervio axilar. También se excluyeron aquellos sin radiografías postoperatorias de alta calidad. Todos los pacientes tuvieron un seguimiento mínimo de seis meses.

Todas las RSA se realizaron mediante un abordaje deltopectoral, una tenotomía del subescapular y una tenodesis del bíceps. La metaglena, los tornillos periféricos y la glenosfera se implantaron siguiendo las indicaciones del fabricante, utilizando un centro de componentes de rotación lateralizado. No se efectuó la reparación del subescapular. En el postoperatorio, todos los pacientes siguieron el mismo protocolo, utilizando un cabestrillo de rotación neutra durante cuatro semanas, con inicio de la rehabilitación en la semana dos y hasta la semana siete.

En todos los pacientes se realizó una radiografía postoperatoria con una proyección lateral y AP verdadera de hombro para evaluar las mediciones radiográficas de acuerdo a lo descrito por Boutsadis.⁶ El LSA fue medido desde el punto más superior y lateral del tubérculo glenoideo, el punto más lateral del acromion y el borde más lateral de la tuberosidad mayor (fig. 1). El DSA fue tomado desde el punto más lateral del acromion el tubérculo glenoideo y el borde más superior de la tuberosidad mayor (fig. 2). Para evaluar la reproducibilidad de las mediciones, estas fueron tomadas por tres de los autores (un médico general, un cirujano de hombro, un *felllow* en cirugía de hombro) y se evaluó la concordancia entre ellos.

En todos los pacientes se registraron variables demográficas y los datos registrados en rango de movimiento en flexión anterógrada y rotación externa en el seguimiento final.

Análisis estadístico

Se realizó un estudio descriptivo de cada una de las variables según su naturaleza. Se utilizó el *software* STATA para el análisis estadístico. Para las variables cuantitativas se calcularon medidas de tendencia central y dispersión siguiendo patrón de normalidad, evaluada por medio de distribución de normalidad de Gauss (prueba de Shapiro-Wilk); las variables cualitativas se calcularon en

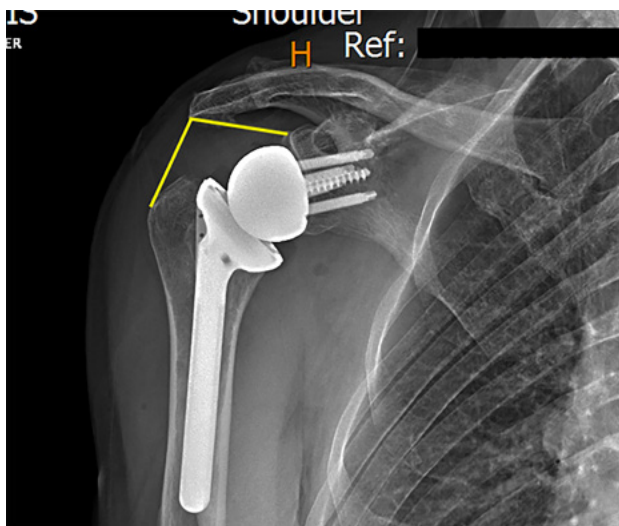


Figura 1: Medición de ángulo de lateralización.

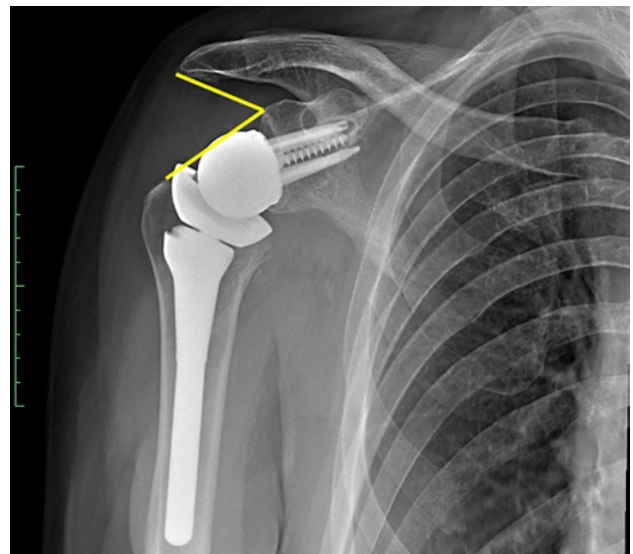


Figura 2: Medición de ángulo de distalización.

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE LOS PACIENTES

Variable	N = 39
Edad, años \pm DS (rango)	77.5 \pm 2 (50-87)
Mujeres, n (%)	29 (74.3%)
Hombres, n (%)	10 (25.7%)
Implantes de lateralidad derecha, n (%)	26 (66.6%)
Implantes de lateralidad izquierda, n (%)	13 (33.3%)
Tipo de vástago	
Modular, n (%)	34 (87.1%)
Monobloque, n (%)	5 (12.8%)
Arco de movimiento en seguimiento final en grados, mediana (rango)	
Rotación externa activa	26° (10° – 60°)
Flexión anterior activa	125 (70° – 160°)

proporciones y frecuencias. Los datos de medición de los ángulos de los tres evaluadores para lateralización y distalización fueron comparados mediante coeficiente de correlación intraclass siguiendo IC 95%; y para su interpretación se usó la valoración del coeficiente de kappa (escala de Landis y Koch)⁹ (Cerdeira). Para calcular el ICC se usaron los siguientes supuestos: modelo bidireccional, de acuerdo mutuo entre los tres evaluadores.

Se determinó la correlación interobservador con coeficiente de correlación interclass ICC de 2 por 2 para un intervalo de confianza de 95% para evaluar la reproducibilidad de las mediciones radiográficas. Se consideró un valor $p < 0.5$ como estadísticamente significativo.

RESULTADOS

Durante el periodo de estudio treinta y nueve pacientes cumplieron los criterios de inclusión, con un promedio de edad de 77.5 años, la distribución por sexo fue 74.3% para el femenino y 25.6%, masculino (Tabla 1). El tipo de prótesis de hombro inversa de DJO, con el 87.1% vástagos modulares (DJO RSP®, DJO, Austin, TX, EE. UU.) y el 12.8% vástagos monobloque (DJO Monoblock®, DJO Global, Austin, TX, EE. UU.). La mayoría de las prótesis fueron derechas. Durante el tiempo de seguimiento ningún paciente requirió procedimientos de revisión. No se presentaron fracturas por estrés del acromion.

Las mediciones de los ángulos LSA y DSA se realizaron según las indicaciones encontradas en la literatura.⁶ En la valoración de radiografías se encontró que para los tres evaluadores el promedio de lateralización con este tipo de implante fue de 93° y el de distalización de 40° (Tabla 2).

Para el ángulo de lateralización los resultados se ilustran en la figura 3. El coeficiente de correlación entre los tres evaluadores para el ángulo de lateralización fue de 0.59, considerado como acuerdo moderado ($p < 0.01$). La concordancia del ángulo de distalización se encuentra ilustrada en la figura 4. El coeficiente de correlación entre los tres evaluadores para el ángulo de distalización fue de 0.79, considerado como acuerdo bueno ($p < 0.01$). Al evaluar los arcos de movimiento finales en el último control registrado, se encontró que la mediana de rotación externa fue 26° (IQ 15° – 25°), y la mediana de flexión fue 125° (IQ 110° – 140°).

DISCUSIÓN

El principal hallazgo de este estudio es que la prótesis

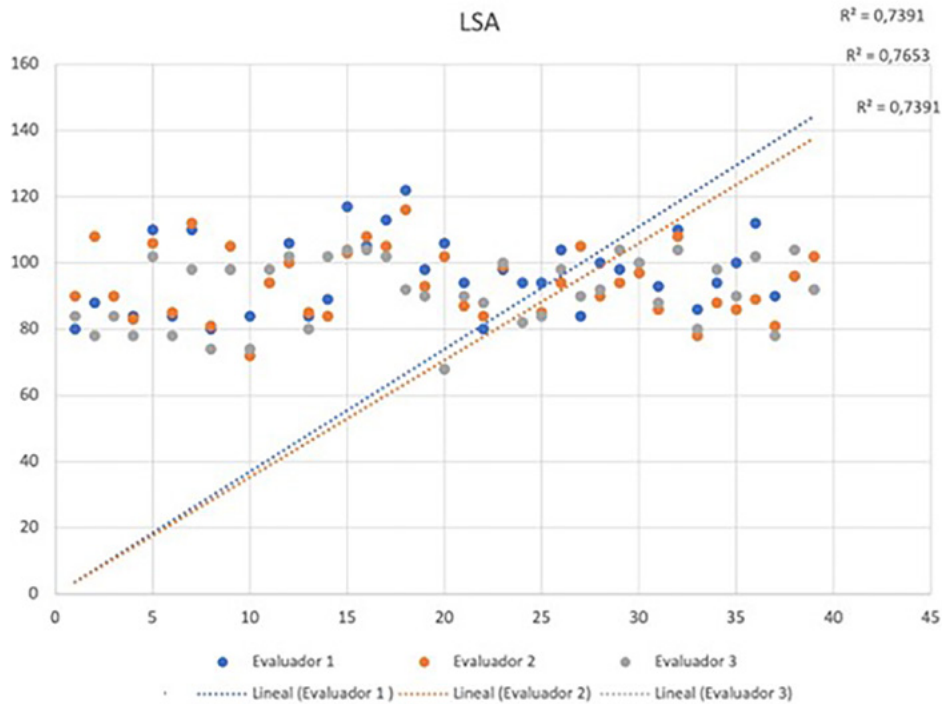


Figura 3: Valores de ángulo de lateralización, evaluación de la concordancia entre los tres evaluadores (n = 39).

de DJO con lateralización desde el componente glenoideo logra una lateralización objetiva con LSA de 93° y una distalización con DSA de 40° , los que se encuentran en el rango ideal para la recuperación óptima de movilidad de acuerdo a la descripción inicial de estas mediciones.⁶ El promedio de rotación externa final en este grupo de pacientes es de 26° , y de flexión de 120° . Estas mediciones se encuentran dentro del rango para recuperar la movilidad funcional del hombro y la capacidad de realizar actividades diarias que implican flexión y rotación externa del hombro.¹⁰ Las mediciones de lateralización y distalización en radiografía postoperatoria para este tipo de implante son reproducibles entre diferentes observadores.

En la descripción original de Boutsadis se encontró que valores mayores de LSA, específicamente entre 75° y 96° se correlacionan con una mejor rotación externa, así como con un mejor arco de movimiento en flexión y funcionalidad por escala de Constant y ADLER.⁶ La distalización por DSA entre 40° y 65° presentó una mejor abducción y elevación. Además, y de acuerdo a lo encontrado en el presente estudio, existe una correlación negativa entre ambos ángulos, lo que evidencia que a mayor distalización se logra una menor lateralización. Al compararse con las mediciones del estudio original de Boutsadis, nuestra cohorte de pacientes indica que un implante de lateralización glenoidea obtiene una lateralización entre los rangos ideal para lograr una mejoría significativa en la rotación externa activa y el ángulo de distalización dentro del rango ideal para alcanzar una mejor elevación y abducción.

TABLA 2. MEDICIONES RADIOGRÁFICAS POR TRES EVALUADORES

	LSA	DSA
Evaluador 1, mediana (rango)	94° ($80^\circ - 122^\circ$)	36° ($18^\circ - 64^\circ$)
Evaluador 2, mediana (rango)	93° ($72^\circ - 116^\circ$)	40° ($10^\circ - 68^\circ$)
Evaluador 3, mediana (rango)	92° ($68^\circ - 105^\circ$)	40° ($14^\circ - 64^\circ$)

LSA: Lateralization Shoulder Angle. DSA: Distalization Shoulder Angle.

Diferentes estudios han evaluado la aplicabilidad de estas mediciones y su implicación en los desenlaces funcionales en diferentes tipos de implante.¹¹⁻¹³ Bernal y cols. compararon estas mediciones en prótesis de diseño clásico de Grammont, lateralización biológica glenoidea y lateralización metálica, encontraron que el LSA fue significativamente mayor en el grupo de lateralización metálica y el DSA mayor en diseño BIO-RSA.¹¹ No hallaron una correlación significativa con desenlaces funcionales. Por otra parte, Erickson y cols., analizando prótesis con lateralización tanto glenoidea como humeral, encontraron que, de diferentes mediciones, el LSA es el de mayor asociación con desenlaces como rotación interna, flexión anterior y mejoría funcional por escala de ASES.¹² Estas mediciones radiográficas también han demostrado relacionarse con las complicaciones potenciales de un diseño laterali-

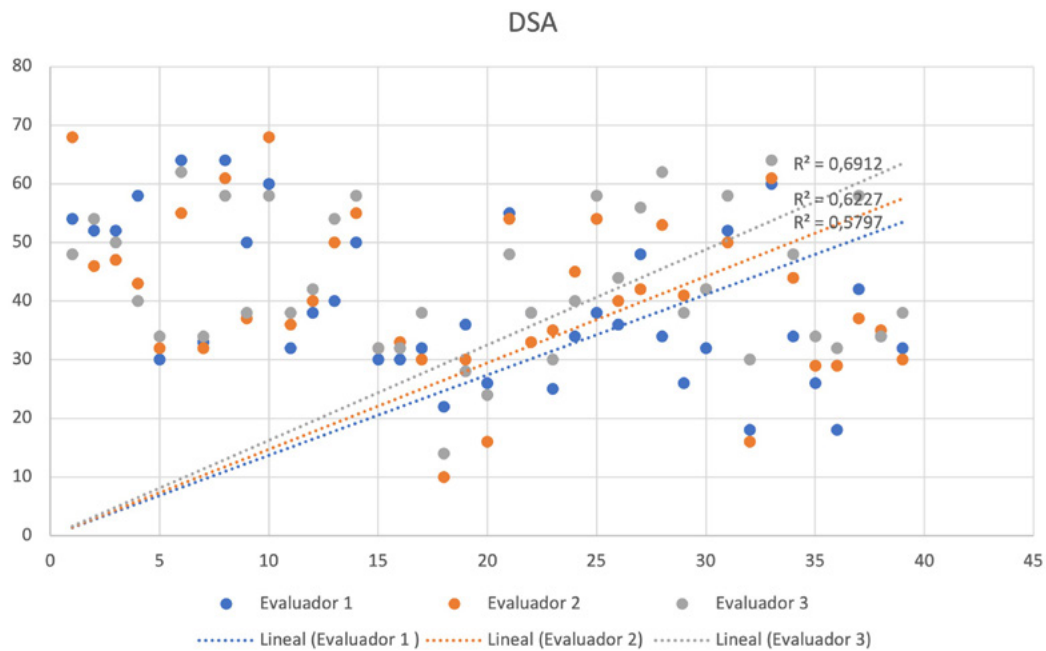


Figura 4: Valores de ángulo de distalización, evaluación de la concordancia entre los tres evaluadores (n = 39).

zado y distalizado. El análisis de Hill y cols., muestra que un mayor LSA prequirúrgico y un menor cambio de LSA postoperatorio se asoció con fracturas acromiales por estrés.¹³ Al evaluar los desenlaces de nuestro estudio se descubre que, con respecto a otros estudios con prótesis de lateralización humeral o combinada, este tipo de implante genera un menor grado de distalización objetiva, lo cual puede implicar menores complicaciones como fractura por estrés, de las que no se presentó ninguna en el tiempo de seguimiento de nuestros pacientes.

El desarrollo de diversos diseños protésicos en prótesis reversa ha buscado dar respuesta a las limitaciones del diseño clásico de Grammont.² Lateralizar el centro de rotación de la prótesis ha demostrado optimizar el brazo de palanca de los rotadores externos, reducir el *notching* y con ello el aflojamiento potencial de la metaglena y mejorar el arco de movimiento rotacional y en aducción. Werthel analizó veintidós implantes disponibles en el mercado, encontró que existe una alta variabilidad en la lateralización lograda por diferentes implantes, realizadas tanto desde el componente glenoideo como desde el componente humeral. Los autores concluyen que, aunque la literatura establece que existe beneficio clínico en la selección de un implante lateralizado, aún no es clara la lateralización global ideal de una prótesis, así como el porcentaje de lateralización a expensas del cada componente del implante.⁷

Las fortalezas de este estudio corresponden con una cohorte homogénea de pacientes, operados con técnica quirúrgica estandarizada por un mismo cirujano y un protocolo de rehabilitación también estandarizado. Se ex-

cluyeron pacientes con artroplastia por fracturas de húmero proximal, dado que la posición posterior a la consolidación de las tuberosidades puede generar variabilidad en estos ángulos. Por otra parte, las mediciones fueron analizadas por tres evaluadores diferentes para determinar su reproducibilidad.

Las limitaciones corresponden a su diseño observacional retrospectivo, sin grupo comparador. Además, aunque las mediciones son reproducibles y su medición es sencilla en radiografías postoperatorias, pueden ser difíciles de evaluar en el planeamiento quirúrgico o en el intraoperatorio, por lo que su aplicabilidad clínica puede ser limitada. Por otra parte, solo fueron elegibles treinta y nueve pacientes, dada la necesidad de excluir aquellos con radiografías de calidad subóptima.

CONCLUSIONES

Un implante con lateralización desde la glenosfera (prótesis reversa DJO, Austin, TX, EE. UU.) provee una lateralización objetiva con un LSA de 93° y un DSA de 40°. Estos resultados se encuentran dentro del rango ideal de lateralización y distalización para la recuperación de rango de movimiento, respectivamente. Las mediciones de estos ángulos en las radiografías postoperatorias son reproducibles entre diferentes observadores.

Conflictos de intereses: la presente investigación no ha recibido ninguna beca específica de agencias de los sectores público, comercial, o sin ánimo de lucro.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lubbeke A; Rees JL; Barea C; Combescure C; Carr AJ; Silman AJ. International variation in shoulder arthroplasty. *Acta Orthop*, 2017; 88(6): 592-9. DOI: 10.1080/17453674.2017.1368884.
2. Sheth U; Saltzman M. Reverse total shoulder arthroplasty: Implant design considerations. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2019; 12(4): 554-61. DOI: 10.1007/s12178-019-09585-z.
3. Boileau P; Moineau G; Roussanne Y; O'Shea K. Bony increased-offset reversed shoulder arthroplasty: minimizing scapular impingement while maximizing glenoid fixation. *Clin Orthop Relat Res*, 2011; 469(9): 2558-67. DOI: 10.1007/s11999-011-1775-4.
4. Nunes B; Linhares D; Costa F; Neves N; Claro R; Silva MR. Lateralized versus nonlateralized glenospheres in reverse shoulder arthroplasty: a systematic review with meta-analysis. *J Shoulder Elbow Surg*, 2021; 30(7): 1700-13. DOI: S1058-2746(20)30837-5.
5. Nunes J; Andrade R; Azevedo C; Ferreira NV; Oliveira N; Calvo E; et al. Improved clinical outcomes after lateralized reverse shoulder arthroplasty: A systematic review. *Clin Orthop Relat Res*, 2022; 480(5): 949-57. DOI: 10.1097/CORR.0000000000002065.
6. Boutsiadis A; Lenoir H; Denard PJ; Panisset JC; Brossard P; Delsol P; et al. The lateralization and distalization shoulder angles are important determinants of clinical outcomes in reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*, 2018; 27(7): 1226-34. DOI: S1058-2746(18)30117-4.
7. Werthel JD; Walch G; Vegehan E; Deransart P; Sanchez-Sotelo J; Valenti P. Lateralization in reverse shoulder arthroplasty: a descriptive analysis of different implants in current practice. *Int Orthop*, 2019; 43(10): 2349-60. DOI: 10.1007/s00264-019-04365-3.
8. Cuff DJ; Pupello DR; Santoni BG; Clark RE; Frankle MA. Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of rotator cuff deficiency: A concise follow-up; at a minimum of 10 years, of previous reports. *J Bone Joint Surg Am*, 2017; 99(22): 1895-9. DOI: 10.2106/JBJS.17.00175.
9. 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. DOI: 10.2106/JBJS.D.02813.
10. 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 Orthop Relat Res*, 2008; 466(3): 584-93. DOI: 10.1007/s11999-008-0114-x.
11. Bernal N; Paccot D; Franz P; Calvo A; Toro F; Reinares F. Comparative analysis of three models of reverse shoulder prosthesis based on the new angles of distalization and lateralization. *Acta Ortop Mex*, 2021; 35(3): 245-51. DOI: S2306-4102(21)102361-0.
12. Erickson BJ; Werner BC; Griffin JW; Gobeze R; Lederman E; Sears BW; et al. A comprehensive evaluation of the association of radiographic measures of lateralization on clinical outcomes following reverse total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*, 2022; 31(5): 963-70. DOI: 10.1016/j.jse.2021.10.010.
13. Hill JR; Khan A; Bechtold D; Ganapathy P; Zmistowski B; Aleem A; et al. Humeral position after reverse shoulder arthroplasty as measured by lateralization and distalization angles and association with acromial stress fracture; a case-control study. *Seminars in Arthroplasty: JSES*, 2022; 32(1): 195-201. DOI: 10.1053/j.sart.2021.07.002.