

Artroplastia inversa de hombro personalizada para defectos óseos glenoideos severos posoperatorios. Estudio retrospectivo de casos clínicos

Diego J. Gómez, Nadia Gabotto Loredo, Gonzalo M. Viollaz, Gustavo Teruya, Álvaro Muratore, Alejandro Tedeschi, Lucio Gutiérrez, Rafael Durán, Santiago Ávila Posada, Daniel Moya

Equipo de Miembro Superior, Hospital Británico de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

Introducción: La pérdida ósea glenoidea complica las revisiones de una artroplastia inversa de hombro. Los implantes glenoideos personalizados impresos en 3D permiten reconstruir, con precisión, defectos severos. **Objetivos:** Evaluar los resultados clínicos y radiográficos de las metaglenas personalizadas en revisiones de artroplastias inversas de hombro con defectos glenoideos severos, así como registrar las complicaciones intra y posoperatorias. **Materiales y Métodos:** Serie retrospectiva de 8 pacientes consecutivos (junio 2022-mayo 2023) con defectos tipo Gohlke ≥ 3 sometidos a una artroplastia inversa de hombro de revisión con metaglenas de titanio planificadas en 3D sobre una tomografía. Se analizaron la movilidad y la función, el dolor, el tiempo quirúrgico y la integración radiográfica; seguimiento de 12 meses. **Resultados:** Los rangos de movilidad se incrementaron: la elevación anterior aumentó $78,8^\circ$ ($p < 0,001$); la rotación externa, $7,5^\circ$ ($p = 0,019$); la rotación interna, desde el nivel glúteo (trocánter-L5) a un promedio de T12 (rango T7-nivel glúteo). El dolor disminuyó 6,4 puntos ($p < 0,001$). La escala de Constant-Murley aumentó 48,9 puntos ($p < 0,001$). Se constató la integración ósea completa en 7 casos; el restante tenía líneas radiolúcidas sin aflojamiento. No se registraron complicaciones mayores. **Conclusiones:** En las revisiones de artroplastias inversas de hombro con defectos glenoideos severos, las metaglenas impresas en 3D restauran la anatomía, mejoran significativamente la función y reducen el dolor al primer año, con una alta tasa de integración y baja morbilidad. **Palabras clave:** Artroplastia inversa de hombro; defectos óseos glenoideos; implantes personalizados; impresión 3D; revisión quirúrgica.

Nivel de Evidencia: IV

Custom Reverse Shoulder Arthroplasty for Severe Postoperative Glenoid Bone Defects: A Retrospective Case Series

ABSTRACT

Introduction: Glenoid bone loss complicates revision reverse shoulder arthroplasty. Patient-specific 3D-printed glenoid implants allow accurate reconstruction of severe defects. **Objective:** To evaluate the clinical and radiographic outcomes of customized glenoid baseplates in revision reverse shoulder arthroplasty with severe glenoid defects, and to record intraoperative and postoperative complications. **Materials and Methods:** A retrospective series of eight consecutive patients (June 2022-May 2023) with Gohlke type ≥ 3 defects who underwent revision reverse shoulder arthroplasty with 3D-planned titanium glenoid baseplates based on computed tomography. Range of motion, function, pain, surgical time, and radiographic integration were analyzed, with a 12-month follow-up. **Results:** Range of motion improved significantly: forward elevation increased by 78.8° ($p < 0.001$), external rotation by 7.5° ($p = 0.019$), and internal rotation improved from the gluteal level (trochanter-L5) to a mean of T12 (range: T7-gluteal level). Pain decreased by 6.4 points ($p < 0.001$). The Constant-Murley score increased by 48.9 points ($p < 0.001$). Complete osseointegration was observed in 7 cases; the remaining case showed radiolucent lines without loosening. No major complications were recorded. **Conclusions:** In revision reverse shoulder arthroplasty with severe glenoid bone defects, 3D-printed glenoid baseplates restore anatomy, significantly improve function, and reduce pain at one year, with a high rate of integration and low morbidity.

Keywords: Reverse shoulder arthroplasty; glenoid bone defects; patient-specific implants; 3D printing; revision surgery,

Level of Evidence: IV

Recibido el 22-7-2025. Aceptado luego de la evaluación el 20-10-2025 • Dra. NADIA GABOTTO LOREDO • Loredogabottonadia@gmail.com  <https://orcid.org/0009-0001-8122-0237>

Cómo citar este artículo: Gómez DJ, Gabotto Loredo N, Viollaz GM, Teruya G, Muratore Á, Tedeschi A, et al. Artroplastia inversa de hombro personalizada para defectos óseos glenoideos severos posoperatorios. Estudio retrospectivo de casos clínicos. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2026;91(2):103-117. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2026.91.2.2199>

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la artroplastia inversa de hombro ha surgido como una alternativa eficaz para la artropatía por rotura del manguito rotador. Por sus buenos resultados, se extendió a otras indicaciones, como fracturas de húmero proximal a 4 fragmentos en pacientes añosos, desgarros completos e irreparables del manguito rotador sin artropatía, y revisiones de osteosíntesis y hemiartroplastias fallidas.¹⁻³

La pérdida del capital óseo glenoideo es una complicación frecuente y desafiante al realizar una artroplastia inversa de hombro.^{4,5} Los defectos óseos glenoides son más frecuentes en cirugías de revisión de prótesis, debido a aflojamientos de la prótesis, sépticos o asépticos, fracturas glenoides periprotésicas y defectos traumáticos secundarios a la migración o protrusión de implantes utilizados para fracturas de húmero proximal.⁶⁻⁸

Existen diversas y complejas técnicas para abordar el déficit de capital óseo, como las revisiones en 1 o 2 tiempos con el uso de injerto óseo de cresta ilíaca o cabeza humeral, el uso de metaglenas con aumentación metálica, la técnica de la línea central alternativa de Mark Frankle e incluso una hemiartroplastia de rescate.^{4,5} Recientemente han surgido las prótesis personalizadas que se fabrican mediante la impresión 3D tras una planificación digital precisa, lo que permite adaptar el implante a los defectos anatómicos específicos de cada paciente. Gracias a esta tecnología, se puede lograr un implante más adecuado para defectos óseos glenoides complejos, optimizando la precisión quirúrgica y la estabilidad primaria del implante.⁵⁻¹¹

La aparición de esta tecnología y la escasa evidencia publicada no han permitido establecer aún cuál es la técnica con mejores resultados.

Este estudio tiene como objetivo evaluar los resultados clínicos y radiológicos, a un año de evolución, en pacientes sometidos a cirugías de revisión mediante artroplastia inversa de hombro, con defectos óseos glenoides posquirúrgicos severos, utilizando componentes glenoides personalizados, así como registrar las complicaciones intra y posoperatorias.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un análisis retrospectivo de una serie de pacientes consecutivos con defectos óseos glenoides severos asociados a cirugías previas, tratados con una artroplastia inversa de hombro utilizando implantes glenoides personalizados, atendidos entre junio de 2022 y mayo de 2023. Se incluyó a adultos con defectos óseos glenoides posoperatorios severos, ≥ 3 en la clasificación de Gohlke, con un seguimiento clínico y radiográfico mínimo de un año. Se excluyó a pacientes con procedimientos protésicos primarios, antecedente de infección en el hombro y lesiones neurológicas en el miembro afectado.

Los defectos glenoides se describieron según la clasificación de Gohlke.¹²

- Tipo 1: pérdida ósea leve, central o excéntrica, con retroversión $<15^\circ$.
- Tipo 2: pérdida ósea contenida moderada, con la bóveda glenoidea intacta.
- Tipo 3: defecto excéntrico severo con retroversión $>20^\circ$ o pérdida significativa del ancho glenoideo.
- Tipo 4: medialización moderada de la superficie glenoidea.
- Tipo 5: defecto con profundidad residual <10 mm para la fijación del implante.

Todos los pacientes siguieron un protocolo preoperatorio que incluía radiografías de frente estricto y axial del hombro afectado, tomografía computarizada (TC) de cortes finos con reconstrucción 3D, y análisis de laboratorio completos con velocidad de sedimentación globular y proteína C reactiva.

En el período posoperatorio, se realizaron evaluaciones clínicas y radiográficas inmediatamente después de la cirugía, al mes, a los 6 meses, al año y al último control. Se registraron el tiempo quirúrgico en minutos según lo reportado en los protocolos quirúrgicos y las complicaciones intraoperatorias y posoperatorias en los controles periódicos después de la cirugía.

El cirujano tratante evaluó clínicamente el rango de movilidad del hombro antes de la cirugía y en los controles posoperatorios periódicos. Los parámetros de evaluación incluyeron la movilidad activa realizando elevación anterior en el plano de la escápula, rotación externa con el codo pegado al cuerpo y rotación interna estimada según el máximo nivel alcanzado por el pulgar. Además, se utilizó la escala analógica visual para determinar la presencia y la intensidad del dolor, y se evaluó la función con la escala de Constant-Murley.

Análisis estadístico

Las variables cualitativas se expresan como porcentajes y frecuencias, y las variables numéricas, como media y desviación estándar o mediana y rango intercuartílico, según su distribución. La normalidad de las diferencias entre valores pre y posoperatorios se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Cuando se confirmó el supuesto de normalidad, se utilizó la prueba de la t de Student apareada; en caso contrario, se preveía el uso de la prueba no paramétrica de Wilcoxon de rangos con signo. Se consideró estadísticamente significativo un valor $p < 0,05$. Todos los cálculos se realizaron con el programa GraphPad Prism 9.0 (La Jolla, CA, EE.UU.).

Diseño del implante personalizado

Para el diseño y la fabricación del implante se utiliza la TC preoperatoria del paciente, luego se realiza la planificación preoperatoria con los programas 3D Slicer (versión 5.6.2) y Meshmixer (versión 3.5.474, Autodesk Inc., San Rafael, CA, EE.UU.). Esto permite la evaluación detallada del defecto óseo y la creación de un biomodelo en 3D de la escápula del paciente (Figura 1).

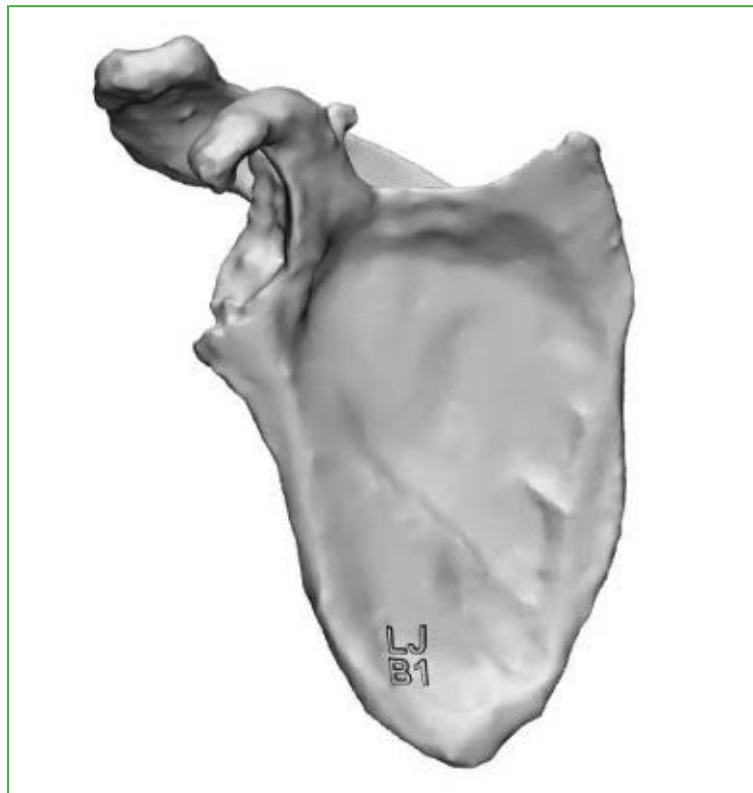


Figura 1. Uso de la tomografía computarizada 3D para la planificación prequirúrgica.

La metaglena personalizada se diseña en colaboración con un bioingeniero, desarrollando un componente que se adapta, con precisión, al defecto óseo del paciente, con el objetivo de reproducir los valores de lateralización, inclinación y versión glenoidea indicados por el cirujano (Figura 2).

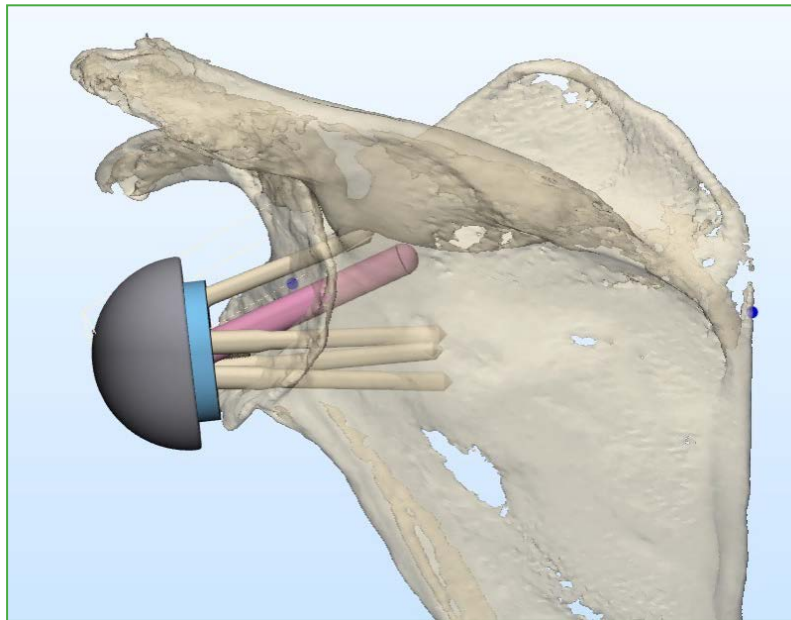


Figura 2. Diseño de la metaglena adaptada al defecto óseo del paciente.

Cuando el defecto óseo era tan severo que dificultaba calcular los valores de lateralización premórbidos, se utilizó una superposición con la TC anterior a la primera cirugía (si estaba disponible) o, en su defecto, del hombro contralateral (Figura 3).

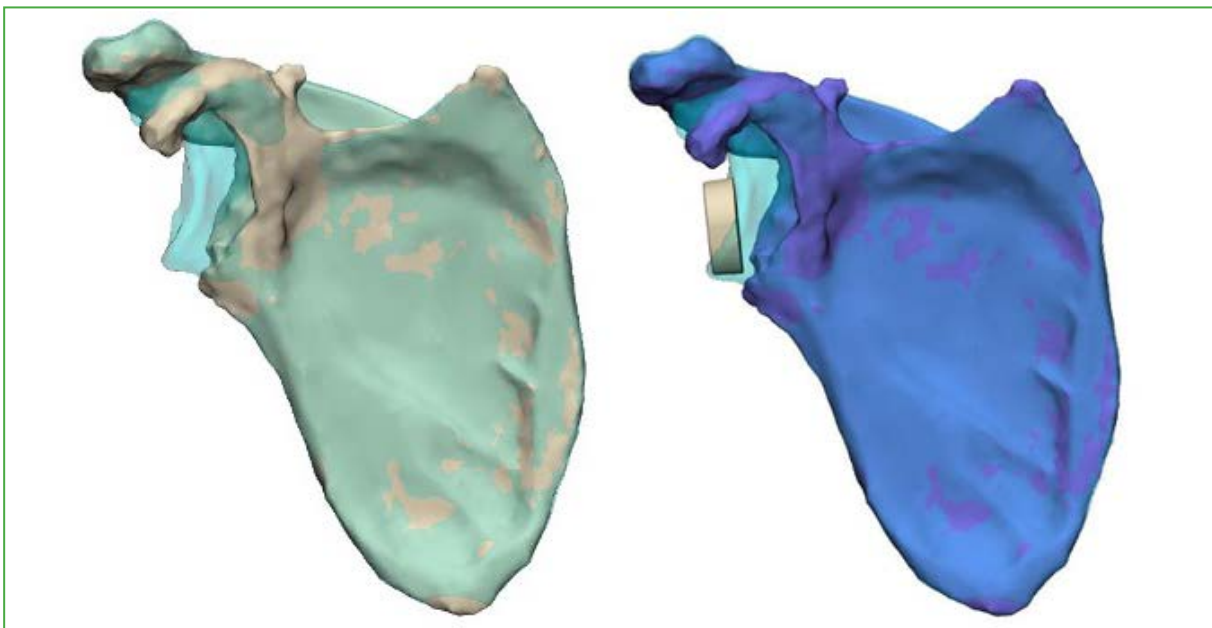


Figura 3. Uso de la tomografía computarizada previa y superposición para calcular los valores de lateralización.

Posteriormente se planificó la dirección y el largo de los tornillos según la calidad y la reserva ósea de cada paciente. Se tomó como objetivo, en todos los casos posibles, lograr, al menos, 1 cm de contacto del *peg* central con hueso nativo y, al menos, dos tornillos de 4,5 mm de diámetro y 30 mm de largo (Figura 4).

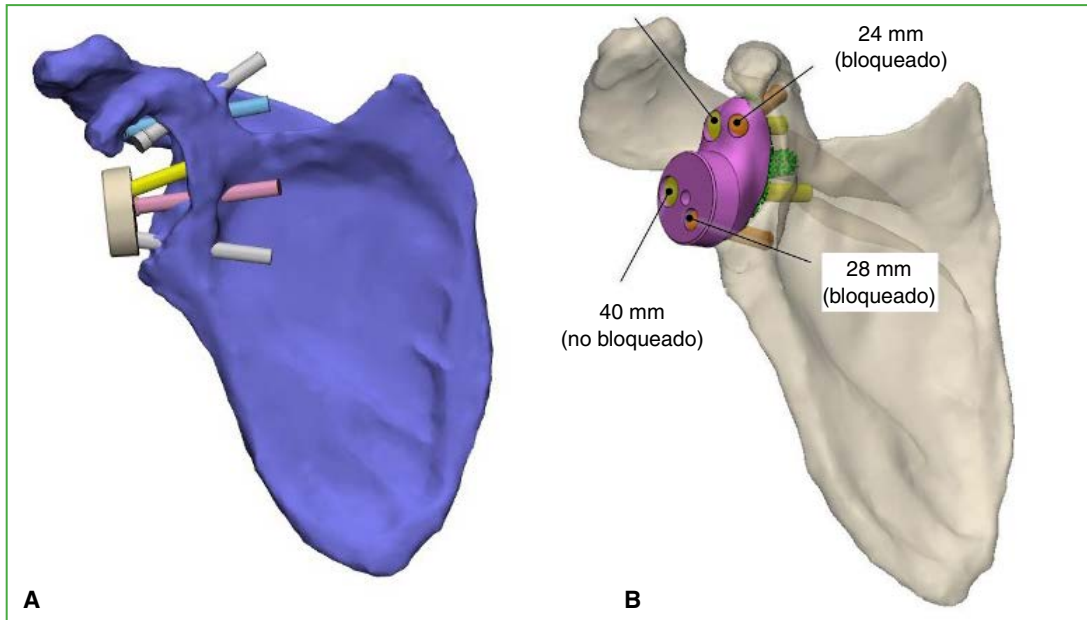


Figura 4. Planificación de la orientación (A) y medición (B) de los tornillos de la metaglena.

La metaglena se realiza con compatibilidad de cono Morse con la glenosfera de 36 mm de diámetro Unique® (Bioprotece, Villa Ballester, Buenos Aires, Argentina).

Una vez diseñado el implante, de acuerdo con el caso, se desarrollan las guías quirúrgicas personalizadas y se realiza la impresión 3D en titanio (Figuras 5 y 6).

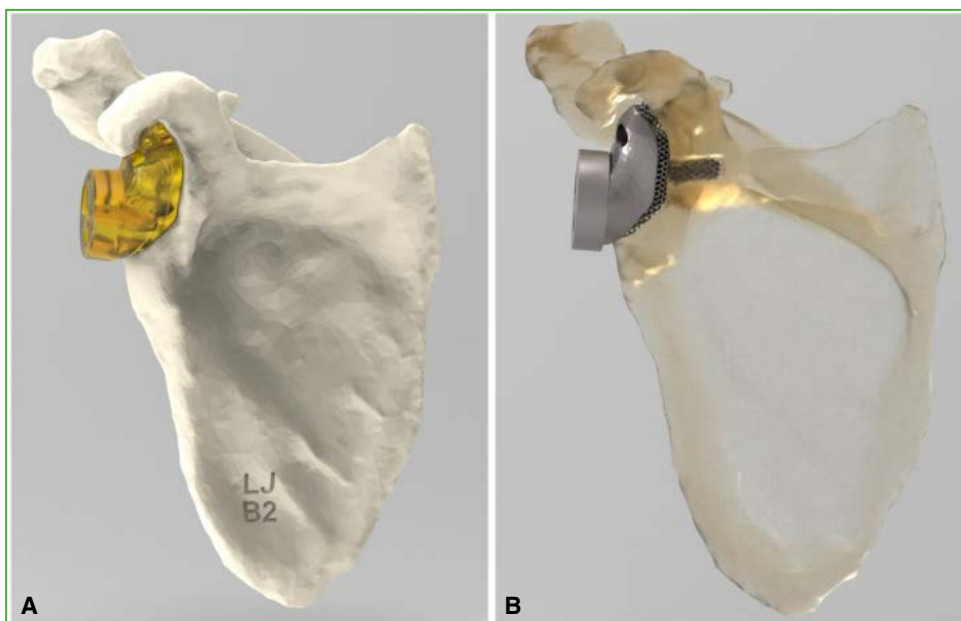


Figura 5. A. Modelo de metaglena personalizado en modelo de plástico. B. Modelo de metaglena en titanio adaptado al defecto glenoideo.



Figura 6. Guías quirúrgicas personalizadas según el defecto específico.

Estas se diseñaron con 4 puntos de apoyo en relieves periféricos en la glena, contemplando la ubicación de los separadores, para colocar la clavija o mecha central del sistema de una forma precisa.

Antes de la impresión definitiva, se realizaron biomodelos de la escápula completa y prototipos de plástico de las metaglenas a escala real (Figura 7). Esto le permite al cirujano familiarizarse con el escenario intraoperatorio y, si está conforme, aprobar el producto. La metaglena personalizada definitiva se fabricó con tecnología de impresión 3D en titanio trabecular grado 5 ELI, con una superficie de integración en metal trabecular con un espesor de 0,4 mm, una porosidad del 70% y un tratamiento superficial con blastinado agregado para lograr una mayor agresividad de la porosidad (Figuras 8 y 9).



Figura 7. Biomodelos de la escápula completa y prototipos de plástico de las metaglenas a escala real.

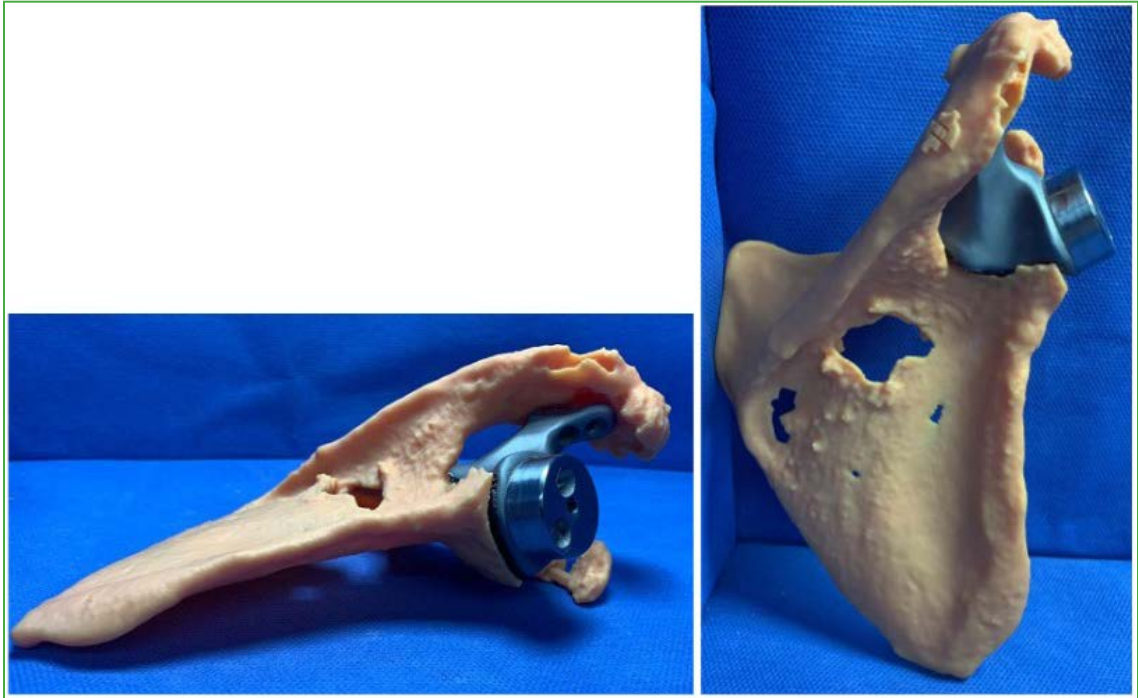


Figura 8. Metaglena personalizada de titanio trabecular.

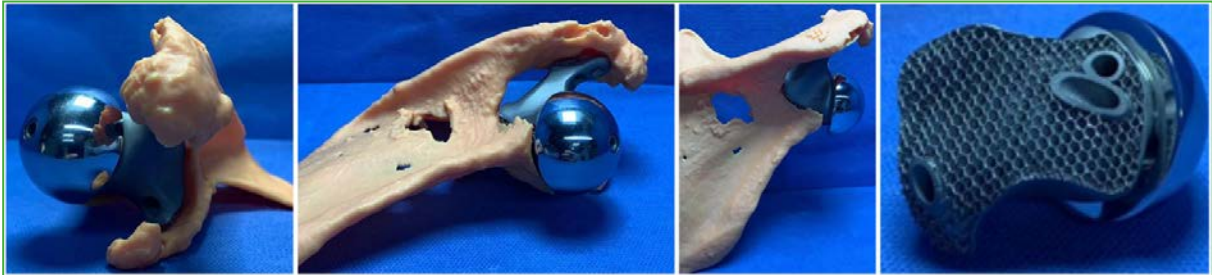


Figura 9. Glenosfera acoplada a la metaglena personalizada.

Técnica quirúrgica

Los pacientes fueron operados en posición de silla de playa bajo sedación y anestesia regional del miembro afectado. Se utilizó un abordaje deltopectoral en todos los casos. Después de la liberación de adherencias y la resección de tejido fibrótico, se retiraron, según el caso, el material de osteosíntesis o los componentes protésicos. Luego de una liberación circunferencial de la glena, se identificaron las zonas de reparo óseo para el apoyo de la guía 3D de titanio, la cual el cirujano utiliza como plantilla para la orientación de la clavija o mecha para el poste central (Figura 10).



Figura 10. Defecto glenoideo, zonas de reparo para apoyo de la guía 3D.

Se empleó el prototipo de la metaglena en plástico para la prueba de colocación y posteriormente colocar el implante personalizado definitivo (Figuras 11 y 12).

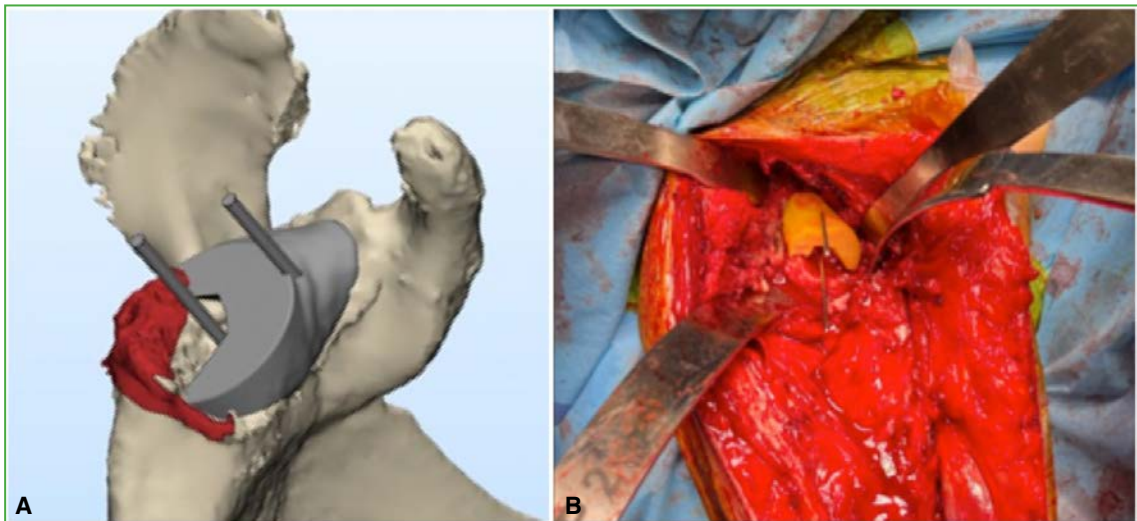


Figura 11. **A.** Planificación de la colocación de la clavija central. **B.** Colocación de la clavija para poste central y guía de tope de fresado, uso del prototipo de metaglena de plástico.

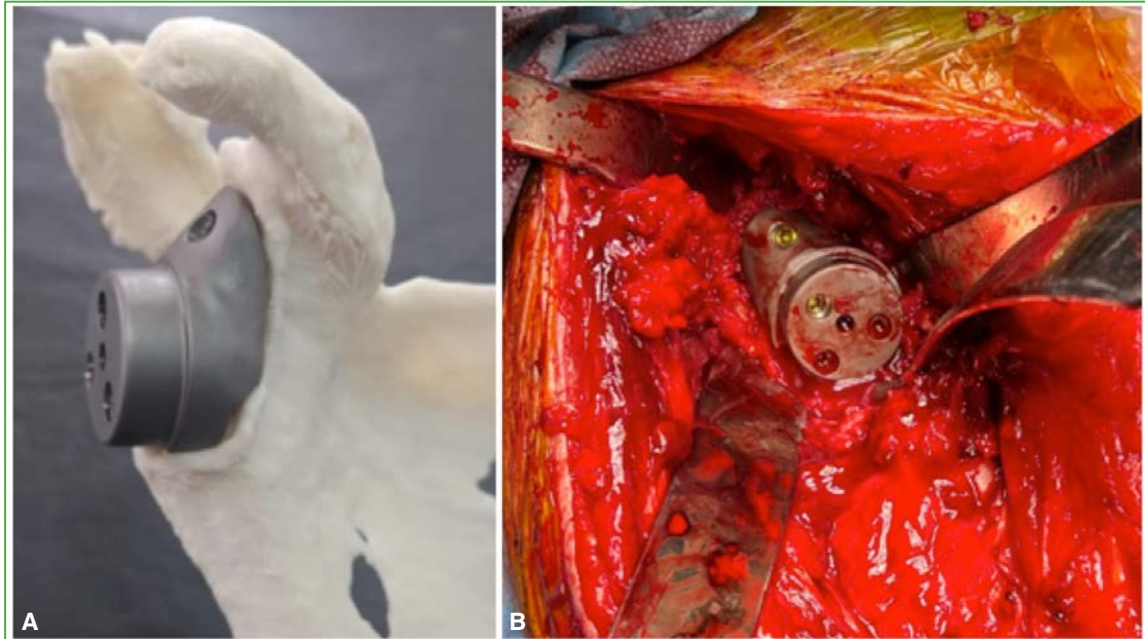


Figura 12. A. Implante personalizado definitivo en modelo de plástico. B. Implante personalizado definitivo *in vivo*.

El tiempo humeral se realizó según fuera necesario un implante primario, uno de revisión, o con conservación del implante colocado según el caso.

Todos los pacientes siguieron el mismo protocolo de manejo posoperatorio: inmovilización con cabestrillo durante las primeras 6 semanas, junto con ejercicios suaves de movilidad pasiva. A partir de la sexta semana, se agregaron ejercicios activos asistidos para mejorar la movilidad, seguidos de un fortalecimiento gradual a partir de la semana 12. Se espera la recuperación completa en un plazo de 6 a 12 meses.

RESULTADOS

La serie quedó conformada por ocho pacientes consecutivos, con un seguimiento de 12 meses. La media de edad era fue de 67.3 años (rango 38-84). El 75% eran mujeres y el 25%, hombres. El hombro afectado era el derecho en seis pacientes y el izquierdo en los dos restantes (Tabla 1).

Tabla 1. Datos demográficos

Variables		
Edad	67.3 años (38-84 años)	
Sexo	Masculino	Femenino
	6 (75%)	2 (25%)
Lateralidad	Derecha	Izquierda
	6 (75%)	2 (25%)

El tiempo quirúrgico medio fue de 142.5 min (rango 105-180) (Tabla 2).

Tabla 2. Tiempo quirúrgico por paciente

Paciente	Tiempo quirúrgico (min)	Diagnóstico preoperatorio	Cantidad de cirugías previas	Tratamiento
1	145	Aflojamiento glenoideo	3	Revisión glenoidea
2	105	Espaciador	4	Revisión humeral + glenoidea
3	155	Hemiartroplastia fallida	2	Revisión humeral + glenoidea
4	180	Osteosíntesis fallida	1	Revisión humeral + glenoidea
5	180	Osteosíntesis fallida	1	Revisión humeral + glenoidea
6	120	Hemiartroplastia fallida	1	Revisión humeral + glenoidea
7	130	Aflojamiento glenoideo	1	Revisión glenoidea
8	125	Osteosíntesis fallida	2	Revisión humeral + glenoidea

La distribución de los defectos óseos según la clasificación de Gohlke fue la siguiente: tipo 3 (25%), tipo 4 (50%), tipo 5 (25%).

En nuestra serie de ocho pacientes, se observaron mejoras significativas en todas las variables analizadas. La elevación anterior aumentó, en promedio, 78,8° (intervalo de confianza del 95% [IC95%] 65,0-92,5; $p < 0,001$), la rotación externa mejoró 7,5° (IC95% 1,6-13,4; $p = 0,019$), la rotación interna también mejoró, pasando desde el nivel glúteo (trocánter-L5) a un promedio de T12 (rango T7-nivel glúteo). El dolor medido en la escala analógica visual disminuyó 6,4 puntos (IC95% de -7,6 a -5,2; $p < 0,001$). Finalmente, la determinación de la escala de Constant-Murley aumentó 48,9 puntos (IC95% 42,6-55,1; $p < 0,001$) (Tabla 3).

Tabla 3. Relación entre los parámetros clínicos y funcionales pre y posoperatorios

	Valores preoperatorios (DE)	Valores posoperatorios (DE)	p
Elevación anterior	45 ± 14,1°	123,8 ± 16,9°	<0,001
Rotación externa	8,8 ± 9,9°	16,2 ± 5,2°	0,019
Rotación interna	Glúteo-L5	T12 (T7-glúteo)	0,022
EAV	8,0 ± 1,3	1,6 ± 0,7	<0,001
Escala de Constant-Murley	16,9 ± 4,7	65,8 ± 9,6	<0,001

EVA = escala analógica visual.

En el análisis radiográfico, se observó una correcta integración del implante en siete de los ocho casos (Figuras 13 y 14).



Figura 13. A y B. Radiografías de hombro, de frente y axial, control posoperatorio al año. Correcta osteointegración del implante. C. Resultado funcional de la paciente al año de la cirugía.



Figura 14. A. Radiografía preoperatoria de un paciente con un defecto glenoideo severo. B y C. Radiografías de hombro, de frente y de perfil, control posoperatorio al año. Correcta osteointegración del implante.

En un paciente con una secuela de una fractura de húmero proximal ya tratada con placa Philos y una erosión glenoidea severa causada por los tornillos del implante, se detectó un aflojamiento del componente metaglenoideo con migración leve. Esta situación se tradujo en una limitación funcional moderada, aunque con adecuado control del dolor. La paciente se mostró conforme con el alivio del dolor y no aceptó una nueva intervención quirúrgica, por lo que se optó por un manejo conservador (Figura 15).

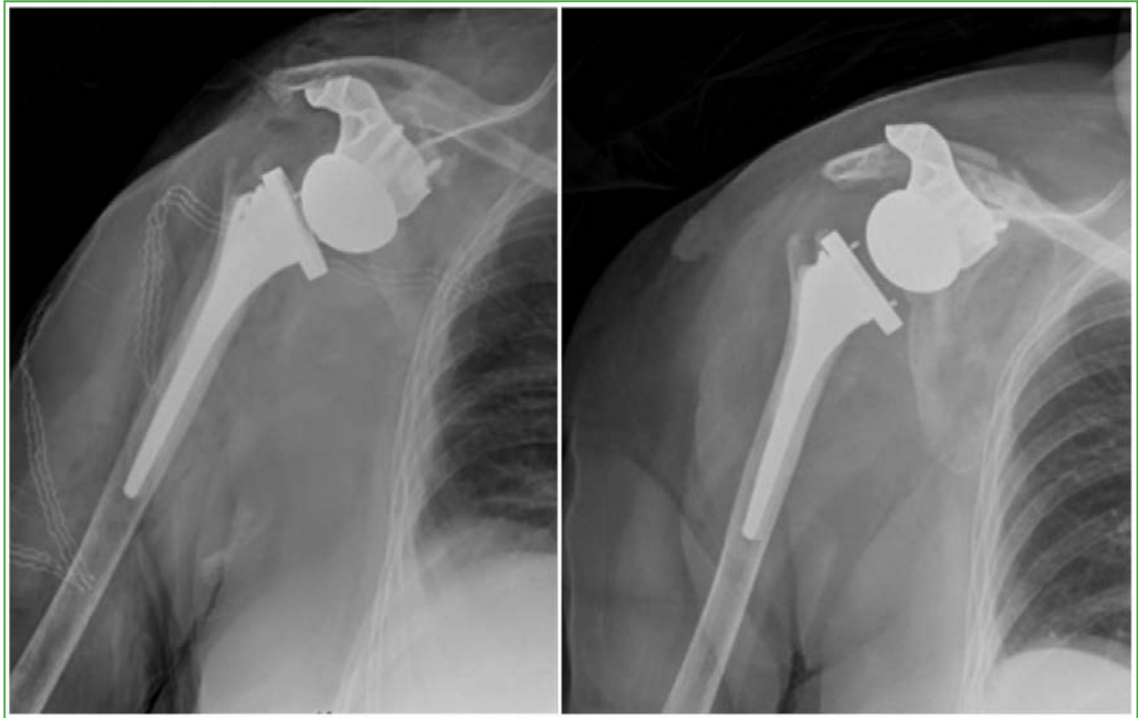


Figura 15. Radiografías de un paciente con aflojamiento glenoideo y migración, sin implicancias clínicas.

DISCUSIÓN

Nuestros resultados muestran que el uso de implantes glenoideos personalizados es una alternativa técnicamente viable para tratar defectos glenoideos severos en cirugías de revisión. A pesar de la complejidad de los casos incluidos, solo se registró una complicación relacionada con el aflojamiento del componente glenoideo, lo que resalta la estabilidad obtenida en la mayoría de los pacientes, durante el seguimiento mínimo de 12 meses.

Estos resultados son consistentes con los de estudios previos, aunque presentan diferencias en los contextos y tipos de cirugías realizadas. Chammaa y cols.,⁶ en una serie de 37 pacientes, que resulta la más amplia a la fecha, comunicaron resultados positivos en un seguimiento de 60 ± 25 meses, con mejoras significativas en el *Oxford Shoulder Score* (de 11 a 27 puntos) y el *Subjective Shoulder Value* (del 23% al 60%). La elevación activa aumentó de $39^\circ \pm 23^\circ$ a $64^\circ \pm 38^\circ$ y la rotación externa, de $6^\circ \pm 16^\circ$ a $15^\circ \pm 17^\circ$. Sin embargo, su estudio se centró en pacientes con artroplastias primarias, mientras que nuestra investigación incluye solo cirugías de revisión, lo que resalta la robustez de nuestras conclusiones al mostrar que los implantes personalizados también son eficaces en escenarios aún más complejos. Además, es importante remarcar que la prótesis utilizada en el estudio de Chammaa y cols. no es personalizada, sino un implante similar al diseño de una artroplastia de cadera, lo cual podría limitar su eficacia en comparación con los implantes específicamente diseñados para la anatomía del hombro.

Asimismo, Rangarajan y cols. informaron mejoras notables en los puntajes clínicos de Constant-Murley (de 24,6 a 60,4) y ASES (de 32 a 79), así como en la movilidad, con aumentos en la elevación anterior (de 53° a 124°), la abducción (de 42° a 77°) y la rotación externa (de 17° a 32°), en 19 pacientes. El estudio mencionado incluyó tanto artroplastias primarias como de revisión, conformando una cohorte más heterogénea, lo que puede limitar la

comparabilidad directa con nuestros resultados. En la serie aquí presentada, los pacientes tenían un promedio de 1,3 cirugías previas (rango 1-4), lo que refleja un escenario clínico más complejo, aun así, las mejoras funcionales observadas fueron comparables.¹¹

Bodendorfer y cols., y Ortmaier y cols. publicaron resultados comparables en términos de movilidad y funcionalidad, con un seguimiento mínimo de 24 meses, en series de 11 y 9 pacientes, respectivamente.^{2,4} En el estudio de Bodendorfer y cols., se observaron incrementos en la elevación anterior (de 95° a 150°), la rotación externa (de 13° a 40°) y la rotación interna (desde el sacro hasta L3).⁴ Por su parte, Ortmaier y cols. hallaron mejoras en la escala de Constant-Murley (de 10,9 a 51,7), el *Subjective Shoulder Value* (del 11% al 52%) y en la abducción (de 19° a 121°).² Es importante destacar que, en la serie de Bodendorfer y cols., las cirugías estuvieron a cargo de cuatro cirujanos en tres instituciones distintas, lo que podría haber introducido variabilidad tanto en la técnica como en la experiencia quirúrgica.⁴

En nuestra serie, no se produjeron complicaciones intraoperatorias. Se registró una única complicación posoperatoria relacionada con el componente glenoideo: una paciente con un defecto tipo 5, según la clasificación de Gohlke, tenía signos de aflojamiento de la prótesis durante el seguimiento. Si bien esta tasa del 12,5% es comparable con la reportada en otras series, estudios, como el de Chammaa y cols., informaron una tasa de complicaciones del 24% (9 de 37 pacientes), y Rangarajan y cols., una del 21% (4 de 19 pacientes), que incluían infecciones, hematomas y fracturas intraoperatorias.^{6,11} Otros autores, como Porcellini y cols., describieron eventos radiográficos menores y una luxación en una serie de seis pacientes,⁵ mientras que Bodendorfer y cols.,⁴ y Ortmaier y cols.² no comunicaron complicaciones. Esta variabilidad podría atribuirse a diferencias en los defectos tratados, la experiencia del cirujano, la técnica empleada y el seguimiento.

Las prótesis glenoideas personalizadas ofrecen varias ventajas importantes. Permiten una adaptación precisa a defectos óseos complejos que mejora la precisión quirúrgica y optimiza la fijación y estabilidad primaria del implante. Esto es crucial en pacientes con defectos severos donde los implantes convencionales no ofrecen una solución adecuada.² La planificación preoperatoria con la metodología utilizada hace posible una correcta evaluación del stock y la densidad ósea, maximizando el área de contacto con la glena, optimizando la posición, dirección y longitud de los tornillos. Esto resulta en una mejor estabilidad primaria del implante y una osteointegración definitiva, como se ha observado en nuestros casos. Además, la posibilidad de diseñar implantes específicos para cada paciente permite abordar, de manera efectiva, la diversidad anatómica y las particularidades de cada defecto glenoideo.

Sin embargo, esta técnica tiene desventajas, como una curva de aprendizaje compleja debido a la baja incidencia de casos, lo que puede impactar en el tiempo quirúrgico. En nuestra serie, la variabilidad en el tiempo quirúrgico se relacionó directamente con el tipo de procedimiento llevado a cabo, si bien todos los casos consistían en revisiones de prótesis, en dos pacientes, solo se llevó a cabo la revisión del componente glenoideo, mientras que, en el resto de la serie, se revisaron ambos componentes. En los casos de osteosíntesis fallida, se debe contemplar el tiempo extra de retiro del material; de la misma forma, las hemiarthroplastias fallidas requirieron el retiro del componente humeral generalmente con una osteotomía de húmero. Otra desventaja está relacionada con el tiempo de demora entre la realización de la TC 3D y la cirugía. En nuestra experiencia, desde el momento en que la planificación prequirúrgica es aprobada, el implante podría ser fabricado y estar disponible para el cirujano en un mínimo 5 semanas. El costo de los implantes personalizados es más alto comparado con los implantes estándar disponibles en el mercado, lo cual puede ser una limitante en ciertos contextos.

Esta investigación tiene algunas limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, se trata de un estudio retrospectivo, sin un grupo de control, lo que podría limitar la interpretación de los resultados. Si bien la cantidad de pacientes incluidos es comparable con la de los estudios internacionales publicados, la muestra, al incorporar solo ocho pacientes, dificulta la generalización de los resultados y puede no capturar la variabilidad completa de la población con defectos glenoideos severos. Este número reducido tampoco permite realizar un cálculo de potencia estadística, por lo que limita la validez de las comparaciones y expone a un posible error tipo II. Por lo tanto, los resultados deben interpretarse como preliminares y descriptivos, y se requieren estudios con más casos para confirmar la eficacia de los implantes personalizados. Además, cuenta con un seguimiento corto, de 12 meses, que impide evaluar adecuadamente la supervivencia a largo plazo de los implantes glenoideos personalizados. Por último, no se contó con un evaluador independiente para medir los rangos de movilidad, las mediciones estuvieron a cargo del mismo autor durante los controles clínicos. Otra limitación es que los controles imagenológicos se llevaron a cabo solo mediante radiografías en dos incidencias (frente estricto y axial de escápula). Dada la estructura compleja y tridimensional de estos implantes, un control con TC podría haber brindado información más precisa

en términos de osteointegración. Sin embargo, no se utilizó debido a los costos adicionales y la exposición a la radiación para los pacientes.

La novedad de esta técnica y su indicación restringida también limitan la cantidad de pacientes que han recibido implantes glenoideos personalizados hasta el momento, lo que afecta la capacidad de generalizar los hallazgos. Se necesitan un seguimiento más prolongado y una mayor población para obtener conclusiones más firmes sobre la supervivencia del implante glenoideo y su tasa de complicaciones.

A pesar de estas limitaciones, el estudio tiene varias fortalezas que destacar. Es el primero publicado en el ámbito nacional y latinoamericano que evalúa el uso de implantes glenoideos personalizados con un seguimiento mínimo de un año, lo que aporta una valiosa contribución. La homogeneidad de la población del estudio es otra fortaleza significativa, ya que, en todos los pacientes incluidos, se realizaron cirugías de revisión de prótesis, lo cual hace posible una comparación de los resultados con otras series similares. Además, todos los procedimientos fueron realizados por un mismo cirujano, en una sola institución, asegurando un mismo nivel de experiencia y competencia técnica, que permite minimizar la variabilidad en los resultados.

CONCLUSIONES

Nuestro estudio da a conocer hallazgos preliminares prometedores sobre el uso de implantes glenoideos personalizados en cirugías de revisión de artroplastia inversa de hombro, que logra resultados positivos en términos de movilidad, funcionalidad y reducción del dolor, con una tasa de complicaciones baja. Aunque se necesitan estudios adicionales con más pacientes y un seguimiento a largo plazo, nuestros hallazgos preliminares respaldan el uso de esta tecnología en pacientes con defectos glenoideos severos.

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

ORCID de D. J. Gómez: <https://orcid.org/0000-0003-0258-6802>
 ORCID de G. M. Viollaz: <https://orcid.org/0000-0002-4573-883X>
 ORCID de G. Teruya: <https://orcid.org/0000-0001-7342-1859>
 ORCID de Á. Muratore: <https://orcid.org/0000-0001-7540-7137>
 ORCID de A. Tedeschi: <https://orcid.org/0000-0001-5704-3122>

ORCID de L. Gutiérrez: <https://orcid.org/0009-0000-4603-313X>
 ORCID de R. Durán: <https://orcid.org/0000-0002-8789-3221>
 ORCID de S. Ávila Posada: <https://orcid.org/0009-0008-8035-3522>
 ORCID de D. Moya: <https://orcid.org/0000-0003-1889-7699>

BIBLIOGRAFÍA

1. Burton R, Adam J, Holland P, Rangan A. A review of custom implants for glenoid bone deficiency in reverse shoulder arthroplasty. *J Orthop* 2023;36:65-71. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2022.11.016>
2. Ortmaier R, Wierer G, Gruber MS. Functional and radiological outcomes after treatment with custom-made glenoid components in revision reverse shoulder arthroplasty. *J Clin Med* 2022;11(3):551. <https://doi.org/10.3390/jcm11030551>
3. Thati B, Bodanki C, Badam VK, Reddy MV, Reddy AVG. Custom 3D printed jigs in salvage reverse shoulder arthroplasty for failed four-part proximal humerus fracture fixation: a case report. *J Orthop Case Rep* 2020;10(2):25-8. <https://doi.org/10.13107/jocr.2020.v10.i02.1682>
4. Bodendorfer BM, Loughran GJ, Looney AM, Velott AT, Stein JA, Lutton DM, et al. Short-term outcomes of reverse shoulder arthroplasty using a custom baseplate for severe glenoid deficiency. *J Shoulder Elbow Surg* 2021;30(5):1060-7. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2020.08.002>
5. Porcellini G, Micheloni GM, Tarallo L, Paladini P, Merolla G, Catani F. Custom-made reverse shoulder arthroplasty for severe glenoid bone loss: review of the literature and our preliminary results. *J Orthop Traumatol* 2021;22(1):2. <https://doi.org/10.1186/s10195-020-00564-6>
6. Chammaa R, Uri O, Lambert S. Primary shoulder arthroplasty using a custom-made hip-inspired implant for the treatment of advanced glenohumeral arthritis in the presence of severe glenoid bone loss. *J Shoulder Elbow Surg* 2017;26(1):101-7. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2016.05.027>

7. Murphy J, Todd E, Wright MA, Murthi AM. Evaluation of clinical and radiographic outcomes after total shoulder arthroplasty with inset Trabecular Metal-backed glenoid. *J Shoulder Elbow Surg* 2022;31(5):971-7. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2021.10.014>
8. Debeer P, Berghs B, Pouliart N, Van den Bogaert G, Verhaegen F, Nijs S. Treatment of severe glenoid deficiencies in reverse shoulder arthroplasty: the Glenius Glenoid Reconstruction System experience. *J Shoulder Elbow Surg* 2019;28(8):1601-8. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2018.11.061>
9. Peri G, Troiano E, Colasanti GB, Mondanelli N, Giannotti S. Custom-made glenoid baseplate and intra-operative navigation in complex revision reverse shoulder arthroplasty: a case report. *J Shoulder Elb Arthroplast* 2024;8:1-6. <https://doi.org/10.1177/17585732231225968>
10. Rashid MS, Cunningham L, Shields DW, Walton MJ, Monga P, Bale RS, et al. Clinical and radiologic outcomes of Lima ProMade custom 3D-printed glenoid components in primary and revision reverse total shoulder arthroplasty with severe glenoid bone loss: a minimum 2-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg* 2023;32(10):2017-26. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2023.04.020>
11. Rangarajan R, Blout CK, Patel VV, Bastian SA, Lee BK, Itamura JM. Early results of reverse total shoulder arthroplasty using a patient-matched glenoid implant for severe glenoid bone deficiency. *J Shoulder Elbow Surg* 2020;29(7S):S139-48. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2020.04.024>
12. Gohlke F, Werner B. Humerales und glenoidale Knochendefekte in der Schulterendoprothetik: Klassifikation und Behandlungsprinzipien. *Orthopade* 2017;46(12):1008-14. <https://doi.org/10.1007/s00132-017-3484-5>