

# Tratamiento de defectos acetabulares tipo IIIA-B de Paprosky y discontinuidad pélvica con implantes 3D a medida: resultados a mediano plazo

Carlos A. Vega,<sup>1\*</sup> Favio Moruno,<sup>2</sup> Esteban Garavano,<sup>2</sup> Matías Sued,<sup>2</sup> Ellery Palomino Prado<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Zonal General de Agudos "Dr. Carlos Bocalandro", Loma Hermosa, Buenos Aires, Argentina

<sup>2</sup>Unidad de Patología de Cadera, Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Central de San Isidro "Dr. Melchor A. Posse", Buenos Aires, Argentina

## RESUMEN

**Introducción:** La revisión acetabular es una cirugía particularmente desafiante cuando hay pérdida de stock óseo y defectos acetabulares extensos. Los implantes 3D pueden suplir estos defectos y adaptarse a cada circunstancia. El objetivo de este estudio fue evaluar los resultados clínicos y radiográficos en pacientes con defectos acetabulares severos tratados con implantes impresos en 3D y determinar la constrictión adecuada del cotilo para cada paciente. **Materiales y Métodos:** Se realizó un estudio retrospectivo de 10 pacientes con defectos acetabulares severos clasificados como tipo IIIA-B de Paprosky y discontinuidad pélvica que se sometieron a una cirugía con prótesis acetabular a medida impresa en 3D, a cargo del mismo equipo quirúrgico, entre 2016 y 2022. **Resultados:** El seguimiento medio fue de 40.5 meses. El puntaje de cadera de Harris mejoró significativamente de un promedio de 24,2 a 63,5 en el último control. No se observaron signos de aflojamiento ni migración del cotilo 3D en cuanto a la inclinación y anteversión en ningún caso, en el último control. **Conclusión:** Los implantes acetabulares a medida representan una solución válida para tratar defectos óseos acetabulares severos y la discontinuidad pélvica.

**Palabras clave:** Defecto acetabular; cotilo 3D; implante a medida; reconstrucción acetabular.

**Nivel de Evidencia:** IV

## Treatment of Paprosky Type IIIA-B Acetabular Defects and Pelvic Discontinuity With Custom 3D Implants: Medium-Term Results

## ABSTRACT

**Introduction:** Acetabular revision is a particularly challenging surgery when there is loss of bone stock and extensive acetabular defects. 3D implants can make up for these defects and adapt to each circumstance. The objective of this study was to evaluate clinical and radiographic outcomes in patients with severe acetabular defects treated with 3D-printed implants and determine the appropriate cup constraint for each patient. **Materials and Methods:** A retrospective study was carried out on 10 patients with severe acetabular defects classified as Paprosky type IIIA-B and pelvic discontinuity who underwent surgery with a custom 3D-printed acetabular prosthesis, carried out by the same surgery team between 2016 and 2022. **Results:** The average follow-up was 40.5 months. The Harris hip score improved significantly from an average of 24.2 to 63.5 at the last follow-up. No signs of loosening or migration of the 3D cup in terms of inclination and anteversion were observed in any case, at the last control. **Conclusion:** Custom-made acetabular implants represent a valid solution to treat severe acetabular bone defects and pelvic discontinuity.

**Keywords:** Acetabular defect; 3D cup; custom implant; reconstruction.

**Level of Evidence:** IV

Recibido el 10-5-2023. Aceptado luego de la evaluación el 3-7-2023 • Dr. CARLOS A. VEGA • c\_vega78@hotmail.com  <https://orcid.org/0000-0002-6104-5099>

**Cómo citar este artículo:** Vega CA, Moruno F, Garavano E, Sued M, Palomino Prado E. Tratamiento de defectos acetabulares tipo IIIA-B de Paprosky y discontinuidad pélvica con implantes 3D a medida: resultados a mediano plazo. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2023;88(5):511-519. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2023.88.5.1760>

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la cantidad de artroplastias primarias se incrementó de manera exponencial, por lo cual el número absoluto de revisiones tendrá un aumento directamente proporcional.<sup>1</sup> La revisión acetabular es una cirugía desafiante, en particular, cuando hay pérdida de stock óseo con defectos acetabulares extensos, mala calidad ósea y migración del implante. La reconstrucción acetabular exitosa con fijación de componentes protésicos requiere suficiente estabilidad primaria para la consecuente osteointegración secundaria.<sup>2,3</sup> Los motivos de revisión son atribuibles a diversas causas: luxación, inestabilidad, aflojamiento mecánico, infección, entre otros.<sup>4</sup>

Se dispone de una amplia gama de estrategias quirúrgicas para la resolución de este cuadro, como los anillos de soporte acetabular, cotilos de metal trabecular con cuñas, etcétera. Sin embargo, aún no se ha definido cuál debe considerarse como referencia. Si bien muchos de los defectos contenidos pueden manejarse con el uso de copas estándar, los defectos extensos no contenidos podrían requerir implantes a medida dada la complejidad del defecto óseo.<sup>5</sup> Los implantes 3D pueden suplir los defectos acetabulares y adaptarse a cada circunstancia mediante la impresión de las imágenes de una tomografía computarizada (TC) preoperatoria, la cual ofrece al cirujano la opción de agregar encajes metálicos de precisión al implante según los defectos de la hemipelvis, además de ajustes de fijación al stock óseo remanente mediante el diseño y la localización de los orificios de los tornillos orientados con precisión para los huesos: ilion, isquion y pubis, teniendo en cuenta la calidad del hueso para la sujeción óptima y planificar la reconstrucción del centro de rotación de la cadera.<sup>6,7</sup>

Los implantes hechos a medida consumen grandes recursos económicos y de organización; sin embargo, son una opción terapéutica para grandes defectos óseos que no pueden ser tratados con implantes estándar. Aunque este método es bastante costoso comparado con el uso de implantes estándar, a menudo, puede ser la única solución posible para la revisión de la artroplastia total de cadera (ATC). Los implantes a medida se desarrollaron para lograr la estabilidad del implante y restaurar la biomecánica de la cadera cuando hay una pérdida importante de stock óseo.<sup>7</sup>

El objetivo de este estudio fue evaluar los resultados clínicos y radiológicos en pacientes con defectos acetabulares severos tipo IIIA-B de Paprosky y discontinuidad pélvica, después del tratamiento con implantes a medida impresos en 3D mediante TC para cirugía de revisión y determinar la constricción adecuada del cotilo para cada paciente en función de las necesidades de cada uno de ellos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una evaluación retrospectiva de los pacientes que se sometieron a una cirugía con una prótesis acetabular a medida impresa en 3D para el tratamiento de defectos acetabulares severos tipo IIIA-B de Paprosky y discontinuidad pélvica entre 2016 y 2022.

Diez pacientes (7 mujeres y 3 hombres) se sometieron a una revisión de ATC utilizando un componente acetabular personalizado a medida diseñado en 3D para reconstruir defectos acetabulares severos. Los datos de los pacientes, la indicación para la ATC primaria y la cantidad de cirugías previas o cirugías de revisión previas se extrajeron de las historias clínicas del hospital y se volcaron en una base de datos de Excel (Tabla 1).

El compromiso acetabular se determinó según la clasificación de Paprosky<sup>8</sup> y la *American Academy of Orthopaedic Surgeons*. Se utilizaron el puntaje funcional de cadera de Harris (*Harris Hip Score*, HHS), el puntaje de cadera de Oxford (*Oxford Hip Score*, OHS) y la *Short Form-36 Health Survey* (SF-36) al ingresar y en el último control.

Todos los pacientes fueron operados por el mismo equipo quirúrgico. Los criterios de inclusión fueron: pacientes con defectos acetabulares severos tipo IIIA o tipo IIIB de Paprosky y discontinuidad pélvica, y con el alta infecciológica para realizar el segundo tiempo de revisión. Los criterios de exclusión fueron: pacientes con defectos acetabulares tipos I y II de Paprosky o defectos acetabulares menores, e infección activa.

Si bien no había pacientes desnutridos u obesos mórbidos, habitualmente tratamos de corregir el estado clínico poniendo como límite, por protocolo, un índice de masa corporal de entre 18 y 30.

### Planificación preoperatoria y desarrollo del componente acetabular personalizado en 3D

Todos los pacientes se sometieron a una ATC de revisión con un componente acetabular personalizado 3D para reconstruir defectos acetabulares extensos. Antes de la cirugía, se tomaron imágenes por TC con algoritmo de supresión de metales de cada paciente en posición supina, con los miembros inferiores alineados en posición anatómica y rotación neutra. Los cortes tomográficos fueron de 1 mm en toda la pelvis y los datos se guardaron en formato DICOM estándar (Imágenes Digitales y Comunicaciones en Medicina).

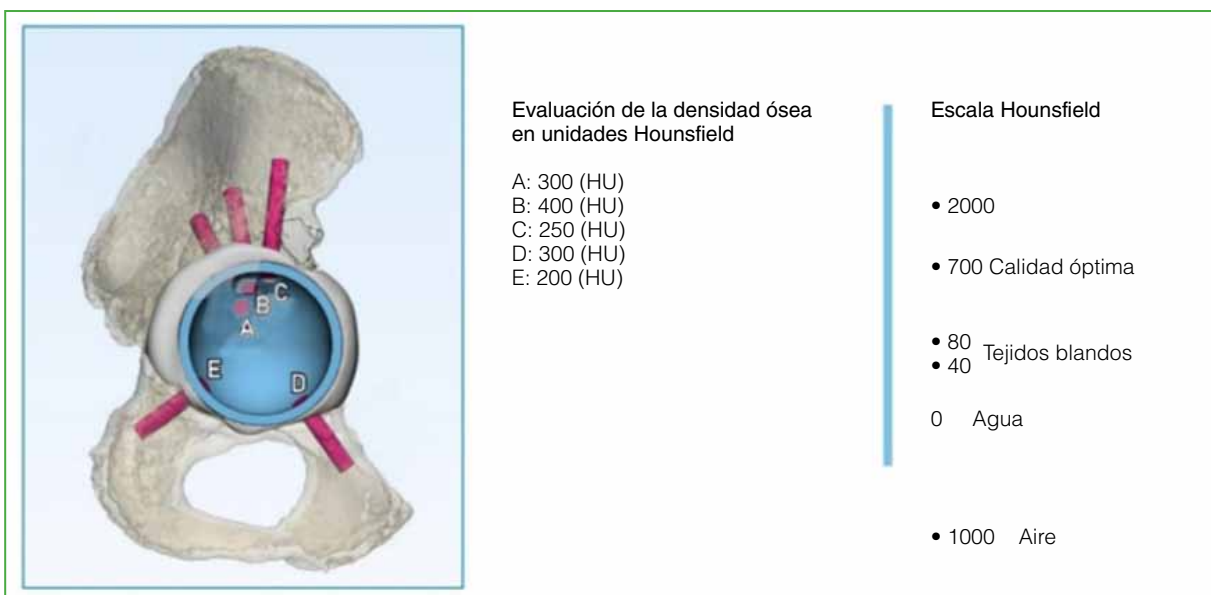
**Tabla 1.** Características de los pacientes

Paciente	Seguimiento (meses)	Sexo	Edad	IMC	Indicación de ATC primaria	Motivo de revisión	Paprosky tipo	Cirugía de revisión
1	28	F	82	25	Artritis reumatoide	Aflojamiento séptico	IIIB	2
2	63	F	73	23	Artrosis	Luxación recurrente	IIIA	1
3	60	F	68	18	Artrosis	Aflojamiento aséptico	IIIA	1
4	13	F	70	22	Artrosis	Aflojamiento séptico	IIIB	3
5	24	F	81	29	Artritis reumatoide	Aflojamiento séptico	IIIB	2
6	20	F	79	27	Artrosis	Aflojamiento séptico	IIIB	2
7	29	F	63	21	Displasia residual de cadera	Aflojamiento séptico	IIIB Discontinuidad	5
8	72	M	73	23	Artritis reumatoide	Aflojamiento aséptico	IIIB	1
9	31	M	80	27	Artrosis	Aflojamiento aséptico	IIIA	2
10	65	M	68	26	Artrosis	Aflojamiento séptico	IIIB	2

F = femenino; M = masculino; IMC = índice de masa corporal; ATC = artroplastia total de cadera.

El área del defecto óseo acetabular se estimó con el programa de procesamiento de imágenes específico (Mimics, Materialise).

La pérdida ósea acetabular radial total se midió siguiendo el método descrito por Gelaude y cols.<sup>9</sup> La calidad ósea fue evaluada por el programa en todos los casos y cuantificada en unidades Hounsfield (Figura 1) y, con esta información, se realizó un cálculo de precisión para ubicar los tornillos de manera divergente en zonas donde se observaba una buena calidad ósea disponible para que estos tengan un agarre óptimo y, de esta manera, obtener la máxima estabilidad posible.



**Figura 1.** Evaluación de la densidad ósea en unidades Hounsfield (HU).

Antes de la fabricación definitiva del implante 3D, los técnicos e ingenieros de diseño y el cirujano se comunicaron constantemente para optimizar la inclinación, la anteversión y el centro de rotación del implante. Esta comunicación entre bioingeniero y cirujano es imprescindible para lograr la mayor precisión en la creación del implante. De este modo, se fabrican dos implantes; en primer lugar, un prototipo de plástico del implante y de la hemipelvis afectada, que se esterilizan y se usan durante la cirugía para disminuir el margen de error. En segundo lugar, se fabrica el implante a medida en titanio trabecular definitivo.

### Selección del implante cementado

El grado de constricción del cotilo se determinó, de manera particular, para cada paciente. Se indicaron cotilos de doble movilidad a los pacientes sin comorbilidades, aumentando el grado de constricción según el riesgo personal de luxación, una de las complicaciones más comunes de esta técnica. Los pacientes con severo compromiso del aparato abductor fueron evaluados mediante resonancia magnética, solicitada junto con la TC antes de la cirugía, con el fin de determinar su competencia y el riesgo de inestabilidad.

Antes de cada cirugía, se aspiró líquido sinovial mediante artrocentesis para descartar una infección asociada a la prótesis. Los pacientes con diagnóstico de infección periprotésica se sometieron a una revisión en dos tiempos y se procedió a la cirugía definitiva con el aval del Servicio de Infectología luego del tratamiento antibiótico dirigido completo y de contar con un registro del descenso de marcadores serológicos.

### Técnica quirúrgica

Se indicó profilaxis antibiótica preoperatoria, además de ácido tranexámico en el momento de la inducción anestésica y al cierre de la herida.

Todas las cirugías estuvieron a cargo del mismo equipo quirúrgico. Se colocó al paciente en decúbito lateral con preparación convencional. Se realizó un abordaje posterolateral ampliado de cadera en todos los casos, que se profundizó hasta el plano articular con posterior desbridamiento del tejido para exponer el defecto acetabular y lograr una adecuada exposición del ilion, isquion y pubis. Se extrajeron los osteofitos según lo determinado por la planificación preoperatoria.

Durante la cirugía, el cirujano se apoyó en el prototipo plástico anatómico de la hemipelvis y el implante de prueba como una guía para identificar el defecto calculado en el análisis previo con la TC.

En primer término, se colocó el implante de prueba según el ajuste planificado y se evaluaron la función y la estabilidad. Posteriormente, se retiró el prototipo de prueba y se implantó el cotilo 3D definitivo en el defecto acetabular y se fijó con los tornillos utilizando las guías de colocación; se colocaron tres tornillos dirigidos al ilion, uno al pubis y dos tornillos cruzados en el isquion, lo que brinda mayor estabilidad al implante. Por último, se cementó una copa con distinto grado de constricción dentro del implante hecho a medida, en función de los requerimientos de cada paciente. Se resalta la versatilidad del implante 3D para la elección de diversas opciones de cotilos con distintos grados de constricción que pueden cementarse dentro de este para adaptarse a las circunstancias de los pacientes y disminuir el riesgo de inestabilidad. Además, permite mejorar la orientación del componente, si es necesario. Es decir, el cotilo cementado elegido tiene una anteversión e inclinación independientes de las del implante 3D, logrando, de esta manera, una adecuada estabilidad y una menor tasa de luxación.

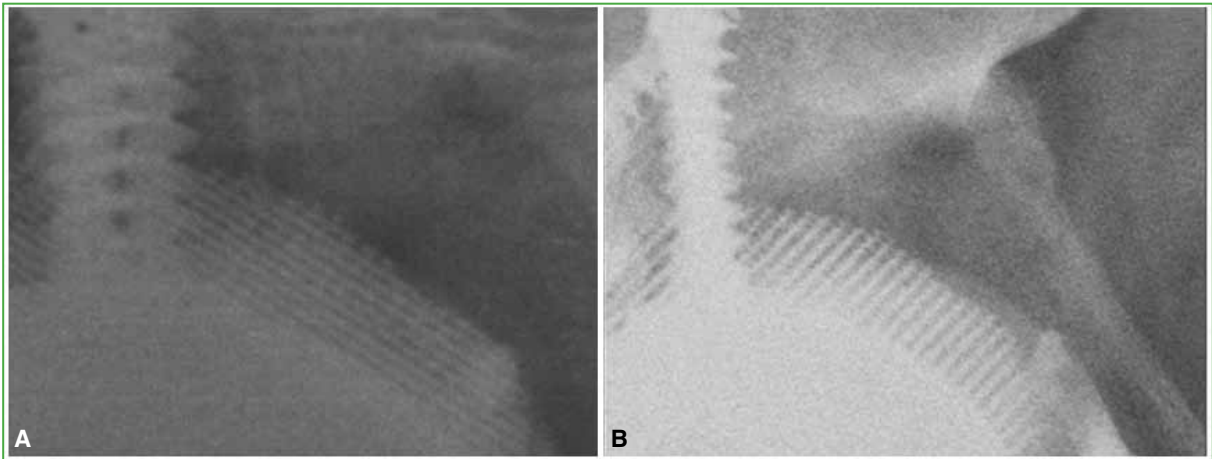
Se dejó un drenaje articular en todos los casos (por 48 h) y se cerró por planos hasta piel.

### Protocolo posoperatorio

La analgesia posoperatoria se inició con la infiltración de la herida con ropivacaína durante el cierre y continuó con ketorolac por vía intravenosa combinado con paracetamol por vía oral. Este manejo multimodal del dolor facilita la terapia física y de rehabilitación, agilizando el alta hospitalaria y disminuyendo el riesgo de trombosis venosa profunda, junto con la administración de enoxaparina durante 30 días.

Los pacientes fueron movilizados precozmente permitiendo la sedestación en el primer día posterior a la cirugía. Se indicó la carga parcial durante las primeras tres semanas, seguida de una progresión de la carga total de 6 a 8 semanas después de la cirugía.

Se tomaron radiografías seriadas (de frente, axial, alar y obturatriz) de pelvis en el posoperatorio inmediato, a la semana, al mes y a los tres meses donde se observó la osteointegración de todos los implantes (Figura 2). Luego se tomaron radiografías de control anuales. Se solicitó, además, una TC de control a los tres meses.



**Figura 2.** **A.** Radiografía ampliada de cadera derecha, de frente, en el posoperatorio inmediato. Se observa el metal trabecular del implante 3D. **B.** Radiografía ampliada de cadera derecha, de frente, a los 3 meses de la cirugía. Se detectan signos de osteointegración en el entramado del metal trabecular.

## RESULTADOS

En el análisis final, se incluyó a 10 pacientes (Tabla 1), el seguimiento medio fue de 40.5 meses (rango 13-72). Siete pacientes eran mujeres y tres, hombres, con una edad promedio de 73.7 años (rango 63-82). El índice de masa corporal medio era de 24,1 kg/m<sup>2</sup> (rango 18-29). Las indicaciones de ATC primaria fueron diagnósticos de displasia de cadera (n = 1), artritis reumatoide (n = 3) y artrosis (n = 6).

Los pacientes se habían sometido a un promedio de 2,1 cirugías de revisión (rango 1-5).

Todos tenían un puntaje funcional pobre antes de la cirugía. El HHS mejoró de 24,2 (rango 10-40) al ingresar a 63,5 (rango 35-92) en el último control. La media del OHS fue de 34,5 (rango 15-46) y la media de la SF-36, de 68,8 (rango 58-95) (Tabla 2). En el último control, desde el punto de vista funcional, la movilidad, el alivio del dolor y la independencia del paciente mejoraron después de la cirugía al compararlos con los valores prequirúrgicos, corroborados mediante las escalas funcionales mencionadas.

**Tabla 2.** Comparación de los puntajes funcionales prequirúrgicos y posquirúrgicos

Paciente	Evaluación preoperatoria			Evaluación posoperatoria		
	HHS	OHS	SF-36	HHS	OHS	SF-36
1	40	18	48	65	40	70
2	25	15	32	70	36	72
3	38	18	42	92	46	95
4	10	16	20	35	35	40
5	21	19	35	82	39	80
6	24	17	36	60	36	69
7	15	21	25	58	32	65
8	20	18	29	50	24	58
9	28	10	35	52	15	58
10	21	19	32	71	42	81
Promedio	24,2	17,1	33,4	63,5	34,5	68,8

HHS = Hip Harris Score; OHS = Oxford Hip Score; SF-36 = Short Form-36 Health Survey.

Se analizaron las radiografías anteroposterior de pelvis, y alar y obturatriz de la cadera afectada a la semana, al mes, a los tres meses y luego, anualmente. No se observaron signos de aflojamiento ni migración del cotilo 3D en cuanto a la inclinación y la anteversión en ningún caso, en el último control (Figura 3), según los criterios de Manaster,<sup>10</sup> por lo que la supervivencia del implante a mediano plazo, según el método de Kaplan-Meier, es del 100% (Tabla 3). Se realizó un control con TC a los tres meses de la cirugía donde se constató la osteointegración de todos los implantes.



**Figura 3.** Radiografías de cadera izquierda, de frente. Control radiográfico de la inclinación y anteversión. **A.** Posquirúrgico inmediato. **B.** A los 29 meses de la cirugía.

En cuanto al grado de constricción de la copa cementada dentro del implante 3D, se indicaron copas de doble movilidad a siete pacientes, aquellos que contaban con un aparato abductor suficiente, y se corroboró la adecuada estabilidad durante la operación. En los tres pacientes restantes, se decidió aumentar la constricción y cementar un cotilo tripolar dada la pérdida de la continuidad del aparato abductor y las maniobras intraoperatorias con riesgo alto de luxación. Cabe destacar que, en estos tres últimos pacientes, la reconstrucción acetabular se combinó con una prótesis no convencional de fémur, debido a la pérdida de stock óseo del fémur proximal. Por lo anterior, se desprende que la selección de la constricción del implante fue particular para cada paciente según sus requerimientos.

**Tabla 3.** Supervivencia del implante según el método de Kaplan-Meier

Paciente	Meses	% Supervivencia
1	13	100
2	20	100
3	24	100
4	28	100
5	29	100
6	31	100
7	60	100
8	63	100
9	65	100
10	72	100

### Complicaciones

Cuatro de los 10 pacientes sufrieron complicaciones, lo que resultó en una tasa de complicaciones del 40%. En las primeras seis semanas después de la cirugía, se produjo una luxación recidivante; esta complicación se resolvió aumentando el grado de constricción al retirar un cotilo de doble movilidad y reemplazarlo por un cotilo de mayor constricción, cementado dentro del implante 3D. Un paciente presentó neuropraxia del ciático que se curó al tercer mes de la operación. Dos pacientes requirieron limpieza mecánico-quirúrgica por secreción persistente a través de la herida dentro de las primeras tres semanas posoperatorias, la evolución fue buena y no fue necesaria otra intervención.

### DISCUSIÓN

La pérdida ósea acetabular sigue siendo un desafío quirúrgico importante en la ATC de revisión. Con los implantes a medida, se lograron resultados aceptables con una mejoría significativa de la función. En este estudio, todos los pacientes tenían, al menos, un defecto acetabular tipo III de Paprosky y uno, una discontinuidad pélvica.

Aún no se ha podido definir la estrategia quirúrgica óptima para estos pacientes. Los múltiples procedimientos descritos, como el uso de cotilos de gran tamaño, injertos estructurales o celdas de reconstrucción, entre otros, no consiguieron resultados favorables a mediano y largo plazo. Como se expone en el estudio de Sembrano y Cheng,<sup>11</sup> la reconstrucción acetabular con celdas de reconstrucción tuvo una tasa de supervivencia del 87,8% a los cinco años y del 80,7% en relación con el aflojamiento radiológico. De igual modo, Amenabar y cols. informan una supervivencia del 85% a los 10 años con celdas de reconstrucción e injerto estructural.<sup>12</sup>

En este estudio, se evaluaron los resultados funcionales y radiográficos después de la colocación de implantes a medida en pacientes con defectos óseos acetabulares graves. Esta técnica resulta particularmente útil en pacientes mayores en quienes se busca resolver la enfermedad y devolver la función de manera rápida, antes que priorizar el aporte de stock óseo. En general, se observaron resultados clínicos y radiográficos satisfactorios. Nuestros resultados son comparables con los de investigaciones recientes.

En el estudio de Wind y cols., se evaluó a 19 pacientes tras la colocación de implantes a medida, durante un seguimiento promedio de 31 meses. El HHS mejoró significativamente de 38 a 63.<sup>13</sup>

Del mismo modo, Taunton y cols. estudiaron la discontinuidad pélvica de 57 pacientes, en un promedio de 65 meses después del uso de implantes a medida, y comunicaron un HHS final de 74,8.<sup>14</sup> En el estudio con el seguimiento más largo (promedio 10 años), el HHS mejoró de 41 a 80.<sup>15</sup>

Una revisión sistemática publicada por Chiarlone y cols. investigó los implantes acetabulares fabricados a medida para defectos óseos acetabulares graves y obtuvieron resultados clínicos y radiográficos satisfactorios a mediano plazo. La tasa de supervivencia del componente acetabular osciló entre el 86,5% y el 100%, pero la tasa de

reoperaciones fue del 24,5%.<sup>16</sup> En nuestra serie, solo un paciente tuvo una luxación de la cadera después del implante de la copa 3D y fue sometido a una cirugía de revisión con la implantación de una copa de mayor constricción y una mejora en la anteversión e inclinación, logrando intervenir en las posibles causas. Ante esta situación, el uso de cotilos con distinto grado de constricción permitirá disminuir el riesgo de luxación de la prótesis, una de las principales complicaciones descritas. Consideramos que la determinación de la constricción posoperatoria del cotilo es fundamental para disminuir el riesgo de luxaciones.

En la revisión de De Martino y cols., solo el 1,7% tuvo aflojamiento aséptico de los implantes a medida. Sin embargo, la tasa de complicaciones general fue del 30%.<sup>17</sup> En nuestro estudio, la tasa de complicaciones fue del 40%. Sin embargo, ninguno de los implantes tuvo que ser retirado por complicaciones posoperatorias.

Como fortaleza del estudio se remarca que tanto las intervenciones quirúrgicas como el seguimiento de los pacientes estuvieron a cargo del mismo equipo. Así mismo, no se perdió ningún paciente durante el seguimiento, por lo que se tiene un registro completo de ellos y de su evolución en el tiempo.

Este estudio tiene varias limitaciones. Las principales son el pequeño tamaño de la muestra y la falta de un grupo de control, así como su diseño retrospectivo. Solo se dispone de ensayos retrospectivos que investigan los implantes de cadera fabricados a medida para defectos acetabulares graves. Sin embargo, un ensayo planificado prospectivamente sería favorable y debería realizarse en el futuro.

## CONCLUSIONES

Los implantes acetabulares a medida representan una solución válida para tratar defectos óseos acetabulares severos y la discontinuidad pélvica tipo IIIA-B de Paprosky. Esta estrategia permite ajustar el implante al hueso receptor residual, sorteando la deficiencia ósea y restaurando la biomecánica de la cadera y también poder cementar dentro una copa con una orientación independiente al implante 3D, con resultados clínicos y radiográficos satisfactorios en el seguimiento a mediano plazo. Sin embargo, aún es necesario evaluar los resultados a largo plazo.

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

ORCID de F. Moruno: <https://orcid.org/0000-0002-9522-4079>

ORCID de E. Garavano: <https://orcid.org/0000-0002-6216-4356>

ORCID de M. Sued: <https://orcid.org/0000-0002-1901-8302>

ORCID de E. Palomino Prado: <https://orcid.org/0009-0001-5659-0375>

## BIBLIOGRAFÍA

1. Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Halpern M. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89:780-5. <https://doi.org/10.2106/JBJS.F.00222>
2. Khanduja V. Total hip arthroplasty in 2017—current concepts and recent advances. *Indian J Orthop* 2017;51:357-8. [https://doi.org/10.4103/ortho.IJOrtho\\_367\\_17](https://doi.org/10.4103/ortho.IJOrtho_367_17)
3. Baauw M, van Hooff ML, Spruit M. Current construct options for revision of large acetabular defects: a systematic review. *JBJS Rev* 2016;4(11):e2. <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.15.00119>
4. Friedrich MJ, Schmolders J, Michel RD, Randau TM, Wimmer MD, Kohlhof H, et al. Management of severe periacetabular bone loss combined with pelvic discontinuity in revision hip arthroplasty. *Int Orthop* 2017;38:2455-61. <https://doi.org/10.1007/s00264-014-2443-6>
5. Berasi CC, Berend KR, Adams JB, Ruh EL, Lombardi AV. Are custom triflange acetabular components effective for reconstruction of catastrophic bone loss? *Clin Orthop Relat Res* 2015;473:528-35. <https://doi.org/10.1007/s11999-014-3969-z>
6. Hirschmann MT, Konala P, Amsler F, Iranpour F, Friederich NF, Cobb JP. The position and orientation of total knee replacement components: a comparison of conventional radiographs, transverse 2D-CT slices and 3D-CT reconstruction. *J Bone Joint Surg Br* 2011;93:629-33. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.93B5.25893>



7. Kalteis T, Handel M, Herold T, Perlick L, Paetzel C, Grifka J. Position of the acetabular cup – accuracy of radiographic calculation compared to CT-based measurement. *Eur J Radiol* 2006;58:294-300. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2005.10.003>
8. Paprosky WG, Perona PG, Lawrence JM. Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty. A 6-year follow-up evaluation. *J Arthroplasty* 1994;9:33-44. [https://doi.org/10.1016/0883-5403\(94\)90135-x](https://doi.org/10.1016/0883-5403(94)90135-x)
9. Gelaude F, Clijmans T, Delpont J. Quantitative computerized assessment of the degree of acetabular bone deficiency: total radial acetabular bone loss (TrABL). *Adv Orthop* 2011:494382. <https://doi.org/10.4061/2011/494382>
10. Manaster BJ. From the RSNA refresher courses: total hip arthroplasty—radiographic evaluation. *RadioGraphics* 1996;16:645-60. <https://doi.org/10.1148/radiographics.16.3.8897629>
11. Sembrano JN, Cheng EY. Acetabular cage survival and analysis of factors related to failure. *Clin Orthop Relat Res* 2008;466:1657-65. <https://doi.org/10.1007/s11999-008-0183-x>
12. Amenabar T, Rahman WA, Hetaimish BM, Kuzyk PR, Safir OA, Gross AE. Promising mid-term results with a cup-cage construct for large acetabular defects and pelvic discontinuity. *Clin Orthop Relat Res* 2016;474:408-14. <https://doi.org/10.1007/s11999-015-4210-4>
13. Wind MA, Swank ML, Sorger JI. Short-term results of a custom triflange acetabular component for massive acetabular bone loss in revision THA. *Orthopedics* 2013;36:e260-e265. <https://doi.org/10.3928/01477447-20130222-11>
14. Taunton MJ, Fehring TK, Edwards P, Bernasek T, Holt GE, Christie MJ. Pelvic discontinuity treated with custom triflange component: a reliable option. *Clin Orthop Relat Res* 2012;470:428-34. <https://doi.org/10.1007/s11999-011-2126-1>
15. DeBoer DK, Brinson MR, Morrison IC. Revision total hip arthroplasty for pelvic discontinuity. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89:835-40. <https://doi.org/10.2106/JBJS.F.00313>
16. Chiarlone F, Zanirato A, Cavagnaro L, Alessio-Mazzola M, Felli L, Burastero G. Acetabular custom-made implants for severe acetabular bone defect in revision total hip arthroplasty: a systematic review of the literature. *Arch Orthop Trauma Surg* 2020;140:415-24. <https://doi.org/10.1007/s00402-020-03334-5>
17. De Martino I, Strigelli V, Cacciola G, Gu A, Bostrom MP, Sculco PK. Survivorship and clinical outcomes of custom triflange acetabular components in revision total hip arthroplasty: a systematic review. *J Arthroplasty* 2019;34:2511-8. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2019.05.032>