

# Espaciadores de cadera en cirugía de revisión en dos tiempos

## *Spacers in two-stage hip revision surgery*

González Cuadrado, Alberto Vicente  
Raya Llorente, María  
Bergillos Barroso, Manuel  
Falcón Sánchez, Aurora  
Ballester Alfaro, Juan José

Unidad Gestión Clínica. Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Universitario Puerto Real, Cádiz.

*tovercor@gmail.com*

Rev. S. And. Traum. y Ort., 2018; 35 (3/4): 9-18

Recepción: 23/08/2018. Aceptación: 30/09/2018

### Resumen

#### Objetivo

Comunicar nuestra experiencia en cirugía de revisión en dos tiempos por aflojamiento séptico de artroplastia total de cadera (ATC) con distintos modelos de espaciadores y las ventajas del espaciador articulado respecto a otras alternativas.

#### Material y metodos

17 casos tratados en los últimos 4 años en los que hemos empleado bloques manuales de cemento (4), espaciadores estándar (6), y espaciadores articulados (7). El seguimiento medio de los casos es de 25 meses y el seguimiento mínimo de 12 meses.

#### Resultados

De los 6 casos con espaciadores estándar hemos tenido 2 fracturas peri-implantes y 2 recidivas de la infección. Los espaciadores con bloques

### Abstract

#### Objective

*The main objective is to communicate our experience in two-stage revision surgery in chronic hip infection after THA with different types of spacers and the advantages of the articulating spacer compared to other alternatives.*

#### Material and methods

*We have analyzed 17 cases in the last 4 years in which we have used static spacers (6), cement blocks (4), and articulating spacers (7). The average follow-up of the cases is 25 months and the minimum follow-up was 12 months.*

#### Results

*From the 6 cases with standard spacers, 2 of them result on peri-implant fractures and another 2 suffered recurrences of the infection. Spacers with manual cement blocks required prolonged*

manuales de cemento requieren estancias más prolongadas y mayor dificultad en el segundo tiempo de la cirugía. En los 7 casos con espaciadores articulados no hemos tenido complicaciones respecto a luxación, fracturas peri-implante, ni reinfección.

## Conclusiones

Defendemos el uso de espaciadores articulados ya que evitan el acortamiento del miembro afectado, pueden adaptarse al diámetro del canal endomedular del fémur, minimizan la contractura de los tejidos blandos y disminuyen las complicaciones respecto a otras alternativas. Permiten la marcha autónoma del paciente entre los dos tiempos de la cirugía y facilitan el reimplante en un segundo tiempo.

**Palabras clave: Arthroplasty, Replacement, Hip, Prosthesis-Related Infections, Treatment Outcome.**

*hospital stay and greater difficulty in the second surgery time. Those cases treated with articulating spacers (7), did not showed complications regarding to dislocation, peri-implant fractures, or reinfection.*

## Conclusion

*We defend the use of articulating spacers as they avoid the shortening of the affected lower limb, minimize the contracture of soft tissues and reduce complications with regard to other alternatives. They allow the autonomous march of the patient between the two times of surgery and make easier the reimplantation in a second time*

**Keywords: Arthroplasty, Replacement, Hip, Prosthesis-Related Infections, Treatment Outcome**

## INTRODUCCION

La infección de una artroplastia de cadera es una complicación que representa un enorme desafío para los cirujanos ortopédicos. El diagnóstico suele ser difícil ya que no hay una prueba específica definitiva y en ocasiones prevalece la experiencia clínica del cirujano, conjuntando los hallazgos en el examen físico y la interpretación de las pruebas complementarias. Los objetivos del tratamiento son preservar la extremidad y la función articular en una población cada vez más envejecida, con múltiples comorbilidades y alto riesgo de desarrollar complicaciones perioperatorias<sup>1</sup>.

Nuestro objetivo es comunicar nuestra experiencia en la cirugía de revisión en dos tiempos por aflojamiento séptico de ATC con los distintos modelos de espaciadores y las ventajas del espaciador articulado “a medida” respecto a las otras alternativas.

## REVISION EN UNO O DOS TIEMPOS

Aunque existe controversia al respecto, en caso de no tener identificado el germen causal, el “gold standar” del tratamiento sigue siendo ac-

tualmente la cirugía de revisión en dos tiempos, existiendo cierta variabilidad en cuanto a la elección del diseño de los espaciadores de cemento y la duración de la antibioterapia. La cirugía en el primer tiempo exige la retirada de todo el material protésico y un exhaustivo desbridamiento de la articulación junto con una limpieza radical de los tejidos infectados. La literatura coincide en que debemos tomar al menos cinco muestras de tejido para las evaluaciones bacteriológicas e histológicas. Se implanta posteriormente un espaciador estándar monobloque o articulado, seguido del cierre de tejidos blandos y piel. El paciente debe recibir antibioterapia, según los cultivos y antibiograma, inicialmente intravenosa y posteriormente oral entre las 4 y las 12 semanas.

Durante los primeros días tras el primer tiempo de cirugía se aconseja antibioterapia intravenosa seleccionada en base a la sensibilidad de los gérmenes infecciosos según los cultivos de las muestras perioperatorias, seguida de antibioterapia oral. El reimplante definitivo se retrasa hasta que se haya completado la pauta de antibióticos, la herida haya cicatrizado y se haya confirmado, en la medida de lo posible, la erradicación de la infección<sup>2</sup>. El tiempo de antibioterapia intraveno-

sa y oral se determinará según el germen y antibiograma, idealmente con la colaboración de un especialista en enfermedades infecciosas.

En el segundo tiempo, procederemos a la extracción del espaciador de cemento, nuevo desbridamiento y la implantación del componente protésico definitivo. Se procederá a ello una vez controlada la infección, donde no existan datos clínicos de infección y los reactantes de fase aguda (VSG y PCR) sean negativos.

## ANTIBIOTICOS USADOS EN LOS CEMENTOS

Los antibióticos seleccionados para este fin deben ser solubles en agua y termodinámicamente estables para resistir el calor de la polimerización del cemento. El antibiótico debe tener un efecto bactericida, liberarse gradualmente durante un período de tiempo apropiado, y provocar una reacción inflamatoria local mínima<sup>3</sup>.

Los antibióticos agregados al cemento son seleccionados en función de los patógenos probables y la sensibilidad del cultivo preoperatorio. Además, los pacientes requieren un periodo prolongado de terapia sistémica con antibióticos entre la primera y la segunda etapa del procedimiento.

Los antibióticos más usados en el cemento han sido los aminoglucósidos como gentamicina y tobramicina. El uso de la vancomicina ha ganado popularidad debido a su eficacia contra las bacterias resistentes a la metilina, incluido el *Staphylococcus aureus* resistente a la metilina (SARM) y el *S. Epidermidis* resistente a metilina (SERM). La dosis óptima de antibiótico por bolsa de 40g de cemento aún no ha sido determinada y depende del tipo empleado<sup>4</sup>.

## ESPACIADORES DE CADERA

Existen distintos tipos de espaciadores de cadera comercializados que podemos emplear durante la cirugía de revisión en dos tiempos: bloques manuales de cemento, espaciadores no articulados o estáticos (estándar), y los espaciadores articulados o dinámicos (“a medida”).

a) Bloques “manuales” de cemento.

A pesar de los resultados de erradicación de la infección empleando los bloques manuales de cemento, rara vez se recomiendan hoy en día debido al acortamiento asociado de la extremidad que exige la colocación de tracción en la pierna operada. Provoca mayores requerimientos de energía durante la marcha si es que ésta se consigue entre los dos tiempos de la cirugía, pérdida de planos tisulares, y la contracción y cicatrización de tejidos blandos que dificulta la identificación y eliminación de los mismos en el segundo tiempo quirúrgico. Únicamente están justificados ante grandes defectos femorales y acetabulares donde no sea posible técnicamente la colocación de otro tipo de espaciador<sup>5,6</sup>. (Fig. 1A).

b) Espaciadores estáticos / no articulados / “estándar”.

Los espaciadores estáticos o no articulados (monobloques “estándar”) permiten la administración local de una alta concentración de antibióticos y, al mismo tiempo, funcionan para mantener el espacio articular para futuros procedimientos de revisión.

Su principal ventaja es que evitan el acortamiento del miembro, facilitando la disección quirúrgica en el momento del reimplante y permiten el suministro de los antibióticos de elección según la sensibilidad del germen en la mayoría de los casos<sup>7</sup>. La desventaja de un espaciador estático es que no permite el movimiento fisiológico de la articulación que da como resultado cicatrices periarticulares y contracturas musculares que aumentan la morbilidad y el deterioro sustancial de las actividades diarias normales de los pacientes durante un tiempo y otro del procedimiento. Otro inconveniente del espaciador estático es que se comercializan con medidas limitadas en su longitud y diámetro y exigen encajarlos mecánicamente en el canal medular femoral, con lo que puede producirse una pérdida ósea no deseada (atribuida a la migración del bloque espaciador) o fracturas periprotésicas intraoperatorias. Además, el riesgo de luxación en caso de grandes defectos acetabulares es alto<sup>8</sup>. Por otro lado, los espaciadores estáticos se han asociado con una menor generación de residuos en comparación con los espaciadores móviles<sup>9,10</sup>. (Fig. 1B).

c) Espaciadores dinámicos / articulados / “a medida”.

El objetivo principal de esta técnica es mantener la función y la tensión de los tejidos blandos entre los dos tiempos quirúrgicos para facilitar el procedimiento de reimplantación durante la segunda cirugía. También se ha informado que reduce la pérdida ósea en comparación con los espaciadores estáticos ya que la técnica permite establecer la longitud y el diámetro del espaciador empleando previamente a su implantación un sistema de raspas adaptadas al canal femoral como en la colocación de un vástago primario<sup>11</sup>.

Al igual que los anteriores proporciona altas dosis de administración local de antibióticos, que pueden ajustarse a la sensibilidad del germen. Además, permite una movilización temprana fuera de la cama, el alta hospitalaria y una rehabilitación acelerada con marcha en carga parcial con dos bastones entre los dos tiempos quirúrgicos, evitando las complicaciones asociadas a una estancia hospitalaria prolongada y la inmovilización<sup>12</sup>.

Las ventajas de este tipo de espaciador incluyen la posibilidad de elección de diferentes tallas independientes, tanto de longitud y diámetro del

vástago para una mejor adaptación a la diáfisis femoral, así como del offset y diámetro de la cabeza. En caso de defectos óseos acetabulares se puede combinar el vástago espaciador con un cotilo cementado con antibióticos provisionalmente. La finalidad es una mejor fijación y estabilidad, reduciendo así el riesgo de luxación y fracturas peri-implante con respecto al espaciador estándar<sup>13,14</sup>.

## MATERIAL Y METODOS

Estudio retrospectivo de 17 casos de cirugía de revisión en dos tiempos por aflojamiento séptico de ATC realizados en nuestro servicio entre Julio de 2015 a Julio de 2017. El seguimiento medio de los casos revisados ha sido de 25 meses, con un seguimiento mínimo de 12 meses.

En los 17 casos incluidos en el estudio, las técnicas empleadas han sido: bloques manuales de cemento (4 pacientes); espaciadores estáticos o “estándar” (6 casos); y espaciadores articulados “a medida” (7 pacientes).

En los siete casos con espaciador articulado “a medida” hemos empleado los moldes espaciadores de cemento para cadera StageOne Select® (Biomet, Warsaw, Indiana), que consiste en un molde de silicona de un solo uso con un vástago reforzado de acero inoxidable y un espaciador de cabeza, preparado para usar con cemento óseo de revisión cargado de antibióticos con gentamicina y clindamicina para una doble protección, o puede prepararse un cemento óseo personalizado con antibióticos (Vancomicina) según el germen patógeno. Cuando el cemento cargado con antibiótico fragua, se retira el molde de silicona quedando un espaciador de cemento provisional (primer tiempo) para la cirugía de revisión en dos tiempos por infección de ATC.

Debido a las limitaciones mecánicas inherentes al Polimetilmetacrilato (PMMA), este tipo de espaciadores no debe mantenerse más de 180 días por riesgo de fatiga del material y dentro de este periodo debe retirarse y reemplazarse por otro dispositivo que idealmente debe ser la prótesis de revisión definitiva si se alcanza la curación del caso. Durante el tiempo que el paciente porta este tipo de espaciador, puede deambular en carga parcial

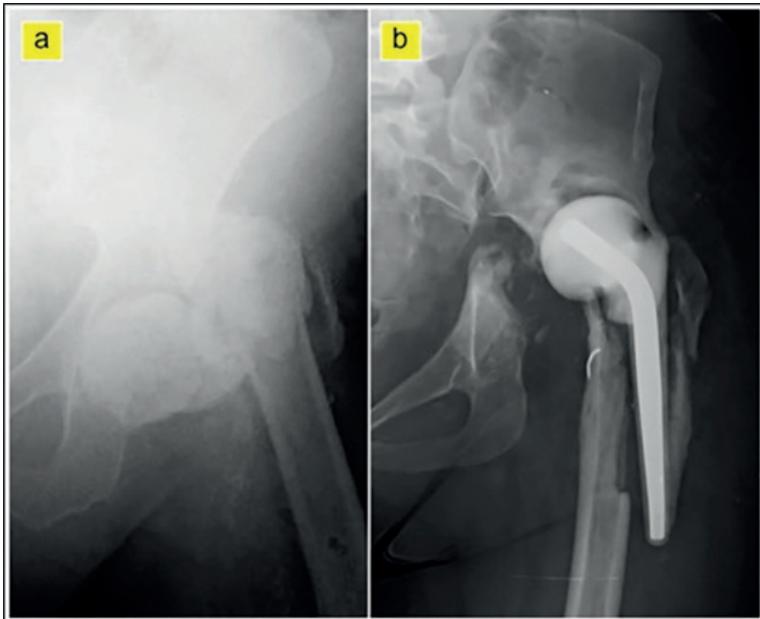


Figura 1.- Modelos de espaciadores no articulados. a) Bloque manual de cemento: acortamiento excesivo de la extremidad; b) Espaciador estándar: fractura periprotésica por encaje a presión excesiva en el canal femoral y longitud inadecuada.

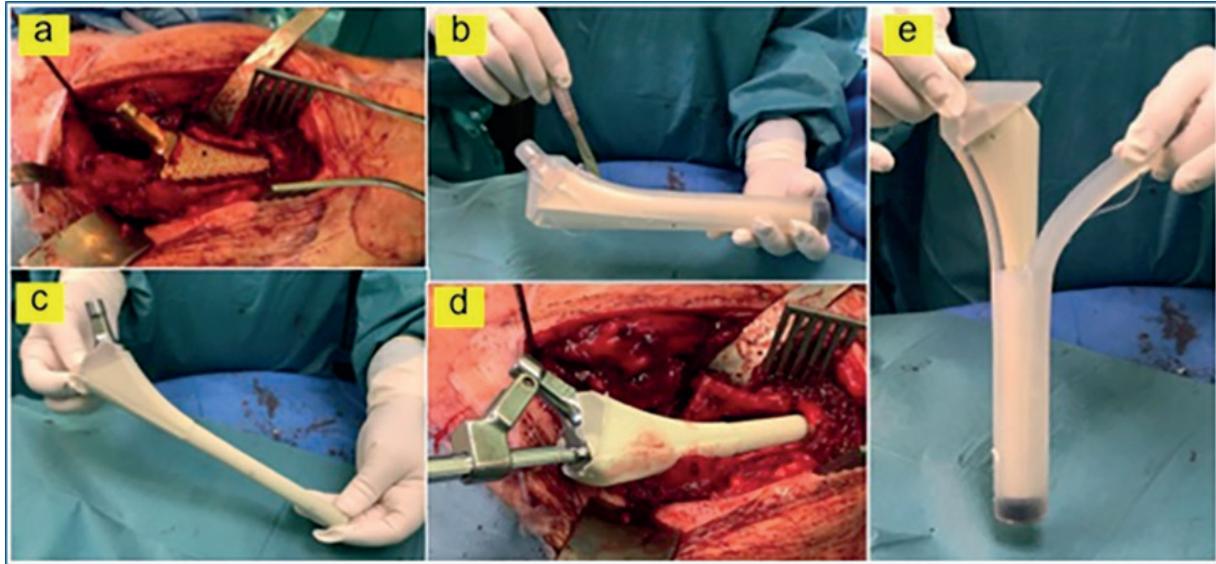


Figura 2.- Sistema de molde de vástago espaciador de cadera StageOne Select®. a) Selección del tamaño de la raspa; b) Preparación del molde de vástago reforzado, corte con bisturí para abrir el molde de silicona; c) obtención del vástago del mismo tamaño que la raspa; d) Introducción del espaciador femoral; e) detalle de la separación de la vaina de silicona.

del miembro inferior operado empleando dos bastones o un andador para proteger la carga.

El molde de vástago reforzado está disponible en varios tamaños de diámetro desde 9 a 17 milímetros de diámetro y en diferentes longitudes (desde 125 a 200 mm). El tamaño del espaciador se determina mediante un sistema de raspa y componentes de prueba que permiten ajustar el diámetro cada dos milímetros desde los 9 a los 17 mm., hasta que se alcanza la estabilidad axial y rotacional. (Fig. 2).

El tamaño del molde para la cabeza se determina con el fresado del cotilo y en general se selecciona un espaciador de cabeza que sea 1-2 mm más pequeño que la última fresa utilizada. Este espaciador de cabeza está disponible en diámetros desde los 48 mm hasta los 64 mm, con aumentos cada 4 milímetros (48, 52, 56, 60, 64). (Fig. 3A).

El sistema está preparado para permitir el acoplamiento entre el espaciador femoral y de la cabeza mediante un adaptador estándar de cuello. Permite aumentar o disminuir la longitud del cuello mediante el adaptador de longitud de cuello +6mm o -6mm para conseguir una adecuada estabilidad del montaje, con ajuste de la longitud de la pierna y tensión de partes blandas. (Fig. 3B-C).



Figura 3.- Sistema de molde para el espaciador de cadera StageOne Select®. a) Inyección del cemento con antibióticos en el molde de vástago; b) Separación de la vaina de silicona del espaciador de cabeza; c) Detalle del adaptador para la longitud de cuello entre los espaciadores de vástago y cabeza; d) Preparación del montaje con espaciador de vástago y cabeza.

## RESULTADOS

De los 6 casos con espaciadores estándar hemos tenido 2 fracturas peri-implantes y 2 recidivas de la infección tras el segundo tiempo. Los espaciadores con bloques manuales de cemento en fémur y cotillo requieren estancias más prolongadas y mayor dificultad en el segundo tiempo de cirugía por acortamiento excesivo del miembro. En los 7 casos con espaciadores articulados “a medida” (preconformados) no hemos tenido complicaciones respecto a luxación, fracturas periprotésicas o peri-implante, ni reinfección en la cirugía definitiva.

Existieron diferencias estadísticamente significativas entre la estancia hospitalaria con espaciadores “manuales” y “estándar” respecto a espaciadores “a medida”, con una disminución de la estancia media de 5 días para estos últimos.

Existieron diferencias estadísticamente significativas en la Escala de valoración funcional WOMAC, con mejoría clínica para el dolor durante la marcha (1A) y la capacidad funcional global del paciente en los casos con espaciadores articulados.

La mejoría media en la escala WOMAC global respecto a la reducción de puntos fue de -5 puntos (espaciador “manual”), -7 puntos (espaciador “estándar”), y -23 puntos (espaciador articulado).

En los casos con espaciador articulado la estancia media fue de 9 días (7-13 días), y se realizó antibioterapia intravenosa durante un periodo de 7 días (hasta resultados de cultivos y antibiograma) y posteriormente antibioterapia oral específica en domicilio entre 6-10 semanas. El tiempo medio hasta el segundo tiempo de la cirugía fue de 11 semanas (en un caso el tiempo hasta la segunda cirugía fue de 5 meses). (Figs. 4-6).

En los casos con espaciador manual, el tiempo medio de tracción blanda con 4 kilos de peso fue de 10 días, y la estancia hospitalaria media fue de 15 días (13-20 días). En los casos con espaciador estándar la estancia media fue de 13 días (10-17 días) y en uno de los dos casos de fractura periprotésica precisó tracción blanda durante 15 días.

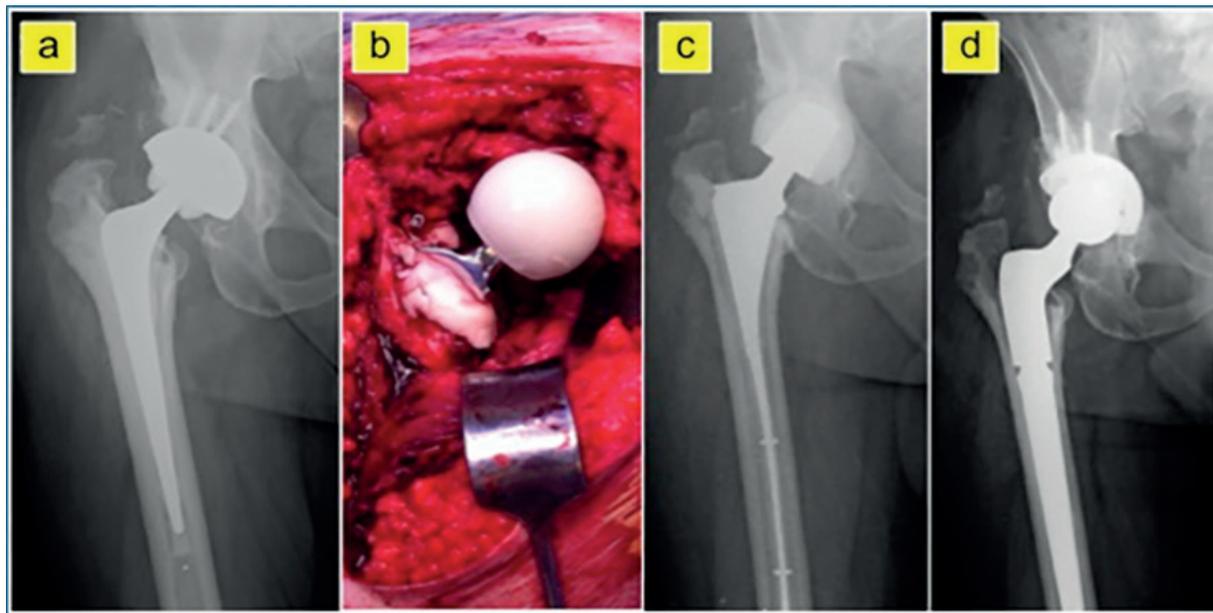


Figura 4.- Varón, 58 años. a) Infección crónica de PTC derecha con vástago cementado; b) Imagen intraoperatoria de espaciador articulado a medida; c) Espaciador con vástago Stage One® de 11x200 mm articulado con espaciador de la cabeza para el cotillo de tamaño 48 mm. Conexión entre los componentes con adaptador de longitud de cuello + 6 mm; d) Reconstrucción definitiva a los 2 meses con cotillo de alta porosidad de 56 mm y vástago modular de anclaje diafisario.

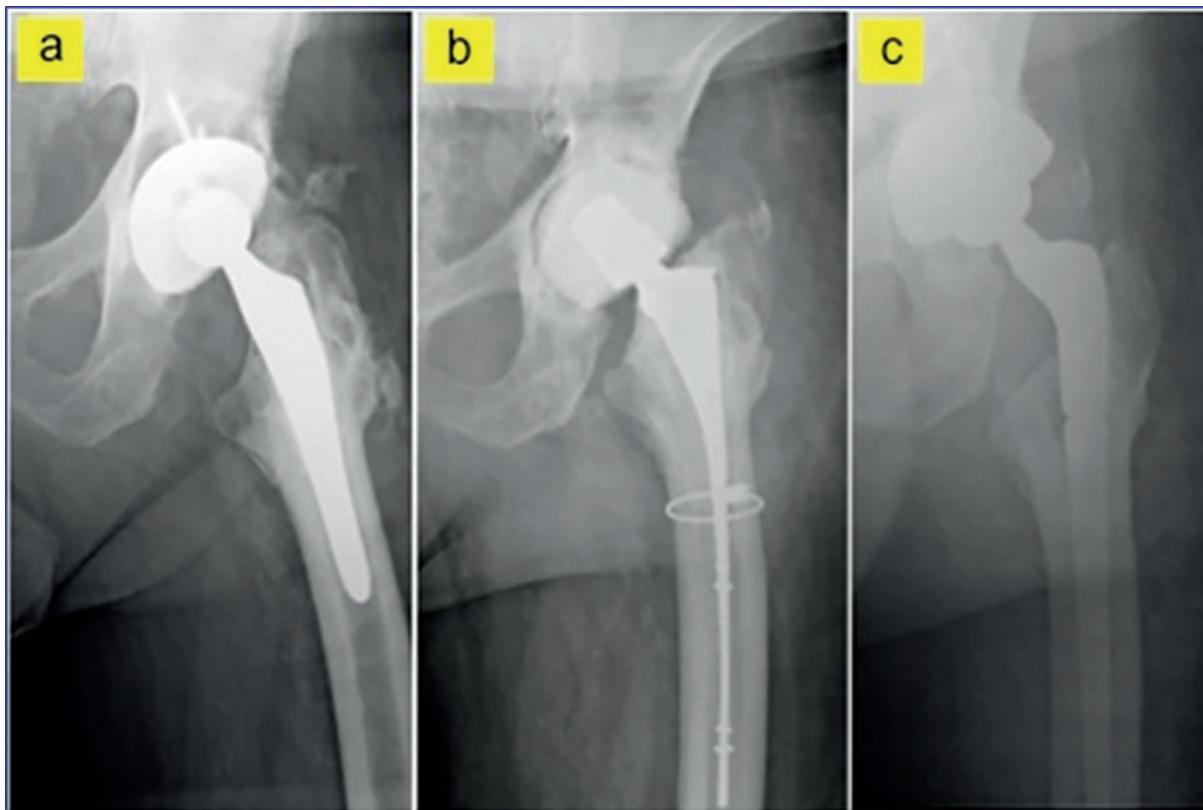


Figura 5.- Varón, 72 años. a) Infección crónica de PTC izquierda no cementada; b) Espaciador con vástago Stage One® de 11x200 mm. articulado con espaciador de la cabeza para el cotilo de tamaño 56 mm. y conexión entre los componentes con adaptador de longitud de cuello estándar; c) Reconstrucción definitiva a los 5 meses, con cotilo de alta porosidad de 64 mm y vástago modular de anclaje diafisario.



Figura 6.- Mujer, 57 años, Artritis Reumatoidea, Obesidad mórbida. a) Infección ATC derecha, Girdlestone de 1 año de evolución; b) Espaciador “a medida”. Se articula espaciador de vástago con inserto de polietileno constreñido cementado de forma temporal por tendencia a la luxación debido a gran defecto óseo acetabular; c) Reconstrucción de la cadera a los 5 meses del primer tiempo con cotilo de alta porosidad, inserto constreñido, y placa de reconstrucción en columna posterior; d) Detalle del vástago definitivo de revisión modular con anclaje diafisario.

## DISCUSIÓN

Nuestros resultados han sido claramente superiores con el uso de espaciadores articulados “a medida” respecto a espaciadores manuales o espaciadores estándar.

El uso de espaciadores estándar o articulados presentan claras ventajas con respecto a los bloques manuales de cemento en cuanto a la funcionalidad, el confort del paciente, y la disminución de complicaciones en el segundo tiempo de cirugía. Jahoda et al.<sup>15</sup>, aunque no especifica el tipo de espaciador, publican una tasa de curación de la infección del 94%, y un porcentaje de luxaciones del 21%.

Nuestros resultados con espaciadores estándar, con 2 fracturas peri-implantes peroperatorias y dos recidivas de infección, coinciden con los resultados obtenidos por Erivan et al.<sup>8</sup> empleando espaciadores estáticos con un 19,2% de fracturas peri-implantes este tipo de espaciadores, un 42,3% de luxaciones, y el 81% de tasa de resolución de infecciones.

Nuestros resultados con espaciadores articulados “a medida” coinciden con Younger et al.<sup>11</sup> empleando este tipo de espaciadores en caso de grandes defectos óseos en el fémur proximal. Estos autores defienden que son eficaces para disminuir la estancia hospitalaria, y mejoran la situación clínica de los pacientes entre los dos tiempos de la cirugía, evitando el acortamiento del miembro y facilitando la deambulación precoz con ayuda de dos bastones o andador. Consiguen una mejoría en la escala de Harris de 23 a 75 puntos, con un 96% de erradicación de la infección. En nuestra serie, los mejores resultados en la escala funcional WOMAC respecto a dolor y capacidad funcional fueron obtenidos con la utilización de espaciadores articulados o “a medida”. Según nuestra experiencia, disponer de varias longitudes de vástago, hasta 200 mm., permite superar defectos óseos en fémur proximal que limitarían el uso de espaciadores estáticos estándar y que provocarían un excesivo acortamiento del miembro inferior en caso de tener que emplear bloques manuales de cemento.

La disponibilidad de emplear raspas progresivas para la preparación de la cavidad femoral permite ajustar mejor el diámetro y la longitud

del espaciador, lo que permite evitar fracturas intraoperatorias por un excesivo ajuste a presión, y en caso de defectos óseos en fémur proximal, disminuir las fracturas peri-implantes post-operatorias por movilización del espaciador.

En nuestra experiencia, la disponibilidad de articular el componente femoral con el espaciador de cabeza y el adaptador de longitud de cuello (-6mm, estándar, + 6mm) nos ha permitido conseguir una adecuada tensión de partes blandas, restablecer la longitud del miembro inferior operado y una mayor estabilidad global del montaje.

Una de las complicaciones más temidas con la utilización de espaciadores temporales es la luxación del implante. En algunos casos, el defecto acetabular imposibilita la colocación de un espaciador estable por la tendencia a la luxación. El sistema de espaciadores “a medida” permite combinar el espaciador de vástago femoral con un componente acetabular más estable, colocando una cabeza metálica en el cono del vástago que articula con el cotilo provisional o definitivo.

En dos casos con espaciadores “a medida” no pudimos combinar el espaciador del vástago con el componente de cabeza femoral porque el defecto óseo (II B y IIC de Parprosky) aumentaba el riesgo de luxación del espaciador articulado. En un caso, el paciente necesitó la colocación de un inserto cementado con antibióticos que durante el segundo tiempo de cirugía fue recambiado a un cotilo altamente poroso (tantalio). En el segundo caso, aunque colocamos el espaciador femoral, tuvimos que articularlo con un cotilo de tantalio atornillado que se retuvo en la segunda cirugía sólo cambiando el polietileno tras nuevo lavado de la carcasa metálica. Ambos casos tuvieron buenos resultados y no hubo reactivación de la infección en los 18 meses siguientes.

Estos dos casos pueden exponer una ventaja que no es posible en los espaciadores “estándar” monobloques, la posibilidad de combinar el espaciador femoral “a medida” con un componente definitivo o provisional en cotilo cuando el defecto óseo predispone a la luxación de los componentes.

En la mayoría de los casos la prótesis de revisión empleada en el segundo tiempo fue con un vástago modular de anclaje diafisario (Arcos®, Biomet) y un cotilo de tantalio (continuum con in-

serto de plástico altamente entrelazado). En dos casos empleamos un inserto constreñido durante la segunda cirugía por el alto riesgo de luxación de la prótesis de revisión definitiva.

Respecto al tiempo de espera entre el primer y el segundo tiempo de la cirugía, nuestros datos coinciden con la mayoría de las publicaciones<sup>16,17</sup>, salvo en el caso de una paciente ingresada en otro centro hospitalario, en situación de Girdlestone previo durante un año, y en la que sus condiciones generales no permitieron el segundo tiempo de reconstrucción hasta los 5 meses.

## CONCLUSIONES

Consideramos que el uso de espaciadores articulados (“a medida”) proporcionan importantes ventajas respecto a otro tipo de espaciadores estándar o moldes de cemento y disminuyen las complicaciones respecto a la luxación y/o fracturas periprotésicas intra y post-operatorias. Evitan el acortamiento excesivo del miembro inferior afectado, permiten una marcha autónoma del paciente entre los dos tiempos de la cirugía con una mayor calidad de vida relacionada con la salud, y facilitan el reimplante en un segundo tiempo. Consideramos que deben valorarse como una buena opción de tratamiento en cirugía de revisión en dos tiempos para infecciones de ATC siempre que las condiciones locales lo permitan.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Hanssen AD, Osmon DR. Evaluation of a staging system for infected hip arthroplasty. *Clin Orthop Related Res.* 2002;403:16-22. PMID: 12360002. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12360002>.
- 2.- Insall JN, Thompson FM, Brause BD: Two-stage reimplantation for the salvage of infected total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1983;65(8): 1087-1098. PMID: 6630253. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6630253>.
- 3.- Hanssen AD, Spanghehl MJ. Practical applications of antibiotic-loaded bone cement for treatment of infected joint replacements. *Clin Orthop Rel Res* 2004;427:79–85. PMID: 15552141. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15552141>.
- 4.- Joseph TN, Chen AL, Di Cesare PE: Use of antibiotic-impregnated cement in total joint arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg* 2003;11(1):38-47. PMID: 12699370. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12699370>.
- 5.- Taggart T, Kerry RM, Norman P, Stockley I. The use of vancomycin impregnated cement beads in the management of infection of prosthetic joints. *J Bone Joint Surg Br.* 2002;84(B):70-2. PMID: 11837836. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11837836>.
- 6.- Neut D, De Groot EP, Kowalski RS et al. Gentamicin loaded bone cement with clindamycin or fusidic acid added: biofilm formation and antibiotic release. *J Biomed Mater Res A.* 2005;73(2):165–170. DOI: 10.1002/jbm.a.30253 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15761830>.
- 7.- Kuzyk, P., Dhotar, H., Sternheim, A., Gross, A., Safir, O. and Backstein, D. Two-stage Revision Arthroplasty for Management of Chronic Periprosthetic Hip and Knee Infection. *J Am Acad Orthop Surg.* 2014; 22 (3): 153-64. DOI: 10.5435/JAAOS-22-03-153. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24603825>.
- 8.- Erivan R, Lecointe T, Villatte G et al. Complications with cement spacers in 2-stage treatment of periprosthetic joint infection on total hip replacement. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2018;104(3):333-339. DOI: 10.1016/j.otsr.2017.11.016 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29277515>.
- 9.- Hanssen AD, Spanghehl MJ. Practical applications of antibiotic loaded bone cement for treatment of infected joint replacements. *Clin Orthop Rel Res.* 2004;427:79–85. PMID: 15552141. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15552141>.
- 10.- Burnett RJ, Kelly MA, Hanssen AD, Barrack RL. Technique and Timing of Two-stage Exchange for Infection in TKA. *Clin Orthop Rel Res.* 2007;464:164-178. PMID: 19834591. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2755121>.
- 11.- Younger AS, Duncan CP, Masri BA. Treatment of infection associated with segmental bone loss in the proximal part of the femur in two stages with use of an antibiotic-loaded interval prosthesis. *J Bone Joint Surg* 1998;80A:60–69. [https://journals.lww.com/jbjsjournal/Abstract/1998/01000/Treatment\\_of\\_Infection\\_Associated\\_with\\_Segmental.11.aspx](https://journals.lww.com/jbjsjournal/Abstract/1998/01000/Treatment_of_Infection_Associated_with_Segmental.11.aspx)
- 12.- Haddad FS, Masri BA, Garbuz DS et al. The treatment of the infected hip replacement, the complex case. *Clin Orthop Rel Res.* 1999; 369:144-156. PMID: 10611869. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10611869>.
- 13.- Sukeik, M, Haddad, F. Two-stage procedure in the treatment of late chronic hip infections - spacer implantation. *Int J Med Sci.* 2009; 6 (5): 253-257. PMID: 19834591 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2755121>.
- 14.- Kini S, Gabr A, Das R. Two-stage Revision for Periprosthetic Hip and Knee Joint Infections. *Open Orthop J.* 2016; 10: 579-588. DOI: 10.2174/1874325001610010579. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5226970>.
- 15.- Jahoda D, Sosna A, Landor, I. Two-stage reimplantation using spacers—the method of choice in treat-

ment of hip joint prosthesis-related infections. Comparison with methods used from 1979 to 1998. Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2003;70(1):17-24. PMID: 12764947. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12764947>.

16.- Naonobu, T, Moritoshi, I, Kei H. Treatment outcome of two-stage revision total hip arthroplasty for infected hip arthroplasty using antibiotic-impregnated cement spacer. J Orthop Sci (2003) 8:26-31. DOI: 10.1007/

s007760300004. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0949265815330803>.

17.- Younger, A, Clive P, Marsi B. The outcome of two-stage arthroplasty using a custom-made interval spacer to treat the infected hip. J Arthroplasty (1997) 12(6): 615-623. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0883-5403\(97\)90133-9](https://doi.org/10.1016/S0883-5403(97)90133-9). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9306211>.