

Reconstrucción de calcar femoral con mallas metálicas, aloinjertos óseos impactados y tallos cementados en cirugía de revisión

MARTÍN BUTTARO, VICENTE GOZALBES, FERNANDO COMBA,
GERARDO ZANOTTI y FRANCISCO PICCALUGA

*Centro de Cadera Sir John Charnley, Servicio de Ortopedia y Traumatología
Carlos E. Ottolenghi, Hospital Italiano de Buenos Aires*

RESUMEN

Objetivos: El objetivo de este trabajo es analizar una serie de pacientes con reconstrucción de calcar femoral utilizando mallas metálicas, aloinjertos óseos impactados y tallos cementados en cirugía de revisión.

Materiales y métodos: Se incluyeron 91 pacientes con defectos óseos femorales proximales y una edad promedio de 66 años (rango 32 a 88), que fueron seguidos prospectivamente. Los diagnósticos fueron aflojamiento aséptico en 69 casos, aflojamiento séptico en 22 casos, fractura periprotésica en 2 casos, falla de osteosíntesis cervicodifisaria en 2 casos y rotura del tallo femoral en 1 caso. El puntaje funcional promedio preoperatorio (Merle D'Aubigne) fue de 7,2 puntos.

Según la clasificación de la Endoklinik, 50 pacientes presentaban grado 3; 39, grado 4; y 2, grado 2. Se implantaron 44 tallos cortos y 47 largos, de entre 200 y 240 mm de longitud.

Resultados: La sobrevida de la reconstrucción femoral fue del 98% luego de un seguimiento mínimo de 31 meses y máximo de 87 meses. El puntaje funcional promedio posoperatorio (Merle D'Aubigne) fue de 15,2 puntos. El hundimiento promedio de los tallos femorales fue de 3,6 mm.

Las complicaciones relacionadas con la reconstrucción femoral fueron la fractura de una malla y de un tallo femoral largo a los 2 años y 2 meses posoperatorios, y la fractura traumática de una malla luego de una caída al año y medio de colocada. Esta serie presentó 8 luxaciones, 7 infecciones y 2 fracturas periprotésicas.

Conclusiones: La combinación de mallas metálicas, aloinjertos óseos impactados y tallos cementados es un método válido para tener en cuenta en la reconstrucción de los defectos óseos severos del fémur proximal.

PALABRAS CLAVE: Aflojamiento protésico.
Cirugía de revisión de cadera. Defectos óseos femorales. Malla metálica.

ABSTRACT

Background: One of the essential requisites for the impaction grafting method is containment of the impacted cancellous bone within the medullary cavity. In patients with segmental bone loss, this procedure can be performed with metal mesh on the outside of the femur. Although the combination between metal meshes and impacted bone allografts is commonly used clinically, data in literature is lacking.

Objective: To analyse the results in cases with proximal femoral bone defects reconstructed with a calcar metal mesh, impacted bone allografts, and a cemented stem in revision hip surgery.

Methods: We prospectively followed 91 cases with proximal femoral bone defects reconstructed between 2002 and 2006 with a calcar metal mesh, impacted bone allografts, and a cemented stem. Patients' average age was 66 years (range, 32-88 years); there 64 females and 27 males. Femoral deficiencies were classified according to the Endoklinik: 50 cases presented a grade 3 defect, 38 cases presented a grade 4 defect and 2 cases a grade 1. We implanted 44 short conventional stems and 47 long stems.

Results: Reconstruction survival was 98% after a minimum follow-up of 31 months and a maximum of 87 months. We observed one fracture of the metal mesh and femoral long stem that was reoperated and a traumatic asymptomatic fracture of the metal mesh that did not require surgery 1.5 years after this episode.

Recibido el 25-5-2012. Aceptado luego de la evaluación el 17-8-2012.

Correspondencia:

Dr. MARTÍN BUTTARO

martin.buttaro@hospitalitaliano.org.ar

Average stem subsidence was 3.6 mm. We observed 8 dislocations (9%), 7 infections (8%) and 2 periprosthetic fractures.

Conclusions: Although the incidence of complications in these patients was high, this could be related to the complexity of the cases. Mesh failures were not observed except in the two cases presenting massive femoral bone loss and trauma.

Patients with calcar femoral defects may be candidates for biological femoral reconstructions using metal mesh, impacted bone allografts and a cemented stem.

KEY WORDS: Revision hip surgery. Femoral bone loss. Metal meshes.

La pérdida de capital óseo es una de las principales complicaciones asociadas al aflojamiento de una artroplastia total de cadera. La recuperación del capital óseo es un objetivo importante en estas situaciones.

El uso de aloinjertos óseos impactados como método de reconstrucción ha mostrado excelentes resultados clínicos y radiológicos a mediano plazo en revisiones femorales asépticas,¹⁻⁴ y sépticas.^{5,6} Uno de los requisitos esenciales para realizar la técnica es que los defectos sean contenidos. Esta situación se puede lograr mediante mallas metálicas flexibles que se adaptan a los defectos óseos y permiten contener los injertos impactados.¹ A pesar de que esta técnica se usa en la práctica clínica y se cuenta con estudios experimentales que avalan la utilización de mallas y aloinjertos,^{7,8} se encuentran pocos datos en la bibliografía acerca de series que analicen específicamente los resultados de reconstrucciones femorales utilizando aloinjertos óseos impactados contenidos por mallas metálicas.⁹

El objetivo de este trabajo es analizar, desde el punto de vista clínico y radiográfico, una serie de pacientes con reconstrucción de calcar femoral utilizando mallas metálicas, aloinjertos óseos impactados y tallos cementados en una cirugía de revisión.

Materiales y métodos

Entre enero de 2002 y noviembre de 2006, 91 casos (84 pacientes) con defectos en calcar femoral fueron reconstruidos con una malla metálica, aloinjertos impactados y un tallo femoral cementado. Sesenta y cuatro casos pertenecían a mujeres y 27 a varones, con una edad promedio de 66 años (rango 32 a 88). Los diagnósticos que motivaron la reconstrucción que se analiza en este trabajo fueron aflojamiento aséptico en 69 casos, aflojamiento séptico en 22 casos, fractura periprotésica en 2 casos, falla de osteosíntesis cervicodifisaria en 2 casos y rotura del tallo femoral en 1 caso. Los pacientes habían sido operados previamente en promedio 2,2 veces (rango 1 a 4). El punta-

je funcional promedio preoperatorio, de acuerdo con la escala de Merle D'Aubigne, fue de 7,2 para un máximo de 18 puntos. Los defectos óseos femorales fueron clasificados radiográficamente con confirmación intraoperatoria de acuerdo con la clasificación de la Endoklinik¹¹ y Paprosky.¹² Según la primera, 50 casos presentaban grado 3; 39 casos, grado 4; y 2 casos, grado 2. De acuerdo con la clasificación de Paprosky, 4 casos presentaban un defecto de tipo 1, 13 casos un defecto de tipo 2A, 38 casos un defecto de tipo 2B, 2 casos un defecto de tipo 3A, 17 casos un defecto de tipo 3B y 17 casos un defecto de tipo 3C.

Técnica quirúrgica

Todos los pacientes fueron operados bajo anestesia epidural hipotensiva mediante un abordaje posterolateral.

Veintidós casos presentaban aflojamientos sépticos, por lo que fueron tratados siguiendo un protocolo en dos tiempos⁶ con el agregado de espaciadores temporales de cemento con antibiótico (Fig. 1). El diagnóstico de infección se confirmó con estudios por congelación intraoperatoria,¹³ y estudios bacteriológicos y anatomopatológicos diferidos.

En todos los casos se moldeó un paño de malla cribada de acero inoxidable de 15 por 15 cm, de 0,15 pulgadas de espesor y con perforaciones de 2 mm² de diámetro (Fico®, Buenos Aires, Argentina) dándole la forma y la longitud necesarias según el defecto (promedio 14 cm), el cual fue fijado con al menos dos lazadas de alambre Ortron 90 (DePuy, Warsaw, Indiana, EE.UU.) al fémur remanente (Fig. 2). En 20 pacientes se utilizó un sistema de mallas preformadas que representa la morfología del calcar femoral (Exchange System, Stryker/Howmedica/Osteonics, Allendale, NJ, EE.UU.). Una vez obtenido un soporte estructural de malla metálica, se colocó el tapón restrictor de cemento con la varilla centralizadora de acuerdo con la técnica original desarrollada en Exeter.¹

Los aloinjertos óseos molidos se obtuvieron de cabezas femorales congeladas siguiendo el protocolo de la Asociación Americana de Bancos de Tejidos para la obtención y el procesamiento de los injertos.¹⁵ Se los fragmentó manualmente en diámetros de 0,5 cm para la porción distal de la reconstrucción y de 1 cm para el extremo superior a fin de obtener mayor estabilidad rotacional proximal. Las reconstrucciones femorales requirieron un promedio de dos cabezas femorales de banco (rango 1 a 3). Durante su preparación, se las suplementó con vancomicina en dosis de 1000 mg por cabeza femoral utilizada.⁶ Los aloinjertos óseos de hueso esponjoso se impactaron de acuerdo con la técnica descrita por Gie y cols.¹ para la reconstrucción femoral con un instrumental específico (Primary Impaction Grafting Instruments, De Puy Int®, Leeds, U Ky Exchange Revision Instruments System, Stryker/Howmedica/Osteonics, Allendale, NJ, EE.UU.). Se utilizaron tallos C Stem (De Puy Int®, Leeds, United Kingdom) en 67 casos, tallos Charnley (De Puy Int®, Leeds, UK) en 4 casos y tallos Exeter (Stryker/Howmedica/Osteonics, Allendale, NJ, EE.UU.) en 20 casos. Se implantaron 44 tallos cortos (Fig. 2) y 47 tallos largos, con una longitud de entre 200 y 240 mm.

Los componentes C Stem y Charnley fueron fijados cada uno con dos dosis de cemento CMW1 con gentamicina (De Puy Int®, Leeds, UK) y los Exeter, con dos dosis de cemento Simplex con tobramicina (Stryker/Howmedica/Osteonics, Allendale, NJ, EE.UU.). En todos los pacientes se utilizó una técnica de

tercera generación. Los diámetros cefálicos fueron de 28 mm en 87 casos y de 22 mm en 4 casos.

Como profilaxis antibiótica se utilizó 1 g de cefazolina en la inducción anestésica y cada 8 horas hasta las 24 horas posope-

radorias, y enoxaparina 0,4 ml por vía subcutánea como profilaxis de la enfermedad tromboembólica hasta la deambulaci3n, pasando a 3cido acetilsalic3lico en dosis de 325 mg hasta los 45 d3as posoperatorios.

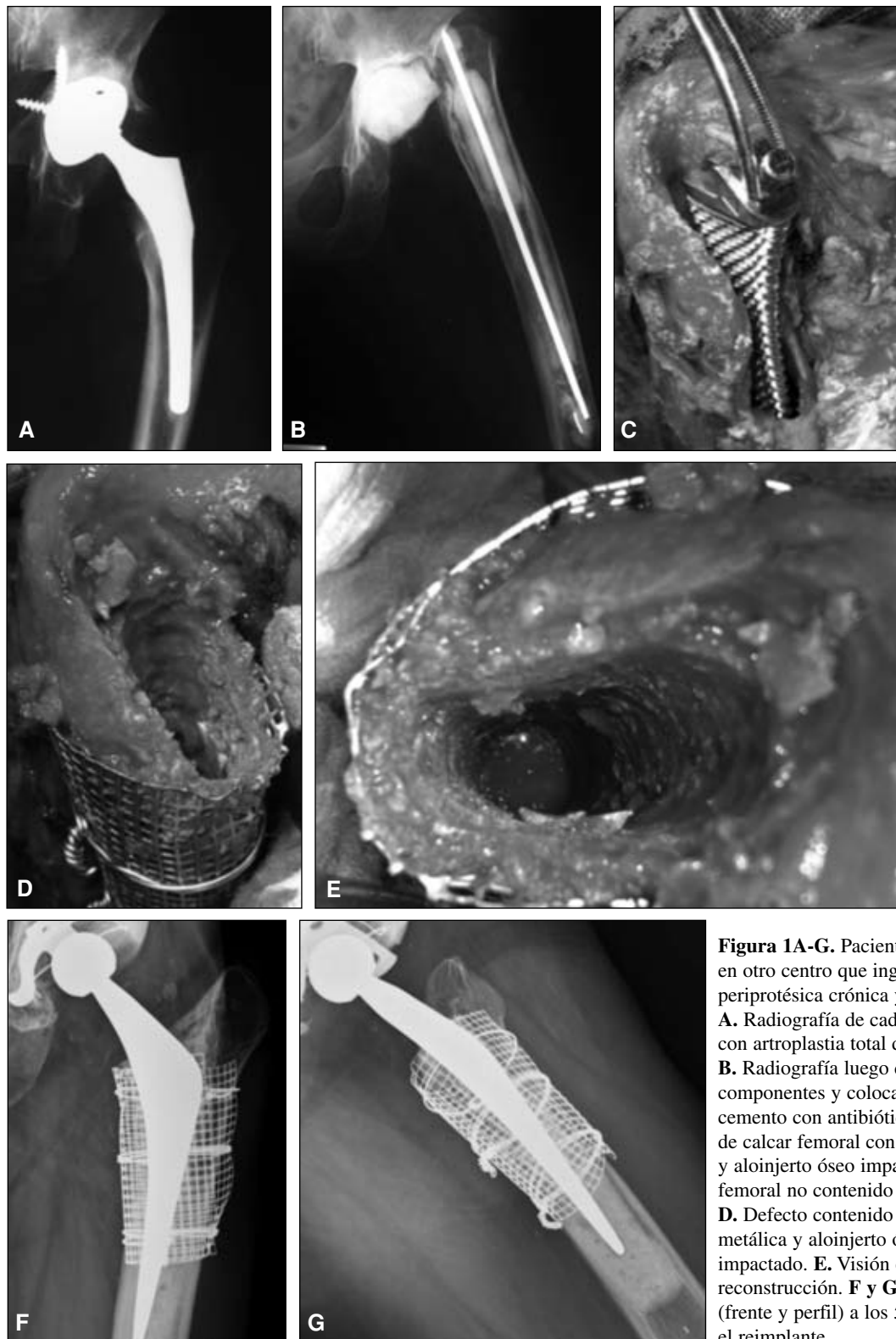


Figura 1A-G. Paciente de 46 años operada en otro centro que ingresa con infección periprotésica crónica y fístula activa. **A.** Radiografía de cadera izquierda (frente) con artroplastia total de cadera no cementada. **B.** Radiografía luego de la extracción de los componentes y colocación de espaciador de cemento con antibiótico. **C.** Reconstrucción de calcar femoral con malla metálica y aloinjerto óseo impactado. Defecto óseo femoral no contenido en el calcar. **D.** Defecto contenido por medio de malla metálica y aloinjerto óseo esponjoso impactado. **E.** Visión endomedular de la reconstrucción. **F y G.** Control posoperatorio (frente y perfil) a los 5 años de realizado el reimplante.

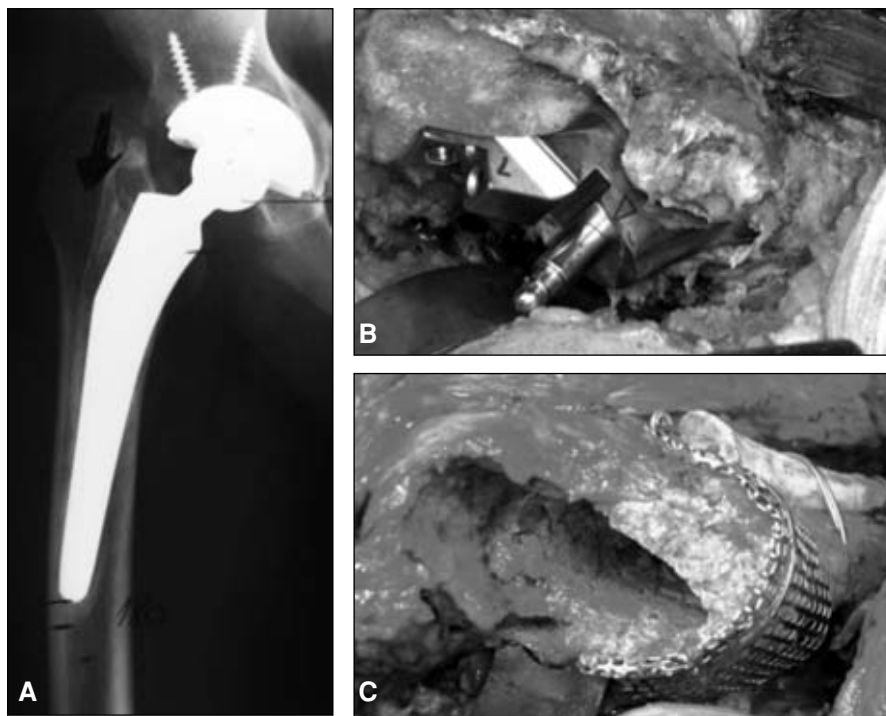


Figura 2. A. Paciente de 42 años con aflojamiento femoral, hundimiento de tallo y defecto óseo en calcar femoral.

B. Caracterización intraoperatoria del defecto óseo femoral.

C. Reconstrucción de la pérdida ósea con aloinjertos óseos impactados contenidos por malla metálica más aloinjerto óseo estructural en la cara lateral femoral.

Al día siguiente de la cirugía se inició la rehabilitación utilizando un protocolo consistente en deambulación con un andador y 10% de carga sobre el miembro operado por 45 días. A partir de ese período, se aumentó progresivamente la carga hasta los 60 días, fecha en que se lo retiró con la indicación de usar bastón durante un mes.

Los pacientes fueron evaluados a los 15, 45 y 90 días de la operación con radiografías de frente y perfil, y luego anualmente. Para la evaluación clínica se aplicó el método de Merle d'Aubigné y Postel.¹⁰

La presencia de radiolucidez femoral y osteólisis periprotésica (pérdida ósea no lineal mayor de 5 mm²) fue evaluada y localizada de acuerdo con las zonas descritas por Gruen y cols.¹⁵ La evaluación de la radiolucidez y la osteólisis no fue posible en ciertas zonas debido a la radiopacidad de las mallas. La incorporación de los aloinjertos óseos impactados se estudió mediante la clasificación radiográfica de Gie y cols.¹

Los aflojamientos femorales se caracterizaron de acuerdo con los criterios de Harris y McGann;¹⁶ se consideró aflojamiento definitivo la migración masiva del componente femoral o del manto de cemento (> 5 mm), una fractura del manto de cemento o la presencia de líneas radiolúcidas nuevas en la interfase hueso-cemento; aflojamiento probable, una línea radiolúcida alrededor de la totalidad de la interfase hueso-cemento; y aflojamiento posible, una línea radiolúcida incompleta alrededor del 50% al 99% del componente en la interfase hueso-cemento. El hundimiento de los tallos se determinó de acuerdo con el método de Loudon y Charnley.¹⁷ La evaluación de la incorporación de los aloinjertos impactados femorales no fue posible debido a la radiopacidad de las mallas.

Se consideró un resultado exitoso del procedimiento cuando el paciente presentaba una artroplastia de cadera funcional luego de 2 años de operado, como mínimo. La cadera fue defi-

nida como funcional cuando no presentaba dolor al caminar o este era leve (con o sin el uso de bastón), sin la presencia de signos radiológicos indicativos de la necesidad de una intervención quirúrgica futura.

Resultados

La sobrevida de la reconstrucción femoral fue del 98% luego de un seguimiento mínimo de 31 meses y máximo de 87 meses (Fig. 3). Se perdió el contacto con un paciente en el seguimiento y 3 pacientes murieron a los 4 y 6 años de operados por causas no relacionadas con la cirugía. El puntaje funcional promedio de acuerdo con la escala de Merle d'Aubigné y Postel¹⁰ fue de 15,2. De acuerdo con la clasificación de Gie,¹ en 10 casos se observó curación cortical (grado 1), en 8 casos no se evidenciaron cambios (grado 2), 28 casos mostraron remodelación trabecular (grado 3) y 17 casos, incorporación de las trabéculas óseas (grado 4). El hundimiento promedio de los tallos femorales fue 3,6 mm.

Las complicaciones relacionadas con la reconstrucción femoral fueron la fractura de una malla y de un tallo femoral largo a los 2 años y 2 meses posoperatorios (Fig. 4) y la fractura traumática de una malla luego de una caída al año y medio de colocada. El primer caso requirió una revisión femoral con una técnica similar y refuerzo con aloinjertos óseos estructurales más un tallo de mayor diámetro; el segundo paciente no ha presentado síntomas hasta el momento, por lo que continúa con

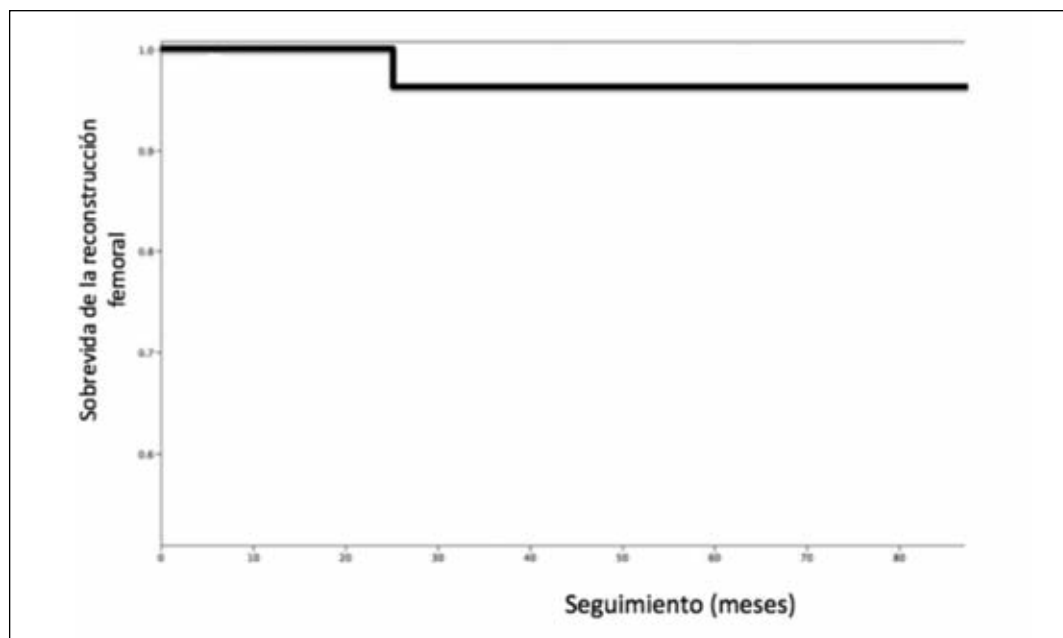


Figura 3. Análisis de Kaplan-Meier³⁵ para la sobrevida de la reconstrucción.

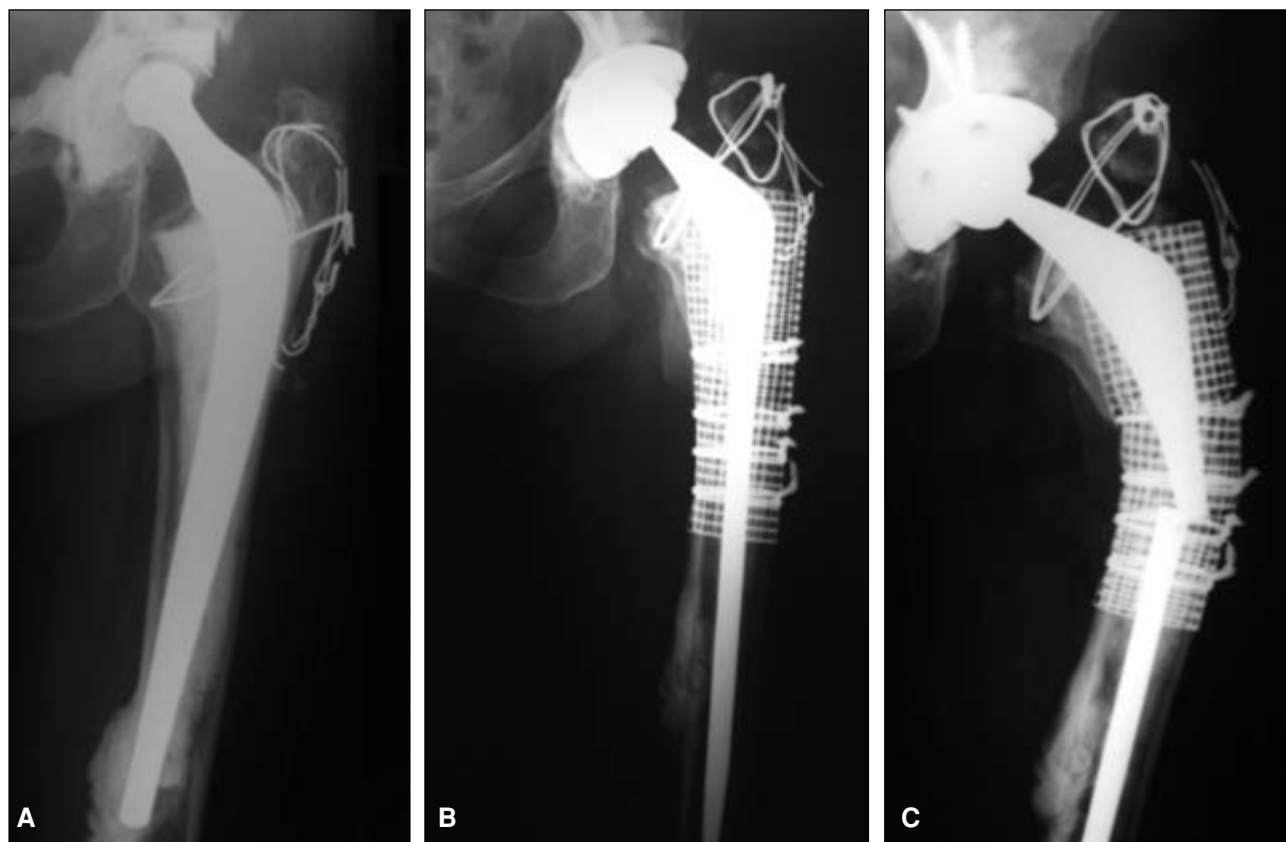


Figura 4. **A.** Aflojamiento aséptico de tallo cementado de revisión y falsa vía femoral. **B.** Reconstrucción femoral con malla hemisferencial, aloinjertos óseos impactados y tallo largo cementado. **C.** Fractura de tallo femoral y malla metálica a los 2.2 años luego de la reconstrucción.

seguimiento clínico y radiográfico cada 6 meses, a pesar de observarse un posible aflojamiento de acuerdo con la clasificación evaluada.¹⁶ Dos casos presentaron fracturas periprotésicas femorales de tipo B1 de la clasificación de Vancouver¹⁸ a los 12 y los 16 meses, que fueron tratadas con reducción abierta y fijación interna con placas y aloinjertos óseos estructurales sin necesidad de retirar la malla metálica.

Ocho casos presentaron una luxación protésica (9%), en 5 casos consistió en un episodio aislado y fue tratado con reducción a cielo cerrado y 3 casos requirieron tratamiento quirúrgico.

El primero fue tratado con extracción del tallo y reelementado para aumentar la longitud del miembro, seguido de descenso del trocánter mayor y osteosíntesis.

El segundo paciente fue tratado con cambio de las superficies de fricción a cerámica de 36 mm y el tercero, con un cótilo constreñido.

Siete casos presentaron una infección (8%), 2 infecciones agudas fueron tratadas eficazmente con desbridamiento, antibióticos y conservación de los componentes. Tres pacientes fueron tratados con un protocolo en dos tiempos. Dos pacientes fueron tratados con una artroplastia de resección debido a sepsis y compromiso del estado general.

Discusión

Este estudio demuestra la utilidad de las mallas metálicas, los aloinjertos óseos impactados y los tallos cementados para reconstruir defectos óseos no contenidos del fémur proximal. Los resultados clínicos y radiográficos en este tipo de reconstrucciones evidencian resultados favorables a corto y mediano plazo, caracterizados por alivio del dolor y recuperación de la función en el 98% de la serie.

Las mallas metálicas han sido utilizadas durante mucho tiempo como implantes quirúrgicos.^{19,20}

Los estudios experimentales han demostrado que la combinación de mallas metálicas y polimetilmetacrilato aumenta la fuerza de tensión del cemento.²¹⁻²³ Los estudios recientes, que utilizaron radiografías, gammagrafía, tomografía computarizada tridimensional e histología, observaron crecimiento óseo por arriba de las mallas en defectos segmentarios caninos reconstruidos con mallas, injertos esponjosos y clavos endomedulares.²⁴⁻²⁶ A largo plazo, los fémures reconstruidos con mallas metálicas y aloinjertos impactados podrían cubrir la superficie externa de la malla con hueso huésped neoformado a partir del hueso injertado.

Este hecho se ha evidenciado parcialmente después de 4 años posoperatorios en alguno de los casos de esta serie.

Existen informes de la utilización ocasional de mallas metálicas en defectos segmentarios, pero a pesar de su uso frecuente en los defectos proximales masivos, no hemos encontrado en la bibliografía series clínicas relacionadas con defectos segmentarios tratados con mallas y aloinjertos óseos impactados en la cirugía de cadera. Los estudios experimentales que compararon la vascularización de los aloinjertos por debajo de una malla o de injertos estructurales evidenciaron resultados estadísticamente significativos a favor de las mallas metálicas. La explicación aparente sería que las mallas tienen una estructura abierta que permite una mayor invasión vascular proveniente del huésped.⁷

En los últimos años se han publicado casos aislados de defectos segmentarios en el húmero y la tibia tratados con mallas de titanio, injertos óseos impactados y clavos endomedulares.^{24,25}

Los hallazgos anatomopatológicos observados ya a los 10 meses posoperatorios en las biopsias obtenidas por debajo de la malla avalan la hipótesis clínica de que existe neoformación ósea en ese lugar. La característica principal es la invasión vascular y de tejido fibroso del huésped al injerto en las primeras semanas posteriores a la cirugía.^{27,28} En la práctica clínica existen alternativas reconstructivas para defectos femorales sin necesidad de aloinjertos óseos, como las prótesis no cementadas de fijación distal de tipo Wagner o modulares.

Si bien la primera alternativa ha mostrado resultados favorables en casos de pérdida importante de capital óseo,^{29,30} en algunas comunicaciones se han evidenciado fracturas de los implantes debido a la ausencia de soporte óseo proximal,^{31,32} con cualquier material utilizado.

Las prótesis de reemplazo de fémur proximal se asocian a problemas futuros aún mayores en casos de aflojamiento, ya que no se recupera el capital óseo.³³ Las fallas de estos implantes podrían derivar en la necesidad de utilizar prótesis no convencionales, las cuales se asocian a elevadas tasas de complicaciones, como hundimiento, inestabilidad, fracturas de fémur y costos elevados.^{9,34}

En esta serie hubo una tasa considerable de luxación, la cual se asoció a la necesidad de reoperación en 3 casos que sufrieron tal complicación. La explicación de este hecho sería el daño del mecanismo abductor anterior a la cirugía de reconstrucción debido a las cirugías previas, abordajes transtrocanterios previos e infección, y la utilización de cabezas de 22 mm. En el futuro sería recomendable utilizar diámetros cefálicos mayores y considerar los cótilos constreñidos si hay un daño severo del mecanismo abductor.

Las limitaciones de este estudio incluyen una cohorte de pacientes sin un grupo de control, el seguimiento a mediano plazo en la mayoría de los casos, la implantación de diferentes diseños femorales, y la inclusión de patología séptica, aseptica y traumática.

Conclusiones

Si bien la tasa de complicaciones en esta serie fue elevada, consideramos que está relacionada con la complejidad de los casos. Sin embargo, las fallas mecánicas del sistema se observaron sólo en 2 pacientes con trau-

ma o fractura por fatiga del tallo femoral en defectos masivos.

La combinación de mallas metálicas, aloinjertos óseos impactados y tallos cementados es un método válido para tener en cuenta en la reconstrucción de defectos óseos severos del fémur proximal.

Bibliografía

1. **Gie GA, Linder L, Ling RSM, Simon JP, Slooff TJJH, Timperley AJ.** Impacted cancellous allografts and cement for revision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg (Br)* 1993;75-B:14-21.
2. **Slooff TJ, Schimmel JW, Buma P.** Cemented fixation with bone grafts. *Orthop Clin North Am* 1993;24(4):667-77.
3. **Boldt JG, Dilawari P, Agarwal S, Drabu K.** Revision total hip arthroplasty using impaction bone grafting with cemented nonpolished stems and Charnley cups. *J Arthroplasty* 2001;16 (8):943-52.
4. **Piccaluga F, González Della Valle A, Encinas JC, Pusso R.** Femoral stem revision with impaction grafting and a Charnley stem. A two- to twelve-year follow-up study. *J Bone Joint Surg (Br)* 2002;84-B:544-9.
5. **English H, Timperley AJ, Dunlop D, Gie G.** Impaction grafting of the femur in two-stage revision for infected total hip replacement. *J Bone Joint Surg (Br)* 2002 ;84-B:700-5.
6. **Buttaró M, Pusso R, Piccaluga F.** Vancomycin-supplemented impacted bone allografts in infected hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg (Br)* 2005 87-B (3):314-9.
7. **Bolder SB, Schreurs BW, Verdonschot N, Veth RP, Buma P.** Wire mesh allows more revascularization than a strut in impaction bone grafting: an animal study in goats. *Clin Orthop Relat Res* 2004;423:280-6.
8. **Bolder SB, Schreurs BW, Verdonschot N, Ling RS, Slooff TJ.** The initial stability of an exeter femoral stem after impaction bone grafting in combination with segmental defect reconstruction. *J Arthroplasty* 2004;19(5):598-604.
9. **Buttaró M, Comba F, Piccaluga F.** Proximal femoral reconstructions with bone impaction grafting and metal mesh. *Clin Orthop Related Res* 2009;467(9):2325-34.
10. **Merle d'Aubigné R, Postel M.** Functional results of hip arthroplasty with acrylic prosthesis. *J Bone Joint Surg (Am)* 1954; 36-A:451-455.
11. **Engelbrecht E, Heinert K.** *Klassifikation und Behandlungsrichtlinien von Knochensubstanzverlusten bei Revisionsoperationen am Hüftgelenk mittelfristige Ergebnisse.* Primare und Revision salloarthroplastik Hrsg-Endo-Klinik, Hamburg. Springer-Verlag, Berlin, 1987:189-201.
12. **Pak JH, Paprosky WG, Jablonsky WS, Lawrence JM.** Femoral strut allografts in cement less revision total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1993;(295):172.
13. **Núñez L, Buttaró M, Pusso R, Morandi A, Piccaluga F.** The value of intraoperative frozen section analysis in revision hip surgery. *Acta Orthop* 2007;78(2):226-30.
14. **Fawcett K, Barr AR.** *Tissue banking.* Arlington, Virginia: American Association of Tissue Banks; 1987.
15. **Gruen TA, Mc Neice GM, Amstutz HC.** Modes of failure of cemented stem-type femoral components: a radiographic analysis of loosening. *Clin Orthop Relat Res* 1979;141:17-27.
16. **Harris WH, McGann WA.** Loosening of the femoral component after use of the medullary plug cemented technique: follow-up note with a minimum 5-year follow-up. *J Bone Joint Surg* 1986;68:1064.
17. **Loudon JR, Charnley J.** Subsidence of the femoral prosthesis in total hip replacement in relation to the design of the stem. *J Bone Joint Surg (Br)* 1980;62-B(4):450-3.
18. **Masri BA, Meek RM, Duncan CP.** Periprosthetic fractures evaluation and treatment. *Clin Orthop Relat Res* 2004;(420):80-95.
19. **Levinthal GS.** Titanium, a metal for surgery. *J Bone Joint Surg* 1951;33-A: 473.
20. **Lockey MW, Hahn GW, Corgill DA.** Mandibular fractures. Metallic implant fixation using vitallium mesh. *Arch Otolaryngol* 1966;84(4):451-6.
21. **Heiple K, Burstein A, Gradisar I, Gribay R.** *Engineering principle in the reinforcement of methylmethacrylate.* Orthopaedic Research Society, Dallas, Texas, 1974.
22. **Schmur DS, Lee D.** Stiffness and inelastic deformation in acrylic-titanium composite implant materials under compression. *J Biomed Mater Res* 1983;17:973.

23. **Taitsman JP, Saha S.** Tensile strength of wire-reinforced bone cement and twisted stainless-steel wire. *J Bone Joint Surg* 1977; 59-A:419-25.
24. **Attias N, Lehman RE, Bodell LS, Lindsey RW.** Surgical management of a long segmental defect of the humerus using a cylindrical titanium mesh cage and plates: a case report. *J Orthop Trauma* 2005;19(3):211-6.
25. **Attias N, Lindsey RW.** Case reports: Management of large segmental tibial defects using a cylindrical mesh cage. *Clin Orthop Relat Res* 2006;450:259-66.
26. **Lindsey RW, Gugala Z, Milne E, Sun M, Gannon FH, Latta LL.** The efficacy of cylindrical titanium mesh cage for the reconstruction of a critical-size canine segmental femoral diaphyseal defect. *J Orthop Res* 2006;24(7):1438-53.
27. **Ling RS, Timperley AJ, Linder L.** Histology of cancellous impaction grafting in the femur. A case report. *J Bone Joint Surg (Br)* 1993;75(5):693-6.
28. **Muscolo DL, Ayerza MA. Allografts.** En Rosenberg AG. The adult hip. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1998.
29. **Bohm P, Bischel O.** Femoral revision with the Wagner SL revision stem: evaluation of one hundred and twenty-nine revisions followed for a mean of 4.8 years. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83-A(7):1023.
30. **Wagner H.** Revision prosthesis for the hip joint in severe bone loss. *Orthopade* 1987;16(4):295.
31. **Woolson ST, Milbauer JP, Bobyn JD, Yue S, Maloney WJ.** Fatigue fracture of a forged cobalt-chromium-molybdenum femoral component inserted with cement. A report of ten cases. *J Bone Joint Surg Am* 1997;79(12):1842.
32. **Buttaro M, Mayor M, Van Citters D, Piccaluga F.** Fracture of a proximally modular, distally tapered fluted implant with diaphyseal fixation. A Case Report. En prensa, J Arthroplasty.
33. **Klein G, Parvizi J, Rapuri V, Wolf C, Hozack W, Sharkey P, Purtill J.** Proximal femoral replacement for the treatment of periprosthetic fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2005; 87(8):1777-81.
34. **Friesecke C, Plutat J, Block A.** Revision arthroplasty with use of a total femur prosthesis. *J Bone Joint Surg* 2005;87(12): 2693-701.
35. **Kaplan E, Meier P.** Nonparametric estimation from incomplete observations. *J Am Statistical Ass* 1958;53:457-81.