

RESULTADOS DE LA RECONSTRUCCIÓN DEL ALOINJERTO OSTEOARTICULAR DE FÉMUR PROXIMAL TRAS RESECCIÓN ONCOLÓGICA EN NIÑOS

SURYA KOHAN-FORTUNA-FIGUEIRA, AMANDA PÁEZ-RIVERO, GERMÁN FARFALLI,
LUIS A. APONTE-TINAO, JOSÉ I. ALBERGO

Sector de Ortopedia Oncológica, Servicio de Ortopedia y Traumatología Carlos E. Ottolenghi,
Hospital Italiano de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

Dirección postal: Amanda Páez-Rivero, Servicio de Ortopedia y Traumatología Carlos E. Ottolenghi, Hospital Italiano de Buenos Aires, Potosí 4257, 1199 Buenos Aires, Argentina

E-mail: amandapaezrivero@gmail.com

Recibido: 14-V-2025

Aceptado: 17-X-2025

Resumen

La cirugía de conservación de miembro y reconstrucción del fémur en niños menores de 10 años es clave para asegurar un adecuado desarrollo acetabular y reducir la discrepancia en la longitud de la extremidad. El objetivo de este estudio fue la descripción de los resultados a largo plazo de la reconstrucción con aloinjertos estructurales femorales proximales en 3 niños con sarcomas óseos primarios. Se incluyeron 3 pacientes con un seguimiento medio de 13.6 años. Todos fueron tratados con resección del fémur proximal y reconstrucción mediante injerto osteoarticular de donante adulto. Dos conservaron el injerto, de los cuales uno requirió alargamiento sobre hueso nativo por discrepancia de longitud, y en el otro se realizó conversión a aloprótesis por colapso de la cabeza femoral. En el tercer caso, debido a una fractura, se revisó a endoprótesis. Todos los pacientes lograron un desarrollo acetabular adecuado. Los aloinjertos osteoarticulares son una opción viable tras una resección oncológica en bloque en pacientes menores de 10 años, ya que facilitan el desarrollo acetabular y preservan el stock óseo. Sin embargo, están asociados en su mayoría a diversas complicaciones postoperatorias.

Palabras clave: sarcoma, pediatría, oncología, cirugía de conservación

Abstract

Outcomes of proximal femur osteoarticular allograft reconstruction after oncologic resection in children

Limb-sparing surgery and femoral reconstruction in children under 10 years of age is key to ensuring adequate acetabular development and reducing limb length discrepancy. This study aims to describe the long-term results of proximal femoral structural allograft reconstruction in three children with primary bone sarcomas. Three patients with a mean follow-up of 13.6 years were included. All were treated with resection of the proximal femur and reconstruction with adult donor osteoarticular graft. Two retained the graft, one of which required lengthening over native bone for length discrepancy, and the other underwent conversion to an alloprosthesis due to collapse of the femoral head. In the third case, because of a fracture, it was revised to an endoprosthesis. All patients achieved adequate acetabular development at skeletal maturity. Osteoarticular allografts are a viable option after oncological in bloc resection in patients under 10 years of age, as they facilitate acetabular development and preserve bone stock. However, they are mostly associated with variable postoperative complications.

Key words: sarcoma, pediatric, oncology, limb salvage

Los sarcomas óseos primarios del fémur proximal en niños menores de 10 años presentan un desafío quirúrgico debido al crecimiento esquelético residual. La resección en bloque y reconstrucción funcional desarrolla complicaciones específicas de la edad, tales como la discrepancia en la longitud del miembro, alteraciones del eje y displasia acetabular¹. Si bien existen diversas opciones reconstructivas (endoprótesis, injertos autólogos o aloinjertos), no existe consenso sobre la mejor alternativa en esta población²⁻⁴. Las reconstrucciones biológicas ofrecen ventajas teóricas como la restauración del stock óseo y el potencial de estimular el desarrollo acetabular mediante la interacción con el cartílago trirradiado abierto^{5,6}. Nuestro estudio presenta los resultados a largo plazo (>10 años) en 3 pacientes menores de 10 años con sarcomas óseos primarios del fémur proximal, tratados con resección en bloque y reconstrucción con aloinjerto osteoarticular de donante adulto. Evaluamos las complicaciones no oncológicas asociadas al procedimiento, la supervivencia del aloinjerto osteoarticular considerando como falla a su remoción quirúrgica, la discrepancia de longitud del miembro (DLM) y el desarrollo acetabular al alcanzar la madurez esquelética. Por último, analizamos la funcionalidad y satisfacción final del paciente según la escala de la *Musculoskeletal Tumor Society (MSTS)*⁷.

Caso clínico 1

Niña de 10 años de edad, previamente sana, comienza con gonalgia atraumática de 4 meses de evolución. Las imágenes revelaron una lesión heterogénea invasiva en cabeza femoral derecha y la biopsia confirmó el diagnóstico de osteosarcoma. Sin evidencia de metástasis. Realizó quimioterapia pre y postoperatoria. A los pocos meses del diagnóstico se realiza la cirugía de resección tumoral con reconstrucción de aloinjerto. La biopsia postoperatoria indicó necrosis del 99%. Desarrolló como complicación del procedimiento 2 fracturas del trasplante. La primera fractura (a los 30 meses postoperatorios) se trató con una aloprótesis cementada bipolar, conservando el 70% del injerto. La segunda fractura (a los 87 meses) requirió revisión del fémur proximal bipolar y la extracción completa del injerto (Fig. 1A). La discrepancia final de miembros inferiores fue de 0.7 mm y el desarrollo acetabular fue normal (ángulo de Wiberg 23.9° y ángulo de Tonnis 7.8°). En su último control, a los 145 meses de seguimiento, se encuentra libre de enfermedad y buena funcionalidad de 22 puntos según la escala MSTS (Tabla 1).

Se obtuvo el consentimiento informado del paciente y cuenta con la aprobación del comité de ética para su publicación.

Caso clínico 2

Niño de 5 años sin antecedentes previos, con diagnóstico de Sarcoma de Ewing de cadera izquierda. Se encontraba libre de metástasis y realizó quimioterapia pre y postoperatoria. Se realizó la cirugía de resección tumoral y reconstrucción a los 6 meses del diagnóstico. A los 5 años de seguimiento (10 años de edad) presentó un colapso de la cabeza femoral y debió ser convertido a una aloprótesis primaria con preservación del aloinjerto (Fig. 1B). Al último seguimiento, 204 meses postoperatorios, presentó una discrepancia final de miembros inferiores de 2.5 cm que pudo ser compensada con realce en el calzado (Tabla 1). El desarrollo acetabular fue adecuado, con un ángulo de Wiberg de 34.4° y un ángulo de Tonnis de 5.8°. La función y la satisfacción final referida por el paciente fue muy buena, siendo de 24 puntos sobre 30 de la escala MSTS⁷. Se mantiene libre de enfermedad oncológica hasta el último control.

Se obtuvo el consentimiento informado del paciente y cuenta con la aprobación del comité de ética para su publicación.

Caso clínico 3

Niño de 5 años de edad, presentó diagnóstico de Sarcoma de Ewing de cadera derecha, sin metástasis. Realizó solamente quimioterapia preoperatoria y posteriormente se efectuó la cirugía de resección tumoral con reconstrucción con aloinjerto. No presentó complicaciones del procedimiento a corto o mediano plazo, pero al finalizar su madurez esquelética (18 años de edad - 11.3 años de seguimiento postoperatorio), desarrolló una DLM de 8 cm. La discrepancia fue tratada con una cirugía de alargamiento, con tutor externo monoplanar sobre clavo endomedular, en la diáfisis del fémur nativo conservando el aloinjerto (Fig. 1C) (Tabla 1). Al cierre del cartílago trirradiado no presentó displasia acetabular, siendo los valores de los ángulos de Wiberg y Tonnis normales (30.3° y 3.4°, respectivamente).

En el último control (173 meses postquirúrgicos) se encontraba libre de enfermedad oncológica, sin limitaciones de la movilidad articular ni dolor, pero con leve marcha en Trendelenburg. Finalmente, su funcionalidad fue de 26 sobre 30 según la escala MSTS.

Se obtuvo el consentimiento informado del paciente y cuenta con la aprobación del comité de ética para su publicación.

Figura 1 | A-C: Secuencia de evolución en el tiempo de los 3 casos desde el diagnóstico hasta el tratamiento final de la complicación del aloinjerto de fémur proximal

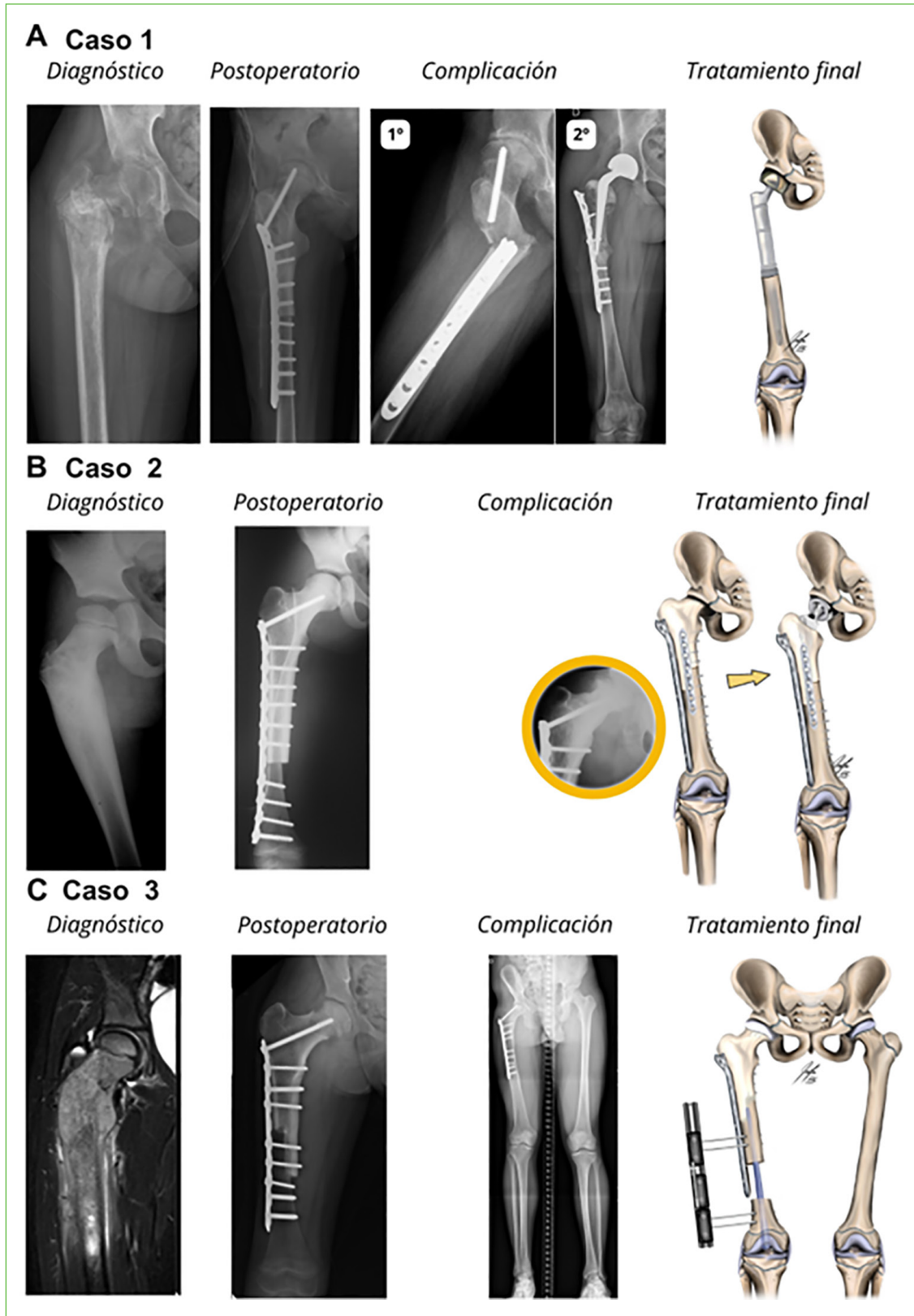


Tabla 1 | Datos demográficos y resultados de los tres casos

Paciente	Sexo	Edad cirugía	Diagnóstico	Resección (%)	Complicación	Tiempo a la primera complicación	Tratamiento quirúrgico	Seguimiento
Caso 1	Femenino	10	Osteosarcoma central convencional	40	Fractura del trasplante	30 meses	Endoprótesis	145 meses
Caso 2	Masculino	5	Sarcoma Ewing	50	Colapso y subluxación capital Fractura	60 meses	Artroplastia total de cadera	204 meses
Caso 3	Masculino	5	Sarcoma Ewing	69	Dismetría 8 cm	142 meses	Alargamiento en hueso nativo	173 meses

Se cuenta con aprobación del comité de investigación institucional (N° 6988).

Los consentimientos informados fueron firmados por los mismos pacientes, ya que al momento de realizar el trabajo, todos eran ya mayores de edad.

Discusión

La cirugía de conservación de miembro y la reconstrucción con aloinjerto en pacientes menores de 10 años es una opción válida y representa una alternativa a la endoprótesis⁸. Sin embargo, el procedimiento puede asociarse al desarrollo de varias complicaciones no oncológicas ampliamente descritas en la literatura^{1, 9}. Los sarcomas óseos del fémur proximal son infrecuentes y más aún en población pediátrica menor de 10 años. Existen pocos reportes sobre este grupo de pacientes y no hay conclusiones concretas sobre cuál es la mejor alternativa de tratamiento quirúrgico y opción reconstructiva.

Los aloinjertos alrededor de la rodilla presentan una elevada tasa de supervivencia^{5, 10}. Apon-te-Tinao L y col. evalúan los resultados a largo plazo de aloinjertos intercalares y osteoarticulares de fémur distal y tibia proximal en niños menores de 10 años. Once pacientes requirieron re-cirugías por complicaciones (tres recurren-

cias locales, cinco fracturas, una infección, una pseudoartrosis y una deformidad tibial), obteniendo una supervivencia del aloinjerto del 85% (IC 95%, 71-99 n=18/22) y un riesgo de resección del 15% (IC 95%, 1-29 n=4/22)⁵. Respecto al fémur proximal, Fox EJ y col. informan una tasa de supervivencia del 61% (n=23/38) en aloinjertos osteoarticulares, sin embargo, su serie está compuesta por diversos tipos de tumores malignos y benignos, sin especificar cuáles requirieron reconstrucción con aloinjerto osteoarticular¹¹. En nuestra serie, uno de los tres aloinjertos debió ser retirado completamente debido a una segunda fractura del aloinjerto a los 87 meses de seguimiento.

La fractura del trasplante es una de las complicaciones más frecuentes del aloinjerto congelado⁹. Roque PJ y col. encontraron un 17% de fracturas en 150 pacientes adultos tratados con aloinjerto de fémur proximal¹².

La longitud final de la extremidad en la madurez esquelética es una de las principales preocupaciones en los niños pequeños con cirugía conservadora del miembro inferior¹³. Solo un paciente de nuestro estudio desarrolló una DLM mayor a 3 cm, requiriendo cirugía para corregir la discrepancia final a los 11.3 años de seguimien-

to. Aponte-Tinao L y col. informan una DLM > 3 cm en seis de trece pacientes con acortamiento del miembro tras cirugía de preservación. Entre ellos, cuatro con una discrepancia de 6 cm precisaron un alargamiento femoral en la madurez esquelética. Sin embargo, en estos seis casos se encontraba afectada la fisis femoral distal⁵.

Poco hay descrito sobre el desarrollo acetabular al reemplazar el fémur proximal en niños pequeños con el cartílago trirradiado abierto. Manoso M y col. evaluaron los cambios acetabulares en ocho pacientes con cartílago trirradiado abierto (edad media 11 años, rango 5-14) que se sometieron a resección del fémur proximal por osteosarcoma y reconstrucción con hemiarthroplastia bipolar. Observaron que los niños menores de 11 años mostraron un mayor cambio en el ángulo centro-borde de Wiberg (-18°, SE 7) en comparación con los pacientes de más edad (-10°, SE 05). Todos los pacientes en su serie desarrollaron migración lateral y superior progresiva de la cabeza con disminución de la cobertura superior del acetábulo, presentando una tasa de revisión del 20% a los 5 años⁶. Ninguno de los pacientes en nuestro estudio desarrolló displasia acetabular a la madurez esquelética.

Otras técnicas de reconstrucción del fémur proximal luego de la resección en bloque incluyen las prótesis unipolares, reemplazo total de cadera y prótesis con aloinjerto, las cuales tampoco se encuentran exentas de complicaciones en niños. Van Kampen M y col. evaluaron los resultados del reemplazo del fémur proximal por

enfermedad oncológica en niños de entre 2 y 15 años de edad. Comunicaron que los reemplazos articulares con hemiarthroplastias fallaron a los diez años en todas las edades, ya sea por dolor o por subluxación. Cuatro pacientes menores de 10 años al momento de la reconstrucción inicial requirieron osteotomías pélvicas para aumentar el acetábulo. En niños mayores de once años, los implantes acetabulares cementados y no cementados presentaron mejores resultados (tasa de supervivencia del 75% a los diez años en comparación con el 25% para los que tenían menos de once años). La supervivencia global de todos los reemplazos de cadera fue del 74% a los cinco años y del 47% a los diez años (IC 95%, ±21.8%)¹⁴.

Nuestra serie de pacientes reconstruidos con aloinjerto osteoarticular de fémur proximal cadavérico presentó una muy buena función y satisfacción al último seguimiento, con una puntuación media de 24/30 (rango 22-26) en la escala MSTs. Resultados funcionales similares a los obtenidos a largo plazo en la reconstrucción con aloinjerto osteoarticular en niños y adultos¹⁵.

La reconstrucción con aloinjerto osteoarticular del fémur proximal es una opción viable tras una resección oncológica en bloque en pacientes menores de 10 años, ya que facilita el desarrollo acetabular y preserva el stock óseo. No obstante, conlleva una alta tasa de complicaciones y reintervenciones, lo que debe comunicarse claramente al paciente y su familia.

Conflicto de intereses: Ninguno para declarar

Bibliografía

1. Morris CD, Wustrack RL, Levin AS. Limb-salvage options in growing children with malignant bone tumors of the lower extremity: A critical analysis review. *JBJS Rev* 2017; 5: e7.
2. Meyer JS, Mackenzie W. Malignant bone tumors and limb-salvage surgery in children. *Pediatr Radiol* 2004; 34: 606-13.
3. Henderson ER, Pepper AM, Marulanda G, Binitie OT, Cheong D, Letson GD. Outcome of lower-limb preservation with an expandable endoprosthesis after bone tumor resection in children. *J Bone Joint Surg Am* 2012; 94: 537-47.
4. Groundland JS, Ambler SB, Houskamp LDJ, Orriola JJ, Binitie OT, Letson GD. Surgical and functional outcomes after limb-preservation surgery for tumor in pediatric patients: a systematic review. *JBJS Rev* 2016; 4: e2.
5. Aponte-Tinao LA, Albergo JI, Ayerza MA, Muscolo DL, Ing FM, Farfalli GL. What are the complications of allograft reconstructions for sarcoma resection in children younger than 10 years at long-term followup? *Clin Orthop Relat Res* 2018; 476: 548-55.
6. Manoso MW, Boland PJ, Healey JH, Tyler W, Morris CD. Acetabular development after bipolar hemiarthroplasty for osteosarcoma in children. *J Bone Joint Surg Br* 2005; 87: 1658-62.
7. Enneking WF, Dunham W, Gebhardt MC, Malawar M, Pritchard DJ. A system for the functional evalu-

- ation of reconstructive procedures after surgical treatment of tumors of the musculoskeletal system. *Clin Orthop Relat Res* 1993; 286: 241-6.
8. Muscolo DL, Ayerza MA, Aponte-Tinao L, Farfalli G. Allograft reconstruction after sarcoma resection in children younger than 10 years old. *Clin Orthop Relat Res* 2008; 466: 1856-62.
 9. Bus MPA, van de Sande MAJ, Taminiau AHM, Dijkstra PDS. Is there still a role for osteoarticular allograft reconstruction in musculoskeletal tumour surgery? a long-term follow-up study of 38 patients and systematic review of the literature. *Bone Joint J* 2017; 99-B: 522-30.
 10. Aponte-Tinao LA, Ayerza MA, Albergo JI, Farfalli GL. Do massive allograft reconstructions for tumors of the femur and tibia survive 10 or more years after implantation? *Clin Orthop Relat Res* 2020; 478: 517-24.
 11. Fox EJ, Hau MA, Gebhardt MC, Hornicek FJ, Tomford WW, Mankin HJ. Long-term followup of proximal femoral allografts. *Clin Orthop Relat Res* 2002; 397: 106-13.
 12. Roque PJ, Mankin HJ, Malchau H. Proximal femoral allograft: prognostic indicators. *J Arthroplasty* 2010; 25: 1028-33.
 13. Groundland JS, Binitie O. Reconstruction After Tumor Resection in the Growing Child. *Orthop Clin North Am* 2016; 47:265-81.
 14. van Kampen M, Grimer RJ, Carter SR, Tillman RM, Abudu A. Replacement of the hip in children with a tumor in the proximal part of the femur. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90: 785-95.
 15. Ogilvie CM, Crawford EA, Hosalkar HS, King JJ, Lackman RD. Long-term results for limb salvage with osteoarticular allograft reconstruction. *Clin Orthop Relat Res* 2009; 467: 2685-90.