

Artroplastia total de cadera primaria con vástagos cortos en pacientes menores de 20 años

Martín Buljubasich, Surya Kohan, Francisco Salagoity, Fernando Comba, Gerardo Zanotti, Pablo A. Slullitel, Martín Buttaró
 Centro de Cadera "Sir John Charnley", Instituto de Ortopedia y Traumatología "Carlos E. Ottolenghi", Hospital Italiano de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

Introducción: El objetivo de este estudio fue analizar los resultados clínicos, radiográficos y funcionales en pacientes <20 años sometidos a artroplastia total de cadera con vástago femoral tipo 2B corto no cementado. **Materiales y Métodos:** Se realizó un estudio retrospectivo de 13 pacientes (16 artroplastias totales de cadera) operados entre enero de 2006 y enero de 2021. La edad media y el índice de masa corporal eran de 16.5 ± 2.5 años y $22,74 \pm 4,06$ kg/m², respectivamente. El seguimiento medio fue de 43.3 meses (rango 12-128, DE ± 33.45). Se analizaron las indicaciones quirúrgicas, y los resultados funcionales y radiográficos. La supervivencia del implante se calculó con la estimación de Kaplan-Meier. **Resultados:** La indicación predominante fue necrosis avascular (9/16 caderas [56%]), el 66% estaba asociada al uso prolongado de corticoides. El HHS para cadera mejoró significativamente de $33 \pm 16,5$ a $94 \pm 5,6$ ($p < 0,001$). Diez (76%) pacientes usaban dispositivos de asistencia para caminar antes de la artroplastia, pero ninguno los necesitaba al final del seguimiento. Se observó radiolucidez en un componente acetabular sin repercusión clínica hasta el final del seguimiento. No se registraron signos radiográficos de aflojamiento del componente femoral. La supervivencia del implante fue del 100% hasta el final del seguimiento. **Conclusiones:** La artroplastia total de cadera primaria con un vástago femoral corto no cementado en pacientes <20 años con artrosis avanzada de cadera logró resultados equiparables a los ya publicados, con la particularidad de que es un procedimiento menos invasivo y ahorra capital óseo femoral.

Palabras clave: Artroplastia total de cadera; prótesis total de cadera; pacientes pediátricos; adulto joven.

Nivel de Evidencia: IV

Primary Total Hip Arthroplasty With Short Stems in Patients Under 20 Years Old

ABSTRACT

Introduction: To our knowledge, there is no published literature on the outcomes of short-stem total hip arthroplasty (THA) in patients under 20 years old. This study aimed to analyze clinical, radiological, and functional outcomes in patients under 20 years of age undergoing THA with a short uncemented 2B femoral stem. **Materials and Methods:** We carried out a retrospective study of 13 patients (16 THAs) treated between January 2006 and January 2021. The mean age and BMI were 16.5 ± 2.5 years and 22.74 ± 4.06 kg/m², respectively. The mean follow-up was 43.3 months (range 12-128, SD ± 33.45). Surgical indications, as well as functional and radiologic outcomes, were analyzed. Implant survival was calculated with the Kaplan-Meier estimate. **Results:** The predominant indication was avascular necrosis (9/16 hips [56%]), of which 66% were associated with prolonged use of corticosteroids. Eight (50%) of the cases had undergone surgeries before the THA. The Harris hip score improved significantly from 33 ± 16.5 to 94 ± 5.6 ($p < 0.001$). Ten (76%) patients required assistive devices to walk preoperatively, and no patient required them at the end of follow-up. Radiolucency was evident in one acetabular component, without clinical implications. There were no signs of femoral component loosening. The implant survival was 100% at the last follow-up. **Conclusions:** Short stems in primary THAs in patients under 20 years of age with advanced hip osteoarthritis showed clinical, functional, and radiological outcomes comparable to those previously reported in the literature for conventional stems, with the particularity of being less invasive and sparing femoral bone stock.

Key words: Total hip arthroplasty; total hip replacement; pediatric patients; young adults.

Level of Evidence: IV

Recibido el 8-6-2022. Aceptado luego de la evaluación el 16-7-2022 • Dr. MARTÍN BULJUBASICH • buljubasichmartin@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-5922-7785>

Cómo citar este artículo: Buljubasich M, Kohan S, Salagoity F, Comba F, Zanotti G, Slullitel PA, Buttaró M. Artroplastia total de cadera primaria con vástagos cortos en pacientes menores de 20 años. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2022;87(5):636-644. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2022.87.5.1599>

INTRODUCCIÓN

El tratamiento de la artrosis avanzada de cadera en pacientes pediátricos y adolescentes sigue siendo un tema de controversia. Históricamente, las opciones planteadas en este grupo etario fueron la artroplastia total de cadera (ATC) y la artrodesis. En la actualidad, la artrodesis no es una opción dado que la conversión futura a ATC plantea inconvenientes en la recuperación por la atrofia muscular que genera y las altas tasas de infección e inestabilidad posoperatorias.^{1,2} Los desafíos técnicos de la ATC en este grupo de pacientes incluyen un capital óseo deficiente, deformidades óseas, como alteraciones del eje y anomalías de la versión femoral, discrepancias en la longitud de los miembros y canales femorales pequeños.³ Por otro lado, existen altas probabilidades de revisión a lo largo del tiempo, primero, porque el motivo del reemplazo no suele ser una artrosis primaria, sino secundaria (esto es, más compleja) y, también, por la expectativa de vida; por esta razón, el ahorro de capital óseo en la cirugía primaria es de máxima relevancia.⁴

Los primeros artículos publicados fueron sobre el manejo de la patología de cadera pediátrica en pacientes con artritis reumatoide tratados con tallos cementados.^{5,6} Hoy en día, hay series publicadas de ATC no cementada con tallos convencionales en pacientes <25 años, con buenos resultados funcionales, baja tasa de complicaciones y una tasa de revisión del 7%, con un mínimo de seguimiento medio a 4.2 años.⁷

Los vástagos cortos no cementados ofrecen algunas ventajas al compararlos con los diseños convencionales: 1) economizar el capital óseo que se utiliza para fijar el implante,⁸ 2) menor pérdida de sangre,⁹ 3) una tasa más baja de complicaciones intraoperatorias¹⁰ y 4) una cirugía menos compleja en caso de una futura revisión.

Hasta donde sabemos, no existen reportes que aborden los resultados con un tallo femoral corto no cementado en pacientes <20 años sometidos a una ATC primaria.

El objetivo de este estudio fue analizar los resultados clínicos, radiográficos y funcionales en una serie de pacientes <20 años tratados con una ATC primaria con vástago femoral corto tipo 2B.

MATERIALES Y MÉTODOS

Después de obtener la aprobación de la junta ética de investigación de la institución, estudiamos retrospectivamente 26 ATC en 23 pacientes <20 años operados entre enero de 2006 y enero de 2021. Se incluyeron solo los casos de ATC con tallo femoral corto no cementados y un seguimiento mínimo de un año. Se excluyó a los pacientes con enfermedad oncológica activa relacionada con la patología, aquellos operados con tallos femorales cementados (8 pacientes) y tallos no cementados de tamaño estándar (2 pacientes). Luego de aplicar los criterios de selección, se excluyó a 10 pacientes; en consecuencia, se incorporaron 13 pacientes (16 caderas) sometidos a ATC primaria con un vástago corto no cementado tipo 2B con fijación cervico-metafisaria (MiniHip™, Corin, Cirencester, Reino Unido) (Figura 1).¹¹ Los datos demográficos de la serie se detallan en la Tabla 1.

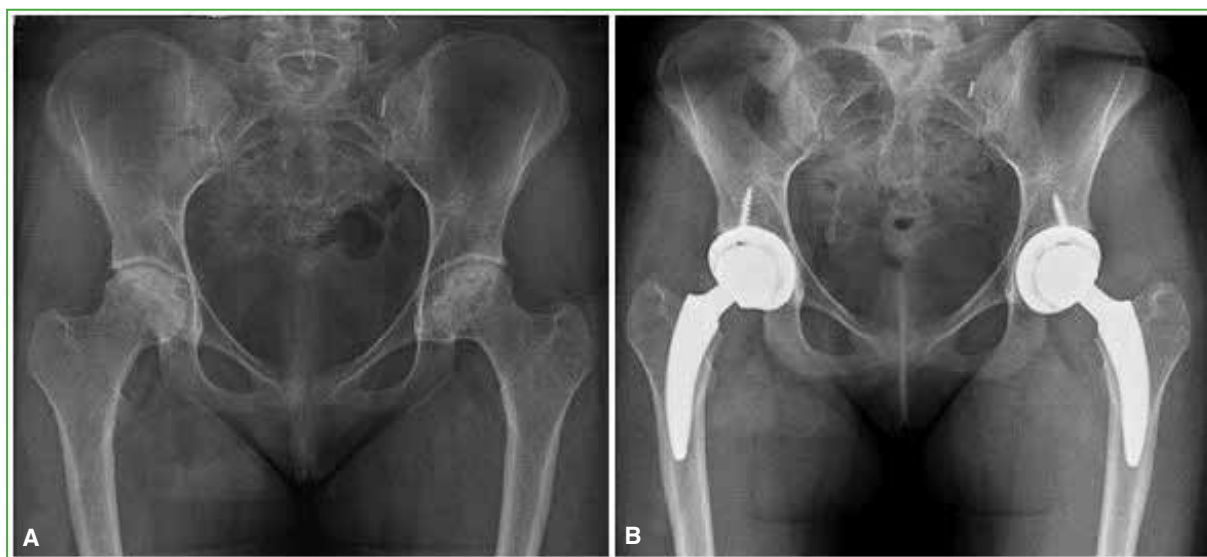


Figura 1. Paciente de 18 años con necrosis ósea avascular bilateral secundaria al tratamiento prolongado con corticoides por enfermedad de Crohn. **A.** Radiografía de ambas caderas, de frente, preoperatoria. **B.** Radiografía de ambas caderas, de frente, posoperatoria de artroplastia total de cadera bilateral en un tiempo al final del seguimiento.

Tabla 1. Características demográficas de la serie

Pacientes (caderas) (n)	13 (16)
Media de la edad (años)	16,56 (rango 12-20, DE \pm 2,58)
Sexo (Masculino/Femenino)	7 (53,8%)/6 (46,2%)
Lado	5 Derecho 5 Izquierdo 3 Bilateral
Índice de masa corporal medio	22,74 (rango 16,3-31,4, DE \pm 4,06) Solo 1 paciente (7,6%), >30
Clasificación de la ASA	I 10 pacientes (76,92%) II 3 pacientes (23,07%)
Seguimiento medio	43,31 meses (rango 12-128, DE \pm 33,45)

DE = desviación estándar, ASA = *American Society of Anesthesiology*.

Toda la información se obtuvo de la historia clínica electrónica de recolección prospectiva de nuestra institución, y fue analizada, en forma retrospectiva, por tres investigadores. Ninguno de ellos estuvo involucrado en la atención original del paciente. Todas las cirugías se realizaron en quirófanos de flujo laminar, a través de un abordaje posterolateral, y estuvieron a cargo de uno de los cuatro cirujanos de cadera capacitados que integran el equipo quirúrgico. Se administró anestesia hipotensora epidural y ácido tranexámico antes de la incisión. Todos los pacientes recibieron antibióticos profilácticos con tres dosis de cefazolina por vía intravenosa (1 g/8 h). Se indicó profilaxis para enfermedad tromboembólica durante el primer mes posoperatorio, con 40 mg/día de heparina de bajo peso molecular, por vía subcutánea, a pacientes con cirugía bilateral en un tiempo y 100 mg/día de aspirina, por vía oral, a pacientes con bajo riesgo clínico o cirugía unilateral.

Además de la planificación preoperatoria y para calcular el alargamiento de la pierna, se utilizó el método de Woolson con un clavo de Steinman insertado proximal al acetábulo, como punto de referencia pélvico estable.¹² Se colocó un componente acetabular poroso (Trinity™, Corin, Cirencester, Reino Unido) con técnica *press-fit* no cementado en el área del acetábulo donde el número de tornillos utilizados para proteger la fijación del cotilo se definió durante la cirugía y dependió del grado de impactación a presión obtenido. La reconstrucción femoral involucró una osteotomía que preservaba parcialmente el cuello utilizando el centro del cuello como punto de referencia constante. Agregamos un paso simple a la técnica quirúrgica original para prevenir una perforación cortical lateral. Este paso implicó el uso de una pinza vascular curva de Mirizzi para ingresar en el canal endomedular, en el mismo trayecto en el cual se dirige el cuello femoral. Después de utilizar un punzón curvo en el punto de entrada 3 mm superior al centro del cuello, se utilizaron raspas progresivas hasta lograr el tamaño planificado.¹³

El protocolo de rehabilitación incluyó movilización precoz tras la cirugía y deambulación con andador y carga completa durante 15 días. Luego se animó a los pacientes a retomar progresivamente sus actividades diarias normales toleradas con el uso de un bastón durante un tiempo según la evolución clínica y los hallazgos en las radiografías de seguimiento.

La evaluación clínica se realizó con la escala de Merle D'Aubigné¹⁴ y el *Harris Hip Score* (HHS). El dolor se evaluó con la escala analógica visual. Todos los pacientes fueron puntuados antes de la cirugía y en el último seguimiento. También se documentó si utilizaban dispositivos de asistencia para la marcha antes de la cirugía y después de ella.

La evaluación radiográfica preoperatoria se realizó mediante un examen completo de una radiografía anteroposterior de pelvis y lateral de cadera. El grado de la degeneración articular preoperatoria se caracterizó con la clasificación de Tönnis¹⁵ y la clasificación de Dorr para establecer la morfología del fémur proximal.¹⁶

Se obtuvieron radiografías anteroposterior y lateral de la cadera inmediatamente después de la operación, a los 15 días, 6 meses, 12 meses, anualmente y al final del seguimiento. Dos observadores independientes, que desconocían los resultados clínicos, realizaron todas las mediciones radiográficas comparando las radiografías posoperatorias inmediatas con las del último seguimiento. La radiolucidez femoral se definió como cualquier línea irregular entre el vástago y la interfaz ósea; y la osteólisis periprotésica, como una pérdida ósea progresiva >5 mm, que se

evaluó mediante las zonas de Gruen.¹⁷ La evaluación radiográfica de la fijación del vástago se efectuó de acuerdo con el método de Engh y cols.¹⁸ El hundimiento del vástago femoral se determinó mediante el método descrito por Loudon y Charnley,¹⁹ midiendo la distancia desde un punto seleccionado (pero variable) en la prótesis femoral hasta un punto fijo en el hueso. Se consideró aflojamiento definitivo el hundimiento >5 mm o la demarcación progresiva alrededor del vástago. Las copas fueron analizadas en las tres zonas descritas por DeLee y Charnley.²⁰ Las radiolucencias se clasificaron en líneas que se extienden sobre <50% de una zona, >50% de una zona, pero no completa, o sobre toda la zona. El ancho de cualquier línea radiolúcida observada fue clasificado en: <1 mm, de 1 a 2 mm o >2 mm.

Se registraron todas las complicaciones y se las dividió según el momento en que aparecieron. Se consideró falla séptica a cualquier caso que hubiera requerido cirugía de revisión debido a una infección del sitio quirúrgico, según las definiciones estandarizadas por la *Musculoskeletal Infection Society* revisadas en el International Consensus Meeting. Se definió como un fracaso aseptico del implante cuando se había realizado una cirugía de revisión por causas no infecciosas.

RESULTADOS

Las causas que llevaron a la indicación de cirugía fueron: tres condrólisis idiopáticas, tres necrosis óseas avasculares (NOA) secundarias a epifisiólisis, dos secuelas de artritis séptica, una secuela de fractura de acetábulo, una displasia del desarrollo con secuela de osteotomía de pelvis fallida y seis casos (las tres bilaterales) de NOA inducidas por tratamiento prolongado de corticoides secundario a enfermedad de Crohn, lupus y leucemia linfocítica aguda. En total, nueve (56%) de los casos corresponden a NOA secundaria a diferentes causas (Tabla 2, Figura 2). Ocho (50%) tenían cirugías previas a la ATC (Figura 3).

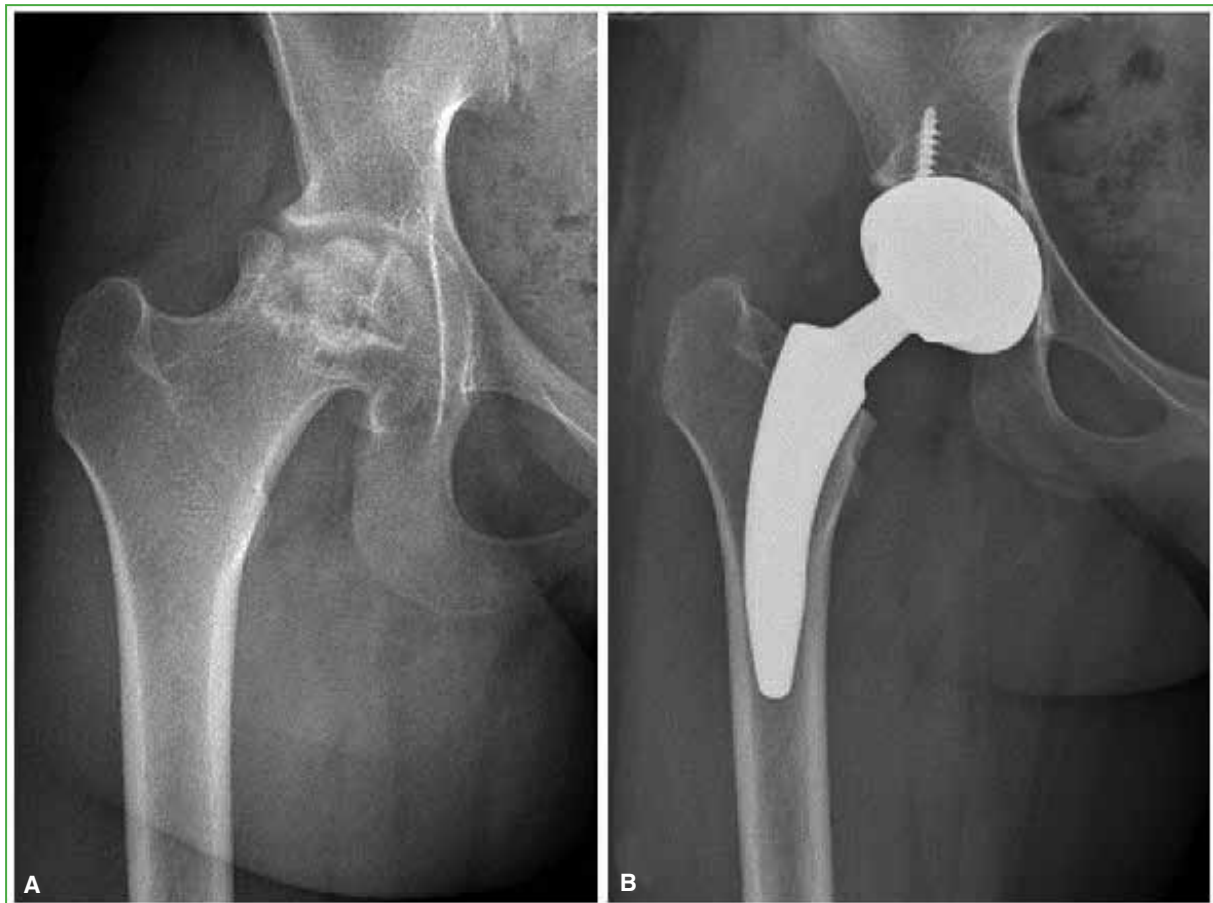


Figura 2. Paciente de 19 años con necrosis ósea avascular bilateral secundaria a un tratamiento prolongado de corticoides por linfoma linfocítico agudo. **A.** Radiografía de cadera derecha, de frente, preoperatoria. **B.** Radiografía de cadera derecha, de frente, posoperatoria de artroplastia total de cadera bilateral en un tiempo al final del seguimiento.

Tabla 2. Características de cada caso

Paciente	Artroplastia total de cadera	Edad (años)	Sexo	Lado	Diagnóstico	Cirugía previa	Par de fricción	Asistencia para la marcha precirugía	Asistencia para la marcha poscirugía	Complicaciones
1	1	12	F	Derecho	CI	LCC	C-P	Par de muletas	No	No
2	2	14	M	Izquierdo	NOA, FCF	R y O	C-C	No	No	No
3	3	14	F	Derecho	Displasia	TOP	C-P	Bastón	No	No
4	4	15	F	Izquierdo	NOA, FCF	No	C-C	Muletas	No	No
5	5	15	F	Izquierdo	Secuela de AS	LCC	C-C	Bastón	No	No
6	6	16	M	Derecho	CI	No	C-P	Bastón	No	No
7	7	18	F	Bilateral	NOA, corticoides, enfermedad de Crohn	No	C-P	Andador	No	No
7	8	18	F	Bilateral	NOA, corticoides, enfermedad de Crohn	No	C-P	Andador	No	No
8	9	19	F	Bilateral	NOA, corticoides, LLA	Forage bilateral	C-C	Silla de ruedas	No	No
8	10	19	F	Bilateral	NOA, corticoides, LLA	Forage bilateral	C-C	Silla de ruedas	No	No
9	11	20	M	Izquierdo	Secuela de AS	No	C-P	No	No	Fractura intraoperatoria de trocánter, lesión del nervio ciático
10	12	20	M	Bilateral	NOA, corticoides, lupus	No	C-P	No	No	No
10	13	20	M	Bilateral	NOA, corticoides, lupus	No	C-P	No	No	No
11	14	14	M	Izquierdo	NOA por epifisiólisis	Osteodesis	C-P	Muletas	No	No
12	15	16	M	Derecho	Secuela de luxofractura de acetábulo	R y O acetábulo	C-P	Muletas	No	No
13	16	15	M	Derecho	CI	No	C-P	Muletas	No	No

M = masculino, F = femenino, CI = condrólisis idiopática, NOA = necrosis ósea avascular, FCF = fractura de cuello femoral, AS = artritis séptica, LLA = leucemia linfocítica aguda, LCC = luxación controlada de cadera, R y O = revisión y osteosíntesis, TOP = triple osteotomía de pelvis, C-C = cerámica sobre cerámica, C-P = cerámica sobre polietileno.

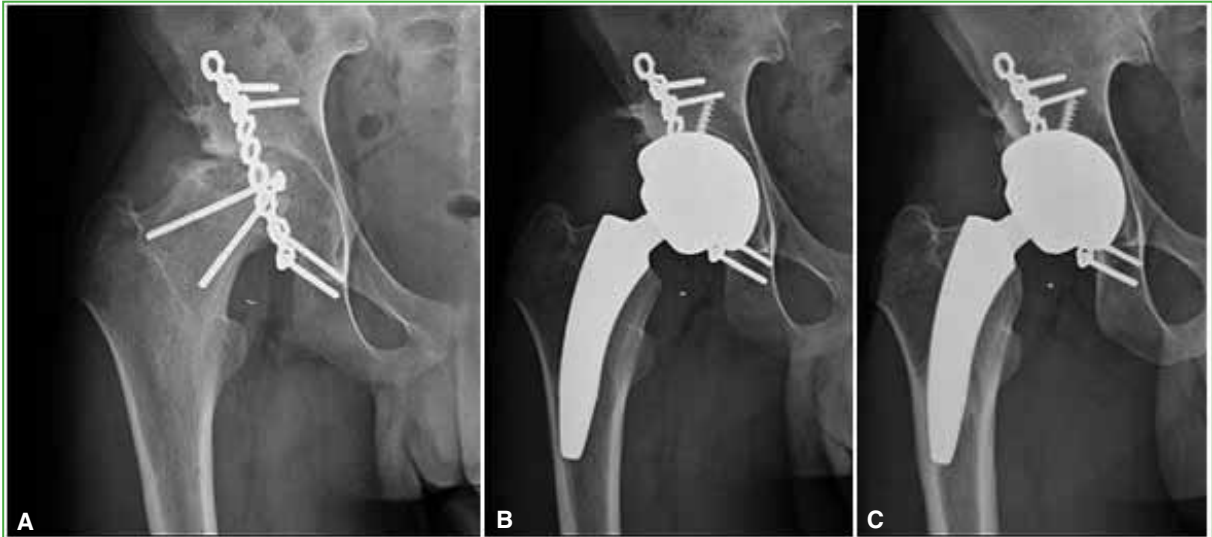


Figura 3. Paciente de 16 años con secuela de luxofractura de acetábulo. **A.** Radiografía de cadera derecha, de frente, antes de la artroplastia total de cadera. **B.** Radiografía de cadera derecha, de frente, posoperatorio inmediato. **C.** Radiografía de cadera derecha, de frente, a los 10 años de seguimiento.

La estancia hospitalaria promedio fue de 2.86 días (rango 1-4). Solo un paciente de 13 (7%) requirió transfusiones, fue uno de los tres casos de ATC bilateral en un tiempo.

De acuerdo con la autorización de los servicios médicos de los pacientes, se utilizó una superficie de cerámica sobre cerámica Delta™ (BioloX, CeramTec, Plochingen, Alemania) de cuarta generación en cinco caderas; mientras que, en los 11 casos restantes, se usó cerámica sobre polietileno de alto entrecruzamiento molecular con reborde posterior. Se logró la osteointegración en todas las copas y, según la clasificación de Engh, todos los tallos eran estables, sin ningún signo de aflojamiento. Un paciente sometido a cirugía bilateral en un tiempo tenía una línea radiolúcida en la zona acetabular 1 de la cadera derecha, a los ocho meses de la operación; sin embargo, como permaneció asintomático, se instauró un tratamiento conservador (Tabla 2).

La media del HHS pasó de 33,31 (rango 8-64; DE \pm 16,528) a 94,13 (rango 78-100; DE \pm 5,691; $p < 0,001$). También hubo una mejora significativa en la puntuación de la escala de Merle D'Aubigné al comparar los valores preoperatorios con los posoperatorios [8,62 (rango 2-13); DE \pm 3,30 vs. 17,56 (rango 16-18); DE \pm 0,81, $p < 0,001$]. Asimismo, el puntaje global de la escala analógica visual para dolor también mejoró notoriamente [8,63 (rango 2-13) DE \pm 3,30 vs. 0,84 (rango 16-18), DE \pm 5,691; $p < 0,001$] (Tabla 3). Respecto al uso de un dispositivo para asistencia de la marcha, 10 (76,9%) pacientes lo necesitaban para movilizarse antes de la cirugía y ninguno lo requirió al final del seguimiento.

Tabla 3. Evaluación funcional

Puntaje	Preoperatorio	Rango	Posoperatorio	Rango	p
Harris Hip Score	33	8-64	94	78-100	0,001
Escala de Merle D'Aubigné	8	2-13	17	16-18	0,001
Escala analógica visual	8	5-10	1	0-5	0,001

Se registró una complicación en un paciente de 20 años operado por secuela de artritis séptica en la infancia. En el momento de la cirugía, tenía una agenesia casi completa de la cabeza femoral con un acetábulo displásico y un acortamiento de miembro de 35 mm. En el acto quirúrgico, se produjo una fractura de trocánter mayor tratada con lazadas de alambre y, en el posoperatorio, cursó con parálisis motora del nervio ciático y dolor neuropático. A los seis meses de la ATC, requirió una neurólisis del ciático. Al final del seguimiento, la recuperación de la función motora era completa, no tenía ranguera, pero sufría un dolor neuropático persistente, con disestesias en la planta del pie.

No se detectaron casos de dolor de muslo, inestabilidad o infección. La tasa de supervivencia del implante fue del 100% al final del seguimiento.

DISCUSIÓN

Cada vez es más frecuente enfrentarse a la necesidad de realizar una ATC para la enfermedad de cadera en etapa terminal, en pacientes adolescentes o adultos jóvenes. Existen múltiples publicaciones que describen los resultados con prótesis cementadas y no cementadas en este grupo etario.

En este estudio, presentamos una serie de pacientes consecutivos tratados con prótesis no cementadas con tallo corto y un seguimiento promedio de 43 meses. Según nuestro conocimiento, es el primer estudio que comunica específicamente el resultado de la reconstrucción femoral con un tallo corto no cementado en pacientes <20 años.

Los tallos cortos de apoyo cervico-metafisario utilizan como puntos de apoyo el calcar y la corteza femoral lateral, brindando estabilidad a través de la fijación metafisaria y preservando la mayor cantidad de cuello posible,^{11,21} lo cual, asociado a un aporte biomecánico y funcional correcto, lo convierte en una buena opción en pacientes jóvenes. Al realizar un análisis radiográfico entre tallos cortos tipo 2B y tallos convencionales no cementados se estimó que los tallos cortos permiten preservar un 42% el capital óseo femoral.²²

Rainer y cols. analizaron una serie de 12 pacientes (13 ATC) <16 años con tallos no cementados en un seguimiento clínico-radiológico medio de 2.4 años. En los resultados, describen que 10 de los 13 casos (77%) tuvieron como indicación quirúrgica la NOA.²³ Clohisy y cols. publicaron una serie de 88 pacientes y 102 caderas e informaron que la NOA era la causa más común (incidencia 44%).⁷ En nuestra serie, el 56% de los casos correspondió a NOA por diversas causas, lo cual se condice con nuestra tendencia de estas indicaciones.

En este estudio, se demostró una mejoría significativa del dolor y la funcionalidad, que se observó tanto en los puntajes funcionales como en el abandono de dispositivos de asistencia para la marcha. No hubo evidencia de radiolucencias ni signos de aflojamiento a nivel del tallo, y no fue necesaria la revisión de los componentes. Tsukanaka y cols. analizaron 111 pacientes (132 caderas) sometidos a una ATC primaria antes de los 20 años, en el período 1987-2010, extraídas del *Norwegian Arthroplasty Register*, con una media de seguimiento de 14 años (rango 3-26). Comunicaron 31 (27,92%) revisiones, 18 de ellas (58,06%) eran aflojamientos asépticos; 11 (35,4), por desgaste del inserto acetabular y el resto de las causas se dividían entre osteólisis, infección e inestabilidad.⁴

Es importante tener en cuenta que muchos de estos pacientes llegan a la cirugía utilizando dispositivos de asistencia para la marcha. Bessette y cols. estudiaron una serie de pacientes <21 años sometidos a ATC y un seguimiento mínimo a 10 años. Todos utilizaban asistencia, pero, al final del seguimiento, solo un 56% la seguía usando.²⁴

Nuestro estudio no estuvo exento de limitaciones. Primero, al analizar una serie de forma retrospectiva, se correlacionó con los sesgos exclusivos del diseño del estudio. El tamaño de la muestra hizo que se incluyera un pequeño número de casos, lo que restringe la producción de análisis estadísticos más precisos. Segundo, el estudio carece de un grupo de control de similares características. En tercer lugar, nuestras tasas de supervivencia deben considerarse como estimaciones en el mejor de los casos, ya que el seguimiento fue a corto plazo, esperamos que algunos de estos pacientes aún puedan someterse a una artroplastia de revisión por cualquier motivo en un seguimiento más prolongado. Sin embargo, es el único estudio que investiga los resultados clínicos y radiográficos de este implante de cadera en pacientes <20 años.

CONCLUSIÓN

La ATC con un tallo femoral corto no cementado en pacientes <20 años con artrosis avanzada de cadera obtuvo resultados clínicos, funcionales y radiográficos equiparables a los ya publicados, con la particularidad de que es un procedimiento menos invasivo y ahorra capital óseo.

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

ORCID de S. Kohan: <https://orcid.org/0000-0003-2703-8554>
 ORCID de F. Salagoity: <https://orcid.org/0000-0001-6062-7188>
 ORCID de F. Comba: <https://orcid.org/0000-0002-2848-2983>

ORCID de G. Zanotti: <https://orcid.org/0000-0001-8090-4832>
 ORCID de P. A. Slullitel: <https://orcid.org/0000-0002-8957-075X>
 ORCID de M. Buttaró: <https://orcid.org/0000-0003-3329-778X>

BIBLIOGRAFÍA

1. Hamadouche M, Kerboull L, Meunier A, Courpied JP, Kerboull M. Total hip arthroplasty for the treatment of ankylosed hips: a five to twenty-one-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83(7):992-8. <https://doi.org/10.2106/00004623-200107000-00003>
2. Strathy GM, Fitzgerald RH. Total hip arthroplasty in the ankylosed hip. A ten-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 1988;70(7):963-6. PMID: 3403586
3. Polkowski GG, Callaghan JJ, Mont MA, Clohisy JC. Total hip arthroplasty in the very young patient. *J Am Acad Orthop Surg* 2012;20(8):487-97. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-20-08-487>
4. Tsukanaka M, Halvorsen V, Nordsletten L, Engesaeter IØ, Engesaeter LB, Marie Fenstad A, et al. Implant survival and radiographic outcome of total hip replacement in patients less than 20 years old. *Acta Orthop* 2016;87(5):479-84. <https://doi.org/10.1080/17453674.2016.1212180>
5. Singsen BH, Isaacson AS, Bernstein BH, Patzakis MJ, Kornreich HK, King KK, et al. Total hip replacement in children with arthritis. *Arthritis Rheum* 1978;21(4):401-6. <https://doi.org/10.1002/art.1780210401>
6. Ruddlesdin C, Ansell BM, Arden GP, Swann M. Total hip replacement in children with juvenile chronic arthritis. *J Bone Joint Surg Br* 1986;68(2):218-22. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.68B2.3958006>
7. Clohisy JC, Oryhon JM, Seyler TM, Wells CW, Liu SS, Callaghan JJ, et al. Function and fixation of total hip arthroplasty in patients 25 years of age or younger. *Clin Orthop Relat Res* 2010;468(12):3207-13. <https://doi.org/10.1007/s11999-010-1468-4>
8. Kutzner KP, Freitag T, Donner S, Kovacevic MP, Bieger R. Outcome of extensive varus and valgus stem alignment in short-stem THA: clinical and radiological analysis using EBRA-FCA. *Arch Orthop Trauma Surg* 2017;137(3):431-9. <https://doi.org/10.1007/s00402-017-2640-z>
9. Hochreiter J, Hejkrlik W, Emmanuel K, Hitzl W, Ortmaier R. Blood loss and transfusion rate in short stem hip arthroplasty. A comparative study. *Int Orthop* 2017;41(7):1347-53. <https://doi.org/10.1007/s00264-016-3365-2>
10. Molli RG, Lombardi AV, Berend KR, Adams JB, Sneller MA. A short tapered stem reduces intraoperative complications in primary total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2012;470(2):450-61. <https://doi.org/10.1007/s11999-011-2068-7>
11. Khanuja HS, Banerjee S, Jain D, Pivec R, Mont MA. Short bone-conserving stems in cementless hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2014;96(20):1742-52. <https://doi.org/10.2106/JBJS.M.00780>
12. Woolson ST, Harris WH. A method of intraoperative limb length measurement in total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1985;(194):207-10. PMID: 3978918
13. Buttaró MA, Slullitel PA, Zanotti G, Comba FM, Piccaluga F. Is a short stem suitable for patients with hip dysplasia? A report on technical problems encountered during femoral reconstruction. *Hip Int* 2018;28(3):315-23. <https://doi.org/10.5301/hipint.5000562>
14. D'Aubigne RM, Postel M. Functional results of hip arthroplasty with acrylic prosthesis. *J Bone Joint Surg Am* 1954;36-A(3):451-75. PMID: 13163078
15. Tönnis D, Heinecke A, Nienhaus R, Thiele J. [Predetermination of arthrosis, pain and limitation of movement in congenital hip dysplasia (author's transl)]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1979;117(5):808-15. PMID: 549339
16. Dorr LD, Faugere MC, Mackel AM, Gruen TA, Bognar B, Malluche HH. Structural and cellular assessment of bone quality of proximal femur. *Bone* 1993;14(3):231-42. [https://doi.org/10.1016/8756-3282\(93\)90146-2](https://doi.org/10.1016/8756-3282(93)90146-2)
17. Gruen TA, McNeice 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. PMID: 477100
18. Engh CA, Massin P, Suthers KE. Roentgenographic assessment of the biologic fixation of porous-surfaced femoral components. *Clin Orthop Relat Res* 1990;(257):107-28. PMID: 2199114

19. 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. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.62B4.7430222>
20. DeLee JG, Charnley J. Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. *Clin Orthop Relat Res* 1976;(121):20-32. PMID: 991504
21. Falez F, Casella F, Papalia M. Current concepts, classification, and results in short stem hip arthroplasty. *Orthopedics* 2015;38(3 Suppl):S6-13. <https://doi.org/10.3928/01477447-20150215-50>
22. Buttaró M, Martorell G, Quinteros M, Comba F, Zanotti G, Piccaluga F. Preservación ósea femoral con tallos cortos de fijación cervicometafisaria: Estudio radiográfico comparativo con tallos no cementados de fijación metafisaria. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2014;79(4):232-6. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-74342014000400006&lng=es
23. Rainer W, Shirley MB, Trousdale RT, Shaughnessy WJ. The open triradiate cartilage: how young is too young for total hip arthroplasty? *J Pediatr Orthop* 2021;41(9):e793-9. <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000001940>
24. Bessette BJ, Fassier F, Tanzer M, Brooks CE. Total hip arthroplasty in patients younger than 21 years: a minimum, 10-year follow-up. *Can J Surg* 2003;46(4):257-62. PMID: 12930101