



Revista de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología

ISSN: 1852-7434

publicaciones@aaot.org.ar

Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología
Argentina

Vega, Carlos A.; Sued, Matías; Moruno Cossio, Favio; Balderrama Uriona, Gustavo; Vergara, Fernanda; Garavano, Esteban; Jimenez Rios, Wilmer; Mazzeneth Contreras, Alnner

**Análisis clínico y radiográfico del vástago de cadera no cementado
“CEMENTFREE”® de fabricación nacional. Resultados a corto plazo**

Revista de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología, vol. 87, núm. 3, 2022, Mayo-Junio, pp. 316-324
Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología
Argentina

DOI: <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2022.87.3.1489>

- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org



Análisis clínico y radiográfico del vástago de cadera no cementado “CEMENTFREE”[®] de fabricación nacional. Resultados a corto plazo

Carlos A. Vega,* Matías Sued,** Favio Moruno Cossio,* Gustavo Balderrama Uriona,** Fernanda Vergara,** Esteban Garavano,** Wilmer Jimenez Rios,** Ainner Mazzeneth Contreras**

*Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Zonal General de Agudos “Dr. Carlos Bocalandro”, Loma Hermosa, Buenos Aires, Argentina

**Unidad de Patología de Cadera, Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Central de San Isidro “Dr. Melchor Á. Posse”, Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

Introducción: La estabilidad del componente femoral y su resistencia al hundimiento son factores críticos para lograr una correcta osteointegración y el éxito clínico de la artroplastia total de cadera no cementada. Hay pocos estudios que evalúen los resultados con vástagos de fabricación nacional, aun los de corto y mediano plazo. El objetivo de este estudio fue realizar un análisis clínico y radiográfico de pacientes sometidos a un reemplazo total de cadera con implante de un componente femoral de fabricación nacional (CEMENTFREE[®]). **Materiales y Métodos:** Se llevó a cabo un estudio retrospectivo con pacientes sometidos a un reemplazo total de cadera con vástago CEMENTFREE[®], entre enero de 2015 y agosto de 2020, a cargo del mismo cirujano y en la misma institución. **Resultados:** Se implantaron 46 vástagos sin cementación en 42 pacientes (rango etario: 60-81 años). El seguimiento promedio fue de 3 años (mín. 1 año, máx. 5 años). Aplicando el *Harris Hip Score* se observó una franca mejoría (promedio 47 en el preoperatorio y 93 después de la cirugía). La tasa de supervivencia fue del 100% a los 5 años. **Conclusión:** La artroplastia de cadera con el vástago CEMENTFREE[®] de fabricación nacional ha demostrado ser una opción comparable con otros vástagos importados, en cuanto a los resultados clínicos y radiográficos a corto plazo. Resta evaluar los resultados a mediano y largo plazo.

Palabras clave: Artroplastia; prótesis no cementada; fijación metafisaria; osteointegración.

Nivel de Evidencia: IV

Clinical and Radiographic Analysis of the CEMENTFREE[®] Uncemented Hip Stem of National Manufacture. Short-Term Results

ABSTRACT

Introduction: The stability of the femoral component and its resistance to subsidence are critical factors to achieve correct osseointegration and subsequent clinical success in cementless total hip arthroplasty. Few studies have evaluated the results of nationally manufactured stems, even in the short and medium term. Our objective is to clinically and radiologically analyze patients undergoing a total hip replacement with a nationally manufactured femoral component (Cementfree[®] stem). **Materials and Methods:** We carried out a retrospective study on patients who had undergone a total hip replacement with the Cementfree[®] stem between January 2015 and August 2020 by the same surgeon and at the same institution. **Results:** 46 uncemented stems were implanted in 42 patients with an age range between 60 and 81 years. The average follow-up was 3 years, with a minimum of 1 year and a maximum of 5 years. There was an evident improvement in the *Harris Hip Score* (an average of 47 preoperatively vs. 93 after surgery). The revision of the stem for aseptic loosening, in the Kaplan Meier analysis, demonstrated a 100% survival rate at 5 years. **Conclusion:** According to the results obtained in this research, hip arthroplasty with the nationally manufactured Cementfree[®] stem has proven to be an option comparable to other imported stems in terms of short-term clinical and radiographic outcomes. An evaluation of the outcomes in the medium and long term is pending.

Key words: Arthroplasty; cementless prosthesis; metaphyseal fixation; osseointegration.

Level of Evidence: IV

Recibido el 31-12-2021. Aceptado luego de la evaluación el 17-3-2022 • Dr. CARLOS A. VEGA • c_vega78@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-6104-5099>

Cómo citar este artículo: Vega CA, Sued M, Moruno Cossio F, Balderrama Uriona G, Vergara F, Garavano E, Jimenez Rios W, Mazzeneth Contreras A. Análisis clínico y radiográfico del vástago de cadera no cementado “CEMENTFREE”[®] de fabricación nacional. Resultados a corto plazo. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2022;87(3):316-324. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2022.87.3.1489>

INTRODUCCIÓN

El reemplazo total de cadera es uno de los procedimientos más exitosos dentro de la Ortopedia y Traumatología, con tasas de supervivencia de la prótesis a largo plazo del 95% a los 15 años.¹ En las últimas décadas, se han desarrollado y utilizado en la práctica clínica numerosos vástagos no cementados. El éxito clínico depende de diversos factores: la técnica quirúrgica, el diseño del implante, las características de la superficie de la prótesis, el material de la prótesis, la forma de fijación y, por supuesto, el paciente.² En 2010, la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT) aprobó el vástago CEMENTFREE®, fabricado por la compañía IMECO S.A., y comenzó a distribuirse en la Argentina y Sudamérica, ese mismo año. En 2015, comenzamos a utilizar el vástago CEMENTFREE® en nuestra institución. El objetivo de este estudio fue realizar un análisis clínico-radiográfico de pacientes sometidos a un reemplazo total de cadera con un vástago CEMENTFREE® de fabricación nacional evaluando los resultados funcionales, radiográficos, la supervivencia del implante y las eventuales complicaciones posoperatorias.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron retrospectivamente los reemplazos totales de cadera realizados entre enero de 2015 y agosto de 2020. A todos los pacientes se les implantó el vástago femoral CEMENTFREE® de IMECO S.A. (Figura 1).



Figura 1. Vástago femoral CEMENTFREE® de IMECO S.A.

Los criterios de inclusión fueron: pacientes con diagnóstico de coxartrosis incapacitante de cualquier etiología, a los que se les implantó un vástago CEMENTFREE® con geometría de fémur Dorr A y B,³ al margen de la edad y el sexo.

Se excluyó a pacientes con índice de Dorr C, pacientes con registro de datos incompleto que impidiera un adecuado seguimiento clínico y radiográfico, y con fracturas.

En esta serie, se evaluó a todos los pacientes mediante radiografías tomadas antes de la cirugía y en el período posoperatorio inmediato, a los 3, 6 y 12 meses, y luego anualmente. En cuanto al análisis radiográfico, se consideró “área metafisaria” a las zonas 1, 2, 6 y 7 de Gruen, zonas de recubrimiento rugoso (Figura 2).⁴

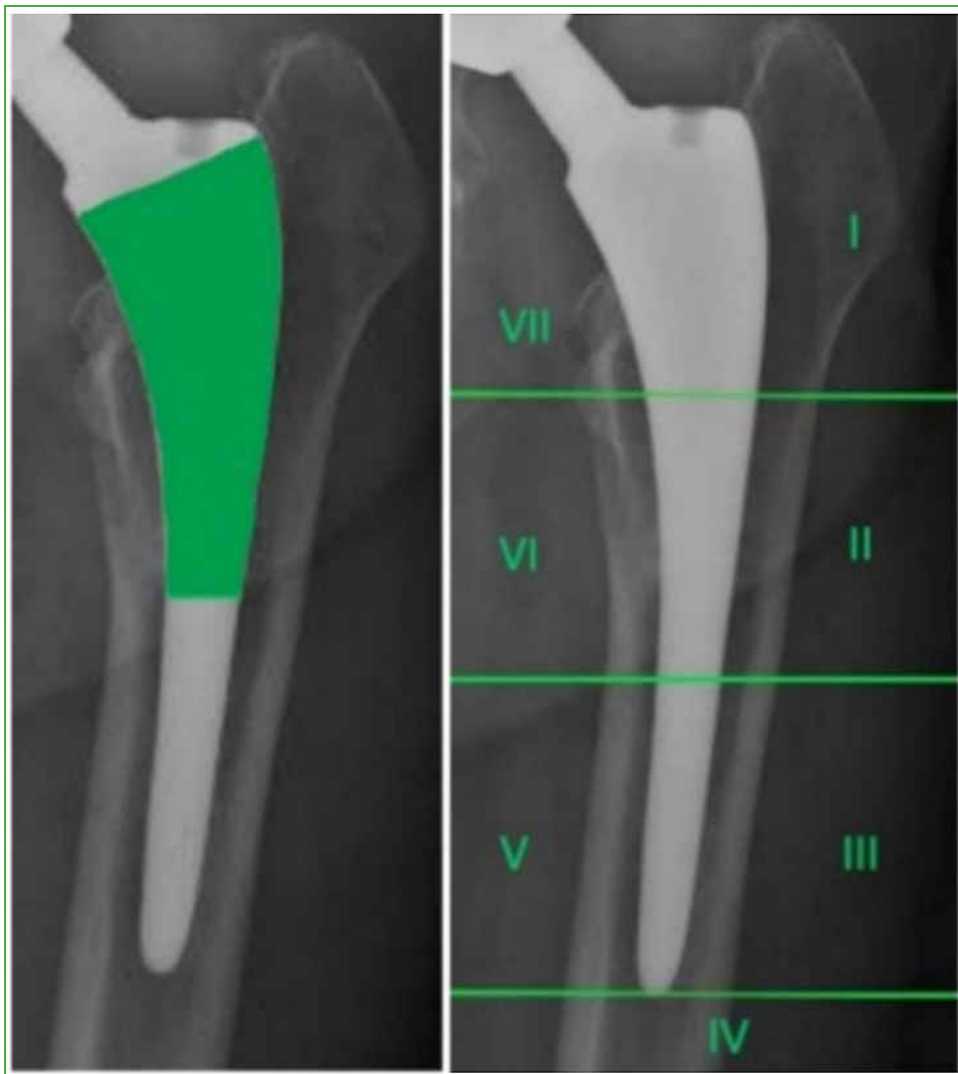


Figura 2. Zonas de recubrimiento rugoso.

Las variables que se consideraron en el análisis de las radiografías anteroposteriores, de acuerdo con los criterios de Engh⁵ fueron: 1) hundimiento >2 mm del vástago femoral. Existen varias formas de medir la subsidencia. El análisis radioestereométrico es el más fiable, con una precisión de 0,2 mm, pero requiere una planificación prospectiva, la implantación de marcadores de tantalio y estereoradiografías,⁶ por lo que no corresponde para esta serie. Se usó el método analógico con placas radiográficas estándar para determinar el hundimiento; 2) aparición de líneas radiolúcidas >1 mm en las zonas donde se encuentra la superficie rugosa del implante (zonas 1, 2, 6 y 7 de Gruen); 3) hipertrofia cortical diafisaria: se define arbitrariamente como el incremento de la cortical a nivel del vástago femoral; 4) signo del pedestal en la punta del implante; 5) posición del vástago: se consideró en valgo si existía una desviación lateral >3°; en varo si había una desviación medial >3°, o en neutro.

Todos los pacientes fueron citados en los plazos mencionados para registrar su evolución en la historia clínica, desde donde se recopilaban los datos, como documento de identidad, edad, sexo, domicilio, teléfono, antecedentes, diagnóstico, estado radiológico pre y posoperatorio, fecha de la cirugía, implantes utilizados y complicaciones. Todos estos datos fueron procesados en planillas de Excel para el posterior análisis estadístico.

Para evaluar el resultado clínico se utilizaron dos escalas: el puntaje de cadera de Harris (*Harris Hip Score*, HHS) y el WOMAC (*Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index*).^{7,8}

Características del vástago CEMENTFREE®

Descripción del implante

Se trata de un vástago de aleación de titanio GR5 (Ti-6Al-4V) cuya forma cónica tanto en sentido anteroposterior como lateromedial determina la fijación primaria en la metáfisis. En este mismo nivel, el vástago posee un recubrimiento rugoso de titanio que asegura la fijación secundaria por osteointegración (*on-growth*).^{9,10} El poro de la cubierta de rociado de plasma tiene un diámetro de entre 200 y 400 µm, lo que permite una correcta osteointegración del implante.¹¹⁻¹⁴ Además de cónico y recto a distal, es rectangular en su porción proximal. De acuerdo con la clasificación propuesta por Stulberg,¹⁵ el vástago estudiado es de fijación metafisaria. El diseño ofrece un radio de curvatura medial en procura de proveer congruencia con la morfología del fémur proximal que se ajusta a su anatomía, haciéndolo particularmente más aplicable en la zona del calcar femoral. La extremidad distal es cilíndrica, de superficie lisa y pulida, para impedir el contacto y el crecimiento óseo entre el implante y el canal femoral. Por lo tanto, la radiolucencia y las líneas reactivas alrededor de la porción distal lisa no indican ausencia de osteointegración. Este vástago ofrece dos opciones de *offset*: a) el estándar de 133° y b) el extendido de 128°, el cono es 12/14. Está disponible en siete tamaños. Los ensayos mecánicos de deformación y fatiga se realizaron en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata, según la normativa IRAM 9422/4. El análisis de rugosidad y adherencia del recubrimiento rugoso se llevó a cabo en el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI).

Técnica quirúrgica

Se realizó la planificación prequirúrgica para determinar la dimensión de los componentes y la geometría del fémur proximal. Todas las cirugías estuvieron a cargo del mismo equipo quirúrgico de la Unidad de Patología de Cadera del Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Central de San Isidro "Dr. Melchor A. Posse". Las cirugías se realizaron bajo anestesia raquídea, con un miniabordaje posterolateral. Siempre se indicó profilaxis antibiótica con cefazolina 1 g, por vía intravenosa, 30 min antes de la incisión cutánea, además de ácido tranexámico 1 g, por vía intravenosa, en el momento de la inducción anestésica, según el protocolo de nuestra institución.

Se prescribió anticoagulación preventiva por vía oral con dabigatrán durante 30 días, después de la cirugía. A las 24 h de la intervención, se indicó sedestación y bipedestación.

RESULTADOS

Setenta y ocho pacientes fueron operados con el vástago CEMENTFREE®, y 42 de ellos cumplieron los criterios de inclusión. Se implantó una copa no cementada en 31 pacientes y una copa cementada en los 11 restantes. En todos los casos, se utilizó un par de fricción de polietileno de alto entrecruzamiento y una cabeza de cromo-cobalto, con un diámetro de cabeza de 28 y 32 mm, determinado por el diámetro de las copas, las cuales fueron de titanio grado 5 con recubrimiento poroso de rociado de plasma, con opción de tres tornillos. Cuando fue necesario cementar, se usó cemento de viscosidad intermedia.

La serie estaba formada por 25 mujeres y 17 hombres, con un promedio de edad de 72 años (rango: 60-81). Cuatro fueron sometidos a un reemplazo bilateral en dos tiempos. El morfotipo del canal femoral fue tipificado según Dorr: 89% tipo A (37 pacientes) y 11% tipo B (5 pacientes) (Figura 3). El seguimiento posoperatorio promedio fue de tres años (rango: 1-5).

Evaluación clínica

Los resultados funcionales fueron evaluados aplicando el HHS y el WOMAC, tomando el preoperatorio y el último control (Tabla 1). Según el HHS, los resultados fueron: excelente en un paciente (2,5%), bueno en 40 (95%) y regular en uno (2,5%), ninguno estaba insatisfecho. El HHS se modificó, en promedio, de 47 (rango: 28-74) antes de la cirugía a 93 (rango: 71-97) después de la cirugía. En cuanto al WOMAC, los valores en el preoperatorio indicaban que el 82% refería una mala calidad de vida, pero este valor se modificó y alcanzó un promedio de satisfacción del 99% después de la cirugía.

Tabla 1. Escala funcional

	WOMAC	HHS	Preoperatorio		Último control	
			WOMAC	HHS	WOMAC	HHS
Excelente	≤15	70-80	0%	0%	99%	95%
Bueno	≤30	60-69	0%	0%	1%	2,5%
Regular	≤50	50-59	18%	14%	0%	2,5%
Malo	≤90	≤50	82%	86%	0%	0%

HHS = Harris Hip Score, WOMAC = Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index.

Análisis radiográfico

La evaluación radiográfica estuvo a cargo de un observador independiente. Se compararon las radiografías y el análisis surge de la evaluación de la radiografía posoperatoria inmediata y la última registrada en un control ambulatorio radiográfico que se dispone del paciente. Circunstancialmente se registraron radiolucencias y atrofia del calcar (zonas 1 y 7, respectivamente). Dado que las radiolucencias encontradas en la zona 1 comprometían <50%, no son predictivas de falta de osteointegración, según refiere Engh. En dos pacientes, se registró atrofia del calcar, cuyo desarrollo tuvo lugar durante los dos primeros años. Se registró un hundimiento del implante de 3 mm, en tres pacientes; pese a este hundimiento, el vástago se estabilizó y se osteointegró correctamente en el transcurso de los primeros tres meses. No se produjo la fatiga del implante, ni tampoco hubo deseos en el plano coronal (Tabla 2).

Tabla 2. Signos radiográficos

Signos radiográficos	Cantidad de casos	Tiempo de aparición
Radiolucencia		
Zona 1	3	0
Zona 2	0	0
Zona 3	0	0
Zona 4	0	0
Zona 5	0	0
Zona 6	0	0
Zona 7	0	0
Hundimiento >2 mm	3	1 año
Fatiga del implante	0	0
Atrofia del calcar	2	2 años
Orientación del componente		
Varo	0	0
Valgo	0	0

Supervivencia

Todos los implantes permanecieron con fijación ósea estable. Un tallo fue retirado por infección tardía de la prótesis, cabe aclarar que estaba totalmente osteointegrado y se pudo observar macroscópicamente el crecimiento de hueso en la zona de recubrimiento poroso. La revisión del vástago por aflojamiento aséptico como punto final tuvo una tasa de supervivencia del 100% a los 5 años en el análisis de Kaplan-Meier (Figura 3).

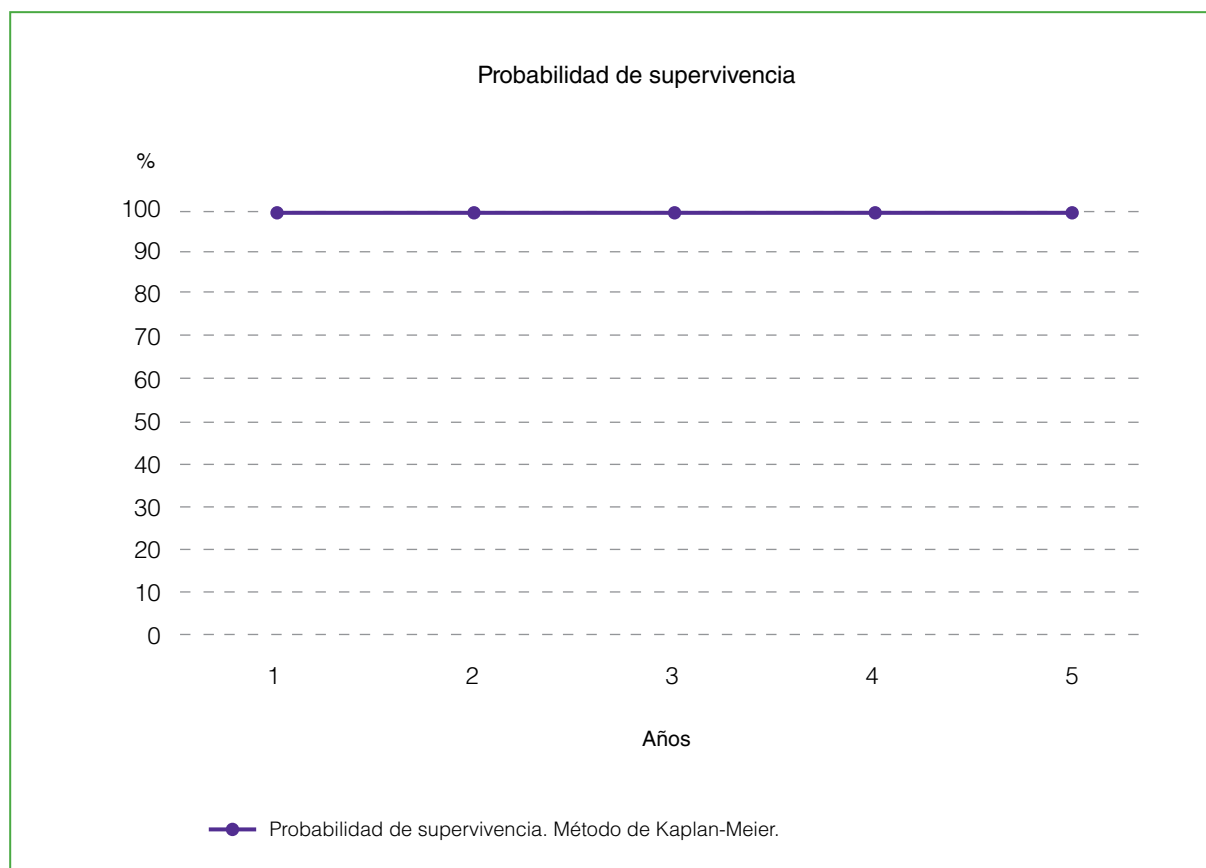


Figura 3. Análisis de Kaplan-Meier.

Complicaciones

Se registraron tres complicaciones relacionadas con la técnica quirúrgica que suponen el 6,52% de los pacientes.

Infección del sitio quirúrgico: un paciente infectado que fue sometido a una cirugía de revisión en dos tiempos.

Luxación de la prótesis: un paciente sufrió un episodio de luxación, cinco días después de la cirugía, debido a una flexión de cadera excesiva; se logró una reducción cerrada bajo rayos X. Luego de la reducción, se evaluaron la radiografía y las imágenes de la tomografía computarizada donde se constató la orientación de los componentes con buena anteversión dentro de la zona de seguridad de Lewinnek.

Neuropraxia: un paciente evolucionó con clínica de lesión del nervio ciático, posiblemente por la compresión indirecta no intencional con el instrumental, que se manifestó con el compromiso de la flexión de la rodilla, así como un compromiso de la extensión, flexión, inversión y eversión del pie. La extensión de la rodilla permaneció conservada. La neuropraxia revirtió por completo a los siete meses.

DISCUSIÓN

Las fallas de los vástagos femorales pueden deberse a diversos factores, entre los que se destacan los siguientes: diseño, composición mineral, técnica de fabricación, modularidad y técnica.^{16,17} Los resultados clínicos de nuestra serie son excelentes y todos los vástagos fueron considerados estables en el último control radiográfico, pese al porcentaje de radiolucencias que encontramos en nuestra serie, en la zona 1 de Gruen, lo cual podría deberse a la característica cónica del implante que hace que se fije distalmente en la zona metafisaria, lugar en donde se observan las soldaduras por puntos endostales (*spot welds*) en todos los casos. Ningún vástago ha sufrido un hundimiento vertical significativo que comprometa su estabilidad, ni desalineación en el plano coronal (varización-valguización) tras su implantación, ya que el cambio en la posición inicial del vástago durante los dos primeros años tras su implantación se asocia con una tasa de aflojamientos asépticos más alta, debido a una fijación inicial imperfecta.¹⁸ Cabe destacar que, durante la revisión por infección en un paciente, se pudo evidenciar macroscópicamente una conexión directa, estructural y funcional entre el hueso y la superficie del implante sometido a carga funcional. A pesar de la infección, se logró la osteointegración completa. Fue el único vástago que tuvimos que extraer. Cuando analizamos la adaptación y el llenado del canal según la morfología femoral¹⁹ por parte del implante, observamos que había un contacto completo en toda la superficie del implante y el hueso en los fémures Dorr A y solo contacto metafisario en los fémures Dorr B, lo cual podría explicarse porque el tallo CEMENTFREE® es cónico a nivel metafisario y cilíndrico en la porción distal y, en los casos de Dorr B, no siempre se logra el contacto bicortical a nivel distal, lo cual no ha representado una desventaja dado que el contacto inicial metafisario ha estabilizado el implante y finalmente se ha osteointegrado con éxito. Los autores adhieren al concepto de Bochaty y Lopreite de que todo nuevo implante conlleva una curva de aprendizaje inherente al proceso de adaptación para su colocación por parte del cirujano.²⁰ Esta serie indica una tasa de éxito excelente a corto plazo, dado que no se produjeron complicaciones intraoperatorias, como fractura del calcar, atribuimos esta ventaja al radio de curvatura que posee el implante en su cara medial, lo cual permite un ajuste más anatómico y conveniente con el calcar.²¹ Hay pocos estudios clínicos publicados sobre la supervivencia a corto plazo de los implantes de fabricación nacional. En la bibliografía internacional, la situación es similar, se publican estudios, como el de Steens y cols. que comunican los resultados clínicos de una prótesis no cementada con una supervivencia del 98% a los seis años de seguimiento.²² En el artículo de Santori y cols. sobre el uso de una prótesis no cementada con un vástago de fijación metafisaria, se informa una tasa de supervivencia del 96% en un seguimiento de ocho años.²³ Kim y cols. informan tasas de supervivencia del 100% en 144 pacientes, con un seguimiento a 4.5 años. Es importante remarcar que este seguimiento es relativamente corto.²⁴ Hay escasas publicaciones que estudien y determinen la supervivencia de este u otro vástago de fabricación nacional en la Argentina; por lo tanto, nos parece importante seguir estudiando y analizando los resultados obtenidos hasta la fecha, a mediano y largo plazo, dado que la tasa de complicaciones hasta el momento parece ser muy similar a la de los vástagos tradicionales, como se desprende del estudio de Cornel.²⁵ Como los resultados a corto plazo del vástago CEMENTFREE® han sido excelentes, consideramos importante estudiar la evolución de la serie, cada cinco años, con el objetivo de evaluar los resultados a mediano y largo plazo.

Este estudio tiene dos limitaciones: es retrospectivo lo que podría producir un sesgo de la información. El número de pacientes es bajo e impide una evaluación estadística adecuada, no hay un grupo de control y el seguimiento es breve. Estos aspectos, junto con la necesidad de un seguimiento más prolongado a fin de evaluar las complicaciones a largo plazo, podrían haber otorgado mayor generalidad a las inferencias obtenidas, así como confiabilidad a la estimación de la probabilidad de duración del implante ante complicaciones o eventos de interés. Como fortalezas podemos mencionar que todos los pacientes fueron operados por el mismo equipo quirúrgico, lo que garantizó una correcta evaluación en cuanto a la técnica quirúrgica y los resultados. Es, además, un trabajo original e inédito, ya que se basa en el estudio de un tallo no cementado de fabricación nacional, porque, hasta la fecha, todas las publicaciones son con vástagos importados.

CONCLUSIÓN

Se demostró que la artroplastia de cadera con el vástago CEMENTFREE® es una excelente opción a corto plazo para el reemplazo femoral de la cadera.

Conflicto de intereses: El Dr. Carlos Vega es consultor de IMECO S.A. El resto de los autores no declara conflictos de intereses.

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

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

ORCID de G. Balderrama Uriona: <https://orcid.org/0000-0002-8054-3907>

ORCID de F. Vergara: <https://orcid.org/0000-0003-3547-9640>

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

ORCID de W. Jimenez Rios: <https://orcid.org/0000-0002-5095-9215>

ORCID de A. Mazzeneth Contreras: <https://orcid.org/0000-0003-3077-5889>

BIBLIOGRAFÍA

1. Müller LA, Wenger N, Schramm M, Hohmann D, Forst R, Carl H-D. Seventeen-year survival of the cementless CLS Spotorno stem. *Arch Orthop Trauma Surg* 2010;130(2):269-75. <https://doi.org/10.1007/s00402-009-0969-7>
2. Kelsey D, Goodman SB. Design of the femoral component for cementless hip replacement: the surgeon's perspective. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* 1997;26:407-12. PMID: 9193693
3. 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)
4. Engh CA, Glassman AH. Cementless revision of failed total hip replacement: An update. *Instruct Course Lect* 1991;40:189-200.
5. Engh CA, Griffin WL, Marx CL. Cementless acetabular components. *J Bone Joint Surg Br* 1990;72:53-9. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.72B1.2298795>
6. Kärrholm J, Herberts P, Hultmark P, Malchau H, Nivbrant B, Thanner J. Radiostereometry of hip prostheses: review of methodology and clinical results. *Clin Orthop Relat Res* 1997;(344):94-110. PMID: 937276
7. Harris WH. Optimization of bone ingrowth for fixation of total hip replacements. En: Lin OCC, Chao EYS. *Perspectives on Biomaterials. Materials Science Monographs*, 34th ed. Amsterdam: Elsevier; 1986:321-32.
8. Harris WH. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1969;51:737-45. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-5451-8_3
9. Engh CA, Bobyn JD, Glassman AH. Porous-coated hip replacement: the factors governing bone in growth, stress shielding and clinical results. *J Bone Joint Surg Br* 1987;69:45-55. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.69B1.3818732>
10. Engh CA, Massin P, Suthers KE. Roentgenographic assessment of the biologic fixation of porous-surfaced femoral component. *Clin Orthop Relat Res* 1990;(257):107-28. PMID: 2199114
11. Singh M, Magrath AR, Maini PS. Changes in trabecular pattern of upper end of the femur as an index of osteoporosis. *J Bone Joint Surg Am* 1970;52(3):457-567. PMID: 5425640
12. Cameron HU, Pilliar R. The effect of movement on the bonding of porous metal to bone. *J. Biomed Mater Res* 1973;7(4):301-11. <https://doi.org/10.1002/jbm.820070404>
13. Persigan VA. Molecular forces governing tight contact between cellular surfaces and substrates. *J Prosth Dent* 1983;49(6):838-46. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(83\)90360-8](https://doi.org/10.1016/0022-3913(83)90360-8)
14. Freeman MA, Plante-Bordeneuve P. Early migration and late aseptic failure of proximal femoral prostheses. *J Bone Joint Surg Br* 1994;76(3):432-8. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.76B3.8175848>
15. McTighe T, Stulberg SD, Keppler L, Keggi J, Kennon RT, Brazil D, et al. A classification system for short stem uncemented THA. Poster #4. International Congress for Joint Reconstruction, 2012. Disponible en: <http://www.jisrf.org/pdfs/a-classification-system-short-stem.pdf>
16. Rodríguez Sammartino G. Fracturas del tallo femoral en artroplastia total de cadera híbrida. Reporte de dos casos clínicos evaluados con análisis de falla de materiales. *Revista ACARO* 2015;1(1). Disponible en: <https://acarorevista.org.ar/joomla-pages-iii/categories-list/40-la-revista/ediciones-anteriores/abril-2015-vol-1-num-1/99-fracturas-del-tallo-femoral-en-artroplastia-total-de-cadera-hibrida-reporta-de-dos-casos-clinicos-evaluados-con-analisis-de-falla-de-materiales>
17. Köksal A, Öner A, Çimen O, Aycan OE, Akgün H, Yapici F, et al. Femoral stem fractures after primary and revision hip replacements: A single-center experience. *Jt Dis Relat Surg* 2020;31(3):557-63. <https://doi.org/10.5606/ehc.2020.76162>
18. Simesen de Bielke H, Pérez Alamino L, Garabano G, Pesciallo CÁ, del Sel H, Lopreite FA. Comportamiento de los tallos no cementados recubiertos con hidroxiapatita colocados con alineación coronal inadecuada en la artroplastia primaria de cadera. Resultados del seguimiento a largo plazo. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2021;86(4):455-62. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2021.86.4.1321>
19. Perea AO, Spesot P, García M, Arce J, García S, Munafó Ducia R. Análisis clínico-radiológico comparativo de tallos femorales no cementados planos de primera vs. segunda generación. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2021;86(4):475-82. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2021.86.4.1337>

20. Bochaty EJ, Lopreite FA. Resultados a corto plazo de la artroplastia total de cadera con tallos femorales de fijación metafisaria de segunda generación. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2020;85(3):214-21. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2020.85.3.1021>
21. Colacchio N, Robbins C, Aghazadeh M, Talmo C, Bono J. Total hip intraoperative femur fracture: does a tapered wedge design with a size specific medial curvature reduce the incidence of intraoperative femur fracture? *J Arthroplasty* 2017;32(10):31638. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2017.05.012>
22. Steens W, Skripitz R, Schneeberger AG, Petzing I, Simon U, Goetze C. [Cementless femoral neck prosthesis CUT--clinical and radiological results after 5 years]. *Z Orthop Unfall* 2010;148(4):413-9. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1250150> [En alemán]
23. Santori FS, Santori N. Mid-term results of a custom-made short proximal loading femoral component. *J Bone Joint Surg Br* 2010;92(9):1231-7. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.92B9.24605>
24. Kim YH, Kim JS, Joo JH, Park JW. A prospective short-term outcome study of a short metaphyseal fitting total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 2012;27(1):88. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2011.02.008>
25. Cornell CN, Ranawat CS. Survivorship analysis of total hip replacements. *J Bone Joint Surg Am* 1986;68(9):1430-7. PMID: 3782214