



ORIGINAL

Resultado del vástago corto con preservación del cuello femoral CFP con un seguimiento mínimo de 10 años

D. Berlanga-de-Mingo^{a,b} y M. Pons-Cabrafiga^{a,*}

^a Hospital Universitari Sant Rafael, Barcelona, España

^b Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España

Recibido el 4 de febrero de 2021; aceptado el 7 de septiembre de 2021

Disponible en Internet el 24 de noviembre de 2021

PALABRAS CLAVE

Vástago corto;
 Prótesis de cadera;
 Preservación ósea

Resumen

Antecedentes y objetivo: Las técnicas de preservación ósea en prótesis totales de cadera primarias han experimentado un gran auge en los últimos años, especialmente los vástagos cortos. Actualmente existen muchos modelos con diferencias morfológicas y biodinámicas, entre los cuales destacan los sistemas con preservación del cuello femoral, pero no existen muchos trabajos con un seguimiento a largo plazo de estos sistemas. El objetivo de este trabajo es analizar retrospectivamente el resultado del sistema de vástago corto con preservación de cuello femoral Collum Femoris Preserving (CFP) con un seguimiento mínimo de 10 años.

Material y métodos: Entre los años 2001 y 2010 se realizaron 175 prótesis con vástago CFP en 157 pacientes en nuestro hospital. Todos los pacientes fueron intervenidos por un único cirujano. La edad media en el momento de la cirugía fue de 56,47 años (rango 22-77).

Resultados: Se han evaluado 175 prótesis con un seguimiento mínimo de 10 años y una media de 13,89 años (rango 10-19), habiéndose perdido 16 casos. Durante el seguimiento ha habido 8 recambios de polietileno, 2 de cótilo por aflojamiento, 2 osteosíntesis por fractura sin aflojamiento y 5 recambios de vástago: uno por infección crónica, 2 por fractura y 2 por aflojamiento aséptico.

Conclusiones: Hasta donde sabemos, es el primer trabajo de seguimiento de un vástago corto implantado en nuestro país con un mínimo de 10 años de evolución. Los recambios de este vástago por aflojamiento aséptico han sido 2/159 y, por tanto, la supervivencia por este motivo es del 98,75% a los 10 años.

© 2021 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: 23655mpc@comb.cat (M. Pons-Cabrafiga).

KEYWORDS

Short stem;
Hip prostheses;
Bone stock
preservation

Results of the short neck-retaining stem prostheses CFP with a minimum follow-up of 10 years**Abstract**

Background and objective: Bone-preserving implants in primary total hip arthroplasty have become an increasingly popular treatment choice, especially short stems. Currently there are many models with morphological and biodynamic differences, among which stand out the neck-retaining systems, but there are not many studies with a long-term follow-up of these systems. The objective of this study is to retrospectively analyze the results of the Collum Femoris Preserving (CFP) short neck-retaining stem system with a minimum follow-up of 10 years.

Material and methods: Between 2001 and 2010, 175 prostheses with a CFP stem were performed in 157 patients in our hospital. All patients were operated on by a single surgeon. The mean age at the time of surgery was 56.47 years (range 22–77).

Results: 175 prostheses have been evaluated with a minimum follow-up of 10 years and a mean of 13.89 years (range 10–19), with 16 cases having been lost. During the follow-up there were 8 polyethylene replacements, 2 cup replacements due to loosening, 2 osteosynthesis due to fracture without loosening, and 5 stem replacements: 1 due to chronic infection, 2 due to fracture and 2 due to aseptic loosening.

Conclusions: As far as we know, this is the first follow-up work on a short stem implanted in our country with a minimum of 10 years of follow-up. The replacement of this stem due to aseptic loosening has been 2/159 and, therefore, survival for this reason is 98.75% at 10 years.

© 2021 SECOT. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La prótesis total de cadera (PTC) es un recurso quirúrgico muy extendido en todo el mundo y que ha demostrado con los años ser un procedimiento altamente costoefectivo ofreciendo una notable mejoría en la calidad de vida de los pacientes intervenidos.

Desde los primeros trabajos del propio Charnley¹⁻⁴, quien realizó estudios evolutivos de los pacientes a los que implantó su prótesis, han aparecido infinidad de nuevos estudios con diferentes modelos y diseños, sistemas de fijación, pares de fricción, materiales... siempre intentando mejorar la supervivencia de estos implantes.

El gran reto siempre ha sido alargar la vida de estos implantes y facilitar el recambio del mismo cuando fuese necesario, conservando la mayor cantidad posible de remanente óseo. Por otro lado, cada vez se implantan prótesis en pacientes más jóvenes, con mayor demanda funcional y en los que es más necesario preservar el hueso. En este sentido han aparecido las técnicas de preservación, entre las que destaca la utilización de vástagos cortos, gozando de una gran popularidad en los últimos años⁵⁻⁸.

Actualmente existen muchos modelos con notables diferencias en su diseño y comportamiento biomecánico, entre los cuales destacan los sistemas con preservación del cuello femoral. Los trabajos mostrando sus resultados a corto y medio plazo han ido apareciendo en la literatura publicada en la última década⁹⁻²¹. Desgraciadamente, en la literatura no existen muchos trabajos con seguimiento a largo plazo de estos sistemas²²⁻²⁴.

El objetivo de este trabajo es analizar retrospectivamente el resultado del sistema Collum Femoris Preserving (CFP) como vástago corto de preservación del cuello

femoral en una cohorte unicéntrica de pacientes intervenidos en nuestro hospital y por un sólo cirujano, con un seguimiento mínimo de los casos de 10 años.

Material y métodos**Diseño del estudio**

Se realizó un estudio clínico retrospectivo, unicéntrico (Hospital Universitario Sant Rafael, Barcelona) según la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial para valorar la supervivencia de este vástago estableciéndose como punto final la situación de recambio por aflojamiento aséptico. Desde octubre de 2001 hasta diciembre de 2010, se realizaron un total de 175 PTC primarias consecutivas por un sólo cirujano en nuestro Departamento con vástago CFP (Waldemar Link, Hamburgo, Alemania) y se realizó un seguimiento durante un mínimo de 10 años hasta diciembre de 2020. La cohorte (175 PTC en 157 pacientes) incluyó 48 mujeres y 109 hombres. De las caderas operadas, 91 fueron izquierdas y 84 derechas; 18 pacientes se intervinieron de una PTC bilateralmente. La edad media en el momento de la cirugía fue de 56,47 años (rango 22-77 años). La artrosis de cadera fue el diagnóstico preoperatorio más común. Entre los criterios de exclusión para implantar dicho vástago se incluyeron los pacientes con displasia de cadera con deformidades anatómicas de la cabeza o cuello femoral de cualquier etiología, fracturas del cuello femoral y caderas con antecedentes sépticos. Todos los casos fueron revisados en consulta clínica o por llamada telefónica o a través de la Historia Clínica Compartida de Catalunya (HCCC).



Figura 1 Imagen en frente y perfil del vástago corto CFP.

Modelo protésico

Los vástagos CFP son vástagos cortos de preservación del cuello femoral porque la osteotomía del mismo se realiza a nivel del istmo y con ello se conserva más del 50% del cuello. Por otro lado, la preparación de la medula ósea se realiza mediante unos compresores del hueso esponjoso en lugar de una raspa. Están compuestos por una aleación conocida como Tilastan® (TiAl6V4) y favorecen la osteointegración con una superficie gruesa microporosa recubierta de hidroxapatita (grosor de 20 μm en los 2/3 proximales). La parte distal corta es sólo una guía para mejorar la inserción en el canal medular femoral y no presenta osteointegración (fig. 1). Es un vástago anatómico y existe una versión izquierda y una derecha con 6° de anteversión anatómica con 5 tamaños y 2 curvaturas (A, B) para mejorar el ajuste en el cuello femoral. Se utilizaron 2 sistemas acetabulares diferentes: el TOP (Trabeculae-Oriented Pattern) (Waldemar Link, Hamburgo, Alemania) con inserto de polietileno y el Betacup (Waldemar Link, Hamburgo, Alemania) con un inserto de cerámica (BioloX delta, Ceramtec AG, Plochingen, Alemania) para pacientes jóvenes a partir del año 2007. En los cotilos TOP se utilizaron cabezas de cerámica (BioloX forte, Ceramtec, AG, Plochingen, Alemania) de 28 mm y en los Betacup con diámetro superior a 50 mm cabezas de cerámica (BioloX delta, Ceramtec AG, Plochingen, Alemania) de 36 mm (32 mm en cotilos más pequeños). La curva A se implantó en 142 caderas y la curva B en 33. El tamaño del vástago fue extrapequeño en 32 casos, pequeño en 63, mediano en 61, grande en 16 y extragrande en 3.

Procedimiento quirúrgico

Todos los procedimientos fueron realizados por un cirujano ortopédico experimentado, con los pacientes en posición lateral y utilizando un abordaje posterior estándar. La anestesia fue general o regional. El tamaño final del vástago se decidió intraoperatoriamente con la ayuda de una correcta planificación preoperatoria para elegir el tipo de curvatura. El método utilizado para la decisión final fue comprobar la estabilidad torsional que se lograba con el compresor óseo dentro del canal medular femoral: en los casos en los que se observaba una rotación se comprobó un tamaño mayor hasta que la rotación fuera nula o mínima. Para prevenir la trombosis venosa profunda se administró enoxaparina durante 30 días en el postoperatorio de acuerdo con las guías de la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica. No se administró profilaxis con AINE para prevenir la osificación heterotópica. Los pacientes podían realizar bipedestación a las 24 horas posteriores a la cirugía y se permitió la carga parcial con dos muletas durante 3 semanas progresando a carga total con una muleta durante de 1 a 3 semanas.

Resultados

Se han estudiado un total de 175 prótesis con un seguimiento mínimo de 10 años y una media de 13,89 años (rango 10-19), con una suma de 16 pérdidas en el mismo. El total de pérdidas se distribuyen de la siguiente manera: 5 pacientes habían fallecido por causas ajenas al procedimiento durante los 10 primeros años postoperatorios y los 11 pacientes restantes se perdieron durante el seguimiento (pacientes que se habían trasladado de lugar de residencia y otros con los que no fue posible contactar). Durante el período de estudio no hubo luxaciones de las caderas protetizadas. Dos pacientes presentaron un aflojamiento aséptico acetabular que requirió recambio del mismo. El polietileno se ha tenido que recambiar aisladamente en 6 pacientes por desgaste progresivo del mismo comprobado por estudio radiológico evolutivo. Se observaron 2 fracturas femorales intraoperatorias que no requirieron tratamiento adicional: una fractura periprotésica de la diáfisis y una fractura metafisaria. También se observó una infección crónica por *Staphylococcus aureus* que fue tratada con un recambio de la prótesis en 2 tiempos y 2 fracturas periprotésicas postraumáticas a los 3 y 102 días, tratadas con revisión femoral en un caso y osteosíntesis en el otro. Finalmente, se han identificado 2 aflojamientos femorales asépticos tratados mediante revisión y recambio del mismo (figs. 2 y 3).

Discusión

El sistema CFP fue testado clínicamente por primera vez en 1997 (Clínica Ortopédica, Universidad de Génova, Italia)²⁵. En estudios de hace más de 15 años ya se apunta que la implantación de una prótesis de cadera con preservación del cuello femoral restaura el desplazamiento natural de la cadera y equilibra la tensión de la musculatura medial y de los músculos pelvitrocantéreos, además de lograr que el hueso del paciente reaccione alrededor de los componentes conservando sus contenidos minerales^{25,26}.

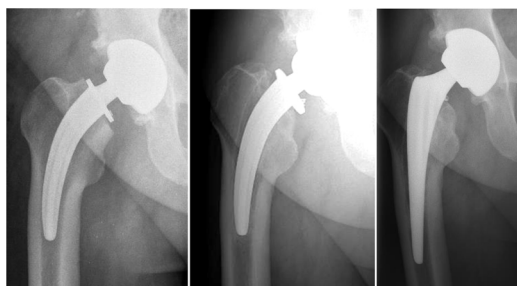


Figura 2 Primer caso de aflojamiento femoral aséptico, tratado mediante revisión y recambio por un vástago estándar.

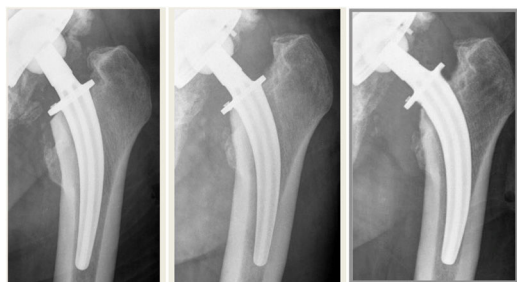


Figura 3 Segundo caso de aflojamiento femoral aséptico, tratado mediante revisión y recambio por un vástago corto de mayor tamaño.

La inquietud por la preservación del cuello femoral para mejorar los resultados clínicos tras PTC no es nada nuevo. En 1995 Whiteside et al.²⁷ iniciaron un estudio con el pretexto de que habitualmente el aflojamiento del componente femoral en las PTC resulta de la resistencia inadecuada a las cargas de torsión. Determinaron el efecto de diferentes niveles de resección del cuello femoral en la resistencia a la torsión de fémures de cadáveres humanos adultos, publicando como resultados el aumento en la resistencia a la torsión cuanto mayor preservación del cuello femoral hubo: Mantener todo el cuello femoral fue más eficaz para reducir el micromovimiento a cargas bajas, mientras que el mantenimiento de la zona de la diáfisis media del cuello femoral fue más eficaz en el control de micromovimientos a mayor carga de torsión. Una resección debajo de la diáfisis del cuello disminuye notablemente la capacidad de respuesta a la carga torsional del fémur proximal.

En esta línea, 6 años más tarde Kim et al.²⁸ realizaron un estudio comparando en cadáveres un vástago femoral convencional y uno nuevo a estudio mucho más corto y de inserción proximal más anatómica. Publicaron como resultados que el nuevo vástago de encaje metafisario sin contacto con la corteza distal proporcionaba estabilidad postoperatoria inmediata, reducción de la rigidez a la flexión al estrecharse el vástago, del *stress shielding* al no haber contacto entre el vástago y la corteza distal, de la reabsorción ósea y del dolor de muslo. Este estudio se realizó en el contexto de un trabajo previo de Jasty et al.²⁹, quienes en un modelo canino demostraron que en un vástago de recubrimiento únicamente proximal que logra estabilidad proximal inmediata, la porción distal del tallo no tiene aportación alguna a nivel biomecánico.

Con este contexto investigador en los años 90, se inició gradualmente la introducción de vástagos cortos con

preservación de cuello femoral en pacientes seleccionados, siendo la primera prótesis CFP implantada en nuestro caso en octubre de 2001. Inicialmente reservábamos este modelo para pacientes jóvenes que requiriesen una PTC. Con los años de experiencia en su implantación y al ir contando con varios años de seguimiento de las prótesis implantadas, la edad de los pacientes a los que colocamos este tipo de modelo se ha ido alargando. También hemos aumentado la edad media de indicación de esta prótesis con el aumento de calidad de vida de la población, así como de la esperanza de vida de nuestra sociedad.

Esta apertura en el rango de edad de los pacientes se ha debido a los resultados prometedores que se fueron obteniendo en nuestra muestra cuando los componentes se colocaron normoposicionados según la técnica quirúrgica: sólo hemos observado 2 casos con aflojamiento aséptico en el vástago y fueron debidos a un infradimensionado excesivo del mismo, lo que causó el posterior aflojamiento y varización del vástago. No hubo luxaciones protésicas. Sólo 3 pacientes informaron dolor leve en el muslo y 2 refirieron dolor trocantéreo significativo que se resolvió espontáneamente. Los resultados radiológicos son bastante similares a los resultados reportados por el diseñador de este sistema^{25,26}, con algunas diferencias: se encontraron reabsorciones de cálcico debido a vástagos sobredimensionados y en un caso sin causa aparente (sospechamos una infección subaguda con una bacteria de baja virulencia).

En nuestra serie, las osificaciones heterotópicas fueron mucho menos frecuentes (7,9%) que en la serie de Pipino (44%)^{25,26}. Esta diferencia puede ser debida al abordaje: Pipino utilizó el abordaje de Watson-Jones y encontró osificaciones en el trocánter mayor cerca de la inserción del músculo glúteo menor y vasto lateral, mientras que en nuestro caso se utilizó siempre un abordaje posterior y se observaron algunas osificaciones heterotópicas de grado I cerca del borde acetabular.

Creemos que un infradimensionado mínimo pero con una buena alineación del vástago proporcionará un buen resultado a medio y largo plazo, mientras que un tallo sobredimensionado puede causar fracturas metafisarias o reabsorción del cuello por una fijación distal, como también han descrito Pipino y Pons et al.^{25,30}.

En cuanto a las limitaciones, la principal de este estudio es la cohorte reducida de pacientes, principalmente por la inclusión de pacientes tributarios de un vástago no cementado (nuestra filosofía es que en pacientes mayores de 75 años prácticamente siempre optamos por un vástago cementado, en especial en el caso de pacientes mujeres) y a que en los inicios se buscaron pacientes muy seleccionados para mejorar la curva de aprendizaje. Este hecho hace reducir considerablemente nuestra muestra si la comparamos con la del trabajo que presenta el mayor número de pacientes, de Wacha et al., quienes incluyen 144 pacientes de más de 80 años²⁴. Otras limitaciones importantes son las clásicas de los estudios retrospectivos, como es el caso de nuestra revisión.

El objetivo principal del estudio fue evaluar los resultados clínicos y analizar la supervivencia después de la implantación de una PTC con preservación del cuello femoral mediante el modelo CFP con un seguimiento mínimo largo. Hemos observado que el sistema CFP ha proporcionado excelentes resultados hasta la fecha con una supervivencia del

98,75% a los 10 años de seguimiento mínimo si valoramos exclusivamente los recambios por un aflojamiento aséptico, siendo una opción muy válida para la implantación de una PTC primaria si se desea preservar el máximo de hueso posible. Hasta donde sabemos, este trabajo es el primero publicado en nuestro país que evalúa la supervivencia de un vástago corto con un seguimiento mínimo de 10 años.

No ha sido objetivo de este trabajo el comparar las distintas opciones de vástago corto del mercado entre sí, con buenos resultados publicados a corto y medio plazo tanto del vástago colocado en nuestro caso⁹⁻¹² como de otras opciones existentes¹³⁻²¹. Nuestro interés ha radicado en observar este gran grupo de estudios publicados con el escaso volumen de los trabajos publicados con un seguimiento largo²²⁻²⁴.

En este sentido, se requieren un mayor número de estudios a largo plazo tanto de este modelo CFP como de otros que preserven cuello femoral para determinar las mejores opciones no sólo en pacientes jóvenes que requieran una PTC sino también en pacientes ancianos, como otra alternativa en el abanico de posibilidades para implantar una PTC primaria.

Finalmente queremos reseñar que desde el año 2019 estamos realizando un estudio multicéntrico internacional para valorar el comportamiento y los resultados iniciales de la evolución del sistema CFP a CFP II, sistema con idéntica filosofía pero con cambios en su diseño que pensamos que pueden mejorar su comportamiento biomecánico.

Conclusiones

Hasta donde sabemos, es el primer trabajo de seguimiento de un vástago corto implantado en nuestro país con un mínimo de 10 años de evolución. Los recambios de este vástago por aflojamiento aséptico han sido 2/159 y, por tanto, la supervivencia por este motivo es del 98,75% a los 10 años.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia IV.

Financiación

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Bibliografía

- Shands AR. Historical milestones in the development of modern surgery of the hip joint. En: In Tronzo R.G., editor. *Surgery of the hip joint*. Philadelphia: Lea &Febiger; 1973.
- Charnley J. Arthroplasty of the hip: a new operation. *Lancet*. 1961;1:1129.
- Charnley J. The long-term result of low-friction arthroplasty of the hip as a primary intervention. *J Bone Joint Surg Am*. 1972;54:61-5761.
- Schulte KR, Callaghan JJ, Kelley SS, Johnston RC. The outcome of Charnley total hip arthroplasty with cement after a minimum twenty-year follow-up The results of one surgeon. *J Bone Joint Surg Am*. 1993;75:961-75.
- Banerjee S, Pivec R, Issa K, Harwin SF, Mont MA, Khanuja HS. Outcomes of short stems in total hip arthroplasty. *Orthopedics*. 2013;36:700-7.
- Logroscino G, Ciriello V, D'Antonio E, De Tullio V, Piciocco P, Magliocchetti Lombi G, et al. Bone integration of new stemless hip implants (proxima vs nanos). A DEXA study: preliminary results. *Int J Immunopathol Pharmacol*. 2011;24:113-6.
- Brinkmann V, Radetzki F, Delank KS, Wohlrab D, Zeh A. A prospective randomized radiographic and dual-energy X-ray absorptiometric study of migration and bone remodeling after implantation of two modern short-stemmed femoral prosthesis. *J Orthop Traumatol*. 2015;16:237-43.
- Loppini M, Grappiolo G. Uncemented short stems in primary total hip arthroplasty: the state of art. *EFORT Open Rev*. 2018;3:149-59.
- Briem D, Schneider M, Bogner N, Botha N, Gebauer M, Gehrke T, et al. Mid-term results of 155 patients treated with a collum femoris preserving (CFP) short stem prosthesis. *Int Orthop*. 2011;35:655-60.
- Nowak M, Nowak TE, Schmidt R, Forst R, Kress AM, Mueller LA. Prospective study of a cementless total hip arthroplasty with a collum femoris preserving stem and a trabeculae oriented press-fit cup: minimum 6-year follow-up. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2011;131:549-55.
- Lazarinis S, Mattsson P, Milbrink J, Mallmin H, Hailer NP. A prospective cohort study on the short collum femoris preserving (CFP) using RSA and DXA Primary stability but not prevention of proximal bone loss in 27 patients followed by 2 years. *Acta Orthop*. 2013;84:32-9.
- Pons M. Learning curve and short-term results with a short-stem CFP system. *Hip Int*. 2010;20 Suppl 7:S52-7.
- Wittenberg RH, Dsteffen R, Windhagen H, Bücking P, Wilcke A. Five year results of a cementless short stem prosthesis. *Orthop Rev*. 2013;5:4.
- Maier MW, Streit MR, Innmann MM, Krüger M, Nadorf J, Kretzer JP, et al. Cortical hypertrophy with a short, curved uncemented hip stem does not have any clinical impact during early follow-up. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015;16:371.
- Ghera S, Pavan L. The DePuy Proxima hip: a short stem for total hip arthroplasty. Early experience and technical considerations. *Hip Int*. 2009;19:215-20.
- Gustke K. Short stems for total hip arthroplasty: initial experience with the Fitmore stems. *J Bone Joint Surg*. 2017;94:47-51.
- Amendola RL, Goetz DD, Liu SS, Callaghan JJ. Two to 4-year follow up of a short stem THA construct: excellent fixation, thigh pain a concern. *Clin Orthop Relat Res*. 2017;475:375-83.
- Killampalli VV, Kundra RK, Chaudhry F, Chowdhry M, Fisher NE, Reading AD. Resurfacing and uncemented arthroplasty for young hip arthritis: functional outcomes at 5 years. *Hip Int*. 2009;19:234-8.
- Daniel J, Pynsent PB, McMinn DJW. Metal on metal resurfacing of the hip in patients under the age of 55 years with osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Br*. 2004;86:177-84.
- Lingard EA, Muthumayandi K, Holland JP. Comparison of patient-reported outcomes between hip resurfacing and total hip replacement. *J Bone Joint Surg Br*. 2009;91:1550-4.
- Capone A, Bienati F, Torchia S, Podda D, Marongiu G. Short stem total hip arthroplasty for osteonecrosis of the femoral head in patients 60 years or younger: a 3 to 10 year follow-up study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017;18:301.
- Pipino F, Molfeta L, Grandizio M. Preservation of the femoral neck in hip arthroplasty: results of a 13 to 17 year follow-up. *J Orthop Traumatol*. 2000;1:31-9.

23. Kim YH, Park JW, Kim JS, Kang JS. Long-term results and bone remodelling after THA with a short, metaphyseal-fitting anatomic cementless stem. *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472:943–50.
24. Wacha H, Domsel G, Herrmann E. Long-term follow-up of 1217 consecutive short-stem total hip arthroplasty (THA): a retrospective single-center experience. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2018;44:457–69.
25. Pipino F. CFP prosthetic stem in mini-invasive total hip arthroplasty. *J Orthop Traumatol.* 2004;4:165–71.
26. Biggi F, Franchin F, Lovato R, Pipino F. DEXA evaluation of total hip arthroplasty with neck-preserving technique: 4-year follow-up. *J Orthop Traumatol.* 2004;5:156–9.
27. Whiteside LA, White SE, McCarthy DS. Effect of neck resection on torsional stability of cementless total hip arthroplasty. *Am J Orthop.* 1995;24:766–70.
28. Kim YH, Kim JS, Cho SH. Strain distribution in the proximal human femur An in vitro comparison in the intact femur and after insertion of reference and experimental femoral stems. *J Bone Joint Surg Br.* 2001;83:295–301.
29. Jasty M, Krushell R, Zalenski E, O'Connor D, Sedlacek R, Harris W. The contribution of the nonporous distal stem to the stability of proximally porous-coated canine femoral components. *J Arthroplasty.* 1993;8:33–41.
30. Pons-Cabrafiga M, Arias de la Torre J, Berlanga-de-Mingo D, Lobo-Escolar L. Is diaphyseal fixation of short neck-retaining stem prostheses related to the size of the implant? *Hip Int.* 2021;31:196–200.