

# Medición de la preservación ósea inicial con tallos cortos según su alineación en relación a tallos estándar utilizando modelos 3D

## Trabajo libre de presentación para premio Prof. Dr. Luis Petracchi al Mejor Trabajo de Patología de Cadera

Federico Burgo, Diego Mengelle, Marcos J. Portillo, Diego Etchart, Francisco Martinez Maluge, Luciano Bertolotti, Gonzalo Escobar, Carlos M. Autorino

Federico Burgo  
burgof@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN

La concepción de tallos femorales que preserven mayor capital óseo a la vez que generen una mejor distribución de cargas en el sector metafisario no es nueva. Desde hace ya cuarenta años fue presentada como una idea innovadora.<sup>1-5</sup>

El fracaso clínico de varios modelos de artroplastias de superficie sumado a las reacciones adversas provocadas por la superficie metal-metal posiblemente influyeron en dar un nuevo impulso a dicha “vieja idea”.<sup>6,7</sup>

En uno de los modelos de tallos cortos de conservación parcial del cuello femoral (Minihip®, Corin, Cironcester, UK) la técnica quirúrgica descrita por los diseñadores incluye la implantación en varo buscando tres puntos de contacto óseo. En la práctica, esto ha sido parcialmente modificado buscando alineaciones más neutras que permitan una mejor reproducción del “off-set”.

La estimación de la preservación ósea durante la implantación de tallos cortos considerando las distintas alineaciones no ha sido estudiada hasta el momento. Dicha estimación debería ser una de las variables de medición costo-efectivo a considerar para su indicación en relación a la implantación de tallos estándares.

La hipótesis es que en el diseño de tallos cortos estudiado y en caderas con inclinaciones coxofemorales fisiológicas, la alineación neutra de los tallos cortos requiere osteotomías más horizontales y más bajas y por lo tanto producirían una menor preservación ósea que los alineados en varo.

### OBJETIVO

Comparar la diferencia de preservación del capital

óseo de tallos cortos de conservación parcial del cuello considerando las alineaciones más frecuentes obtenidas durante la implantación en relación a tallos planos estándar utilizando modelos 3D.

### MATERIALES Y MÉTODOS

En el periodo comprendido entre Enero de 2015 y Diciembre de 2016 se realizaron 46 RTC en 44 pacientes implantando tallos cortos de fijación cervico-metafisaria y conservación parcial del cuello femoral (Minihip®, Corin, Cironcester, UK).

Se seleccionaron 30 pacientes con RTC unilateral con postoperatorio menor de un año de seguimiento que tuvieran una morfología anatómica similar a la región del fémur proximal contralateral. El promedio de edad fue de 47 años (25-60). Veintiún pacientes fueron de sexo masculino.

En radiografías digitales preoperatorias se midió el ángulo de inclinación cervico-diafisario. Se excluyeron los pacientes con inclinaciones coxofemorales > de 150° y < de 125°.

Con el objetivo de atenuar diferencias en la densidad ósea, se excluyeron pacientes con enfermedades inflamatorias y antecedentes de tratamiento con esteroides (Tabla 1).

Se tomaron radiografías postoperatorias de ambas caderas frente con foco en pubis. Se midió el ángulo de inclinación de los tallos identificando dos grupos: A = alineación “neutra” (16 casos), y B = alineación “en varo” (14 casos) (fig. 1).

Luego de obtener un consentimiento informado específico y aprobación institucional se realizaron en for-

ma prospectiva tomografías computadas con cortes de 1 mm de ambas caderas en todos los pacientes.

Se procedió a segmentar las 30 imágenes en formato DICOM separando: pelvis, fémur derecho, fémur izquierdo y tallo Minihip (Corin, Cironcester) implantado (figs. 2 y 3).

Se elaboraron modelos 3D de cada sector para analizarlos en formato STL, utilizando el programa Materialise 3-matic®. Se realizó el modelado e ingeniería inversa de un sistema de prótesis “estándar” de cadera; el sistema elegido fue el Accolade® (Stryker, USA). Se modelaron los tallos de 127° y 132° en todas sus medidas. A partir del modelo 3D correspondiente a la implantación del tallo corto se procedió a la sustracción del mismo y a la implantación virtual de los tallos estándar tipo Accolade (fig. 4 A y B).

Los tallos se posicionaron a nivel digital en un software de ingeniería (Solidworks®). La implantación virtual fue guiada por un operador ciego experto en cirugía de cadera que definió el nivel de osteotomía cervical con el objetivo de equiparar la discrepancia de longitud

en caso de que la hubiera. Para ello, se utilizó la herramienta digital “Trim” del software Solidworks.

Para elegir la medida del tallo se utilizaron herramientas de magnificación (hasta 250%) de la imagen 3D. Se seleccionó el tallo estándar que tuviera contacto con la cortical ósea en la región metafisaria y produjera el completo relleno de la misma (fig. 5 A y B).

Se calculó la diferencia de preservación ósea entre los tallos cortos implantados y los tallos estándar tipo Accolade implantados en forma virtual. Dicha diferencia fue expresada en volumen y peso para una densidad ósea de 0,66 g/cm³ (fig. 6 A y B). Se midió la diferencia de pre-

TABLA 1: DISTRIBUCIÓN DEMOGRÁFICA

Población	N = 30
Femenino	9
Masculino	21
Edad ( rango )	25 - 60 Años
Edad (promedio)	47 Años
Angulo cervicodiafisario (promedio)	132 °
Diagnostico principal	Osteoartrosis

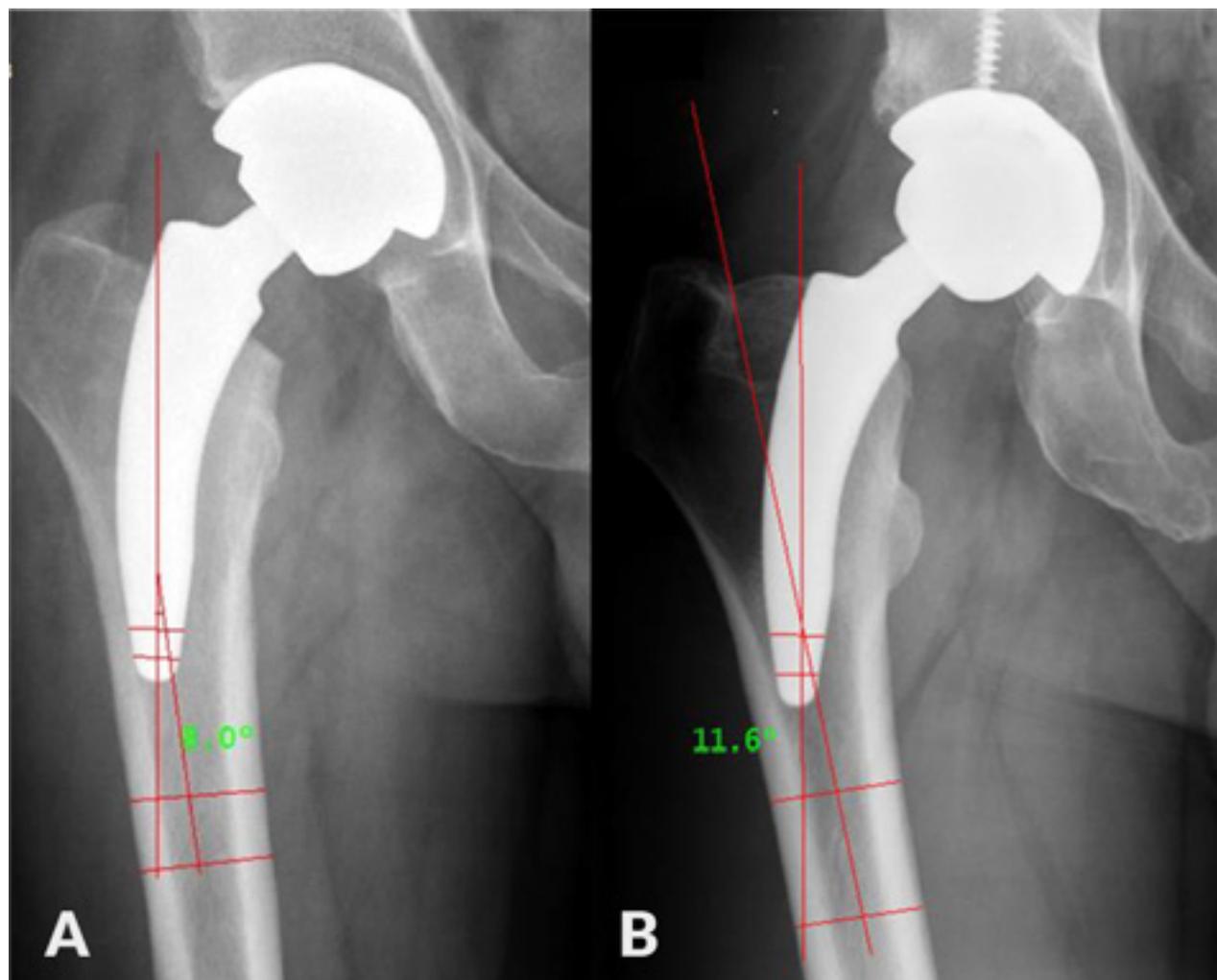


Figura 1: A) Medición En Rx de tallo corto neutro (GRUPO A). B) Medición en Rx de tallo corto en varo (GRUPO B).

**Medición de la preservación ósea inicial con tallos cortos según su alineación en relación a tallos estándar utilizando modelos 3D**

Federico Burgo, Diego Mengelle, Marcos J. Portillo, Diego Etchart, Francisco Martinez Maluge, Luciano Bertolotti, Gonzalo Escobar y Carlos M. Autorino.

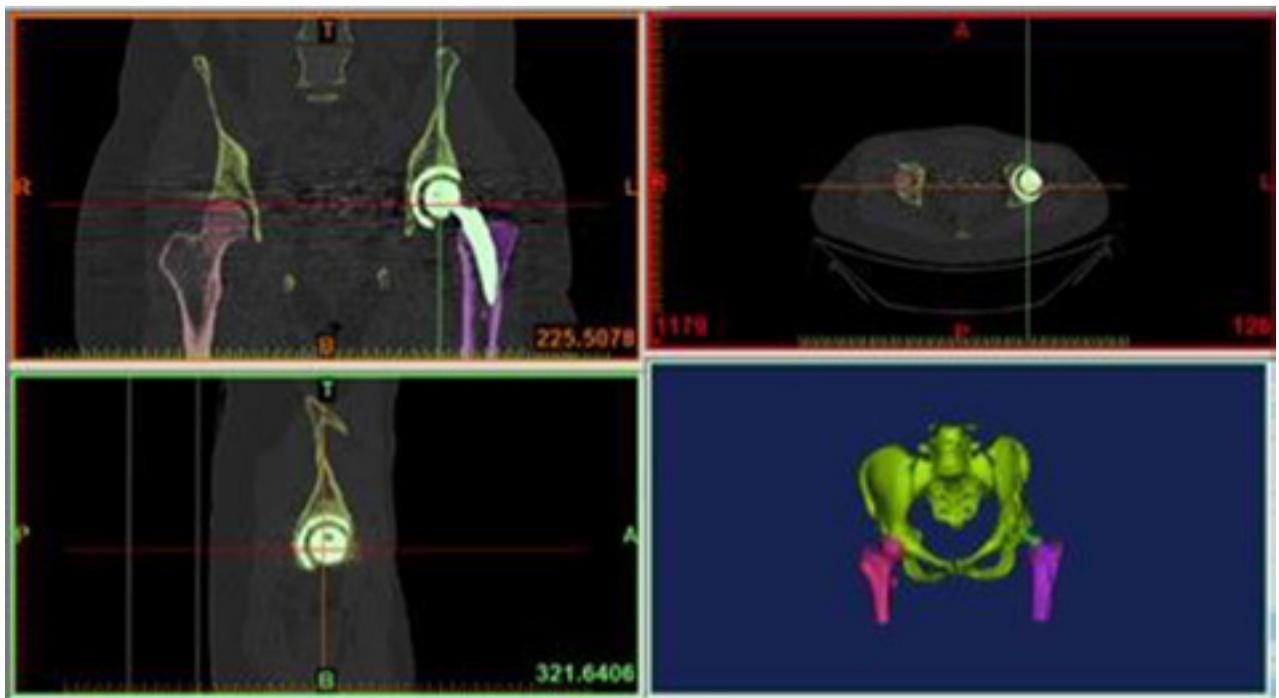


Figura 2: TAC con cortes de 1 mm de paciente con tallo corto implantado para elaboración de modelo 3 D.

TABLA 2: RESULTADOS DE PRESERVACIÓN TOTAL EN VOLUMEN Y EN GRAMOS.

N	SEXO	DX	TALLO	EDAD	VOLUMEN OSEO AHORRADO (CM3 O ML)	PESO EN GRAMOS (USANDO DENSIDAD OSEA DE 6.6 GR/CM3)	COXA	ORIENTACIÓN V/N
1	M	coxartrosis	MINI HIP	60	4.645	30.657	126	10.8
2	M	coxartrosis	MINI HIP	48	10.972	724.152	127	9.3
3	M	coxartrosis	MINI HIP	52	14.265	94.149	132	11.8
4	M	coxartrosis	MINI HIP	50	2.898	191.268	129	10.4
5	M	coxartrosis	MINI HIP	55	2.815	18.579	128	8.0
6	M	coxartrosis	MINI HIP	55	15.145	99.957	132	7.5
7	M	coxartrosis	MINI HIP	60	8.680	57.288	134	11.5
8	F	coxartrosis	MINI HIP	38	6.745	44.517	128	11.3
9	M	coxartrosis	MINI HIP	53	3.867	255.222	127	9.4
10	F	coxartrosis	MINI HIP	25	5.221	344.586	143	9.4
11	M	coxartrosis	MINI HIP	50	6.336	418.176	128	11.6
12	M	coxartrosis	MINI HIP	40	2.628	173.448	138	11.5
13	M	coxartrosis	MINI HIP	48	4.332	285.912	135	6.0
14	M	coxartrosis	MINI HIP	34	5.187	342.342	135	10.5
15	M	coxartrosis	MINI HIP	44	15.806	1.043.196	126	9.0
16	F	coxartrosis	MINI HIP	36	7.303	481.998	136	7.7
17	F	coxartrosis	MINI HIP	44	6.336	418.176	145	5.8
18	M	coxartrosis	MINI HIP	48	10.972	724.152	126	10.7
19	M	coxartrosis	MINI HIP	52	12.543	827.838	125	11.2
20	F	coxartrosis	MINI HIP	54	11.642	768.372	127	10.4
21	F	coxartrosis	MINI HIP	47	4.783	315.678	136	6.0
22	M	coxartrosis	MINI HIP	48	5.221	344.586	130	9.8
23	M	coxartrosis	MINI HIP	54	13.356	881.496	125	11.6
24	F	coxartrosis	MINI HIP	48	14.673	968.418	133	12
25	M	coxartrosis	MINI HIP	49	6.953	458.898	140	6.0

**Medición de la preservación ósea inicial con tallos cortos según su alineación en relación a tallos estándar utilizando modelos 3D**

Federico Burgo, Diego Mengelle, Marcos J. Portillo, Diego Etchart, Francisco Martinez Maluge, Luciano Bertolotti, Gonzalo Escobar y Carlos M. Autorino.

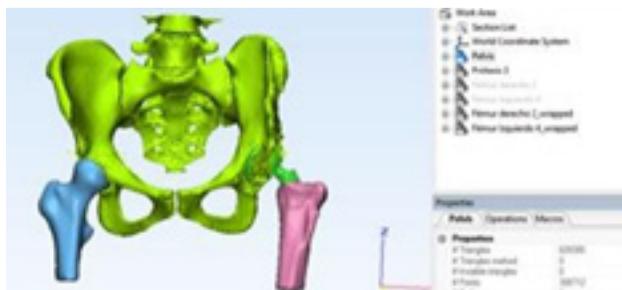


Figura 3: Modelo 3D elaborado en el que cada color representa distintos sectores a considerar para el estudio.

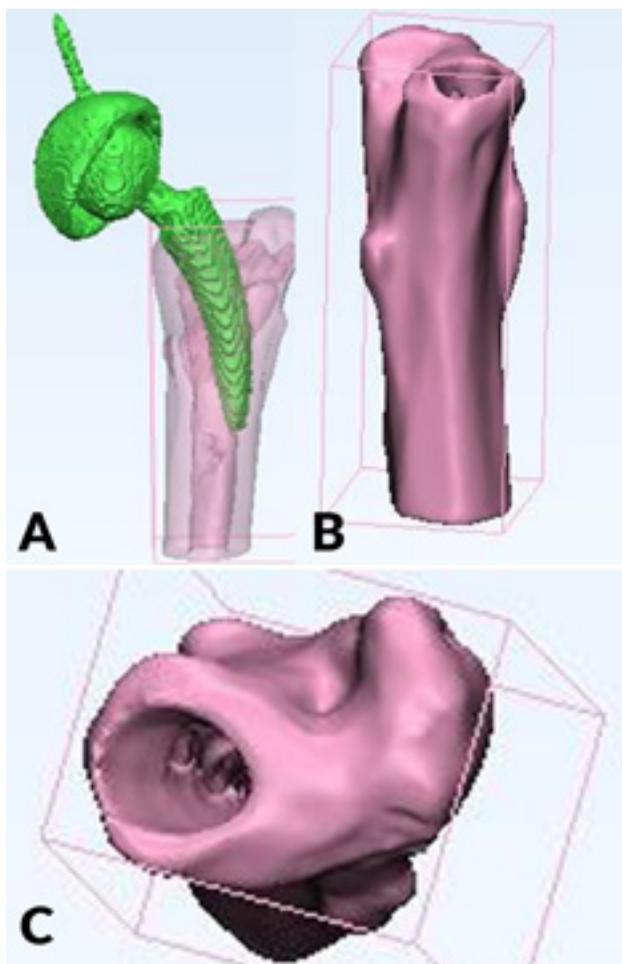


Figura 4: A) Modelo 3D con tallo corto implantado. B) Imagen axial del fémur con sustracción del tallo. C) Imagen coronal con sustracción del tallo.

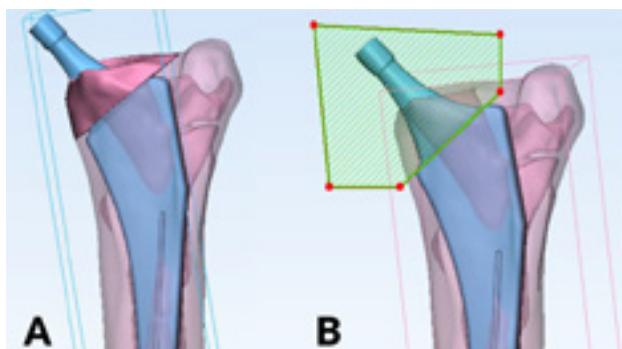


Figura 5: A) Implantación virtual de tallo tipo Accolade remanente. B) Selección para extracción de hueso remanente.

servación ósea entre los grupos A y B, utilizando una prueba de T para muestras independientes. Se calculó la correlación entre el ángulo de alineación de los tallos cortos y el volumen óseo preservado utilizando el método de Pearson. Para todos los cálculos se estableció un nivel de significancia estadística de  $p < 0,05$ . Se utilizó el programa Real Statistics Resource Pack Software 4.3.

## RESULTADOS

Todos los tallos cortos estudiados tuvieron mayor preservación del capital óseo expresado en volumen y en peso que los tallos estándar implantados en forma virtual. En volumen el promedio de preservación fue de  $8,07 \text{ cm}^3$  (2,268 - 15,806). La preservación en peso fue de 53,29 g (17,344 - 104,319) (Tabla 2).

El promedio de ahorro de capital óseo expresado en volumen fue el siguiente: Grupo A, promedio:  $5,96 \text{ cm}^3$  (2,628-9,534). Grupo B, promedio:  $10,65 \text{ cm}^3$  (2,815 -15,806). La diferencia de preservación tuvo significancia estadística:  $4.52 \text{ cm}^3$  IC95% (3,77-5,27)  $P = 0.002$ .

El promedio de ahorro de capital óseo expresado en peso fue el siguiente: Grupo A, promedio: 39,36 g (17,345-62,924). Grupo B promedio: 69,21 g (18,579-104,320). La diferencia de preservación tuvo significancia estadística: 29,85 g, IC95% (29,13 - 30,57)  $P = 0.002$  (Tabla 3).

Se observó una correlación directa moderada entre los grados de alineación de los tallos cortos en varo y el volumen de preservación ósea (Coeficiente de Rho = 0,37,  $p = 0,04$ ) (graf. 1).

## DISCUSIÓN

En la actualidad, el concepto de preservación, tanto de las partes blandas mediante las vías de acceso quirúrgicas, como del capital óseo a través de los implantes, constituye el objetivo principal de desarrollo en cirugía de reemplazo total de cadera.<sup>4</sup>

Aún no hay una definición clara y aceptada de “tallo corto”, destacando dos cuestiones que restan aún por ser consensuadas:

- ¿Qué características debe tener el implante?
- ¿Hasta dónde debe extenderse para preservar capital óseo metadiáfisario? Por lo tanto, si bien existen diversos modelos presentados en el mercado como tallos cortos, a la luz de la evidencia se debe considerar que dependiendo del parámetro de extensión distal que se defina y de la magnitud de preservación ósea, podrían ser clasificados más precisamente como “estándar” o inclusive “intermedios”.<sup>8</sup>

TABLA 3: RESULTADOS DE EVALUACIÓN POR GRUPOS.

ANGULO DE INCLINACION DE TALLO FEMORAL	PRESERVACION EN VOLUMEN	PRESERVACION EN PESO	VALOR DE P
GRUPO A	5,96 cm <sup>3</sup> (2,6 - 9,5)	39,36 g (17,3 - 62,9)	P=0.002
GRUPO B	10,65 cm <sup>3</sup> (2,8 - 15,8)	69,21 g (18,5 - 104,3)	
DIFERENCIA	4.52 cm <sup>3</sup> IC95% (3,7-5,2)	29,8 g IC95% (29,1 - 30,5)	

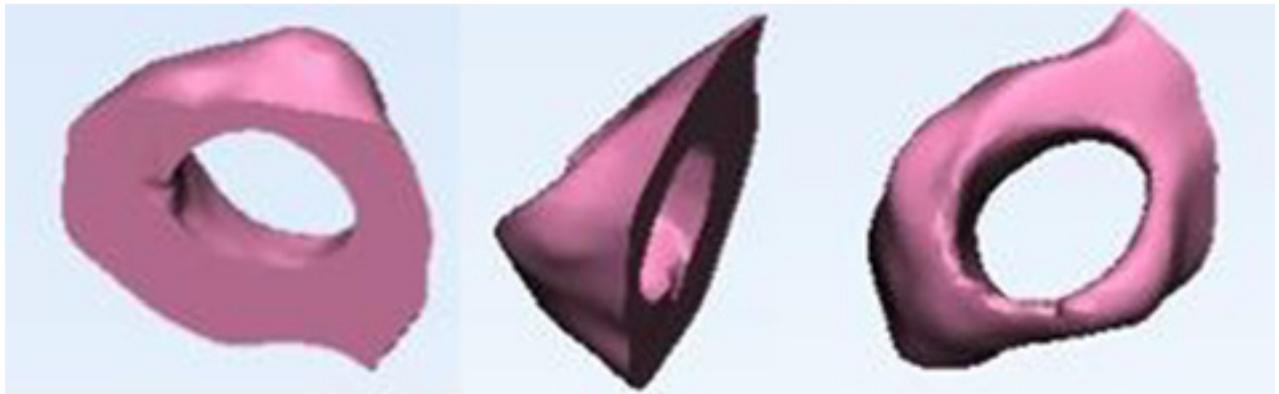


Figura 6: Vista oblicua, lateral y frontal de fragmento extraído, respectivamente

### Correlación entre ángulo de inclinación del tallo femoral y volumen de capital óseo preservado

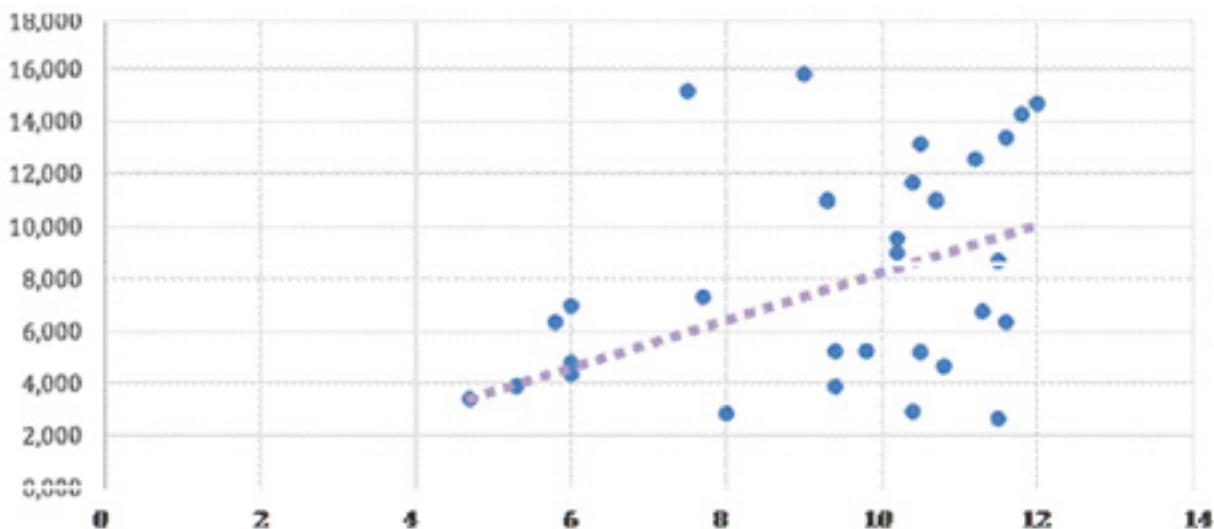


Gráfico 1: Se observa un grado moderado de correlación directa entre mayor inclinación en varo del tallo y mayor volumen preservado, ( Rho = 0.373, p<0.05).

Está claro que la definición de tallos cortos no es, ni será simplemente explicada por la longitud del tallo: su fundamento reside en la propiedad de ahorrar capital óseo en la primera artroplastia con vistas a una revisión futura ofreciendo un lecho esquelético apto para la implantación de un tallo “estándar” y no aún directamente uno largo denominado de “revisión”.

La altura de la osteotomía determinará el tipo de fijación y, por lo tanto, el comportamiento biomecánico. Dicho parámetro debe ser un elemento de caracterización fundamental de los tallos cortos para poder clasificarlos y

comparar correctamente su funcionamiento y sobrevida.

Los tallos cortos de conservación parcial del cuello se caracterizan por la conservación de la circunferencia del cuello y la fijación cérvico-metafisaria.

En relación al comportamiento clínico, en un meta-análisis se identificaron veinticuatro estudios que corresponden a tallos curvos con conservación parcial de la columna, en esta categoría, se incluyeron 8 tipos diferentes de tallos en 2357 pacientes con un promedio de seguimiento de 4 años (0,5 a 15) años.<sup>5,9,16</sup> El tallo “Mini-hip” tuvo un seguimiento de 5 años con una sobrevida

mayor al 95%.<sup>8</sup>

Es cierto que la comprobación clínica de las ventajas en la sobrevida y la preservación del capital óseo con respecto a tallos estándar solo podrá obtenerse en el futuro con estudios comparativos a largo plazo. El nivel de conservación inicial de capital óseo es el punto de partida mediante el cual se podrá fundamentar su utilización para determinado grupo de pacientes.

La alineación final de los tallos cortos de conservación parcial del cuello depende en parte de la elección del cirujano. No es menor el dato que restan estudios sobre la implantación de dichos diseños en relación con la variedad de morfotipos óseos.

La técnica quirúrgica original de los tallos cortos estudiados recomienda su implantación tomando tres puntos de contacto en el fémur proximal, uno de los cuales corresponde a la cortical lateral distal. La utilización de estos tres puntos de contacto, en particular el lateral, genera alineaciones en varo. En la actualidad, se ha observado, que se tiende a intentar alineaciones más neutras.

Para implantar este tipo de tallos cortos curvos en caderas "anatómicamente normales", en posición mas neutra, las osteotomías deberán ser más bajas y esto podría afectar el grado de conservación ósea a nivel del cuello.

En el presente estudio, utilizando modelos 3 D se observó una diferencia de preservación ósea a favor de los tallos cortos comparados con los estándar implantados en forma virtual.

También existió un ahorro de capital óseo significativamente mayor en el grupo de tallos cortos alineados en varo comparado con el grupo de tallos cortos considera-

dos neutros. Por último hubo una correlación moderada entre un mayor ángulo de inclinación en varo del tallo y un mayor volumen de conservación del capital óseo.

La precisión de los modelos 3D elaborados estuvo condicionada por la realización de cortes de 1 mm en las TAC realizadas con un Gantry a 0 grados (sin angulación). Como limitación del presente estudio es relevante mencionar que si bien la implantación virtual de los tallos estándar fue realizada por un operador ciego considerando el nivel más bajo de osteotomía que pudiera equiparar la discrepancia de longitud, y la diferencia de preservación analizada fue contundente, se trató de un modelo virtual que podría tener diferencias variables con la realidad.

## CONCLUSIONES

Se ha observado que la elección de la alineación del tallo condiciona significativamente la cantidad de capital óseo preservado.

En fémures con ángulos de inclinación fisiológicos, una alineación del tallo menor a 10° tendrá una preservación ósea significativamente menor que con tallos con más de 10° de inclinación.

A medida que el ángulo de alineación del tallo disminuya la preservación ósea será menor.

Considerando que el fundamento de los tallos cortos es el ahorro de capital óseo, la información surgida del presente estudio podría servir para una planificación preoperatoria mas eficaz.

## BIBLIOGRAFÍA

- Morrey BF, The R. Short-Stemmed Uncemented Femoral Component for Primary Hip Arthroplasty. 1989;169-75.
- Carlson L, Albrektsson B, Freeman MA. Femoral neck retention in hip arthroplasty. A cadaver study of mechanical effects. *Acta Orthop Scand*. 1988;
- Whiteside L, White S MD. Effect of neck resection on torsional stability of cementless total hip replacement. *Am J Orthop*. 1995;24:766-70.
- Pipino F CP. Biodynamic total hip prosthesis. *Ital J Orthop Traumatol*. 1989;13(3):289-97.
- Pipino F ML. Femoral neck preservation in total hip replacement. *Ital J Orthop Traumatol*. 1993;19(1):5-12.
- H Dobbs. Survivorship of total hip replacements. *J Bone Joint Surg Br*. 1980;62- B(issue 2):168-73.
- Jantsch S, Schwagerl W, Zenz P, Semlitsch M FW. Long-term results after implantation of McKee-Farrar total hip prostheses. *Arch Orthop Trauma Surg*. 1991;110(5):230-7.
- Jerosch J. Unterschiede zwischen verschiedenen Kurzschaftehdoprothesen. *Orthopade*. 2014;43(8):783-96.
- van Oldenrijk J, Molleman J, Klaver M, Poolman RW, Haverkamp D. Revision rate after short-stem total hip arthroplasty. *Acta Orthop* [Internet]. 2014;85(3):250-8. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/17453674.2014.908343>
- Kendoff DO, Citak M, Egidy CC, O'Loughlin PF, Gehrke T. Eleven-year results of the anatomic coated cfp stem in primary total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. [Internet]. Elsevier Inc.; 2013;28(6):1047-51. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2012.10.013>
- Hutt J, Harb Z, Gill I, Kashif F, Miller J, Dodd M. Ten year results of the collum femoris preserving total hip replacement: A prospective cohort study of seventy five patients. *Int Orthop*. 2014;38(5):917-22.
- Gill I, Gill K, Jayasekera N MJ. Medium term results of the collum femoris preserving hydroxyapatite coated total hip replacement. *HIP Int*. 2008;18(2):75-80.
- 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(5):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 pressfit cup: Minimum 6-year follow-up. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2011;131(4):549-55.
- Wittenberg RH, Steffen R, Windhagen H, Bücking P, Wilcke A. Five-year results of a cementless short-hip-stem prosthesis. *Orthop Rev (Pavia)* [Internet]. 2013;5(1):4. Available from: <http://www.pagepress.org/journals/index.php/or/article/view/or.2013.e4>
- Thorey F, Hoefer C, Abdi-Tabari N, Lerch M, Budde S, Windhagen H. Clinical results of the Metha short hip stem: a perspective for younger patients? *Orthop Rev (Pavia)* [Internet]. 2013;5(4):34. Available from: <http://www.pagepress.org/journals/index.php/or/article/view/or.2013.e34>