

ORIGINAL

Resultados clínicos y radiológicos del vástago SL-Plus con un seguimiento mínimo de 10 años: un estudio retrospectivo



L. Palacios-Díaz*, R. Fernández-Fernández, A. Losa Sánchez y A. Cruz-Pardos

Unidad de Cadera, Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Universitario La Paz, Madrid, España

Recibido el 8 de mayo de 2024; aceptado el 25 de octubre de 2024

Disponible en Internet el 8 de noviembre de 2024

PALABRAS CLAVE

Artroplastia total de cadera;
Hundimiento;
Varo;
Migración;
Supervivencia

Resumen

Objetivo: El vástago cementado SL-Plus fue introducido en 1993 como una evolución del vástago Alloclassic® con algunas modificaciones. El objetivo es describir los resultados clínicos y radiográficos del vástago SL-Plus en una serie de casos con un seguimiento mínimo de 10 años. **Métodos:** Se evaluaron de manera retrospectiva 68 implantes consecutivos (64 pacientes). La duración media del seguimiento clínico y radiográfico fue de 12,2 años, 41 pacientes eran mujeres y 23 varones, con una edad media de 73,5 años. Se recogieron todas las complicaciones y la necesidad de cirugía de revisión. Los resultados funcionales se evaluaron utilizando la escala modificada de Harris (mHHS). Las radiografías se evaluaron inmediatamente después de la operación, después de un seguimiento mínimo de 2 años y al final del seguimiento (tiempo A, B y C, respectivamente).

Resultados: Dos vástagos necesitaron una cirugía de revisión, uno de ellos debido a una fractura periprotésica y otro debido a aflojamiento aséptico, con una supervivencia libre de revisión del vástago del 97,2% a los 12,2 años. La mHHS media fue de 76,7 puntos en el último seguimiento. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la migración distal del vástago (tiempo A: $5,9 \pm 6,7$ mm; tiempo B: $6,9 \pm 7,1$ mm y tiempo C: $8,2 \pm 6,3$ mm; $p = 0,000$) y la angulación en varo (tiempo A: $0,0 \pm 2^\circ$; tiempo B: $0,0 \pm 2^\circ$ y tiempo C: $1,0 \pm 3^\circ$; $p < 0,001$), si bien estos vástagos mostraron signos radiográficos de osteointegración. Treinta y tres caderas (48,5%) mostraron alguna línea radiolúcida alrededor del vástago, la mayoría de ellas ubicadas en el fémur proximal (Gruen 1 y 7). El análisis multivariable mostró puntuaciones de mHHS más bajas en pacientes más ancianos ($p = 0,004$) y mujeres ($p = 0,00$).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: lpalaciosdiaz96@gmail.com (L. Palacios-Díaz).

Conclusiones: Las modificaciones del vástago SL-Plus influyen en el resultado a largo plazo del implante con respecto a los resultados radiológicos, particularmente en la angulación en varo y la migración distal del vástago. Sin embargo, nuestro estudio no ha podido demostrar ninguna repercusión clínica: las puntuaciones funcionales y la supervivencia libre de revisión fueron favorables y comparables con estudios previos.

© 2024 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la CC BY-NC-ND licencia (<http://creativecommons.org/licencias/by-nc-nd/4.0/>).

KEYWORDS

Total hip replacement;
Subsidence;
Varus;
Migration;
Survivorship

Clinical and radiological outcomes of the SL-Plus stem with a minimum 10-year follow-up: A retrospective study

Abstract

Purpose: The SL-Plus cementless stem was introduced in 1993 as an evolution of the Alloclassic® stem with some modifications. The aim of this study was to analyse if these modifications have any influence in clinical and radiological outcomes at minimum 10-year follow-up.

Methods: Sixty-eight consecutive implants (64 patients) were retrospective evaluated. The mean duration of clinical and radiographic follow-up was 12.2 years. There were 41 female and 23 male patients with a median age of 73.5 years. All complications and reinterventions were collected. Functional outcomes were assessed using the modified Harris Hip Score (mHHS). Radiographs were evaluated immediately after the operation, after a minimum 2-year follow-up and by the end of follow-up (time A, B and C, respectively).

Results: Two stems were revised, one due to periprosthetic fracture and one due to aseptic loosening with a cumulative probability of not having a stem revision for any reason of 97.2% at 12.2 years. Mean mHHS was 76.7 points at the latest follow-up. Significant differences were found in distal migration (time A: $5.9\text{mm} \pm 6.7$; B: $6.9\text{mm} \pm 7.1$ and C: $8.2\text{mm} \pm 6.3$; $P=.000$) and varus angulation (time A: $0.0^\circ \pm 2$; B: $0.0^\circ \pm 2$ and C: $1.0^\circ \pm 3$; $P<.001$), although these stems showed radiographic signs of osseointegration. Thirty-three hips (48.5%) showed any radiolucent line around the stem, most of them located the proximal femur (Gruen 1 and 7). Multivariate regression analysis showed lower mHHS scores in older patients ($P=.004$) and female ($P=.00$).

Conclusions: The modifications of the SL-Plus stem influence the long-term outcome of the implant regarding radiological results, particularly in progressive varus angulation and distal migration. However, our study has not been able to demonstrate any clinical repercussions: functional scores and survival free of all cause revision were favorable and comparable to previous reports.

© 2024 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

Desde la introducción de la fijación no cementada en la artroplastia total de cadera, su uso ha aumentado progresivamente con el paso de los años¹. Los datos de los registros muestran que la fijación no cementada es más popular en la mayoría de los países, especialmente en el componente acetabular^{2,3}.

Los vástagos cónicos han demostrado excelentes resultados en el seguimiento a largo plazo⁴⁻⁶. El vástago no cementado Alloclassic® Zweymüller (Zimmer; Winterthur, Suiza) ha demostrado una probabilidad de supervivencia del 94% a los 10 años, y una fijación duradera a los 15, 20 y 25 años⁶⁻⁸. El vástago no cementado SL-Plus (Smith and Nephew, Watford, LN, Reino Unido) fue introducido en 1993 como una evolución del vástago Alloclassic® introduciendo algunas modificaciones. Algunos autores sugirieron que los bordes afilados y las esquinas de un vástago Alloclassic® rectangular dentro de un canal femoral redondeado podrían ser responsables del dolor en el muslo y el engrosamiento

de la cortical femoral distal, así como de una mayor incidencia de migración distal^{7,9,10}. Por lo tanto, en el vástago SL-Plus el proceso de tratamiento de su superficie fue mecanizado y los bordes fueron redondeados para reducir estas complicaciones, teóricamente^{9,10}.

El objetivo es describir los resultados clínicos y radiográficos del vástago SL-Plus en una serie de casos con un seguimiento mínimo de 10 años. Por lo tanto, hemos analizado su resultado radiológico en 2 intervalos de tiempo diferentes para abordar la migración distal del vástago, la posición y la remodelación ósea en el fémur proximal. También se han obtenido datos clínicos y de supervivencia del implante para correlacionarlos con los datos radiológicos.

Material y métodos

Se implantaron 78 vástagos SL-Plus no cementados en artroplastias primarias de cadera de manera consecutiva en nuestra institución entre enero de 2010 y abril de 2012. El

Tabla 1 Características epidemiológicas de los pacientes

Edad (años)	73,5 (RI: 19)
Sexo	
Mujer	41 (60,3%)
Varón	27 (39,7%)
Índice de masa corporal (kg/m ²)	27,3 (RI 6,3)
Diagnóstico	
Artrosis primaria	59 (86,8%)
Fractura intracapsular	3 (4,4%)
Espondilitis anquilosante	2 (2,9%)
Displasia del desarrollo	2 (2,9%)
Necrosis avascular	1 (1,5%)
Artritis reumatoide	1 (1,5%)
Tipo de fémur (Dorr)	
A (copa)	19 (27,9%)
B (intermedio)	42 (61,8%)
C (cilíndrico)	7 (10,3%)

estudio se realizó de conformidad con los estándares éticos reconocidos por la Declaración de Helsinki y la resolución 008430 de 1993 y cuenta con la aprobación del Comité Ético de nuestra Institución (código interno PI-2626) obteniéndose el consentimiento informado de todos los pacientes que participaron en el estudio. Se exigió un seguimiento clínico y radiológico mínimo de 10 años para la inclusión en el estudio. Los criterios de inclusión incluyeron todos los vástagos SL-Plus implantados en nuestra institución y no hubo criterios de exclusión. Cinco pacientes (5 caderas) fallecieron por causas no relacionadas y 5 se perdieron durante el seguimiento. Las 68 caderas restantes (64 pacientes) formaron la base del estudio de seguimiento retrospectivo. El seguimiento clínico y radiográfico medio fue de 12,2 años (desviación estándar [DE]: 1,0). Las características preoperatorias de los pacientes se resumen en la [tabla 1](#).

El vástago SL-Plus no cementado, pulido con arena, es un vástago cónico recto con una sección transversal rectangular forjado en una aleación de titanio. Respecto al componente acetabular, se utilizaron 2 diseños no cementados: el cotilo R3 hemisférico (Smith and Nephew, Watford, LN, Reino Unido) en 41 caderas (60,3%) y el cotilo roscado BICON (Plus Orthopedics, Rotkreuz, Suiza) en 27 caderas (39,7%). Se emplearon 3 pares de fricción diferentes dependiendo de la edad del paciente: metal sobre polietileno en 51 casos, Oxinium™ sobre polietileno en 3 casos y cerámica (BioloX® delta) sobre cerámica en 14 casos.

Las cirugías fueron realizadas por diferentes cirujanos de cadera de nuestra institución mediante un abordaje lateral transglúteo de Hardinge (38 caderas: 55,9%) o un abordaje anterolateral de Watson Jones (30 caderas: 44,1%). Todos los pacientes recibieron profilaxis antibiótica (1 g de cefazolina) intraoperatoriamente y durante 48 h, siguiendo el protocolo de nuestra institución. Los pacientes recibieron heparina de bajo peso molecular subcutánea para prevenir eventos tromboembólicos durante 6 semanas después de la cirugía. Se permitió la carga con el uso de 2 muletas desde el primer día postoperatorio y después de 6 semanas las muletas se retiraron gradualmente.

Los resultados clínicos fueron evaluados con la escala de Harris modificada (mHHS) en la última visita. Se buscaron

y recopilaron específicamente todas las complicaciones y la necesidad de cirugía de revisión.

Se obtuvieron radiografías estándar anteroposteriores y laterales de la pelvis en cada visita de seguimiento siguiendo el mismo protocolo. Las mediciones radiológicas se calibraron utilizando el tamaño conocido del implante de cabeza femoral como referencia. Las radiografías fueron evaluadas por 2 observadores independientes en 3 intervalos: inmediatamente después de la operación (tiempo A), después de un seguimiento mínimo de 2 años (tiempo B) y al final del seguimiento (tiempo C).

La posición del vástago se definió como neutra, varo (> 3 grados) o valgo (< 3 grados) utilizando el ángulo entre el eje femoral y el eje longitudinal del vástago. La migración se evaluó mediante la medición del hundimiento vertical del vástago de acuerdo con el método descrito por Callaghan et al.¹¹. El relleno del canal femoral, medido como la relación entre el ancho del vástago y el ancho del canal medular, se determinó en 3 niveles: nivel A (cuello femoral), nivel B (debajo del trocánter menor) y nivel C (1 cm proximal a la punta del vástago). La distribución de cualquier línea radiolúcida o radiopaca (< 2 mm) u osteólisis (≥ 2 mm) se registró en las zonas descritas por Gruen et al.¹². La osteopenia femoral proximal por desuso se clasificó según el sistema descrito por Engh et al.¹³. La osificación heterotópica se clasificó según el sistema descrito por Brooker et al.¹⁴. La posición de la copa se determinó según el ángulo de abducción acetabular, la distancia vertical medida desde el centro de la cabeza femoral hasta la lágrima ipsilateral, y la distancia horizontal de la copa, medida desde el centro de la cabeza femoral hasta la línea de Köhler¹⁵.

El análisis estadístico se realizó con un *software* estándar (SPSS® v.21.0; IBM, Armonk, NY, EE. UU.). Se llevó a cabo un análisis de normalidad de las variables cuantitativas utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Se utilizaron la prueba t de Student, la prueba U de Mann-Whitney, la prueba de Kruskal-Wallis, la prueba de Friedman o la prueba de Wilcoxon dependiendo de la distribución de los datos. Se utilizó el análisis de supervivencia de Kaplan-Meier para estimar la probabilidad acumulada de no tener una revisión del vástago por cualquier motivo. Se realizaron análisis multivariantes utilizando regresión de supervivencia de Cox, regresión logística o regresión lineal múltiple para determinar predictores significativos de revisión por cualquier causa, fractura periprotésica y la puntuación en mHHS. La significación estadística se estableció en $p < 0,05$.

Resultados

La puntuación media de mHHS fue de 76,7 puntos (DE: 12,6) en el último seguimiento. Diez pacientes (14,7%) refirieron dolor leve, sin afectar a su actividad diaria.

Todos los vástagos excepto uno, mostraron evidencia radiográfica de crecimiento óseo. El llenado del canal femoral fue mayor en el nivel C ($76 \pm 12\%$) que en el nivel B ($71 \pm 9\%$) y en el nivel A ($67 \pm 10\%$) ($p = 0,000$). Los resultados de la migración y posición del vástago se muestran en la [tabla 2](#). Se encontraron diferencias significativas en la migración y angulación en varo del vástago ($p < 0,05$) ([fig. 1](#)). Cuatro caderas (5,9%) presentaron pedestal en el tiempo B y 8 caderas (11,8%) en el tiempo C. Treinta y tres cade-

Tabla 2 Migración y posición del vástago durante el seguimiento

	Tiempo A ↓	Tiempo B ↓	Tiempo C ↓	Valor de p
Migración distal				
Altura del vástago (mm)	5,9 (RI 6,7)	6,9 (RI: 7,1)	8,2 (RI 6,3)	p = 0,000
Migración (mm)				
tiempo A-B		1,0		
tiempo A-C		2,3		
Migración > 5 mm		4 (5,9%)		
Posición				
Angulación del vástago (grados)	0,0 (RI: 2)	0,0 (RI: 2)	1,0 (RI: 3)	p < 0,001
Vástagos en varo	7 (11,9%)	8 (11,8%)	13 (19,1%)	p = 0,174
Incremento de la angulación en varo				
tiempo A-B		0,0		
Tiempo A-C		1,0		
Angulación en varo > 4 grados		6 (8,8%)		

ras (48,5%) mostraron alguna línea radiolúcida alrededor del vástago. La distribución de las líneas radiolúcidas se presenta en la [figura 2](#). Se observó osteólisis solo en una cadera, esta no fue progresiva y se localizó en el fémur proximal (Gruen 1, 2 y 6). La osteopenia proximal por desuso fue de grado 1 en 10 caderas (14,7%), de grado 2 en 16 caderas (23,5%) y de grado 3 en 5 caderas (7,4%). Se desarrollaron osificaciones heterotópicas de grado 1 en 25 caderas (36,8%) y de grado 2 en 6 caderas (8,8%).

El análisis multivariable mostró puntuaciones más bajas de mHHS en pacientes de mayor edad ($p=0,004$) y en mujeres ($p=0,000$) ([tabla 3](#)).

El ángulo acetabular medio fue de $48,8^\circ$ (DE: 9,0), la altura media del centro de la cadera fue de 19,7 mm (DE: 5,1) y la distancia horizontal de la copa fue de 30,2 mm (DE: 6,1). El momento abductor medio fue de 52,2 mm (DE: 9,7) y el *offset* femoral medio fue de 38,7 mm (DE: 8,0).

Como complicaciones intraoperatorias, hubo una fractura del trocánter mayor que se manejó con cerclaje durante la misma cirugía. Esta cadera mostró evidencia radiográfica de crecimiento óseo y un buen resultado clínico durante el seguimiento.

Hubo 3 fracturas periprotésicas (4,4%), 2 de tipo B1 a los 4 y 7 años de seguimiento, tratadas con fijación interna, y una de tipo B2 después de 7 años que requirió revisión del vástago femoral. No hubo luxaciones ni infecciones profundas. Otro vástago (1,5%) fue revisado debido a aflojamiento aséptico después de 4 años. La supervivencia libre de revisión del vástago por cualquier motivo fue del 97,2% a los 12,2 años de seguimiento.

Discusión

Estudios previos han descrito un migración distal inicial del vástago que se estabiliza a los 2 años de seguimiento¹⁶⁻¹⁸ de entre 0,40-0,73 mm, lo cual está por debajo de los 1,0 mm que encontramos en nuestro estudio¹⁸. Sin embargo, en nuestra serie, esta migración distal del vástago no es estable y progresó hasta 2,3 mm cuando se evaluó en el seguimiento a largo plazo.

En cuanto a la angulación del vástago, se ha descrito que es de $0,04^\circ$ de varo a los 2 años de seguimiento y de $1,8^\circ$

de varo a los 13-15 años^{17,19}. En nuestra serie es similar, con $0,0^\circ$ de varo a los 2 años y $1,0^\circ$ de varo a los 12,2 años. En esta línea, es llamativo que el 5,9 y el 8,8% de los vástagos de nuestra serie presentaron un hundimiento mayor de 8 mm y una angulación en varo mayor de 4° , respectivamente. De esta forma, se podría inferir que el vástago SL-Plus migra ya desde los primeros años de seguimiento, pero que la angulación en varo es más tardía.

El desarrollo de líneas radiolúcidas descrito a los 11 y 15 años de seguimiento es del 29 y 38%, respectivamente, afectando principalmente las zonas 1 y 7^{19,20}. En nuestra serie es ligeramente mayor (50%), afectando también de forma predominante a las zonas 1 y 7. Esto podría reflejar que la migración distal del vástago se debe a líneas radiolúcidas del fémur proximal, aunque en nuestra serie no parece comprometerse la estabilidad del implante.

A pesar de observar estos cambios radiológicos progresivos a largo plazo, no pudimos encontrar ninguna correlación clínica. Además, las puntuaciones funcionales de nuestros pacientes fueron buenas y la supervivencia libre de revisión por cualquier causa es muy favorable en comparación con otras series^{16,21,22}. Estos hallazgos sugieren que, aunque puede haber cambios radiológicos en el implante con el tiempo, no parecen afectarse significativamente el resultado clínico o el rendimiento general del vástago SL-Plus. Sin embargo, se necesitarán más investigaciones y estudios con mayor seguimiento para confirmar y comprender completamente las implicaciones de la progresión radiológica observada y su impacto potencial en los resultados clínicos en un futuro. Para entender mejor el impacto potencial de estos cambios de diseño, sería interesante comparar el SL-Plus con su diseño de vástago anterior. El vástago cementado Alloclassic® Zweymüller ha mostrado excelentes resultados a largo plazo con una supervivencia del 94% a los 10 años y una fijación duradera a los 15, 20 y 25 años⁶⁻⁸.

Llama la atención la alta proporción de fracturas periprotésicas en nuestra serie (4,4%) si la comparamos con series del mismo vástago con un seguimiento similar (0,6-1,3%), aunque no se pudo encontrar ninguna asociación con factores epidemiológicos o radiológicos en el análisis multivariante^{19,20,22}. Por otro lado, la tasa de infección y luxación en nuestra serie (0%) es menor que la descrita en series similares (0,1-2,0% para infección y 0,9-1,3%

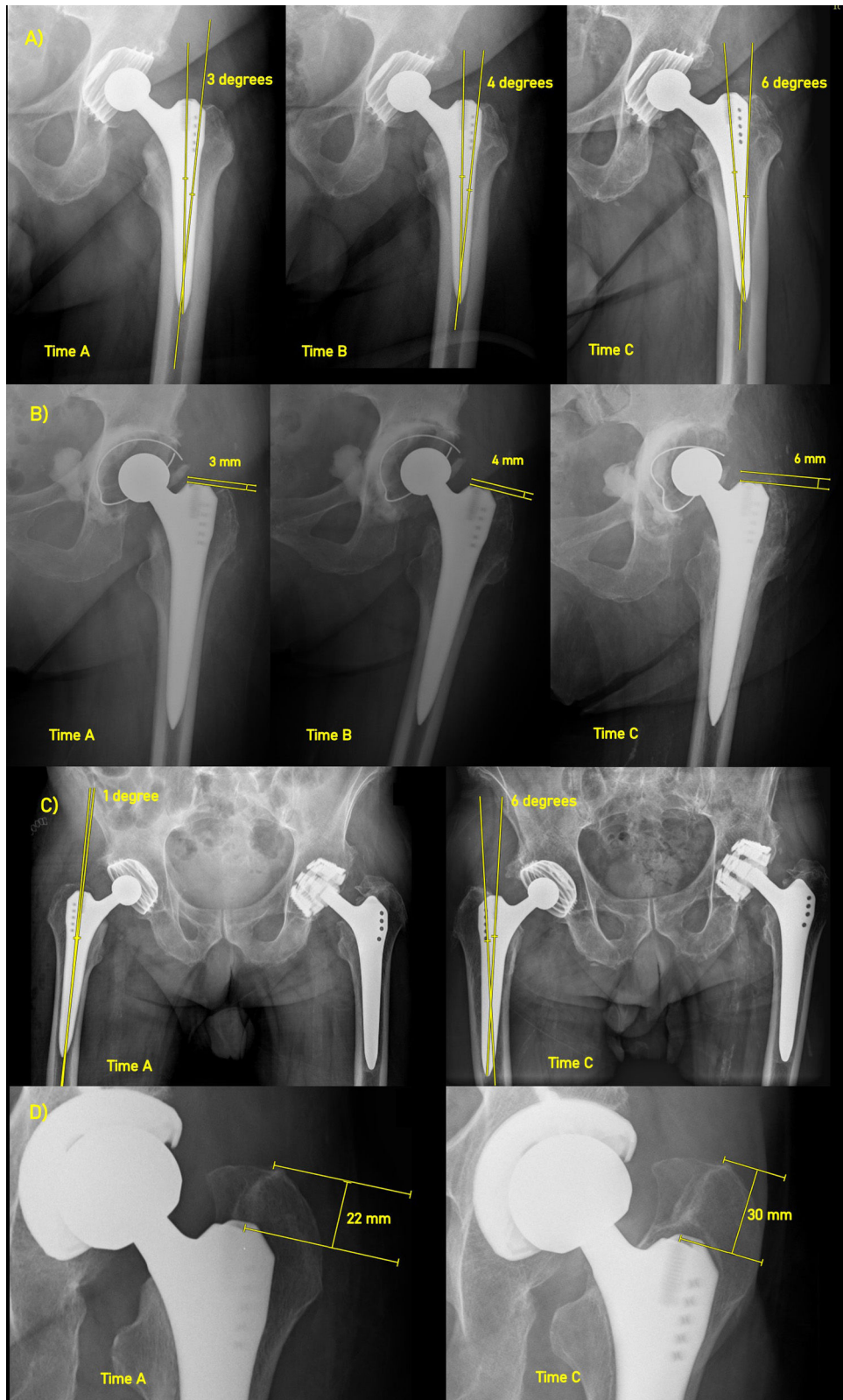
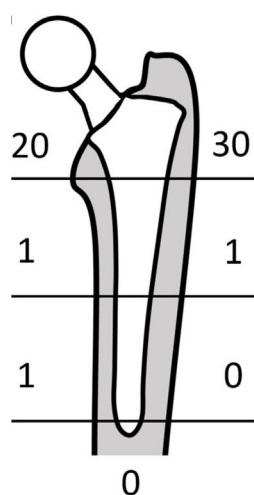


Figura 1 Ejemplos de angulación en varo (arriba) y de migración distal (debajo).

Tabla 3 Regresión multivariable para revisión por cualquier causa, mHHS y fractura periprotésica

	Revisión por cualquier causa		mHHS		Fractura periprotésica	
	Coefficiente estandarizado (EE)	Valor de p	Coefficiente estandarizado (IC 95%)	Valor de p	Coefficiente estandarizado (EE)	Valor de p
Sexo (varón)	10,1 (40,7)	0,803	0,2 (0,2-13,0)	0,044	-22,1 (5991,8)	0,997
Edad	-0,007 (0,095)	0,941	-0,5 (-0,7 -0,2)	0,000	-0,0 (0,1)	0,978
Calidad ósea del fémur	4,88 (338,33)	0,968	0,1 (-3,2-7,2)	0,437	1,2 (2,1)	0,579
Angulación en varo (tiempo A-B)	-0,751 (1,33)	0,65	-0,1 (-3,2-2,0)	0,65	-1,3 (1,2)	0,289
Angulación en varo (tiempo A-C)	0,020 (0,948)	0,192	0,2 (-0,6-3,3)	0,192	-1,4 (1,2)	0,218
Migración distal (tiempo A-B)	1,563 (1,103)	0,687	0,1 (-1,4-2,2)	0,687	0,2 (1,1)	0,888
Migración distal (tiempo A-C)	-1,150 (1,140)	0,413	-0,1 (-1,3-0,5)	0,413	-0,4 (0,7)	0,547

EE: error estándar; IC: intervalo de confianza; mHHS: escala modificada de Harris.

**Figura 2** Distribución de las líneas radiolúcidas.

para luxación)^{19,20,22,23}. La baja tasa de luxación en nuestra serie parece explicarse por el uso del abordaje lateral y anterolateral²⁴.

Una de las principales limitaciones de este estudio es su diseño retrospectivo. La ausencia de un grupo comparativo reduce la capacidad para establecer relaciones causa/efecto y limita la validez interna de los hallazgos. El seguimiento a largo plazo del estudio ofrece evidencia de gran valor, sin embargo, la inherente presencia de pérdidas de seguimiento de pacientes puede sesgar los resultados y reducir la representatividad de la muestra. El estudio se basa en el uso de radiografías simples para medir el grado de hundimiento y angulación en varo del vástago. Aunque la radiografía simple es una herramienta de amplio uso en la práctica clínica, su precisión es limitada. Sería interesante incorporar métodos mucho más precisos como el análisis radiostereométrico en futuros estudios para validar estos

resultados^{17,25}. Por lo tanto, son necesarios estudios que superen estas limitaciones, con diseños de estudio de mayor calidad metodológica.

La principal conclusión de este estudio es que el vástago SL-Plus sufre una angulación en varo y una progresión distal progresiva en el seguimiento a largo plazo de nuestra muestra, aunque sin afectación respecto a los resultados funcionales en comparación con estudios previos.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia IV.

Consideraciones éticas

Investigación aprobada por el Comité de Ética del hospital. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Financiación

Ninguno de los autores ha recibido financiación para la realización de esta investigación.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Troelsen A, Malchau E, Sillesen N, Malchau H. A review of current fixation use and registry outcomes in total hip arthroplasty: The uncemented paradox hip. *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471:2052-9.

2. Toci GR, Magnuson JA, DeSimone CA, Stambough JB, Star AM, Saxena A. A Systematic Review and Meta-Analysis of Non-database Comparative Studies on Cemented Versus Uncemented Femoral Stems in Primary Elective Total Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2022;37:1888–94.
3. López-López JA, Humphriss RL, Beswick AD, Thom HHZ, Hunt LP, Burston A, et al. Choice of implant combinations in total hip replacement: Systematic review and network meta-analysis. *BMJ*. 2017;359:j4651.
4. Factor S, Rutenberg TF, Garceau S, Gold A, Morgan S, Snir N, et al. Long term results of total hip arthroplasty with cemented and cementless tapered femoral component. *SICOT J*. 2023;9:17.
5. Carlson SW, Goetz DD, Liu SS, Greiner JJ, Callaghan JJ. Minimum 10-Year Follow-Up of Cementless Total Hip Arthroplasty Using a Contemporary Triple-Tapered Titanium Stem. *J Arthroplasty*. 2016;31:2231–6.
6. Staats K, Vertesich K, Sigmund IK, Böhler C, Windhager R, Kolb A. Thirty-Year Minimum Follow-up Outcome Of A Straight Cementless Rectangular Stem. *J Arthroplasty*. 2024;39:193–7.
7. Garcia-Cimbrelo E, Cruz-Pardos A, Madero R, Ortega-Andreu M. Total hip arthroplasty with use of the cementless Zweymüller Alloclassic® system. A ten to thirteen-year follow-up study. *J Bone Jt Surg*. 2003;85:296–303.
8. Cruz-Pardos A, García-Rey EGCE. Total Hip Arthroplasty with Use of the Cementless Zweymüller Alloclassic® System: A Concise Follow-up, at a Minimum of 25 Years, of a Previous Report. *J Bone Jt Surg Am*. 2017;99:1927–31.
9. Gröbl A, Chiari C, Giurea A, Gruber M, Kaider A, Marker M, et al. Cementless total hip arthroplasty with the rectangular titanium Zweymüller stem. A concise follow-up, at a minimum of fifteen years, of a previous report. *J Bone Jt Surg Am*. 2006;88:2210.
10. Gröbl A, Chiari C, Gruber M, Kaider AGWF. Cementless total hip arthroplasty with a tapered, rectangular titanium stem and a threaded cup. *J Bone Jt Surg Am*. 2002;84:425.
11. Callaghan J, Salvati E, Pellicci PALE. Results of revision for mechanical failure after cemented total hip replacement, 1979 to 1982. A two to five year follow-up. *J Bone Jt Surg Am*. 1985;67:1074.
12. Gruen TA, McNeice GMAH. Modes of failure of cemented stem-type femoral components: A radiographic analysis of loosening. *Clin Orthop*. 1979;141:17–27.
13. Engh CA, Bobyn JDGA. Porous-coated hip replacement: The factors governing bone ingrowth, stress shielding, and clinical results. *J Bone Jt Surg Br*. 1987;69:45–55.
14. Brooker AF, Bowerman JW, Robinson RARLJ. Ectopic ossification following total hip replacement Incidence and a method of classification. *J Bone Jt Surg Am*. 1973;55:1629–32.
15. Johnston RC, Fitzgerald RH Jr, Harris WH, Poss R, Müller MESC. Clinical and radiographic evaluation of total hip arthroplasty. A standard system of terminology for reporting results. *J Bone Jt Surg Am*. 1990;72:161–8.
16. Delaunay CKA. 10-year survival of Zweymüller total prostheses in primary uncemented arthroplasty of the hip. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 1998;84:421–32.
17. Reiner T, Sonntag R, Kretzer JP, Clarius M, Jakubowitz E, Weiss S, et al. The migration pattern of a cementless hydroxyapatite-coated titanium stem under immediate full weight-bearing—a randomized controlled trial using model-based RSA. *J Clin Med*. 2020;9:1–10.
18. Hoornenborg D, Sierevelt IN, Spuijbroek JA, Cheung J, van der Vis HM, Beimers L, et al. Does hydroxyapatite coating enhance ingrowth and improve longevity of a Zweymüller type stem? A double-blinded randomised RSA trial. *HIP Int*. 2018;28:115–21.
19. Ottink K, Barnaart L, Westerbeek R, van Kampen K, Bulstra S, Van Jonbergen HP. Survival, clinical and radiological outcome of the zweymüller SL/Bicon-Plus total hip arthroplasty: A 15-year follow-up study. *HIP Int*. 2015;25:204–8.
20. Korovessis P, Repantis T, Zafiropoulos A. High medium-term survivorship and durability of Zweymüller-Plus total hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2011;131:603–11.
21. Labek G, Kovac S, Levasic V, Janda W, Zagra L. The outcome of the cementless tapered SL-Plus stem: An analysis of arthroplasty register data. *Int Orthop*. 2012;36:1149–54.
22. Roškar S, Antolič V, Mavčič B. Surgeon-stratified cohort analysis of 1976 cementless Zweymüller total hip arthroplasties from a single hospital with 23,255 component years of follow-up. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2020;140:1275–83.
23. Veen EJD, Schrier JCM, Van't Riet E, Breslau MJ, Barnaart AFW. Outcome of the Cementless Zweymüller BICON-PLUS Cup and SL-PLUS Stem in the Very Elderly Individuals. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*. 2016;7:74–80.
24. Sheth D, Cafri G, Inacio MCS, Paxton EW, Namba RS. Anterior and Anterolateral Approaches for THA Are Associated With Lower Dislocation Risk Without Higher Revision Risk. *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473:3401–8.
25. Fallahnezhad K, Callary SA, O'Rourke D, Bahl JS, Thewlis D, Solomon LB, et al. Corroboration of coupled musculoskeletal model and finite element predictions with in vivo RSA migration of an uncemented acetabular component. *J Orthop Res*. 2024;42:373–84.