



## Premios Fundación SECOT

## Estudio clínico y radiológico del resultado final de la enfermedad de Legg-Calvé-Perthes

*Clinical and radiological study of the final outcome of Legg-Calvé-Perthes disease*

A. Losa-Sánchez \*, L. Moraleda-Novo, R. Fernández-Fernández y G. González-Morán

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

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

## RESUMEN

## Palabras clave:

Enfermedad de Legg-Calvé-Perthes  
Cadera  
Coxartrosis  
Resultados de tratamiento  
Radiografía

**Antecedentes y objetivo:** La predicción del resultado de la enfermedad de Legg-Calvé-Perthes (ELCP) se ha basado tradicionalmente en la esfericidad y la congruencia articular de la cadera como determinantes del riesgo de coxartrosis en la edad adulta. No obstante, otros parámetros radiológicos poco explorados podrían mejorar la capacidad de anticipar la evolución a nivel funcional. El objetivo de este estudio fue analizar la relación entre nuevos parámetros radiológicos de la ELCP y los resultados percibidos por los pacientes (PROMs) en la edad adulta en términos de función articular, nivel de actividad deportiva y calidad de vida.

**Material y métodos:** Estudio observacional y retrospectivo en pacientes mayores de 18 años con antecedente de ELCP en la infancia. En la última radiografía de cadera disponible se evaluaron la esfericidad y la congruencia (clasificación de Stulberg), el grado de coxartrosis (Tönnis), la altura del cuello femoral (ACF), la distancia artículo-trocanterea (DAT), el índice de extrusión epifisaria (IEE), el ángulo de Sharp (AS) y el ángulo cervico-diafisario (ACD). Los pacientes completaron los cuestionarios Hip Disability and Osteoarthritis Outcome Score (HOOS), Oxford Hip Score (OHS), Harris Hip Score modificado (mHHS), UCLA Activity Level y 12-Item Short Form Survey (SF-12).

**Resultados:** Se incluyeron 141 adultos (154 caderas), con una edad media de 31,6 años (19-71) y un seguimiento medio de 22,1 años (10-68). La distribución de Stulberg fue: clase I (12%), II (18%), III (32,5%), IV (28%) y V (10,5%). El 60% de los pacientes presentó signos de coxartrosis, siendo el 34% grado 1 de Tönnis. El análisis de regresión múltiple identificó como predictores de peor resultado en PROMs el acortamiento del cuello femoral (ACF), el hipercrecimiento trocantereo (DAT reducida) y la extrusión femoral (IEE elevado) ( $p < 0,05$ ). Se obtuvieron ecuaciones de regresión que permiten estimar los PROMs en función de estos 3 parámetros.

**Conclusión:** Además de la esfericidad, de la congruencia articular y del grado de coxartrosis, la medición de la ACF, la DAT y el IEE aporta valor predictivo sobre los resultados funcionales, el nivel deportivo y la calidad de vida en la edad adulta de los pacientes que sufrieron ELCP en la infancia.

## ABSTRACT

## Keywords:

Legg-Calvé-Perthes disease  
Hip joint  
Hip Osteoarthritis  
Treatment outcome  
Radiography

**Background and objective:** The prediction of outcomes in Legg-Calvé-Perthes disease (LCPD) has traditionally relied on femoral head sphericity and hip joint congruence as determinants of the risk of osteoarthritis in adulthood. However, other less explored radiographic parameters may enhance the ability to anticipate functional prognosis. The aim of this study was to analyze the relationship between novel radiographic parameters of LCPD and patient-reported outcome measures (PROMs) in adulthood, including hip function, sports activity level, and quality of life.

**Material and methods:** A retrospective observational study was conducted in patients over 18 years of age with a history of LCPD in childhood. The latest available hip radiograph was assessed for sphericity and congruence (Stulberg classification), degree of osteoarthritis (Tönnis), femoral neck height (FNH), articulo-trochanteric distance (ATD), epiphyseal extrusion index (EEI), Sharp angle (SA), and neck-shaft angle (NSA). Patients completed the Hip Disability and Osteoarthritis Outcome Score (HOOS), Oxford Hip Score (OHS), modified Harris Hip Score (mHHS), UCLA Activity Level, and the 12-Item Short Form Survey (SF-12).

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [albertolosa95@gmail.com](mailto:albertolosa95@gmail.com) (A. Losa-Sánchez).

**Results:** A total of 141 adults (154 hips) were included, with a mean age of 31.6 years (19-71) and a mean follow-up of 22.1 years (10-68). The distribution according to Stulberg classification was: class I (12%), II (18%), III (32.5%), IV (28%), and V (10.5%). Sixty percent of patients showed radiographic signs of osteoarthritis, with 34% being Tönnis grade 1. Multiple regression analysis identified femoral neck shortening (FNH), trochanteric overgrowth (reduced ATD), and femoral head extrusion (increased EEI) as predictors of poorer PROMs ( $P < .05$ ). Regression equations were developed to estimate PROMs in adulthood based on these three parameters.

**Conclusion:** In addition to femoral head sphericity, joint congruence, and the degree of osteoarthritis, measurement of FNH, ATD, and EEI provides predictive value regarding functional outcomes, sports activity level, and quality of life in adults with a history of childhood LCPD.

## Introducción

La enfermedad de Legg-Calvé-Perthes (ELCP) es la necrosis isquémica de la cabeza femoral que ocurre en la infancia, causando dolor y cojera, y afectando la forma y la función de la cadera<sup>1</sup>. Aunque su curso natural es autolimitado, puede dejar secuelas tras la madurez esquelética y en la edad adulta, tales como pérdida funcional, discrepancia en la longitud de los miembros inferiores y coxartrosis precoz (fig. 1)<sup>2-5</sup>.

Tradicionalmente, el pronóstico de la ELCP se ha valorado mediante la clasificación de Stulberg (1981), que establece el riesgo de desarrollar coxartrosis temprana en función de la esfericidad de la cabeza femoral y la congruencia articular<sup>2</sup>. Sin embargo, esta aproximación no contempla otros componentes de la deformidad residual. En las últimas décadas se han descrito parámetros radiológicos adicionales, como el acortamiento del cuello femoral, el hipercrecimiento del trocánter mayor, la extrusión epifisaria y la displasia acetabular<sup>6-9</sup>.

Paralelamente, el desarrollo de nuevas técnicas quirúrgicas —facilitadas por el abordaje de luxación segura de la cadera propuesto por Ganz et al.<sup>10</sup>— ha permitido el tratamiento de las secuelas mediante procedimientos como la osteocondroplastia y el alargamiento relativo del cuello femoral<sup>11,12</sup>, y la osteotomía de reducción de la cabeza femoral<sup>13,14</sup>.

Además, existe un creciente interés en los resultados reportados por los pacientes (Patient Reported Outcome Measures [PROMs]), que aportan una visión complementaria al evaluar la función, el nivel de actividad y la calidad de vida desde la perspectiva del propio paciente<sup>15</sup>. Este aspecto resulta especialmente relevante, dado que la presencia de coxartrosis no siempre se correlaciona con una peor percepción funcional.

El objetivo de este estudio es analizar los parámetros radiológicos de la ELCP no descritos previamente, y determinar su asociación con los PROMs en la edad adulta, con el fin de identificar cuáles de ellos pueden condicionar la función articular, el nivel deportivo y la calidad de vida de los pacientes.

## Material y métodos

Realizamos un estudio observacional y retrospectivo de los pacientes que sufrieron ELCP en la infancia y mayores de 18 años en el momento de la evaluación. Se incluyeron casos atendidos en nuestra institución, así como otros diagnosticados en diferentes hospitales de España, reclutados a través de la Asociación Nacional de Familiares de Perthes (ASFAP). Se excluyeron los pacientes con afección concomitante de cadera, aquellos que no autorizaron el uso de datos clínicos, los que carecían de una radiografía reciente ( $\leq 12$  meses) o que no completaron los cuestionarios.

En total se incluyeron 141 pacientes (154 caderas), de los cuales 13 (9,2%) presentaban afectación bilateral. En 28 caderas (18,2%) había sido implantada una prótesis total de cadera (PTC), aunque en estos casos se analizó la última radiografía preoperatoria y se recogió la situación funcional inmediatamente previa a esta cirugía.

Se revisaron las historias clínicas para recoger los datos demográficos y los tratamientos recibidos en la fase activa de la enfermedad. En la última radiografía de cadera disponible se evaluaron: la deformi-

dad residual según la clasificación de Stulberg<sup>2</sup>; el grado de coxartrosis mediante la clasificación de Tönnis<sup>20</sup>; la altura del cuello femoral (ACF) con el método de Woolson et al., comparando la distancia entre la línea interlagrimal y ambos trocánteres menores en ambas caderas<sup>16</sup>; el hipercrecimiento trocantéreo mediante la distancia artículo-trocantérea (DAT)<sup>17</sup> expresada en porcentaje respecto a la cadera contralateral (en los pacientes con afectación bilateral, la DAT se definió como el cociente entre la cadera más afectada y la menos afectada, ya que no existen publicaciones que reporten valores de referencia en la población sana); la extrusión de la cabeza femoral a través del índice de extrusión epifisaria (IEE)<sup>6</sup>; el desarrollo acetabular con el ángulo de Sharp (AS)<sup>18</sup>; y la coxa vara residual mediante el ángulo cérvico-diafisario (ACD)<sup>19</sup> (fig. 2).

Todos los pacientes completaron de forma telemática los cuestionarios Hip dysfunction and Osteoarthritis Outcome Score (HOOS)<sup>21</sup>, Oxford Hip Score (OHS)<sup>22</sup>, Harris Hip Score modificado (mHHS)<sup>23</sup>, UCLA Activity Level<sup>24</sup>, y 12-Item Short Form Survey (SF-12)<sup>25</sup>.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de nuestra institución (código PI-5348) y todos los participantes firmaron el consentimiento informado para el tratamiento anonimizado de sus datos clínicos.

El análisis estadístico se realizó con SPSS<sup>®</sup> Statistics 26 (IBM, Chicago, EE. UU.) y R Statistical Software v4.1.2 (R Core Team, 2021). La normalidad de las variables continuas se verificó con la prueba de Kolmogorov-Smirnov ( $p > 0,05$ ). La asociación entre los resultados de los cuestionarios y las clasificaciones de Stulberg y Tönnis se evaluó con el test de Kruskal-Wallis. Para los parámetros radiológicos cuantitativos se aplicó un modelo de regresión lineal múltiple, comprobando previamente normalidad de los errores (Kolmogorov-Smirnov,  $p > 0,05$ ), homocedasticidad, independencia de los residuos y ausencia de multicolinealidad. Se fijó un nivel de significación estadística del 95% (alfa = 0,05).

## Resultados

### Características basales

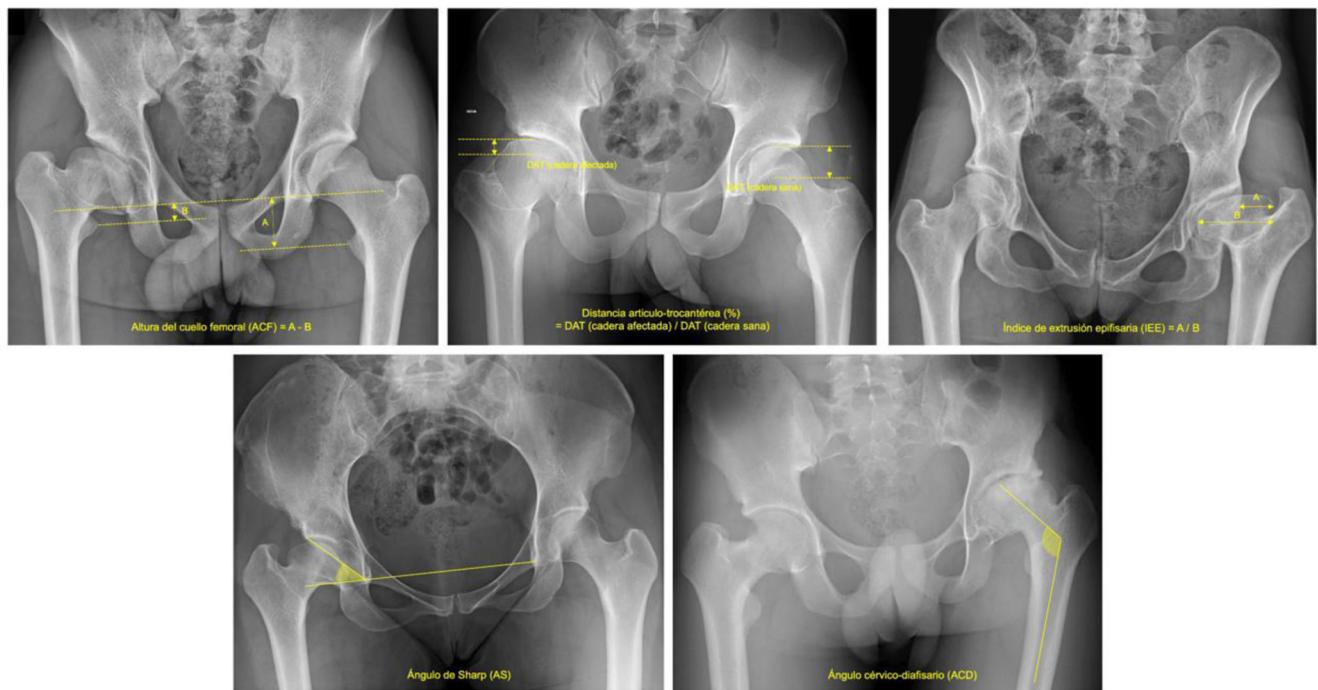
La edad media al diagnóstico de la ELCP fue de  $6,7 \pm 2,6$  años (rango: 3,1-11), mientras que la edad media en el momento del estudio fue de  $31,6 \pm 11,4$  años (18,8-70,9). El seguimiento medio fue de  $22,1 \pm 10,6$  años (9,8-68). Ochenta y siete pacientes (61,7%) eran varones, y la cadera derecha resultó ligeramente más afectada (85 casos, 55,2%). El peso medio fue de  $73,6 \pm 17,9$  kg (43-140), la altura media de  $168,1 \pm 8,4$  cm (150-186) y el índice de masa corporal (IMC) de  $25,9 \pm 5,96$  kg/m<sup>2</sup> (17,4-57,5). La mayoría de los pacientes (81,8%) recibieron algún tipo de tratamiento durante la infancia: 55 (36%) utilizaron yeso de Petrie u ortesis de abducción, y 71 (46%) fueron sometidos a una cirugía en fase activa (contención epifisaria) o en fase de secuelas.

### Aspectos radiológicos de la cadera (tabla 1)

La distribución según la clasificación de Stulberg fue: clase I en 18 caderas (11,7%), clase II en 28 (18,2%), clase III en 50 (32,5%), clase IV en 42 (27,9%) y clase V en 16 (10,4%). El 60,1% de las caderas (92 casos) presentó algún grado de estrechamiento del espacio articular; 64 (41,6%) osteofitos; 51 (38,3%) quistes subcondrales, y 81 (52,6%)



**Figura 1.** Secuelas de ELCP al alcanzar la madurez esquelética. En la radiografía de la izquierda se muestran las caderas de un varón de 18 años que sufrió ELCP bilateral en la infancia: la cadera derecha presenta una adecuada esfericidad y congruencia (clase II de Stulberg), mientras que la cadera izquierda presenta una deformidad con ovalización severa e incongruencia articular (clase V de Stulberg), pero sin cambios degenerativos. En la radiografía de la derecha se muestran las caderas de un varón de 40 años que sufrió ELCP en la cadera derecha en la infancia, presentando actualmente una deformidad clase IV de Stulberg (aplanamiento de la cabeza y cuello corto) e hipercrecimiento del trocánter mayor, además de una coxartrosis grado 3 de Tönnis.



**Figura 2.** Parámetros radiológicos analizados en la última radiografía disponible. La altura del cuello femoral (ACF) se midió como la diferencia entre la distancia de la lágrima acetabular y el trocánter menor en ambas caderas; la distancia artículo-trocanterea (DAT) se calculó como la distancia entre la superficie superior de la cabeza femoral y la punta del trocánter mayor, expresándose como un porcentaje respecto a la cadera sana; el índice de extrusión epifisaria (IEE) se midió el porcentaje de descubertura acetabular respecto a la horizontal; el ángulo de Sharp (AS) corresponde a la inclinación acetabular respecto a la horizontal; y el ángulo cérvico-diafisario (ACD) midió el grado de coxa vara residual del fémur proximal.

esclerosis. En conjunto, 94 caderas (61%) mostraban signos radiológicos de coxartrosis, predominando el grado I de Tönnis (33,8%).

En cuanto a los nuevos parámetros radiológicos, la ACF media fue de  $0,94 \pm 0,63$  cm de diferencia respecto a la cadera sana (rango: 0-4); la DAT media fue de  $0,27 \pm 0,39$ , esto es, un 27% respecto a la cadera sana (-0,83-0,9); el IEE medio fue de  $0,25 \pm 0,01$ , esto es, un 25% de extrusión lateral de la cadera afectada (0,04-0,5); el AS medio fue de  $41,5 \pm 4,9^\circ$  (25-65); y el ACD medio fue de  $130,3 \pm 7^\circ$  (112-154).

#### Asociación de los PROMs con los aspectos radiológicos de la cadera (tablas 1 y 2)

La puntuación media del HOOS fue de  $64,6 \pm 22,4$  (18,7-100), siendo menor con clases más altas de Stulberg y grados mayores de Tönnis ( $p < 0,05$ ). El modelo de regresión múltiple identificó a la ACF, la DAT y el IEE como predictores significativos ( $p < 0,05$ ), explicando el 29,7% de la variabilidad ( $R^2$  ajustado = 0,297).

Tabla 1

Asociación entre la clase de Stulberg de deformidad de cadera y el grado de Tönnis de artrosis de cadera con los resultados reportados por el paciente (PROMs) (n = 154 caderas)

	Clase de Stulberg (deformidad de la cadera)					Valor de p
	I	II	III	IV	V	
n, (%)	18 (11,7)	28 (18,2)	50 (32,5)	42 (27,9)	16 (10,4)	
HOOS	82,9 ± 9,5	79,8 ± 14,4	69,6 ± 20,7	52,4 ± 17,1	34 ± 10,9	0,000
OHS	46,39 ± 2,4	44,67 ± 5,8	40,41 ± 9,3	29,9 ± 11,1	18,8 ± 9,9	0,000
mHHS	88,25 ± 4,4	83 ± 11,6	78,3 ± 15,9	60,3 ± 18,7	44,4 ± 15,4	0,000
UCLA Activity Level	9 (9 a 10)	9 (7 a 9)	7 (6 a 9)	5 (3 a 7)	3 (3 a 5)	0,000
SF-12	43,3 ± 4,3	41,3 ± 4,7	39 ± 6,6	31,5 ± 7,8	27,9 ± 7,6	0,002

	Grado de Tönnis (coxartrosis)				Valor de p
	0	1	2	3	
n, (%)	60 (39)	52 (33,8)	26 (16,9)	16 (10,4)	
HOOS	80,8 ± 14,1	66 ± 17,6	45,6 ± 17,6	32,9 ± 10,1	0,000
OHS	44,9 ± 4,7	38,6 ± 9,3	24 ± 11,5	18,4 ± 8,6	0,000
mHHS	85 ± 9,3	75,2 ± 14,6	50,9 ± 17,2	42,1 ± 15,2	0,000
UCLA Activity Level	9 (7 a 10)	7 (6 a 9)	3 (3 a 5)	3 (3 a 4)	0,030
SF-12	42,1 ± 4,1	37,2 ± 6,9	29,2 ± 7,3	26,7 ± 7,3	0,044

HOOS: Hip Disability and Osteoarthritis Outcome Score; mHHS: Harris Hip Score Modificado; OHS: Oxford Hip Score; SF-12: Short Form Survey.

El valor de p se calculó con la prueba de Kruskal-Wallis.

La puntuación media del OHS fue de 36,5 ± 12,5 (6-48). Se observó peor puntuación con mayor clase de Stulberg, grado de Tönnis y con menor ACF, menor DAT y mayor IEE (p < 0,05). Estos 3 parámetros explicaron el 29,3% de la variabilidad ( $R^2$  ajustado = 0,293).

La puntuación media del mHHS fue de 71,3 ± 20,4 (20-91). Un mayor grado de Stulberg y Tönnis se asoció con peores resultados (p < 0,05). La regresión múltiple mostró asociación significativa con ACF, DAT e IEE (p < 0,05), explicando el 29,6% de la variabilidad ( $R^2$  ajustado = 0,296).

La puntuación media del UCLA Activity Level fue de 7 (2-10), siendo la opción más frecuente «participación regular en eventos activos como el ciclismo». Los pacientes con mayor clase de Stulberg y grado de Tönnis mostraron un nivel menor (p < 0,05). La regresión múltiple confirmó la influencia de ACF, DAT e IEE en el nivel de actividad (p < 0,05), explicando el 25,4% de la variabilidad ( $R^2$  ajustado = 0,254).

Por último, la puntuación media del SF-12 fue de 36,68 ± 8,25 (17-47), siendo inferior a mayor clase de Stulberg y grado de Tönnis (p < 0,05). La regresión múltiple mostró que menor ACF, menor DAT y mayor IEE se asociaron con peores resultados, explicando el 20% de la variabilidad ( $R^2$  ajustado = 0,20).

Tras el ajuste por edad (menor o mayor a 35 años) y tratamiento recibido en la infancia (conservador o quirúrgico), las asociaciones entre los parámetros radiológicos (ACF, DAT e IEE) y los PROMs se mantuvieron significativas (p < 0,05).

#### Predicción de los PROMs y ecuaciones de regresión

A partir de los coeficientes de regresión ( $b_0$ ) de cada variable independiente (ACF, DAT e IEE) (tabla 2), se generaron ecuaciones predictivas de los PROMs (HOOS, OHS, mHHS, UCLA y SF-12). Por ejemplo, en el modelo del HOOS: por cada centímetro de aumento en la diferencia de ACF, la puntuación disminuye 9,21 puntos; por cada unidad (100%) de incremento en la DAT, la puntuación aumenta 14,07 puntos; y por cada unidad (100%) de incremento en el IEE, la puntuación disminuye 69,51 puntos, manteniéndose constantes las demás variables. Los resultados se muestran con detalle en la tabla 3.

#### Análisis de potencia post hoc

Dado que el estudio no contaba con publicaciones previas que permitiesen un cálculo muestral *a priori*, se realizó un análisis de potencia *post hoc* mediante una prueba F para regresión múltiple. Con n = 141 pacientes, 3 predictores (ACF, DAT, IEE),  $\alpha$  = 0,05 y una potencia deseada de 0,80, se observó que el estudio dispone de potencia suficiente para detectar un tamaño de efecto mínimo  $f^2$  = 0,06 ( $R^2$  parcial = 0,057).

#### Discusión

El perfil epidemiológico de nuestra muestra coincide con el de las grandes series publicadas, con una edad media al diagnóstico de 6,7 años (similar a los valores descritos entre 6 y 7,5 años en la literatura<sup>2,26,27</sup>), y una mayor frecuencia en varones, aunque sin un claro predominio, posiblemente debido a que la selección de los pacientes en la mayoría de estudios sobre la ELCP no es estandarizada<sup>17,18</sup>.

En nuestra serie, un tercio de las caderas se clasificaron como Stulberg III, porcentaje superior al descrito por Stulberg en su serie original (17%)<sup>2</sup>, pero similar al reportado por Larson et al.<sup>5</sup> (32%) y ligeramente inferior al 40% publicado por Huhnstock et al.<sup>28</sup>, lo que revela la heterogeneidad en las poblaciones incluidas en los principales estudios a largo plazo. Aun así, la evidencia es consistente en que la pérdida de esfericidad de la cabeza femoral y de congruencia articular se asocia a un mayor riesgo de coxartrosis (tabla 1). Llama la atención que la proporción de caderas con cambios degenerativos en nuestro estudio (61%) supera claramente la de otras series<sup>4,5,28,28,29</sup>, diferencia que no parece atribuible a la edad media ni al seguimiento, similares a los de la literatura, sino probablemente a factores metodológicos relacionados con la selección de la muestra.

Existen escasas publicaciones que relacionen parámetros radiográficos con los PROMs en la ELCP. En general, se ha descrito una correlación entre clases altas de Stulberg y peores resultados percibidos por los pacientes<sup>2,3,5,28,30</sup>, lo cual coincide con nuestros hallazgos y se detalla en la tabla 4.

No obstante, solo el trabajo de Hailer et al. (2019) analizó parámetros específicos de la deformidad de la cadera en la ELCP y los comparó con escalas de calidad de vida (EQ-5D y EQ-VAS), sin encontrar asocia-

Tabla 2

Estudio de regresión múltiple

	Coeficiente	Error estándar	IC 95%	FIV	t	Valor de p
<b>Hip dysfunction and Osteoarthritis Outcome Score (HOOS)</b>						
Constante ( $b_0$ )	87,11	5,07	[77,16 a 97,06]	—	17,18	—
ACF	-9,21	2,59	[-14,28 a -4,14]	1,17	-3,54	0,000
DAT	14,07	4,15	[5,94 a 22,2]	1,1	3,38	0,000
IEE	-69,51	17,44	[-103,63 a -35,39]	1,1	-3,98	0,000
AS	0,09	0,35	[-0,6 a 0,78]	1,26	0,25	0,801
ACD	-0,04	0,22	[-0,47 a 0,39]	1,09	-0,18	0,857

 $R^2: 0,31$ ;  $R^2$  ajustado: 0,29**Oxford Hip Score (OHS)**

Constante ( $b_0$ )	48,73	2,83	[43,19 a 54,27]	—	17,18	—
ACF	-5,83	1,45	[-8,67 a -3,99]	1,17	-3,54	0,000
DAT	7,48	2,32	[2,94 a 11,02]	1,1	3,38	0,000
IEE	-34,37	9,74	[-53,44 a -15,3]	1,1	-3,98	0,000
AS	-0,06	0,19	[-0,43 a 0,31]	1,26	0,25	0,801
ACD	0,1	0,12	[-0,14 a 0,34]	1,09	-0,18	0,857

 $R^2: 0,307$ ;  $R^2$  ajustado: 0,293**Harris Hip Score modificado (mHHS)**

Constante ( $b_0$ )	96,56	4,64	[87,47 a 105,65]	—	17,18	—
ACF	-7,38	2,38	[-12,06 a -2,7]	1,17	-3,54	0,000
DAT	10,09	3,8	[2,63 a 17,55]	1,1	3,38	0,000
IEE	-79,72	15,98	[-111,2 a -48,4]	1,1	-3,98	0,000
AS	0,27	0,32	[-0,36 a 0,9]	1,26	0,25	0,801
ACD	0,15	0,2	[-0,24 a 0,54]	1,09	-0,18	0,857

 $R^2: 0,309$ ;  $R^2$  ajustado: 0,296**UCLA Activity Level**

Constante ( $b_0$ )	9,68	0,59	[8,52 a 10,84]	—	16,28	—
ACF	-0,71	0,3	[-1,3 a -0,12]	1,17	-2,35	0,02
DAT	1,12	0,49	[0,16 a 2,08]	1,1	2,29	0,023
IEE	-10,18	2,05	[-14,19 a -6,17]	1,1	-4,97	0,000
AS	0,00	0,04	[-0,08 a 0,08]	1,26	0,06	0,995
ACD	-0,00	0,02	[-0,04 a 0,04]	1,09	-0,08	0,938

 $R^2: 0,268$ ;  $R^2$  ajustado: 0,254**12-Item Short Form Survey (SF-12)**

Constante ( $b_0$ )	45,68	1,99	[41,79 a 49,57]	—	22,96	—
ACF	-2,04	1,02	[-4,04 a -0,04]	1,17	-2,01	0,02
DAT	2,71	1,63	[-0,49 a 5,91]	1,1	1,66	0,023
IEE	-30,8	6,85	[-44,22 a -17,38]	1,1	-4,49	0,000
AS	-0,07	0,14	[-0,35 a 0,21]	1,26	-0,55	0,995
ACD	0,06	0,09	[-0,12 a 0,24]	1,09	0,67	0,938

 $R^2: 0,215$ ;  $R^2$  ajustado: 0,2

Se analizó la relación independiente entre los nuevos parámetros radiológicos con las puntuaciones del cuestionario (PROMs) (n = 154 caderas).

ACD: ángulo cervico-disfisario; ACF: altura del cuello femoral; AS: ángulo de Sharp; DAT: distancia articulo-trocantérea; FIV: factor de inflación de la varianza; IC 95%: intervalo de confianza poblacional del 95% (calculado como la media muestral  $\pm$  (1,96 \* error estándar));

ciones significativas<sup>31</sup>. A diferencia de dicho estudio, en nuestra cohorte observamos una reducción tanto en la calidad de vida física (SF-12 PH) como mental (SF-12 MH) asociada con mayor deformidad (Stulberg) y mayor grado de coxartrosis. Otro aspecto novedoso de este trabajo es el análisis del nivel de actividad deportiva en la edad adulta, evaluado mediante el UCLA Activity Level. Nuestros resultados muestran una relación lineal y estadísticamente significativa entre este índice y 3 parámetros radiológicos específicos de la ELCP (ACF, DAT e IEE), lo que hasta la fecha no había sido descrito.

Aunque no se realizó un cálculo muestral a priori, el análisis de potencia *post hoc* mostró que el tamaño de la muestra (n = 154 caderas) proporciona una potencia  $\geq 80\%$  para detectar efectos con-

Tabla 3

Ecuaciones derivadas del estudio de regresión lineal múltiple

$$\begin{aligned} \text{HOOS} &= 87,11 - 9,21 \cdot \text{ACF} + 14,07 \cdot \text{DAT} - 69,51 \cdot \text{IEE} \\ \text{OHS} &= 48,73 - 5,83 \cdot \text{ACF} + 7,48 \cdot \text{DAT} - 34,37 \cdot \text{IEE} \\ \text{mHHS} &= 96,56 - 7,38 \cdot \text{ACF} + 10,09 \cdot \text{DAT} - 79,72 \cdot \text{IEE} \\ \text{UCLA Activity Level} &= 9,68 - 0,71 \cdot \text{ACF} + 1,12 \cdot \text{DAT} - 10,18 \cdot \text{IEE} \\ \text{SF-12} &= 45,68 - 2,04 \cdot \text{ACF} + 2,71 \cdot \text{DAT} - 30,8 \cdot \text{IEE} \end{aligned}$$

ACF: altura del cuello femoral; DAT: distancia articulo-trocantérea; HOOS: Hip Disability and Osteoarthritis Outcome Score; IEE: índice extrusión epifisaria; mHHS: Harris Hip Score Modificado; OHS: Oxford Hip Score; SF-12: Short Form Survey.

Tabla 4

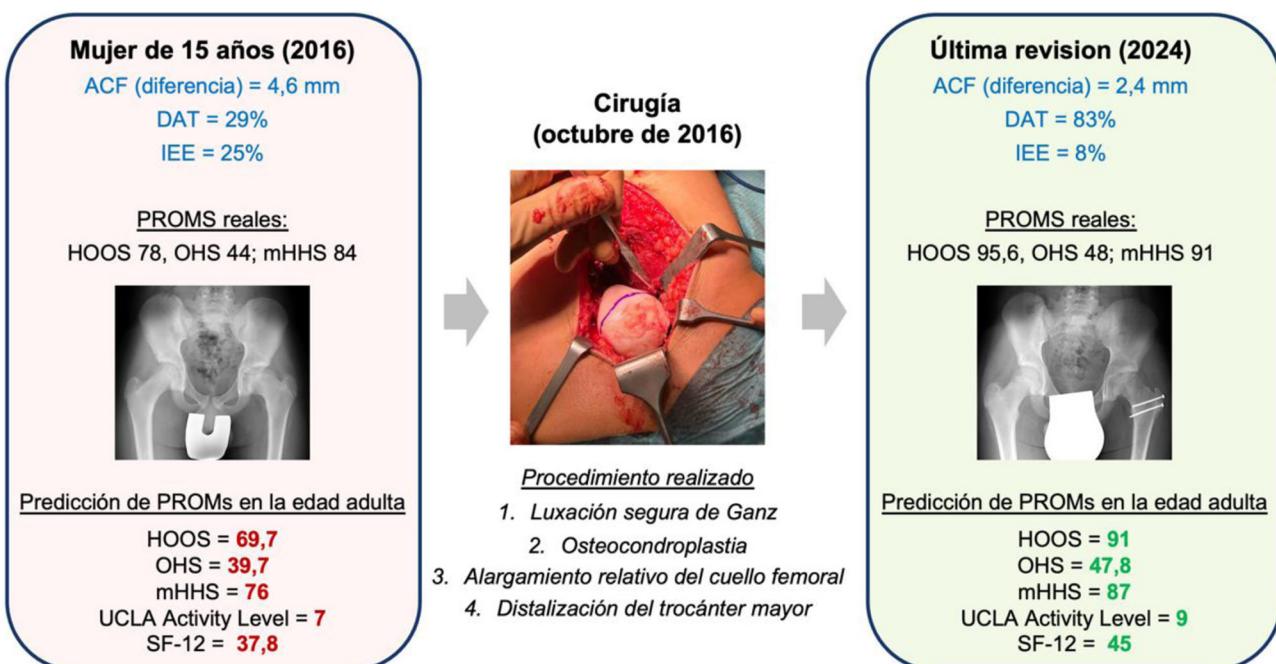
Principales estudios a largo plazo que incluyen PROMs como medida de resultado

Autores	Pacientes	Edad actual (caderas)	Seguimiento	PROMs			
				Función	Deporte	Calidad de vida	Asociación significativa <sup>a</sup>
Stulberg et al. <sup>2</sup> (1981)	99 (99)	47,3 años	40 años (30 a 60)	IHS HHS <sup>b</sup>	—	—	Peores IHS y HHS a mayor clase de Stulberg
Perpich et al. <sup>3</sup> (1983)	40 (40)			IHS	—	—	Peor IHS a mayor afectación o menor congruencia
McAndrew et al. <sup>30</sup> (1984)	112 (112)			IHS	—	—	Peor IHS a mayor extrusión epifisaria
Larson et al. <sup>5</sup> (2012)	56 (58)	—	20,4 años (16,3 a 24,5)	NAHS IHS	—	—	Peores NAHS e IHS a mayor clase de Stulberg
Hailer y Penno <sup>31</sup> (2019)	61 (61)	27,3 años (15-42)	21,2 años (10 a 33)	HHS NAHS	— ED-5D EQ-VAS	— ED-5D EQ-VAS	Peores HHS y NAHS a mayor SDS y menor DAT (pero no ED-5D ni EQ-VAS)
Estudio actual (2024)	141 (154)	31,6 años (18,8-70,9)	22,1 años (10 a 68)	HOOS OHS HHS	UCLA Activity Level	SF-12	Todos los PROMs peores si: mayor clase de Stulberg, grado de coxartrosis, mayor ACF, menor DAT y mayor IEE

ACF: altura del cuello femoral; DAT: distancia artículo-trocantérea; ED-5D y EQ-VAS: cuestionarios de calidad de vida; HHS: Harris Hip Score; IEE: índice extrusión epifisaria; IHS: Iowa Hip Score; NAHS: Non Arthritic Hip Score; OHS: Oxford Hip Score.

<sup>a</sup> Resultados estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ ).

<sup>b</sup> Solo se valoró el apartado de movilidad del HHS.



**Figura 3.** Ejemplo de predicción de los PROMs en la edad adulta. Mujer de 15 años con secuelas de ELCP en la cadera derecha intervenida en nuestro centro (año 2016) de osteocondroplastia de la cabeza femoral, alargamiento relativo del cuello femoral y distalización del trocánter mayor. Tras 8 años de seguimiento (año 2024), no solo ha mejorado la situación preoperatoria (puntuaciones reales), sino que también el resultado previsto en la edad adulta (después de aplicar nuestro modelo de predicción).

juntos pequeños-moderados ( $f^2 \approx 0,06$ ) en los modelos de regresión múltiple empleados, confirmando que la muestra disponible es adecuada para los objetivos del estudio y que los efectos observados ( $R^2$  ajustados 0,20-0,30) se sitúan por encima del umbral mínimo detectable.

A la luz de estos hallazgos, consideramos que el pronóstico de la ELCP en la edad adulta no debe limitarse a la presencia de coxartrosis o a la necesidad de PTC, como ha sido tradicional, sino que debe incorporar también la perspectiva del paciente a través de PROMs. El modelo de regresión lineal múltiple que hemos desarrollado permite predecir la

función de la cadera, el nivel deportivo y la calidad de vida en función de ACF, DAT e IEE, 3 parámetros de fácil medición en la radiografía simple. Presentamos un ejemplo ilustrativo en la figura 3, en el que se realizó una predicción de los PROMs en la edad adulta. Posteriormente, tras una cirugía remodeladora de la cadera —que incluyó osteocondroplastia de la cabeza femoral y alargamiento relativo del cuello femoral—, los PROMs obtenidos en la última revisión no solo superaron a los valores previos a la intervención, sino que también fueron superiores a los estimados en la predicción con la última radiografía.

Además, nuestro modelo de predicción puede tener una utilidad en el sentido inverso: para orientar a los cirujanos en cuanto al grado de corrección necesario para alcanzar determinados resultados funcionales, pudiéndose individualizar el grado de remodelación del cuello femoral (aumentar la ACF), la distalización del trocánter mayor (aumentar la DAT), y la resección de la giba epifisaria extruida (disminuir el IEE). Futuras investigaciones deberán confirmar si la modificación quirúrgica de estos parámetros se traduce realmente en una mejoría objetiva de la función, la actividad deportiva y la calidad de vida en la edad adulta, idealmente mediante estudios prospectivos con mayor número de pacientes y un seguimiento prolongado.

## Conclusiones

Además de la esfericidad de la cabeza femoral y la congruencia articular, el acortamiento del cuello femoral (ACF), el hipercrecimiento del trocánter mayor (DAT) y la extrusión de la cabeza femoral (IEE) se asocian con peores resultados (función de la cadera, nivel deportivo y calidad de vida) en los adultos que sufrieron ELCP en la infancia. Utilizando estos 3 parámetros radiológicos en la fase de secuelas, es posible predecir los PROMs para que el paciente y su familia sepan qué futuro les espera en la edad adulta y, en función de ello, decidir si cambiar la forma de su cadera.

## Limitaciones

El estudio presenta varias limitaciones.

En primer lugar, el diseño retrospectivo puede estar sujeto a sesgos de memoria, especialmente en los pacientes intervenidos de PTC, ya que se cumplimentaron los cuestionarios refiriéndose a su situación funcional previa a la cirugía.

En segundo lugar, la ausencia de estudios previos que relacionen los parámetros radiológicos evaluados con los PROMs impidió calcular un tamaño muestral adecuado, lo que limita el poder estadístico y convierte este trabajo en un estudio exploratorio y generador de hipótesis. No obstante, el análisis de potencia *post hoc* mostró que la muestra dispone de potencia suficiente ( $\geq 80\%$ ) por lo que la probabilidad de error tipo II es baja, apoyando la suficiencia muestral para los objetivos del estudio.

También debe considerarse un sesgo de selección, ya que la participación a través de la asociación ASFAPE puede haber atraído a casos más graves o con mayor implicación personal en la enfermedad.

En cuarto lugar, reconocemos que la heterogeneidad interindividual (dada por la variabilidad en el IMC, el hecho de haber sido intervenido en la infancia, y el amplio rango de edad), puede influir parcialmente en los PROMs, sobre todo en pacientes mayores con coxartrosis incipiente o demandas funcionales diferentes, por lo que estudios futuros deben realizar análisis por subgrupos.

Asimismo, el análisis radiográfico se basó únicamente en radiografías, sin emplear técnicas tridimensionales (TC) ni que analicen los tejidos blandos (RM).

Finalmente, no existen valores de referencia en población general para los PROMs utilizados, a excepción del SF-12, lo que impide establecer puntos de corte que definan resultados «buenos» o «excelentes» y limita su aplicación directa a la planificación de cirugías de secuelas.

## Nivel de evidencia

Nivel de evidencia IV.

## Consentimiento informado

Todos los pacientes dieron su consentimiento informado para acceder a la información de su historia clínica.

## Consideraciones éticas

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de Investigación en Medicamentos del Hospital Universitario La Paz (código interno: PI-5348).

## Financiación

El estudio ha sido financiado con una ayuda para «Proyectos de Iniciación a la Investigación en Cirugía Ortopédica y Traumatología convocada por la Fundación SECOT en 2023 (Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología).

## Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Kim HKW. Legg-Calvé-Perthes disease. *J Am Acad Orthop Surg*. 2010;18:676-686, <http://dx.doi.org/10.5435/00124635-201011000-00005>.
2. Stulberg SD, Cooperman DR, Wallensten R. The natural history of Legg-Calvé-Perthes disease. *J Bone Joint Surg Am*. 1981;63:1095-1108.
3. Perpich M, McBeath A, Kruse D. Long-term follow-up of Perthes disease treated with spica casts. *J Pediatr Orthop*. 1983;3:160-165, <http://dx.doi.org/10.1097/01241398-198305000-00003>.
4. Ippolito E, Tudisco C, Farsetti P. The long-term prognosis of unilateral Perthes' disease. *J Bone Joint Surg Br*. 1987;69:243-250, <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620X.69B2.3818755>.
5. Larson AN, Sucato DJ, Herring JA, et al. A prospective multicenter study of Legg-Calvé-Perthes disease: Functional and radiographic outcomes of nonoperative treatment at a mean follow-up of twenty years. *J Bone Joint Surg Am*. 2012;94:584-592, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.J.01073>.
6. Green NE, Beauchamp RD, Griffin PP. Epiphyseal extrusion as a prognostic index in Legg-Calvé-Perthes disease. *J Bone Joint Surg Am*. 1981;63:900-905.
7. Kitoh H, Kaneko H, Mishima K, Matsushita M, Ishiguro N. Prognostic factors for trochanteric overgrowth after containment treatment in Legg-Calvé-Perthes disease. *J Pediatr Orthop B*. 2013;22:432-436, <http://dx.doi.org/10.1097/BPB.0b013e32835f585b>.
8. Huhnstock S, Svenningsen S, Pripp AH, Terjesen T, Wiig O. The acetabulum in Perthes' disease: A prospective study of 123 children. *J Child Orthop*. 2014;8:457-465, <http://dx.doi.org/10.1007/s11832-014-0617-9>.
9. Leroux J, Abu Amara S, Lechevallier J. Legg-Calvé-Perthes disease. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2018;104(Suppl 1):S107-S112, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jotsr.2017.04.012>.
10. Ganz R, Gill TJ, Gautier E, Ganz K, Krügel N, Berlemann U. Surgical dislocation of the adult hip: a technique with full access to the femoral head and acetabulum without the risk of avascular necrosis. *J Bone Joint Surg Br*. 2001;83:1119-1124, <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620X.83B8.11964>.
11. Anderson LA, Erickson JA, Severson EP, Peters CL. Sequelae of Perthes disease: Treatment with surgical hip dislocation and relative femoral neck lengthening. *J Pediatr Orthop*. 2010;30:758-766.
12. Albers CE, Steppacher SD, Schwab JM, Tannast M, Siebenrock KA. Relative femoral neck lengthening improves pain and hip function in proximal femoral deformities with a high-riding trochanter. *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473:1378-1387, <http://dx.doi.org/10.1007/s11999-014-4032-9>.
13. Paley D. The treatment of femoral head deformity and coxa magna by the Ganz femoral head reduction osteotomy. *Orthop Clin North Am*. 2011;42:389-399, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocl.2011.04.006>.
14. Siebenrock KA, Anwander H, Zurmühle CA, Tannast M, Slongo T, Steppacher SD. Head reduction osteotomy with additional containment surgery improves sphericity and containment and reduces pain in Legg-Calvé-Perthes disease. *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473:1274-1283, <http://dx.doi.org/10.1007/s11999-014-4048-1>.
15. MOTION Group. Patient-Reported Outcomes in Orthopaedics. *J Bone Joint Surg Am*. 2018;100:436-442, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.17.00608>.
16. Woolson ST, Hartford JM, Sawyer A. Results of a method of leg-length equalization for patients undergoing primary total hip replacement. *J Arthroplasty*. 1999;14:159-164, [http://dx.doi.org/10.1016/S0883-5403\(99\)90119-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0883-5403(99)90119-5).
17. Edgren W. Coxa plana. A clinical and radiological investigation with particular reference to the importance of the metaphyseal changes for the final shape of the proximal part of the femur. *Acta Orthop Scand Suppl*. 1965;Suppl 84:1-129.
18. Sharp IK. Acetabular dysplasia. *J Bone Joint Surg Br*. 1961;43:268-272, <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620X.43B2.268>.
19. Boese CK, Frink M, Jostmeier J, et al. The Modified Femoral Neck-Shaft Angle: Age- and Sex-Dependent Reference Values and Reliability Analysis. *Biomed Res Int*. 2016;2016:8645027, <http://dx.doi.org/10.1155/2016/8645027>.
20. Tönnis D, Heinecke A. Acetabular and femoral anteversion: Relationship with osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Am*. 1999;81:1747-1770, <http://dx.doi.org/10.2106/00004623-199912000-00014>.

A. Losa-Sánchez, L. Moraleda-Novo, R. Fernández-Fernández et al.

21. Nilsdotter AK, Lohmander LS, Klässbo M, Roos EM. Hip disability and osteoarthritis outcome score (HOOS) — validity and responsiveness in total hip replacement. *BMC Musculoskelet Disord.* 2003;4:10, <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2474-4-10>.
22. Dawson J, Fitzpatrick R, Carr A, Murray D. Questionnaire on the perceptions of patients about total hip replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 1996;78:185–190.
23. Harris WH. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation. *J Bone Joint Surg Am.* 1969;51:737–755.
24. Amstutz HC, Thomas BJ, Jinnah R, Kim W, Grogan T, Yale C. Treatment of primary osteoarthritis of the hip. A comparison of total joint and surface replacement arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66:228–241. PMID: 6693450.
25. Ware J, Kosinski M, Keller SD. A 12-Item Short-Form Health Survey: Construction of scales and preliminary tests of reliability and validity. *Med Care.* 1996;34:220–233, <http://dx.doi.org/10.1097/00005650-199603000-00003>.
26. Wiig O, Terjesen T, Svenningsen S. Prognostic factors and outcome of treatment in Perthes' disease: A prospective study of 368 patients with five-year follow-up. *J Bone Joint Surg Br.* 2008;90:1364–1371, <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620X.90B10.20649>.
27. Perry DC, Arch B, Appelbe D, et al. The British Orthopaedic Surgery Surveillance study: Perthes' disease. *Bone Jt J.* 2022;104-B:510–518, <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620X.104B4.BJJ-2021-1708.R1>.
28. Huhmstock S, Wiig O, Merckoll E, Svenningsen S, Terjesen T. The modified Stulberg classification is a strong predictor of the radiological outcome 20 years after the diagnosis of Perthes' disease. *Bone Jt J.* 2021;103-B:1815–1820, <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620X.103B12.BJJ-2021-0515.R1>.
29. Froberg L, Christensen F, Pedersen NW, Overgaard S. The need for total hip arthroplasty in Perthes disease: A long-term study. *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469:1134–1140, <http://dx.doi.org/10.1007/s11999-010-1566-3>.
30. McAndrew MP, Weinstein SL. A long-term follow-up of Legg-Calvé-Perthes disease. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66:860–869, <http://dx.doi.org/10.2106/00004623-198466060-00006>.
31. Hailer YD, Penno E. Agreement of radiographic measurements and patient-reported outcome in 61 patients with Legg-Calvé-Perthes disease at mean follow-up of 28 years. *J Pediatr Orthop B.* 2019;28, <http://dx.doi.org/10.1097/BPB.0000000000000563>.