

Artículo original

Epidemiología, resultados clínicos y tasa de éxito en cirugía preservadora de cadera en la necrosis avascular de cabeza femoral

Epidemiology, clinical results and success rate in hip preservation surgery in avascular osteonecrosis of the femoral head

Pinilla-Gracia C,* Hernández-Fernández A,* Rodríguez-Nogué L,* Martínez-Aznar C,* Bejarano-Lasunción C,^{‡,§} Martín-Hernández C^{§,||}

Hospital Universitario Miguel Servet (Zaragoza).

RESUMEN. **Introducción:** La necrosis avascular de cabeza femoral (NACF) es una patología frecuente que en sus inicios es asintomática y se manifiesta de forma insidiosa, por lo que a menudo el diagnóstico se realiza en estadios avanzados, donde la única solución eficaz es la artroplastía total de cadera (ATC). El diagnóstico en fases tempranas permitirá utilizar opciones terapéuticas que eviten o retrasen la ATC. Nuestro objetivo es evaluar los resultados demográficos, clínicos y la tasa de éxito en nuestro centro de pacientes con diagnóstico de NACF y que han sido subsidiarios de cirugía de preservación de cadera. **Material y métodos:** Estudio clínico unicéntrico, prospectivo, no controlado de pacientes con diagnóstico de NACF entre Enero de 2012 y Septiembre de 2017 con un estadio Steinberg ≤ IIIA. La técnica quirúrgica utilizada es el forage descompresivo, asociado a relleno con aloinjerto y aspirado de médula ósea. **Resultados:** Se interviniieron 26 caderas con nuestra técnica quirúrgica. La tasa de éxito obtenida es de 61.54%, ya que 10 casos han precisado ATC durante el estudio (38.46%). **Conclusión:** El éxito terapéutico en la NACF está directamente relacionado con el grado de la enfermedad, por lo que es importante el diagnóstico precoz. El forage descompresivo con relleno de aloinjerto que asocia aspirado de médula ósea es una opción a tener en cuenta, ya que en estadios iniciales muestra una elevada tasa de éxito.

Palabras clave: Cabeza femoral, osteonecrosis, tratamiento, resultados.

ABSTRACT. **Introduction:** Avascular osteonecrosis of the femoral head (ONFH) is a frequent pathology with an insidious and asymptomatic presentation in early stages, so the diagnosis is often made in advanced stages, where the only effective solution is total hip arthroplasty (THA). Diagnosis in early stages will allow the use of therapeutic options that avoid or delay ATC. Our objective is to evaluate the demographic, clinical results and the success rate in our center of patients diagnosed with ONFH and who have been subsidiary of hip preservation surgery. **Material and methods:** Unicentric, prospective, uncontrolled clinical study of patients diagnosed with ONFH between January 2012 and September 2017 with a Steinberg ≤ IIIA stage. The surgical technique used is decompressive forage, associated with bone allograft and bone marrow aspiration. **Results:** 26 hips were operated on with our surgical technique. The success rate obtained is 61.54%, since 10 cases have required THA during the study (38.46%). **Conclusions:** The therapeutic success in ONFH is directly related to the degree of the disease, which is why early diagnosis is important. The decompressive forage with bone allograft that associates bone marrow aspiration is an option to be taken into account, since in early stages it shows a high success rate.

Keywords: Femoral head, osteonecrosis, treatment, results.

Nivel de evidencia: IV (Serie de casos sin grupo control)

* Médico residente Cirugía Ortopédica y Traumatología. Máster en Universidad de Zaragoza.

† Facultativo Especialista de Área Cirugía Ortopédica y Traumatología.

‡ Doctor en Medicina y Cirugía.

|| Jefe de Servicio Cirugía Ortopédica y Traumatología.

Hospital Universitario Miguel Servet (Zaragoza).

Dirección para correspondencia:

Cristian Pinilla Gracia
Hospital Universitario Miguel Servet, Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología,
Paseo Isabel la Católica, 1-3, CP. 50009, Zaragoza, España.

E-mail: pinillagracia@hotmail.com

<https://dx.doi.org/10.35366/94618>

doi: 10.35366/94618



www.medigraphic.com/actaortopedica

Introducción

La necrosis avascular de la cabeza femoral (NACF) es una patología relativamente frecuente que afecta en particular a adultos jóvenes entre la tercera y la quinta década de la vida,¹ estimándose en Estados Unidos una incidencia anual de 10,000 a 30,000 casos, lo que supone 5-12% de todas las artroplastías totales de cadera.^{2,3}

Es una patología multifactorial, con una etiología y fisiopatología no bien definida,^{4,5,6} caracterizada por un aporte sanguíneo inadecuado a la cabeza femoral, que afectará al tejido óseo y médula ósea y en última instancia al cartílago articular. Su evolución natural desencadenará un proceso isquémico final con trombosis y necrosis ósea, que provocará un desequilibrio entre la formación y resorción ósea, conduciendo a la alteración estructural del hueso trabecular y terminando en el colapso subcondral.⁷

Existen múltiples factores de riesgo asociados a la NACF y que parecen actuar de forma sinérgica en un paciente genéticamente predispuesto⁸ (*Tabla 1*). Es una patología de inicio insidioso, caracterizada por dolor en la articulación coxofemoral, pero sin presentar signos y/o síntomas patognomónicos, por lo que para un diagnóstico precoz será vital el conocimiento de los factores de riesgo que se asocian a esta patología, permitiendo establecer las medidas preventivas y las estrategias terapéuticas adecuadas.⁹

El diagnóstico de la enfermedad se basa en la clínica y las imágenes radiológicas, fundamentalmente la radiografía simple y la resonancia magnética nuclear (RMN). Para facilitar el diagnóstico y estandarizar el balance evolutivo de la enfermedad disponemos de diversas clasificaciones, siendo las más utilizadas la de Arlet y Ficat,¹⁰ la de Steinberg¹¹ o la

de la ARCO (*Association Research Circulation Osseous*). Cada una de estas clasificaciones tienen distintos criterios de evaluación, mientras que la clasificación de Ficat y Arlet se basa en el estudio radiográfico simple, la de Steinberg es stratifica la enfermedad con ayuda de la RMN (*Tablas 2 y 3*).

El objetivo terapéutico principal es detener la progresión lesional, evitando en última instancia la cirugía protésica de cadera, indicada en aquellos casos evolucionados en los cuales el daño articular ya se ha instaurado. Para ello, en estadios iniciales disponemos de estrategias no quirúrgicas como el tratamiento con anticoagulantes,¹² bifosfonatos,¹³ la terapia hiperbárica,¹⁴ las ondas de choque extracorpóreas¹⁵ o la estimulación eléctrica,¹⁶ sin que se haya consenso en la literatura sobre la verdadera eficacia de estos tratamientos. Cuando el colapso todavía no se ha instaurado (estadio 1-2 de la clasificación de Arlet y Ficat), el tratamiento quirúrgico sí que ha demostrado frenar la progresión de la enfermedad, centrado en la descompresión del área necrótica en la cabeza femoral, pudiendo asociar injerto óseo que podrá ser vascularizado o no.^{17,18,19,20,21,22,23,24,25}

Actualmente en nuestro centro, cuando se llega al diagnóstico de NACF en estadios iniciales, optamos por una cirugía de preservación de cadera. La técnica utilizada es el forage descompresivo, con relleno de aloinjerto de esponja mezclada con aspirado de médula ósea de la cresta ilíaca.

El objetivo de este estudio es valorar los resultados demográficos, clínicos y la tasa de éxito de nuestra técnica en aquellos pacientes con diagnóstico de NACF y que han sido sometidos a una cirugía de preservación de cadera como la anteriormente descrita.

Material y métodos

Estudio clínico unicéntrico, prospectivo, no controlado de pacientes con diagnóstico de NACF subsidiarios de cirugía de preservación de cadera, operados quirúrgicamente entre Enero de 2012 y Septiembre de 2017, con un seguimiento mínimo de un año. La técnica quirúrgica utilizada es el forage descompresivo, asociado a relleno con aloinjerto de esponja mezclada con aspirado de médula ósea.

Para agrupar a los pacientes utilizamos la clasificación de Ficat y Arlet, que es de fácil aplicación, pero que no refleja el verdadero grado de afectación de la cabeza femoral, por lo que asociamos una clasificación cuantitativa de la lesión cefálica como la que define Steinberg (*Tabla 3*).

Los criterios de inclusión son NACF en estadios \leq IIIA, etiología no traumática, estudio radiológico completo con RNM previa a la cirugía, confirmación anatomo-patológica lesional y un seguimiento mínimo de un año. Como criterios de exclusión, el antecedente traumático como factor etiológico de la NACF, la alteración artrósica o deformidad cefálica severa (estadio \geq IIIB) o aquellos pacientes con un seguimiento menor de un año.

La técnica quirúrgica que utilizamos en estos estadios iniciales de la NACF se lleva a cabo de forma protocolizada. El paciente se coloca en decúbito supino sobre una

Tabla 1: Factores de riesgo asociados a la necrosis avascular de la cabeza femoral.

Corticoterapia
Alcohol
Traumatismo
Dislipidemia
Tabaquismo
Lupus eritematoso sistémico
Diabetes mellitus
Trasplante
VIH
Cirrosis hepática
Quimioterapia
Radioterapia
Trombofilias y coagulopatías
Síndrome mieloproliferativo
Síndrome antifosfolípido primario
Hemoglobinopatías
Anemia drepanocítica
Enfermedad inflamatoria intestinal
Embarazo
Shock séptico
Enfermedades de depósito lisosomal (enfermedad de Gaucher)
Genética
Idiopática

Tabla 2: Clasificación radiológica de Ficat y Arlet.

Estadio	Síntomas	Radiología	Gammagrafía
I	Ausentes	Normal	Possible disminución de captación
II	Ausentes o leves	Normal o mínimas alteraciones	Aumento de captación
	Leves	Cambios en la densidad de la cabeza femoral Esclerosis o quistes Línea articular y contorno cabeza femoral sin alteraciones	Aumento de captación
III	Leves a moderados	Signo de la semiluna (resorción subcondral) Pérdida esfericidad cabeza femoral Colapso cabeza femoral Línea articular preservada	Aumento de captación
IV	Moderados a graves	Pinzamiento del espacio articular Cambios acetabulares Cambios osteoartríticos	Aumento de captación

mesa ortopédica radiotransparente de tracción con un intensificador de imagen que nos permita obtener imágenes radiográficas en dos planos. Realizamos un pequeño abordaje lateral del fémur proximal e introducimos una aguja guía hasta la zona de osteonecrosis (localizada en la imagen de RMN preoperatoria) con ayuda de la fluoroscopía intraoperatoria. A través de la aguja guía se introduce una broca canulada de 10.5 mm de diámetro hasta llegar a unos 5 mm de la zona articular. Nos ayudaremos de una cuchilla de 5 mm de diámetro para originar un legrado de toda la zona de necrosis femoral. Posteriormente, obtendremos aspirado de médula ósea de la cresta ilíaca a través de una única miniincisión, realizando tres punciones y aspirando los dos primeros centímetros cúbicos de cada punción. Este aspirado de médula ósea será mezclado con 30 centímetros cúbicos de aloinjerto triturado de esponjosa ósea procedente del banco de tejidos de nuestro hospital. Una vez obtenido un mezclado homogéneo, se rellena el defecto y la zona perforada por el forage descompresivo con el aloinjerto compactado mediante control radiográfico. En todos los casos obtenemos una muestra ósea para biopsia anatopatológica que confirma nuestro diagnóstico. Por último, se realiza un cierre quirúrgico por planos con vendaje compresivo, sin la utilización de drenaje.

El paciente recibe el alta hospitalaria entre las 24 y 48 horas con indicación de descarga del miembro intervenido con ayuda de dos bastones ingleses y comienza una rehabilitación activa precoz. En el seguimiento postoperatorio se efectúan controles radiográficos mensuales hasta el cuarto mes, permitiendo comenzar la carga de 25% del peso corporal entre cuatro y seis semanas después de la cirugía, con aumento progresivo hasta la carga completa a partir del tercer mes.

Se evaluarán las variables demográficas de cada uno de los pacientes, así como la presencia de factores de riesgo asociados a la NACF. Los resultados funcionales se valorarán con la escala Merle D'Aubigné y Postel de forma preoperatoria y a los seis meses del seguimiento (*Tabla 4*). Como objetivo principal estudiaremos la tasa de éxito de nuestro procedimiento, entendiendo como tal aquellos pa-

cientes que durante el seguimiento no precisaron de una segunda cirugía, conservaron la cadera y realizan sus actividades habituales en ausencia de dolor o con mínimas molestias. El seguimiento mínimo de la serie de pacientes presentada fue de 12 meses, entendiendo como seguimiento el período transcurrido desde la cirugía preservadora de cadera hasta su última revisión en consulta. En caso de que el paciente precise una artroplastía total de cadera tras la cirugía inicial, el seguimiento cesará en dicho momento.

Para el análisis descriptivo de los datos se utiliza el programa SPSS Statistics versión 15.0 para Mac.

Tabla 3: Clasificación de Steinberg para la necrosis avascular de cabeza femoral.

Estadio	Hallazgos radiológicos
Estadio 0	Radiografía, gammagrafía y RMN sin alteraciones
Estadio I	Radiografía normal Gammagrafía o RMN alteradas
IA	Leve (< 15% afectación cabeza)
IB	Moderada (16-30% cabeza afectada)
IC	Grave (> 30% cabeza afectada)
Estadio II	Alteraciones en la radiografía simple Esclerosis o quistes en la cabeza femoral
IIA	Leve (< 15% afectación cabeza)
IIB	Moderada (16-30% cabeza afectada)
IIC	Grave (> 30% cabeza afectada)
Estadio III	«Signo de la semiluna», colapso subcondral
IIIA	Leve (< 15% afectación cabeza)
IIIB	Moderada (16-30% cabeza afectada)
IIIC	Grave (> 30% cabeza afectada)
Estadio IV	Alteración contorno céfálico
IVA	Leve (< 15% afectación cabeza)
IVB	Moderada (16-30% cabeza afectada)
IVC	Grave (> 30% cabeza afectada)
Estadio V	Afectación interlínea articular y/o alteraciones acetabulares
VA	Leve
VB	Moderado
VC	Grave
Estadio VI	Alteraciones degenerativas avanzadas

RMN = resonancia magnética nuclear.

Tabla 4: Escala funcional de Merle D'Aubigné y Postel.

Puntuación	Dolor	Movilidad	Habilidad caminar
0	Intenso y permanente	Anquilosis Mala posición de la cadera	No deambulación
1	Severo con dolor nocturno	Flexión 0° Ligera deformidad	Sólo con muletas
2	Severo con la actividad	Flexión < 40°	Sólo con bastón
3	Tolerable pero con actividad limitada	Flexión 40-60° Puede tocarse pies	Sólo con bastón > 1 hora
4	Dolor moderado con la actividad No duele en descanso	Flexión 60-80°	Larga caminata con bastón Corta caminata sin bastón
5	Leve e inconstante Actividad normal	Flexión 80-90° Abducción 15°	No usa bastón Claudicación leve
6	Ausencia dolor	Flexión > 90° Abducción 30°	Normal

Resultados

Nuestra muestra a estudio está formada por 26 caderas en 22 pacientes, ya que en cuatro de los casos la cirugía de preservación de cadera se realizó de forma bilateral. La edad media de la muestra es de 42.42 años (16-65), siendo en 15 casos la cadera derecha la afectada (57.7%) y en los 11 restantes la cadera izquierda (42.3%). Respecto a la distribución centrada en el género, 73.1% de las caderas afectadas corresponden a varones y 26.9% a mujeres. Aunque la opción quirúrgica tan sólo se llevó a cabo de forma bilateral asíncrona en cuatro pacientes (15.4%), los hallazgos radiológicos de la necrosis avascular de cabeza femoral se encontraron en ambas caderas de 19 casos, lo que sitúa la tasa de bilateralidad radiológica en 73.1% de nuestros pacientes. La clasificación lesional utilizada es la que define Steinberg, encontrando en la muestra a estudio: un paciente en estadio 1 (3.8%), siete en estadio 2A (26.9%), siete en estadio 2B (26.9%), siete en estadio 2C (26.9%) y por último, cuatro en estadio 3A (15.4%) (*Tabla 5*).

Los factores de riesgo asociados al desarrollo de NACF más prevalentes en nuestros pacientes fueron el tabaquismo en 15 casos (57.7%), la toma de corticoides en 12 casos (46.2%), la dislipidemia en 10 casos (38.5%), el tratamiento previo con quimioterapia en seis pacientes (23.1%) y el alcoholismo en tres casos (11.5%). Tan sólo uno de los pacientes era portador de VIH y en otro

de ellos existía el antecedente de un trasplante cardíaco. Únicamente en dos pacientes no se evidencia factor de riesgo alguno y podríamos definir la NACF como idiopática (7.7%).

En la muestra a estudio, 16 de las 26 caderas intervenidas mediante forage descompresivo, asociado a relleno de aloinjerto mezclado con aspirado de médula ósea, no han precisado de artroplastía primaria de cadera en su seguimiento, lo que define una tasa de éxito para nuestra técnica de 61.5%. Por el contrario, las 10 caderas restantes en el seguimiento han precisado cirugía protésica dada la evolución lesional, lo que arrojaría una tasa de fracaso para nuestra técnica de 38.5%. De éstas, 10 caderas en las que el tratamiento no fue exitoso, un caso correspondía a un estadio 2A de Steinberg, cuatro a un estadio 2B, tres a un estadio 2C y dos a un estadio 3A (*Tabla 5*).

El seguimiento mínimo en el estudio es de 12 meses, obteniendo en la muestra un seguimiento medio tras la cirugía preservadora de cadera de 26.71 meses (13-75). Si únicamente analizamos los 16 casos definidos como éxito, que no han precisado de artroplastía de cadera, el seguimiento medio asciende a 37 meses (12-75). Por el contrario, los 10 pacientes que precisaron de una segunda cirugía presentan un seguimiento medio hasta la prótesis total de cadera de 19.61 meses (13-33).

Los resultados funcionales son evaluados con la escala Merle D'Aubigné y Postel de forma preoperatoria y a los seis meses del seguimiento, obteniendo una puntuación media preoperatoria de 10.04 puntos, que tras la cirugía y a los seis meses de seguimiento se sitúa en 14.50 puntos de media, sobre todo respecto a una mejoría significativa del dolor, lo que aporta resultados funcionales satisfactorios en cuanto al tratamiento quirúrgico de nuestros pacientes (*Tabla 6*).

No hubo fracturas de fémur en el postoperatorio y en la serie de pacientes sólo se detectó como complicación postoperatoria una infección superficial de la herida quirúrgica, que se resolvió con antibioterapia oral empírica.

Tabla 5: Distribución muestral según clasificación de Steinberg.

Clasificación de Steinberg	Total n (%)	Éxito n (%)	PTC n (%)
I	1 (3.8)	1 (3.8)	0 (0.0)
IIA	7 (26.9)	6 (23.1)	1 (3.8)
IIB	7 (26.9)	3 (11.5)	4 (15.4)
IIC	7 (26.9)	4 (7.7)	3 (11.5)
IIIA	4 (15.4)	2 (7.7)	2 (7.7)
Total	26 (100.0)	16 (61.5)	10 (38.5)

Discusión

La NACF es una entidad multifactorial en la que confluyen numerosos factores etiológicos y que en ocasiones no presenta una clínica muy florida, lo que dificulta el diagnóstico temprano y explica la existencia de numerosas opciones terapéuticas con resultados muy diversos.

La distribución epidemiológica de la muestra a estudio con una edad media de 42.42 años y con un claro predominio masculino (73.1%) no dista mucho de otros estudio de mayor tamaño muestral,²⁶ donde se evidencian como factores etiológicos principales la toma de corticoides y el alcoholismo, siendo responsables de 77.9 y 71.9% de los casos en hombres y mujeres respectivamente. Otros estudios epidemiológicos sobre la NACF como el de Sautu de Borbón y colaboradores²⁷ destacan el tabaquismo (44.2%) y la dislipidemia (35.7%) como factores de riesgo más prevalentes, seguidos de cerca de la corticoterapia (28.7%) y el alcoholismo crónico (20.2%).

La falta de estudios estandarizados y la gran multitud de opciones terapéuticas con numerosas variables hacen que exista gran variabilidad en los resultados, dificultando de esta manera las comparaciones entre estudios. La revisión sistemática sobre el tratamiento en la NACF de Chungtai y colaboradores²⁸ aporta tasas de éxito muy variables para el tratamiento no quirúrgico (17-100%), el forage descompresivo aislado (27-100%), la osteotomía de fémur (82-100%) o el forage asociado a injerto óseo no vascularizado (28-87%), explicado por la variabilidad en los criterios de inclusión y la heterogeneidad de los diferentes trabajos publicados. También disponemos en el arsenal terapéutico de la NACF, de la utilización de injertos vascularizados de cresta ilíaca²⁹ o de peroné,³⁰ que han mostrado elevadas tasas de éxito (88-100%), pero que además de su dificultad técnica asocian morbilidad de la zona donante y podrían dificultar la colocación de una futura artroplastía de cadera.

La técnica descrita y utilizada en nuestro estudio se basa en la descrita por Hernigou y colaboradores en 1993,^{31,32} basada en la necesidad de asociar a la descompresión cefálica un estímulo mesenquimal que regenere el área de necrosis ósea cefálica y que ha demostrado eficacia en numerosos trabajos.^{31,33,34,35,36,37}

La tasa de éxito para nuestra técnica quirúrgica es de 61.5%, valores cercanos al estudio de Pepke y colaboradores que muestran una tasa de éxito de 64% para una técnica quirúrgica similar, con un tamaño muestral de 25 pacientes y con un seguimiento de 24 meses.³⁸ Otros trabajos como los de Gangji y colaboradores³⁹ y los de Ma su equipo³⁵ basados en la utilización de aspirado de médula ósea asociado al forage descompresivo muestran tasas de éxito de 85% y de 92% respectivamente. Las diferencias en cuanto al éxito obtenido con el tratamiento pueden explicarse por el mayor grado lesional de nuestros pacientes, ya que 69.2% de nuestra muestra presenta un estadio $\geq 2B$ en la clasificación de Steinberg.

Nuestra técnica basa su éxito en la capacidad de las células mesenquimales presentes en el aspirado de médula ósea para diferenciarse en células óseas que sean capaces de restaurar la microarquitectura ósea que la enfermedad ha dañado, aportando vitalidad a la cabeza femoral.⁴⁰ Todo ello será guiado por el aloinjerto óseo que actuará como soporte estructural y que rellena la cavidad originada en la zona necrótica forage descompresivo inicial.

Conclusión

El diagnóstico precoz de la NACF, especialmente en pacientes con factores de riesgo conocidos, permitirá la aplicación de cirugía preservadora de cadera con mayor potencial de éxito. El forage descompresivo con relleno de aloinjerto óseo que asocia aspirado de médula ósea de la cresta ilíaca es una opción a tener en cuenta en los estadios iniciales de la NACF, ya que muestra una aceptable tasa de éxito con un bajo índice de complicaciones y con resultados funcionales satisfactorios, a pesar de no tener con precisión la función del aspirado de médula ósea.

Tabla 6: Resultados funcionales (escala Merlé D'Aubigne).

Evaluación preoperatoria				
	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Dolor	1	3	2.08	0.744
Movilidad	3	5	3.62	0.697
Caminar	3	5	4.35	0.562
Total	8	12	10.04	1.248
Evaluación seis meses postoperatorios				
	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Dolor	3	6	4.38	1.061
Movilidad	4	6	4.73	0.874
Caminar	4	6	5.35	0.797
Total	11	18	14.5	2.387

Bibliografía

- Zalavras CG, Lieberman JR. Osteonecrosis of the femoral head: evaluation and treatment. *J Am Acad Orthop Surg.* 2014; 22: 455-64.
- Lieberman JR, Berry DJ, Mont MA, Aaron RK, Callaghan JJ, Rajadhyaksha AD, et al. Osteonecrosis of the hip: Management in the 21st century. *Instr Course Lect.* 2003; 52: 337-55 .
- Petriglione FA, Lieberman JR. Osteonecrosis of the hip: Novel approaches to evaluation and treatment. *Clin Orthop Relat Res.* 2007; 465(465): 53-62.
- Guerado E, Caso E. The physiopathology of avascular necrosis of the femoral head: an update. *Injury.* 2016; 47(Suppl 6): S16-S26.
- Gou WL, Lu Q, Wang X, Wang Y, Peng J, Lu SB. Key pathway to prevent the collapse of femoral head in osteonecrosis. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2015; 19(15): 2766-74.
- Pouya F, Kerachian MA. Avascular necrosis of the femoral head: are any genes involved? *Arch Bone Jt Surg.* 2015; 3(3): 149-55.
- Ficat RP. Treatment of avascular necrosis of the femoral head. *Hip.* 1983; 279-95.

8. Liu F, Wang W, Yang L, Wang B, Wang J, Chai W, et al. An epidemiological study of etiology and clinical characteristics in patients with nontraumatic osteonecrosis of the femoral head. *J Res Med Sci.* 2017; 22: 15.
9. Larson E, Jones LC, Goodman SB, Koo KH, Cui Q. Early stage osteonecrosis of the femoral head: where are we and where are we going in year 2018? *Int Orthop. Int Orthop.* 2018; 42(7): 1723-8.
10. Ficat RP. Idiopathic bone necrosis of the femoral head. Early diagnosis and treatment. *J Bone Joint Surg (Br).* 1985; 67: 3-9.
11. Steinberg ME, Hayken GD, Steinberg DR. A quantitative system for staging avascular necrosis. *J Bone Joint Surg (Br).* 1995; 77: 34-41.
12. Hong YC, Zhong HM, Lin T, Shi JB. Comparison of core decompression and conservative treatment for avascular necrosis of femoral head at early stage: a meta-analysis. *Int J Clin Exp Med.* 2015; 8(4): 5207-16.
13. Hong YC, Luo RB, Lin T, Zhong HM, Shi JB. Efficacy of alendronate for preventing collapse of femoral head in adult patients with nontraumatic osteonecrosis. *Biomed Res Int.* 2014; 2014 (1), 716538.
14. Uzun G, Mutluoglu M, Ersen O, Yildiz S. Hyperbaric oxygen therapy in the treatment of osteonecrosis of the femoral head: a review of the current literature. *Undersea Hyperb Med.* 2016; 43(3): 189-99.
15. Lee JY, Kwon JW, Park JS, Han K, Shin WJ, Lee JG, et al. Osteonecrosis of femoral head treated with extracorporeal shock wave therapy: analysis of short-term clinical outcomes of treatment with radiologic staging. *Hip Pelvis.* 2015; 27(4): 250-7.
16. Al-Jabri T, Tan JY, Tong GY, Shenoy R, Kayani B, Parratt T, et al. The role of electrical stimulation in the management of avascular necrosis of the femoral head in adults: a systematic review. *BMC Musculoskel Disord.* 2017; 18(1): 319.
17. Hungerford DS. Response: the role of core descompression in the treatment of ischemic necrosis of the femoral head. *Arthritis Rheum.* 1989; 32(6): 801-6.
18. Tookey SM, Nugent PJ, Bassett LW, Nottingham P, Mirra J, Jinnah R. Results of core decompression for femoral head osteonecrosis. *Clin Orthop Relat Res.* 1988; (228): 99-104.
19. Warner JJ, Philip JH, Brodsky GL, Thornhill TS. Studies of nontraumatic osteonecrosis. The role of core decompression in the treatment of nontraumatic osteonecrosis of the femoral head. *Clin Orthop Relat Res.* 1987; (225): 104-27.
20. Specchiulli F, Capocasale N, Laforgia R, Solarino GB. The surgical treatment of idiopathic osteonecrosis of the femoral head. *Ital J Orthop Traumatol.* 1987; 13(3): 345-51.
21. Chotivichit A, Korwutthikulrangsri E, Pornrattanamaneepong C, Achawakulthep C. Core decompression with bone marrow injection for the treatment of femoral head osteonecrosis. *J Med Assoc Thai.* 2014; 97(Suppl 9): S139-43.
22. Saito S, Ohzono K, Ono K. Joint-preserving operations for idiopathic avascular necrosis of the femoral head. Results of core decompression, grafting and osteotomy. *J Bone Jt Surg Br.* 1988; 70(1): 78-84.
23. Joint Surgery Group of the Orthopaedic Branch of the Chinese Medical Association. Guideline for Diagnostic and Treatment of Osteonecrosis of the Femoral Head. *Orthop Surg.* 2015; 7(3): 200-7.
24. Wei M, Wang ZG, Liu YJ, Li ZL. Drilling decompression for femoral head necrosis at collapse stage. *Zhongguo Gu Shang.* 2015; 28(6): 562-6.
25. Chotivichit A, Korwutthikulrangsri E, Auewarakul C, Sarirasirid S. Core decompression and concentrated autologous bone marrow injection for treatment of osteonecrosis of the femoral head. *J Med Assoc Thai.* 2012; 95(Suppl 9): S14-20.
26. Liu F, Wang W, Yang L, Wang B, Wang J, Chai W, et al. An epidemiological study of etiology and clinical characteristics in patients with nontraumatic osteonecrosis of the femoral head. *J Res Med Sci.* 2017; 22: 15.
27. De Sautu de Borbón EC, Morales CM, Guerra VJ. Prevalencia de los factores de riesgo para el desarrollo de necrosis avascular de cadera en un Hospital de Tercer Nivel. *Reumatología Clínica.* 2018; 14(2): 122-3.
28. Chughtai M, Piuzzi NS, Khlopas A, Jones LC, Goodman SB, Mont MA. An evidence-based guide to the treatment of osteonecrosis of the femoral head. *Bone Joint J.* 2017; 99(10): 1267-79.
29. Zhao D, Zhang Y, Wang W, Liu Y, Li Z, Wang B, et al. Tantalum rod implantation and vascularized iliac grafting for osteonecrosis of the femoral head. *Orthopedics.* 2013; 36: 789-95.
30. Fontech CG, Roca I, Barber I, Menendez ME, Collado D, Mascarenhas VV, et al. Femoral head bone viability after free vascularized fibular grafting for osteonecrosis: SPECT/CT study. *Microsurgery.* 2016; 36: 573-7.
31. Hernigou P, Trousselier M, Roubineau F, Bouthors C, Chevallier N, Rouard H, et al. Stem cell therapy for the treatment of hip osteonecrosis: a 30-year review of progress. *Clin Orthop Surg.* 2016; 8: 1-8.
32. Hernigou P, Poignard A, Manicom O, Mathieu G, Rouard H. The use of percutaneous autologous bone marrow transplantation in nonunion and avascular necrosis of bone. *J Bone Joint Surg.* 2005; 87: 896-902.
33. Yan Z, Hang D, Guo C, Chen Z. Fate of mesenchymal stem cells transplanted to osteonecrosis of femoral head. *J Orthop Res.* 2009; 27: 442-6.
34. Tabatabaei R, Saberi S, Parviz J, Mortazavi S, Farzan M. Combining concentrated autologous bone marrow stem cells injection with core decompression improves outcome for patients with early-stage osteonecrosis of the femoral head: a comparative study. *J Arthroplast.* 2015; 30(Suppl 1): 11-5.
35. Ma Y, Wang T, Liao J, Gu H, Lin X, Jiang Q, et al. Efficacy of autologous bone marrow buffy coat grafting combined with core decompression in patients with avascular necrosis of femoral head: a prospective, double-blinded, randomized, controlled study. *Stem Cell Res Ther.* 2014; 5: 115.
36. Zhao D, Cui D, Wang B, Tian F, Guo L, Yang L, et al. Treatment of early stage osteonecrosis of the femoral head with autologous implantation of bone marrow-derived and cultured mesenchymal stem cells. *Bone.* 2012; 50: 325-30.
37. Sen RK, Tripathy SK, Aggarwal S, Marwaha N, Sharma RR, Khandelwal N. Early results of core decompression and autologous bone marrow mononuclear cells instillation in femoral head osteonecrosis: a randomized control study. *J Arthroplast.* 2012; 27: 679-86.
38. Pepke W, Kasten P, Beckmann N, Janicki P, Eggermann M. Core decompression and autologous bone marrow concentrate for treatment of femoral head osteonecrosis: a randomized prospective study. *Orthop Rev (Pavia).* 2016; 8: 6162.
39. Gangji V, De Maertelaer V, Hauzeur JP. Autologous bone marrow cell implantation in the treatment of non-traumatic osteonecrosis of the femoral head: five year follow-up of a prospective controlled study. *Bone.* 2011; 49: 1005-9.
40. Wang C, Wand Y, Meng HY, Yuan XL, Xu XL, Wang AI, et al. Application of bone marrow mesenchymal stem cells to the treatment of osteonecrosis of the femoral head. *Int J Clin Exp Med.* 2015; 8: 3127-35.

Limitaciones de responsabilidad: No responsabilidad del Hospital Miguel Servet o del Sistema Aragonés de Salud en el estudio. No fuentes de financiación.

Fuentes de apoyo: No intervención de empresas externas en el proyecto. No subvenciones u otras fuentes de apoyo.

Conflictos de intereses: No existe conflicto de intereses por parte de ninguno de los autores del trabajo.