

Enfermedad de Legg-Calvé-Perthes: Diagnóstico y Evaluación del Pronóstico por Medio de Imágenes Diagnósticas

Natalia Jaramillo Botero*
Rafael García Rey**

Resumen

La enfermedad de Legg-Calvé-Perthes es una patología que se presenta en la infancia, con secuelas como deformidad de la cabeza femoral, cojera y acortamiento del miembro inferior afectado. Se ha tratado de establecer la forma de realizar un diagnóstico precoz con la ayuda de imágenes diagnósticas y se ha comprobado que la gammagrafía y la resonancia nuclear magnética son los métodos imagenológicos que dan una mejor idea temprana del estado de la cabeza femoral afectada por el proceso de osteonecrosis.

Además, las clasificaciones descritas por múltiples autores, buscan la forma de establecer un pronóstico de la evolución de la enfermedad para así establecer el tratamiento adecuado. En la actualidad, lo que se busca es unificar los criterios y establecer una clasificación única integrando los diferentes métodos diagnósticos para evitar secuelas en los niños afectados por esta enfermedad.

* Residente IV año, Radiología e Imágenes Diagnósticas, UNAB - Clínica Carlos Ardila Lülle, Bucaramanga.

** Médico Especialista Medicina Nuclear, Clínica Carlos Ardila Lülle, Bucaramanga.

Correspondencia: Dra Jaramillo, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Campus El Bosque, Calle 157 No. 19-55 (Cañaveral Parque), Floridablanca.

Palabras clave

Enfermedad de Legg-Calvé-Perthes, diagnóstico imagenológico, clasificación.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Legg-Calvé-Perthes (LCP) se define como una necrosis avascular idiopática de la epífisis femoral proximal inmadura, secundaria a una interrupción del riego sanguíneo a la cabeza femoral de origen desconocido ^{1, 2}.

Fue descrita inicialmente por Legg en Boston, Calvé en Francia y Perthes en Alemania de manera simultánea en 1910. Fue definida inicialmente por Legg como una enfermedad de la cadera con hallazgos radiológicos que simulaba la tuberculosis; por Calvé como una pseudocoxartralgia, y por Perthes como una artritis deformante juvenil ³.

La mayor incidencia ocurre entre los 3 y 12 años, pero el pico de frecuencia es entre los 5 y 7 años, afectando de tres a cinco veces más a hombres que mujeres. Se ha visto que los niños afectados tienen retardo en la maduración esquelética en comparación con los de su misma edad (hasta 2 desviaciones estándar por debajo de lo normal), baja talla en el momento del nacimiento o alguna patología de base del sistema génito-urinario o hernia inguinal asociada ¹. Puede ser bilateral entre un 10 a 20%, siendo generalmente el compromiso asimétrico ^{4, 5}.

La sintomatología en la mayoría de los casos inicia con cojera y dolor en la cadera irradiado al muslo y la rodilla ipsilateral, espasmo muscular y limitación a la rotación interna, y abducción de la cadera en flexión y extensión que pueden persistir durante pocos días o semanas ². En la evolución tardía se puede ver atrofia de los tejidos blandos del muslo, espasmo y contractura muscular.

FISIOPATOLOGÍA DE LA NECROSIS ISQUÉMICA ÓSEA

La necrosis isquémica en el hueso resulta de una disminución significativa del flujo sanguíneo que puede iniciar a nivel arterial, capilar, venoso o sinusoidal. Los cambios celulares debido a los cambios isquémicos progresivos y de muerte celular se dividen en estadios así:

Estadio 1: Cese de la actividad metabólica intracelular

Estadio 2: Alteración o interrupción del sistema de enzimas intracelulares

Estadio 3: Disrupción de la ultraestructura citoplasmática y núcleo intracelular, que es irreversible, el cual termina en la muerte celular.

Si la anoxia se resuelve en el estadio 1, los cambios celulares son reversibles; en los osteoblastos, osteoclastos y osteocitos la muerte celular está determinada entre 12 y 48 horas ⁶.

ANATOMÍA DE LA VASCULARIZACIÓN DE LA CADERA

La suplencia vascular de la cabeza femoral está dada principalmente por ramas de la arteria femoral profunda. Las arterias circunflejas lateral y media pasan por la cara anterior y posterior del fémur para anastomosarse a nivel de los trocánteres. A partir de estos vasos, especialmente la arteria circunfleja media, se derivan pequeñas ramas que van a la profundidad de la cápsula articular y se extienden a lo largo del cuello femoral. Los vasos retinaculares laterales e inferiores son los más importantes de este grupo.

Existe un segundo grupo que se deriva de los vasos del ligamento redondo (*ligamentum teres*) que entran al hueso por la *fovea capitis* y un tercer grupo que da suplencia vascular de la metáfisis femoral proximal (Figura 1). En los adultos varían las anastomosis y algunas no son funcionales, pero se ha establecido que los vasos retinaculares superiores (laterales) son la fuente de vascularización de la cabeza femoral, mientras los vasos retinaculares inferiores solamente dan suplencia a una pequeña porción de la cabeza y el cuello femoral.

Entre los 4 y 7 años la importancia de los vasos epifisarios laterales se establece como vasos de la fovea y la metáfisis. Después de los 8 años a la preadolescencia aumenta la contribución de los vasos de la fovea. La fisis actúa como barrera previniendo las anastomosis entre los vasos de la cabeza y el cuello femoral.

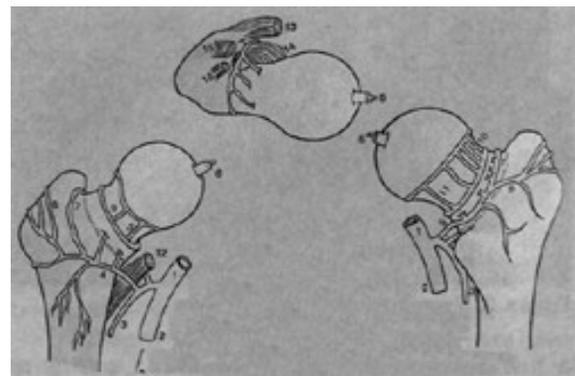


Figura 1. Irrigación de la cabeza femoral.

1. Arteria femoral. 2. Arteria femoral profunda. 3. Arteria de cuadriceps. 4. Arteria circunfleja ántero-externa. 5. Arteria circunfleja póstero-interna o medial. 6. Arteria del ligamento redondo. 7. Arteria circunfleja ántero-externa (lateral). 8. Rama trocantérica anterior. 9. Rama nutricia anterior del cuello. 10. Ramas nutricias del cuello. 11. Ramas nutricias. 12. Tendón del psoas.

MÉTODOS DIAGNÓSTICOS EN LA ENFERMEDAD DE LEGG-CALVÉ-PERTHES

Rayos X

Es necesario realizar cómo mínimo dos proyecciones para una adecuada evaluación de la cadera en niños con dolor:

- a) Anteroposterior de cadera: con rotación interna de 3 grados que permite ver el trocánter mayor y la relación de la cabeza femoral y el acetábulo (Figura 2).
- b) Rana lateral: es una proyección lateral incompleta de la cabeza, el cuello y tercio superior del fémur (45 grados en abducción y 45 grados de flexión). En esta proyección se evidencia mejor la fractura subcondral de la cabeza femoral (Figura 3).



Figura 2. Proyección antero-posterior de la pelvis normal



Figura 3. Proyección de rana

Puede haber cambios inespecíficos o sutiles en la radiografía de pelvis, como:

- Edema de tejidos blandos en la parte lateral de la articulación con desplazamiento del cojinete graso.
- Disminución del tamaño del núcleo de la cabeza femoral que se encuentra hasta en un 50% de los pacientes⁶; no está claro si este cambio es por compresión o por retardo en el crecimiento óseo.
- Desplazamiento lateral del núcleo de osificación por hipertrofia del cartílago; aparece antes de la primera manifestación radiológica y puede seguir con aplanamiento y fragmentación de la cabeza.
- Fisura y fractura del núcleo de osificación. Se puede ver una zona radioluciente curvilínea mejor delineada en la proyección de "rana".

- Aplanamiento y esclerosis del núcleo de osificación femoral (Figura 4).
- Presencia de gas epifisiario que muchas veces es secundario al fenómeno de vacío y la presencia de gas entre las trabéculas del hueso subcondral.



Figura 4. Aplanamiento y fragmentación del núcleo de osificación de la cabeza femoral derecha

Artrografía

Fue el primer método de diagnóstico imagenológico para el estudio de las estructuras no óseas intraarticulares de la cadera⁷.

La artrografía en niños con LCP ha tenido gran importancia ya que permite la evaluación en proyecciones dinámicas para demostrar la relación fémoro-acetabular, la posición óptima de la cabeza femoral en la inmovilización durante la remodelación epifisiaria. Esta información no es posible obtenerla con la resonancia magnética estática, ya que el examen se realiza en posición neutra (Figura 5). En estadios tempranos revela el aplanamiento de la superficie condral en el sitio de la fisura ósea y un ensanchamiento del cartílago acetabular y femoral. Puede verse ensanchamiento del ligamento redondo.



Figura 5. Artrografía de cadera izquierda

El desplazamiento lateral de la cabeza femoral es debida a un engrosamiento del cartílago epifisiario, hipertrofia de la sinovial o del ligamento teres y, ocasionalmente, derrame intraarticular. Este hallazgo es determinante de la evolución de la enfermedad, ya que mientras se mantenga la congruencia de la articulación, el pronóstico y la evolución es mejor.

Resonancia Nuclear Magnética

Las indicaciones de la resonancia nuclear magnética (RNM) han ido en aumento, ya que es un método imagenológico no invasivo, no utiliza radiación ionizante y permite el estudio de la cadera en varios planos ortogonales sin tener que movilizar al paciente. Se ha demostrado una sensibilidad del 97% y especificidad del 98% en el diagnóstico de la necrosis avascular de cadera de cualquier etiología ⁸.

Permite la detección de los cambios tempranos de necrosis de la cabeza femoral, fracturas subcondrales, la extensión del compromiso de la fisis, edema de médula ósea, el recubrimiento acetabular, el estudio del cartílago articular y sinovial, la presencia de derrame articular; evalúa la posición, forma y tamaño de la cabeza femoral y tejidos blandos que la rodean, así como también la congruencia y recubrimiento de la cabeza femoral por el acetábulo y el labrum, factores que en conjunto ayudan a establecer el pronóstico y tratamiento.

En estadios avanzados se evalúa la deformidad de la cabeza femoral e hipertrofia del cartílago articular con la subluxación lateral de la cabeza femoral secundaria a la hipertrofia; una hipointensidad en la señal de la médula ósea en T1 y T2 relacionada con los hallazgos de derrame articular y desplazamiento lateral del núcleo de osificación ^{6, 9-13}.

Es útil en la planeación del tratamiento ya que tiene capacidad de ver en múltiples planos y se puede determinar la cantidad de tejido afectado. Es posible con la combinación de artrografía con TAC o RNM estudiar el labrum acetabular.

Gamagrafía Ósea

La gamagrafía ósea con Tecnecio 99 es un método diagnóstico que muestra la perfusión e integridad de la vascularización del hueso (Figura 6), identificando áreas donde no hay captación del radiotrazador en un estadio temprano. Este defecto es más frecuente en el aspecto anterolateral de la cabeza femoral con necrosis parcial o en todo el espesor de la epífisis de la cabeza con necrosis total. Las alteraciones gamagráficas preceden las radiológicas y coincide con las manifestaciones clínicas ⁶.

DERECHA



Figura 6. Gamagrafía ósea con tecnecio 99 normal

SIGNOS RADIOLÓGICOS EN DIFERENTES ESTADIOS EVOLUTIVOS

El diagnóstico temprano de la enfermedad de LCP es de gran importancia ya que se cree que a menor tiempo de evolución de la enfermedad al inicio del tratamiento el pronóstico y evolución son mejores.

En estadios iniciales no hay anomalías radiológicas, pero con el tiempo la necrosis se manifiesta como aumento en la densidad por la revascularización y reparación, ya que se deposita una capa de osteoide calcificante en el tejido óseo necrosado. También puede haber disminución del tamaño de la epífisis femoral osificada, aumento en la distancia del espacio articular coxofemoral medial por hipertrofia del cartílago acetabular y crecimiento de la sinovial. La fractura subcondral (demostrada en la proyección de "rana") puede aumentar y hay depresión con deformidad de la epífisis demostrable radiológicamente (Figura 4).

En la fase regenerativa, los capilares se proyectan al área periférica de la médula ósea y empiezan a funcionar los osteoblastos y osteoclastos. Hay tejido de granulación y fibroso que se interponen a las zonas de necrosis, entonces en la radiografía se ve el núcleo de crecimiento fragmentado (Figura 5). Puede haber colapso y fragmentación del núcleo de crecimiento de la cabeza femoral durante el inicio del proceso de revascularización con reabsorción en el aspecto anterolateral de la epífisis y lateralización del núcleo de osificación.

La fase de remodelación se caracteriza por reemplazo completo de la corteza necrótica, el patrón trabecular y sistema de Havers son normales. Radiológicamente puede iniciar la normalización de la densidad, la epífisis está osificada, la forma y tamaño final de la epífisis depende de la extensión de la necrosis o se comienzan a manifestar las secuelas como la coxa magna, acortamiento del cuello femoral e irregularidad de la cabeza femoral ^{5, 6, 8, 9}.

CLASIFICACIÓN SEGÚN MÉTODOS DE IMÁGENES

Debido a la variabilidad en la evolución de la enfermedad de LCP, se ha tratado de clasificar y dar un pronóstico temprano según algunos signos radiológicos o clínicos. En general, el pronóstico es mejor cuando el diagnóstico es temprano y los niños afectados son menores de 6 años.

Clasificación de Catterall

Propuesta en 1971, se basa en la extensión de la enfermedad con el propósito de la identificación del grado de compromiso epifisiario. Los pacientes del Grado III y IV tienen mal pronóstico, mientras los grados I y II tienen mejor pronóstico. Una de las limitaciones es que en ocasiones es difícil clasificarlos en una categoría en estadio temprano o predecir cuando un paciente puede pasar de un estadio a otro durante el seguimiento.

Se divide en cuatro grupos según la extensión del compromiso de la cabeza femoral con base en los cambios observados en los Rayos X, que según Catterall es proporcional a la extensión del compromiso epifisiario que ayuda a evaluar el pronóstico de la enfermedad (Tabla 1) ^{4, 14, 15}.

Tabla 1. Tabla comparativa de las clasificaciones de Catterall, y Salter y Thompson.

Catterall		Salter y Thompson
Grupos	Descripción	
Grupo I	Compromiso del 25% cabeza femoral anteromedial sin reacción de la metáfisis.	Grupo A
Grupo II	Compromiso del 50% cabeza femoral anterolateral, con los segmentos medial y lateral de la epífisis intacto. Puede haber fractura subcondral sin compromiso de ápex de la epífisis.	
Grupo III	Compromiso del 75% cabeza femoral incluyendo pilar lateral, secuestro óseo. Toda la epífisis se ve densa, hay engrosamiento del cuello femoral y fractura subcondral posterior.	Grupo B
Grupo IV	Compromiso completo cabeza femoral, con aplanamiento y colapso epífisis. Secuestro óseo.	

Algunos autores han tratado de simplificar y estandarizar las clasificaciones, ya que hay casos en los que es difícil diferenciar entre el grado II y III ⁴, por lo cual se intentaron nuevas clasificaciones como por ejemplo la de Salter y Thompson, que divide en dos grupos con base en la extensión de la fractura subcondral y la presencia del

margen lateral intacto de la epífisis. El hueso subyacente a la fractura subcondral, se considera necrótico y el que no está por debajo de la fractura, se considera intacto ¹⁶.

Clasificación de Herring

En 1992 Herring propuso una nueva clasificación durante la fase de fragmentación (reparativa), con base en la altura del segmento lateral de la epífisis femoral evaluada en la radiografía AP de caderas. Usualmente se halla el pilar lateral comprometido en un 15-30%, el pilar central en un 50% y el pilar medial en un 20-35% (Tabla 2) ¹⁷.

Tabla 2. Clasificación de Herring

Herring	Pilar Lateral
Grupo A	La altura normal comparado con cadera contralateral.
Grupo B	Altura entre el 50-100%
Grupo C	Altura menor del 50% comparado con el normal

Esta clasificación tiene mejor valor predictivo en el comportamiento y evolución de la enfermedad a largo plazo, además sus datos son de fácil interpretación sin variación entre diferentes examinadores y se basa en la radiografía antero-posterior de la pelvis ¹⁸.

Los pacientes clasificados en el Grupo A de Herring tienen una buena evolución y reconstrucción de la epífisis femoral, en el grupo B buen pronóstico excepto los niños mayores de 9 años y los del grupo C tuvieron deformidad de la cabeza femoral en el seguimiento realizado.

Clasificación Gamagráfica

Se debe diferenciar entre 2 patrones primarios basados en la revascularización por recanalización o por neovascularización. La recanalización tiene buen pronóstico y se da entre días y semanas, la neovascularización tiene mal pronóstico y puede durar años (Figura 7; Tablas 3 y 4) ^{10, 19}.

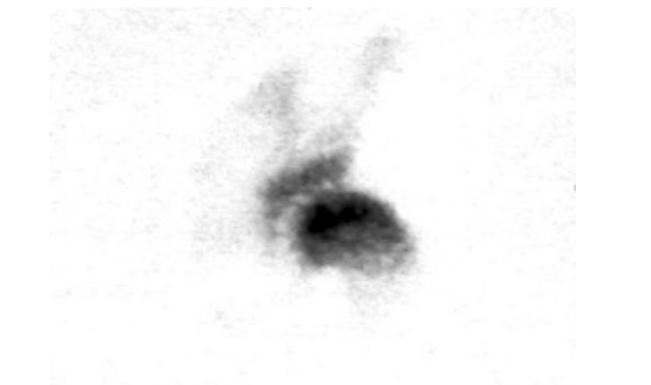


Figura 7. Gamagrafía ósea con Tecnecio 99 con deformidad de la cabeza femoral e hiper captación del radiotrazador

Tabla 3. Clasificación gamagráfica en fase de recanalización.

Clasificación	Recanalización (a)	Rayos X
IA	No actividad del radiotrazador en epífisis.	Normal
IIA	Columna Lateral: Radiotrazador en pilar lateral.	Disminución tamaño epífisis, aumento en su densidad y mento en el espacio articular coxofemoral.
IIIA	Extensión medial: Revascularización anteromedial epífisis.	Cambios de esclerosis y quistes, puede haber fragmentación mala delimitación epífisis.
IVA	Revascularización completa	Patrón trabecular normal.

Tabla 4. Clasificación gamagráfica en fase de neovascularización.

	Neovascularización (B)	Rayos X
IB	No actividad radiotrazador en epífisis en proyección AP y rana.	Disminución tamaño de cabeza femoral, aumento de densidad u fractura.
IIB	Llenamiento base epífisis y engrosamiento núcleo de crecimiento, ausencia de columna lateral.	Deformidad de la cabeza femoral con esclerosis colapso y extrusión.
IIIB	Radiotrazador en forma de domo (champiñón).	Severa deformidad cabeza femoral.
IVB	Revascularización completa de la porción osificada de epífisis.	Coxa magna, coxa vara ó coxa breva.

FACTORES PRONÓSTICOS

Hay dificultad en la definición de criterios específicos para definir el pronóstico de la enfermedad de LCP, pero han sido definidos algunos factores que influyen en el curso de la enfermedad como son la edad del paciente en el momento del diagnóstico con un mejor pronóstico en niños menores de 5 años y pobre evolución en los mayores de 9 años^{15-7, 20}. Una de las explicaciones es que el paciente, a menor edad, tiene más tiempo disponible para remodelar la cabeza femoral y mejorar el recubrimiento acetabular (antes de los primeros 8 años de vida).

También los signos metafisiarios y epifisiarios desde el punto de vista radiológico que están relacionados con un mal pronóstico descritos por Catterall y que se basan en el compromiso de la cabeza femoral³. Estos son:

- Calcificación lateral de la epífisis
- Subluxación lateral de la cabeza femoral
- Defecto en la osificación lateral de la epífisis y metáfisis adyacente (signo de Gage)
- Quistes metafisiarios que en realidad corresponden a cartílago
- Alineación horizontal de la fisis (placa de crecimiento)

Mc Andrew y Weinstein²⁰ determinaron que algunos hallazgos radiológicos son de mal pronóstico: Dos o más signos de riesgo de Catterall, coxa magna y disminución en el espacio articular.

Otro factor pronóstico importante es la proporción de la epífisis femoral proximal comprometida radiológicamente y la altura del pilar lateral en la clasificación de Herring^{12, 17-21}. En la RNM se evalúa el grado de subluxación lateral de la cabeza femoral en el momento activo de la enfermedad, la cual varía en comparación con la radiografía simple y que es un signo de mal pronóstico¹⁸. Desde el punto de vista gammagráfico son signos de mal pronóstico la neovascularización que en la clasificación correspondería a pacientes catalogados en el grupo B; estos pacientes están desarrollando revascularización desde la arteria circunfleja lateral, siendo pacientes que tienen retardo en la revascularización con deformidad de la cabeza femoral.

Los signos de recuperación son un aumento en la altura y el tamaño del lado medial de la epífisis y el aumento en la altura y calidad del nuevo hueso formado.

DIAGNÓSTICOS DIFERENCIALES

Desde el punto de vista radiológico hay algunas patologías como la displasia de Meyer que consiste en una fragmentación de la cabeza femoral de manera bilateral. Es congénita y un hallazgo casual en pacientes asintomáticos.

La necrosis avascular de la cabeza femoral secundaria a enfermedad de Gaucher, trauma, uso de esteroides, procesos infecciosos como osteomielitis, metabólicos como el hipotiroidismo, irradiación, cirugía o con excesiva tracción son otros de los diagnósticos diferenciales que se deben tener en cuenta².

CONCLUSIÓN

Es bien conocido que el pronóstico de la enfermedad de Legg-Calvé-Perthes se relaciona con la edad en el momento del diagnóstico: A menor edad, mejor reconstrucción de la cabeza femoral. Por esto aunque no hay un sistema de clasificación estandarizado en cuanto al pronóstico y resultados finales de la enfermedad de LCP, vale la pena resaltar la importancia de cada una de las clasificaciones, teniendo en cuenta que algunas

suministran información anatómica, y en otros casos, fisiológica o del comportamiento de la enfermedad. Sin embargo, el objetivo de todas estas clasificaciones es lograr establecer el pronóstico haciendo un seguimiento de la evolución de la enfermedad para evitar las complicaciones y secuelas en el paciente afectado.

La utilización de cada método diagnóstico debe ser adecuada según el estadio, la evolución y tratamiento de cada paciente, teniendo en cuenta el costo-beneficio; sin embargo, la RNM tiene una alta sensibilidad y especificidad en el diagnóstico de la necrosis avascular, el compromiso de la médula ósea y la morfología de la cabeza femoral, así como también de la congruencia y contención de ella dentro del acetábulo para evaluar el grado de luxación lateral y la hipertrofia del cartílago que son signos básicos en el pronóstico y evolución de la enfermedad.

Abstract

The Legg-Calvé-Perthes disease is a disorder of the hip that usually occurs during the infancy with consequences like femoral head deformity, and shortening of the extremity and limb. The early diagnosis is important and now the Scintigraphy and Magnetic Resonance Imaging are the best methods for diagnosis of osteonecrosis. Different classification has been postulated but there is not a uniform system for the classifications and it is difficult to identify specific criteria for prognosis and treatment.

Key words: Legg-Calvé-Perthes' disease, imaging diagnosis, classification

BIBLIOGRAFÍA

- Herring JA. The treatment of Legg-Calvé-Perthes' disease. A critical review of the literature. *J Bone Joint Surg* 1994; 76A: 448-58.
- Kirks D, Griscom N. Practical pediatric imaging: diagnostic radiology of infants and children, Musculoskeletal system. 3d ed, Lippincott-Raven, 1992: 473-8.
- Sutherland AD, Savage JP, Patterson DC, Foster BK. The nuclide bone-scan in the diagnosis and management of the Perthes' disease. *J Bone Joint Surg* 1980; 62B: 300-6.
- Van Dam BE, Crider FJ, Noyes JD, Larsen LJ. Determination of the Catterall classification in Legg-Calvé-Perthes' disease. *J Bone Joint Surg* 1981; 63A: 906-14.
- Scoles PV, Yoon YS, Makley JT, Kalamchi A. Nuclear magnetic resonance imaging in Legg-Calvé-Perthes. *J Bone Joint Surg* 1984; 66: 1357-63.
- Stoller D. Diagnosis of bone and joint disorders (CD-ROM). Chapters 79-81.
- Aliabadi P, Baker N, Jaramillo D. Hip arthrography, aspiration block, and bursography. *Radiol Clin North Am* 1998; 36:673-702.
- Zurlo J. The double line sign. *Radiology* 1999; 13:541-2.
- Kaniklides C, Lonnerholm T, Moberg A, et al. Legg-Calvé-Perthes' disease comparison of conventional radiography, MR imaging, bone scintigraphy, and arthrography. *Acta Radiol* 1995; 36:434-9.
- Treves ST. Radionuclide evaluation of Legg-Calvé-Perthes' disease. In: *Pediatric nuclear medicine*. 2nd ed, Springer-Verlag, 1994: 302-10.
- Ducou H, Haddad S, Silberman B, et al. Legg-Calvé-Perthes' disease: Staging by MRI using gadolinium. *Pediatr Radiol* 1994; 24: 88-91.
- Sales de Gauzy J, Kerdiles N, Baunin C, et al. Imaging evaluation of subluxation in Legg-Calvé-Perthes' disease: Magnetic resonance imaging compared with the plain radiograph. *J Pediatr Orthop* 1997; 6: 235-8
- Deely DM, Schweitzer ME. MR imaging of bone marrow disorders. *Radiol Clin North Am* 1997; 35:202-8.
- Kaniklides C. Diagnostic radiology in Legg-Calvé-Perthes' disease. *Acta Radiol* 1996; 406: 1-28.
- Jaramillo D, Galen T, Winalski C, et al. Legg-Calvé-Perthes' disease: MR imaging. Evaluation during manual positioning of the hip. Comparison with conventional arthrography. *Radiology* 1999; 212:519-25.
- Salter RB, Thompson GH. Legg-Calvé-Perthes' disease: The prognostic significance of the subcondral fracture and a two-group classification of the femoral head involvement. *J Bone Joint Surg* 1984; 66A:479-89.
- Farsetti P, Tudisco C, Caterini R, Potenza V, Ippolito E. The Herring lateral pillar classification for prognosis in Perthes' disease. Late results in 49 patients treated conservatively. *J Bone Joint Surg* 1995; 77B: 739-42.
- Ritterbusch JF, Shantaram SS, Gelinas C. Comparison of lateral pillar classification and Catterall classification of Legg-Calvé-Perthes' disease. *J Pediatr Orthop* 1993; 13:200-2.
- Audrey K, Tsao N, Dias LS, et al. The prognostic value and significance of serial bone scintigraphy in Legg-Calvé-Perthes' disease. *J Ped Orthop* 1997; 17:230-9.
- McAndrew MP, Weinstein SL. A long-term follow-up of Legg-Calvé-Perthes' disease. *J Bone Joint Surg* 1984; 66A:860-9.
- Christensen F, Soballe K, Ejsted R, Luxhøj T. The Catterall classification of Perthes' disease: An assessment of reliability. *J Bone Joint Surg* 1986; 68B: 614-5.