

# Legg-Calve-Perthes 질환에서 대퇴골두의 괴사정도의 측정 : Catterall 분류법과 MRI를 이용한 부피측정분류의 비교<sup>1</sup>

정재동 · 나재범 · 정희영 · 박일순 · 송해룡<sup>2</sup> · 유진중 · 정성훈

**목 적 :** Legg-Calve-Perthes(LCP) 질환의 대퇴골두의 괴사정도 측정을 위하여 MRI 영상을 이용한 입체적인 부피측정법을 시행하였으며, 이 방법으로 측정된 결과와 단순 촬영 영상을 이용한 Catterall 분류를 비교하여 MRI를 이용한 새로운 괴사정도의 평가를 제시하려 한다.

**대상 및 방법 :** 1995년 2월부터 1996년 8월까지 LCP 질환으로 진단 받은 환자 41명중 대퇴골두가 완전히 허탈(collapse)된 환자를 제외한 27명의 28고관절을 대상으로 하였다. Catterall 분류법을 기준으로 단순촬영을 이용하여 대퇴골두의 면적에 대한 대퇴골두의 허탈 정도와 고음영으로 나타나는 괴사부위의 직경을 종합한 괴사부위의 면적의 비를 기준으로 0~25%를 Grade I, 25%~50%는 Grade II, 50%~75%는 Grade III, 75%~100%를 Grade IV로 정하였다. MRI를 이용한 부피측정법은 1mm 모눈종이를 이용하여 병변의 단면적을 구한 값에 영상 절편 두께를 곱한 후 모든 영상에서 반복하여 얻은 값을 합하여 부피를 계산하였다. MRI 부피 측정방법도 Catterall 분류와 같이 괴사정도를 4 Grade로 분류하였다. 단순촬영을 이용한 Catterall 분류법과 MRI를 이용한 부피측정 분류에 의한 괴사정도를 구한 후 서로 비교하였다.

**결 과 :** 단순촬영을 이용한 Catterall 분류와 MRI를 이용한 부피측정방법을 비교하였을 때 총 28관절 중 24관절(85.7%)에서 괴사정도가 변하였다. 단순촬영을 이용한 Catterall 분류가 MRI를 이용한 부피측정방법보다 괴사정도가 높게 나온 경우가 18관절(64.3%)이었으며, 괴사정도가 낮게 나온 경우가 6관절(21.4%)이었다.

**결 론 :** 단순촬영을 이용한 Catterall 분류에 의한 괴사정도는 MRI를 이용한 부피측정법의 괴사정도와 상당한 차이를 보였다. 그러므로 단순촬영에 비해 월등한 해상도를 가지고 괴사부위에 대한 3차원적인 해석이 가능한 MRI를 이용한 대퇴골두 괴사부위의 분류가 재정립되어야 할 것으로 생각된다.

Legg-Calve-Perthes(LCP)질환은 소아의 대퇴골두에 원발성 골괴사로서 다양한 진행경로를 거쳐 자연치유되는 환자로부터 고관절기형을 초래하는 환자까지 다양한 예후를 보여준다(1, 2). 이러한 LCP질환의 예후에 영향을 미치는 요소로써 연령과 성별, 병변의 진행시기(Staging), Catterall의 분류 및 골두위험증후조건 등이 있다(3).

1971년 Catterall등은 LCP환자를 관찰하고 예후가 다른 4군을 발견하고 단순촬영을 이용한 Catterall분류법을 보고하였고 현재까지 사용되어 왔다. 치료방침 결정과 예후에 중요한 영향을 미치는 대퇴골두의 괴사정도 측정에 있어 단순촬영보다는 3차원적인 관찰과 화학적 분석이 가능한 MRI가 더욱 정확할 것으로 생각되어 저자들은 MRI 영상에서 모눈종이를 이용한

3차원적인 분석을 시도하였으며 이 측정결과와 단순촬영영상을 이용한 측정값을 비교하여 Catterall 분류의 정확성 여부를 알고자 하였다.

## 대상 및 방법

1995년 2월부터 1996년 8월까지 LCP 질환으로 진단 받은 환자 41명 중 괴사정도가 치료방침에 영향을 미치지 않는 대퇴골두 전체가 완전히 허탈된 환자를 제외한 27명을 대상으로 하였다. 한 환자는 양측성으로 총 28 고관절을 대상으로 하였다. 연령 분포는 5세에서 16세(평균 9세)였고 남녀비는 21:6이었다.

모든 환자에서 고관절 전후 및 Frog leg 단순사진촬영과 MRI를 시행하였다. 사용한 기기는 1.5-tesla 63SP(Siemens, Erlangen, Germany)로 스핀에코법을 사용하여 시상면의 T1-강조영상(TR/TE=400/17msec), T2-강조영상(TR/TE=

<sup>1</sup>경상대학교 의과대학 진단방사선과학교실

<sup>2</sup>경상대학교 의과대학 정형외과학교실

이 논문은 1997년 9월 18일 접수하여 1997년 11월 12일에 채택되었음

=3400/90msec)을 얻었고, 관상면의 T1-강조영상(TR/TE=400/17msec), 양자-강조영상(TR/TE=3400/20msec)과 T2-강조영상(TR/TE=3400/90msec)을 얻었다. Body coil을 사용하였고 FOV는 280~320mm, 시상면에서는 스캔간격없이 3mm의 절편 두께로, 관상면에서는 0.3~0.4mm 간격을 가지고 3~4mm 절편 두께로 영상을 얻었다.

단순촬영을 이용한 대퇴골두에 대한 괴사부위의 침범정도의 측정은 대퇴골두의 면적에 대한 대퇴골두의 허탈 정도와 고음영으로 나타나는 괴사부위의 직경을 종합한 괴사부위의 면적의 비를 고관절 전후면과 Frog leg 사진 각각에서 구한 후 큰 값으로 하였으며 그 값을 이용하여 Catterall 분류를 구하였다(Fig. 1). Catterall의 분류는 대퇴골두에 대해 25%이하의 괴사정도를 보였을 때를 Grade I, 25%~50%는 Grade II, 50%~75%는 grade III, 75%이상을 grade IV로 하였다(1).

MRI영상에서 대퇴골두(epiphysis)병변의 신호강도가 근육과 비교하여 낮을 때 저신호강도, 주위근육과 같을 때 중간신호강도, 근육보다 높을 때 고신호강도라고 분류하고, 괴사부위는 T1, T2강조영상에서 모두 저신호강도를 보이는 부위로 정하였다. 3차원적인 부피를 얻기 위하여 대퇴골두를 스캔한 T1-강조영상에서 1mm 눈금의 모눈종이를 이용하여 면적을 구한 후 면적과 절편 두께를 곱하고 이 값을 모두 합하였다. 이와 같은 방법으로 대퇴골두와 괴사부위의 부피를 구하고, 대퇴골두에 대해 25%이하의 괴사정도를 보였을 때를 Grade I, 25%~50%는 Grade II, 50%~75%는 grade III, 75%이상을 grade IV로 정하였다(1).

단순촬영 및 MRI영상에서 1명의 전문의와 2명의 전공의가 계산하여 평균값을 구하였고, Catterall 분류를 이용한 괴사 정도와 저자들이 고안한 방법에 의한 괴사정도의 차이를 비교하였다.

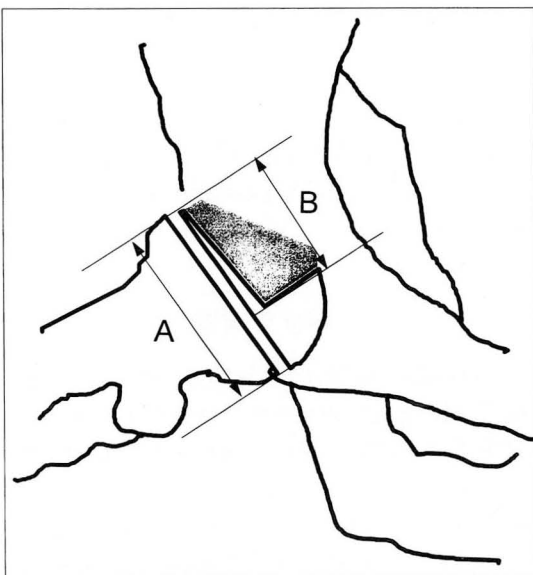


Fig. 1. The measurement of extent of necrotic portion in frog leg view.

$$\text{Extent of necrotic portion} = \frac{B}{A}$$

## 결 과

단순촬영을 이용한 Catterall 분류와 MRI를 이용하여 부피 측정으로 구한 괴사정도의 정도를 비교하였을 때 총 28관절 중 24관절(85.7%)에서 괴사정도의 Grade가 변하였으며, 4관절(14.3%)에서만 괴사정도의 Grade가 변하지 않았다(Table 1) (Fig. 2).

단순촬영을 이용한 Catterall 분류가 MRI를 이용한 방법보다 괴사정도가 높게 나타난 경우는 18관절(64.3%)이었다(Fig. 3). 18관절 중 7관절(25%)에서 Grade III가 Grade II로 바뀌었으며 Grade IV에서 III로 바뀐 경우가 6관절(21.4%), Grade IV에서 I로 바뀐 경우가 2관절(7.1%), Grade IV에서 II로, Grade III에서 I로, Grade II에서 I로 바뀐 경우가 각각 1관절(3.6%)이 있었다.

단순촬영을 이용한 Catterall 분류가 MRI를 이용한 방법보다 괴사정도가 낮게 나타난 경우는 6관절(21.4%)이었다(Fig. 4). 6관절 중 Grade III이 Grade IV로 바뀐 경우가 5관절(17.9%)이며 Grade I이 II로 바뀐 경우가 1관절(3.6%)이었다.

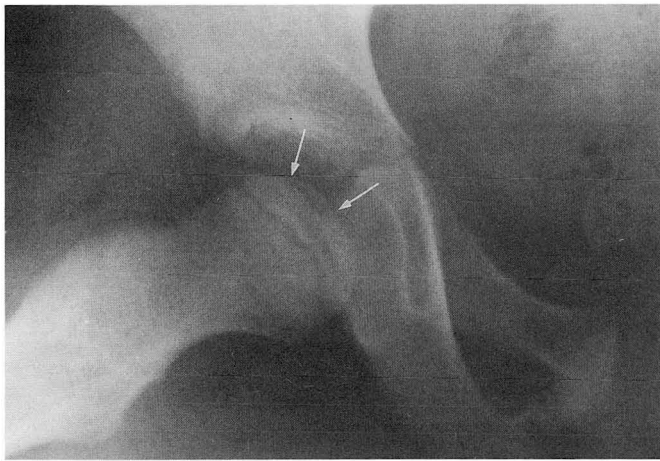
## 고 찰

LCP 질환은 3~12세의 소아에서 주로 발생하는데 남아에서 여아보다 3~5배 자주 발생하며 약 10%에서 양측성으로 발생한다. LCP 질환은 추적검사에서 오랜 시일을 거쳐 완전히 재생되기도 하나, 골두 및 비구의 변형을 남기기도 하며 조기에 고관절의 골관절염을 초래하여 후에 속발성 퇴행성 관절염의 원인이 된다(2, 3). 그러므로 LCP 질환의 치료목표는 질병의 진행 과정에서 생길 수 있는 골두의 변형과 성장장애를 방지함으로써 장애에 발생할 수 있는 퇴행성 변화를 방지하는 데 있다.

이러한 LCP 질환의 치료방침결정에 흔히 이용되는 Catterall 분류는 단순촬영영상에서 증가된 음영을 보이는 부위와 대퇴골두가 허탈된 부위를 괴사부위로 생각하여 전체 대퇴골두에 대한 침범정도로써 나누며(1) 측정이 간단하고 적은 비용으로 추적검사가 가능해 흔히 이용되고 있다. Catterall 분류상 I군이나 7세이하의 Catterall 분류상 II군의 대부분은 특별한 치료를 하지 않아도 좋은 결과를 얻을 수 있다. 이외에 질병이 이미 상당히 진행되어 신생골의 생성이 뚜렷하거나 골두에 심각

Table 1. Comparison of Catterall Classification with Volume Measurement method in Evaluation of Necrotic Portion in LCP Patients.

		Catterall 분류			
		I	II	III	IV
부피측정	I	0	1	1	2
	II	1	2	7	1
	III	0	0	1	6
	IV	0	0	5	1



A

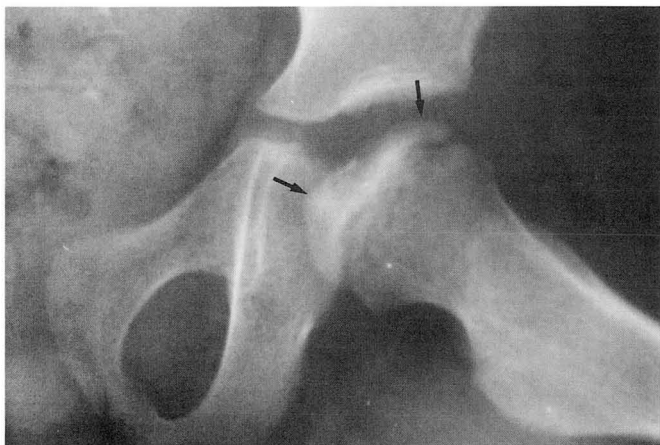


B

**Fig. 2.** A 7-year old boy with LCP disease with an identical grade of conventional radiography and MR.

**A.** Conventional radiography shows a crescent line in the right femoral head, which appears as grade II in Catterall classification.

**B.** T1-weighted coronal image shows a low signal intensity lesion in the femoral head, and the grade was also disclosed as grade II by MR volume measurement method II.



A



B



C

**Fig. 3.** A 10-year-old male with LCP disease, the grade of which was overestimated with radiography.

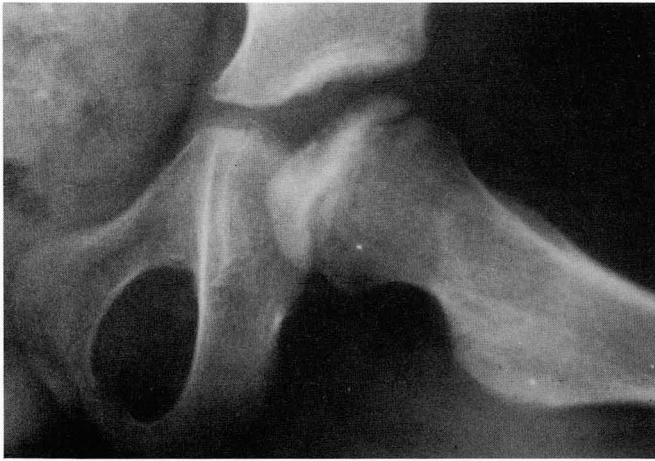
**A.** Radiograph shows collapse and increased density in left femoral head, which was considered as Catterall classification grades III.

**B, C.** T1-weighted coronal image demonstrates the low signal intensity lesion, being considered as necrotic portion, at central portion of left femoral head(B). However, a coronal image next to Fig. 2B does not show signal alteration any more. MR volume measurement method indicated grade II.

한 변형이 있어 골두를 비구내에 유치하는 것이 불가능한 경우에도 유치치료의 적응이 되지 않는다. 이상을 제외한 Catterall 분류상 III군, IV군 및 8세이상의 II군, 특히 골두위험증후가 있

는 경우가 유치치료의 대상이 된다(2, 3).

MRI는 연조직 대조도가 우수하고, 비침습적이며, 방사선의 피폭을 피할 수 있으며, 다방면의 영상을 얻을 수 있어 입체적으로 이해할 수 있는 장점이 있다. 자기공명영상은 화학적 조성을 반영하며 초기에 괴사부위는 T1-강조영상과 T2-강조영상에



A



B

**Fig. 4.** A 10-year-old male with LCP disease, the grade of which was underestimated with plain radiography compared to MRI.

**A.** Frog-leg radiographic view shows increased density in the collapsed epiphysis of the left femoral head, which was considered as grade III in Catterall classification.

**B.** T1-weighted coronal image shows decreased signal intensity in the entire epiphysis of the femoral head, thus it was thought to be grade IV.

서 저신호강도로 나타나고, 초기 재생조직은 T1-강조영상에서 등신호강도, T2-강조영상에서 고신호강도로 나타나고, 연골화 조직은 T1-강조영상과 T2-강조영상에서 등신호강도로 나타나고, 재생된 골조직은 T1-강조영상에서 고신호강도, T2-강조영상에서 등신호강도로 나타난다(6, 11). 이러한 대퇴골두의 신호강도의 변화로 단순촬영 사진조건이 정상인 환자에서 LCP 질환의 조기진단에 매우 중요한 검사로 시행하고 있다.

최근 LCP 질환의 병의 진행정도 파악을 위해 MRI 촬영이 시행되고 있으며, 이를 이용한 대퇴골두의 괴사정도 또는 대퇴골두형태 변형정도의 평가에 대한 새로운 시도들이 있어 왔다. Koo등은 성인의 대퇴골두 허혈성 괴사환자에서 T1강조영상을 얻어 괴사부위의 면적을 시상면과 관상면에서 괴사부위가 가장 큰 영상면에서 대퇴골두 골단에 대한 각도를 측정하여 시상면과 관상면을 곱하여 괴사부위의 부피를 구하였다(4). Hochberg등은 대퇴골두의 최대 횡직경의 중심점에서 골단까지의 거리를 30°각도로 측정하여 대퇴골두의 형태를 파악하여, MRI가 관절조영술과 같이 대퇴골두의 연골을 정확히 나타내고 관절 전후면 영상이 MRI에서 보여준 연골의 모양을 반영해 주지 못한다고 보고하고 있다(6). Eyre-Brook등은 기저선(baseline)의 중심으로부터 90°의 골단 높이에서 epiphyseal index를 이용하여 대퇴골두의 형태를 측정하였다(8). 이러한 시도들은 괴사부위의 정확한 부피의 계산보다는 부피를 대표하는 대략적인 값을 찾고자 하였으나 저자들은 부피계산법을 이용하여 직접 괴사부위의 정확한 부피를 계산하였다.

Catterall 분류의 기본적인 가정은 입체적인 괴사부위를 2차적인 단순촬영으로 충분히 나타낼 수 있다는 것이다. 저자들은 모눈종이를 이용한 3차원적 방법을 고안하여 MRI에서 대퇴골두에 대한 괴사부위의 부피의 비를 구하였으며 이 측정값과 단순촬영을 이용한 Catterall 분류를 비교분석하였다. 단순촬영

영상을 이용한 Catterall 분류의 85.7%가 저자들의 방법에 의해 바뀌어 MRI를 이용하지 않고 단순촬영에서 괴사정도를 측정하는 것은 많은 오차가 있음을 시사하였다. 그러므로 Catterall 분류의 기본적인 가정이 옳지 않으므로 저자들은 MRI를 이용한 새로운 분류가 제정되어야 할 것으로 생각한다.

단순촬영과 MRI를 이용한 괴사정도의 차이가 나는 이유는 첫째, 3차원적인 MRI영상이 2차원적인 단순촬영보다 더 정확하다는 것이다. 단순촬영에서의 영상은 3차원적인 영상에서 각 단면영상의 합쳐진 영상이므로 MRI보다는 부정확하다. 본 연구에서도 대퇴골두의 골단의 심부까지 괴사된 경우 즉, 괴사부위가 원뿔모양일 때 단순촬영이 심부 괴사된 부위를 나타내지 못하여 Catterall분류가 MRI를 이용한 부피측정에 의한 방법보다 괴사정도가 낮았다. 둘째로 MRI는 화학적 조성이 다른 조직 즉 괴사된 부위, 부종, 섬유화, 골경화 등을 나타낼 수 있기 때문에 골음영의 증감만을 인지할 수 있는 단순촬영보다는 더 괴사부위를 정확히 표현할 수 있다는 것이다.

본 연구의 제한점으로는 MRI영상에서 모눈종이를 이용하여 3차원적으로 부피를 직접 구하기 때문에 단순촬영을 이용한 방법에 비해 시간이 많이 걸리는 단점이 있다는 점이다. 그러나 컴퓨터를 이용하여 기계적으로 빠른 시간에 정확히 측정할 수 있는 장치의 개발로 개선될 수 있으리라 생각한다. 단순촬영은 MRI에 비해 값이 싸고 간편하여 추적검사에는 더 유리하여 추적검사로서의 MRI의 유용성은 제한적일 수밖에 없다. 또한 본 실험에서 조영증강을 시행하지 않고 T1, T2 강조영상만을 비교하여 괴사부위를 정하여 재생조직과의 명확한 경계가 확실치 않을 수도 있을 것으로 생각되며 이는 조영증강을 함께 실시한 증례들로서 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론적으로 단순촬영을 이용한 Catterall 분류와 MRI를 이용한 부피계산법의 괴사정도 사이의 상당한 차이를 보였다.



MRI는 단순촬영에 비해 해상도가 좋으며 3차원적으로 대퇴골 두에 대한 괴사부위를 나타내므로, MRI를 이용한 괴사정도의 설정이 단순촬영을 이용한 Catterall 분류에 비해 더욱 정확할 것으로 생각되어 MRI를 이용한 괴사정도의 분류법이 재검정되어야 할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Catterall A. The natural history of Perthes disease. *J Bone Joint Surg* 1971;53(1):37-53.
2. 국신희, 강홍식, 김인원, 연경모. Legg-Calve-Perthes 질환의 자기 공명 영상소견. *대한방사선의학회지* 1992;28(2):297-302
3. 석세일, 장준섭, 하권익외. *정형외과학*. 4th ed. 서울:대한정형외과학회, 1993;405-412
3. Crenshaw AH. *Campbell's operative orthopedics*, 8th ed. Missouri. Mosby year book, 1992;1964-1965
4. Koo KH, Kim RH. The extent of necrosis predicts the fate of osteonecrosis of the femoral head: a new quantifying method of necrotic portion using MR imaging. *ARCO News* 1994;6:77-79
5. Pointe HD, Haddad S, Silberman B, et al. Legg-Perthes-Calve ds.; staging by MRI using gadolinium. *Pediatr Radiol* 1994;24:88-91
6. Hochbergs P, Eckerwall G, Eqund N, et al. Femoral head shape in Legg-Calve-Perthes disease. *Acta Radiol* 1994;6:545-548
7. Egund N, Winstrand H. Legg-Perthes-Calve disease; imaging with MR. *Radiology* 1991;179:89-92
8. Eyre-Brook L. Osteochondritis deformans coxae juvenilis or Perthes disease. The results of treatment by traction in recumbency. *Br J Surg* 1936;24:166-169
9. Arie E, Johnson F, Harrison MH, et al. Femoral head shape in Perthes disease. Is the contralateral hip abnormal? *Clin Orthop Rel Rwes* 1986;209:77-82
10. Pinto MR, Peterson HA, Berquist TH. Magnetic resonance imaging in early diagnosis of Legg-Calve-Perthes disease. *J Pediatr Orthop* 1989;9:19-22
11. Bos CF, Bloem JL, Bloem BL. Sequential magnetic resonance imaging in Perthes disease. *J Bone Joint Surg* 1991;73-B:219-24
12. Hoffinger SA, Henderson RC, Renner JB, Dales MC, Rab GG. Magnetic resonance evaluation of "metaphyseal" changes in Legg-Calve-Perthes disease. *J Pediatr Orthop* 1993;13:602-606
13. Toby EB, Koman LA, Bechtold BE. Magnetic resonance imaging of pediatric hip disease. *J Pediatr Orthop* 1985;5:665-671
14. Gabriel H, Fitzgerald SW, Myers MT, Donaldson JS, Poznanski AK. MR imaging of hip disorders. *RadioGraphics* 1994;14:763-781
15. Pointe HS, Haddad S, Silberman B, Filipe G, Monroc M, Montagne JP. Legg-Perthes-Calve disease: staging by MRI using gadolinium. *Pediatr Radiol* 1994;24:88-91
16. Mitchell DG, Kressel HY, Arger PH, Dalinka M, Spritzer CE, Steinberg ME. Avascular necrosis of the femoral head: morphologic assessment by MR Imaging, with CT Correlation. *Radiology* 1986;161:739-742
17. Fisher R, O' Brien AS, Davis AM. Magnetic resonance imaging in congenital dysplasia of the hip. *J Pediatr Orthop* 1991;11:617-622
18. Scoles PV, Yoon YS, Yakley JT, Kalamchi A. Nuclear magnetic resonance imaging in Legg-Calve-Perthes disease. *J Bone Joint Surg* 1984;9:1357-1362
19. Mandell GA, MacKenzie WG, Scott CI, Harcke HT, Willis JS, Bassett GS. Identification of avascular necrosis in the dysplastic proximal femoral epiphysis. *Skeletal Radiol* 1989;18:273-281
20. Hiehle JF, Kneeland JB, Dalinka MK. Magnetic resonance imaging of the hip with emphasis on avascular necrosis. *Rheum Dis Clin North Am* 1991;17:3:669
21. 신용문, 강홍식, 김주완, 김희중, 김영민. 대퇴골두 무혈성 괴사: 조영 증강 자기공명영상 소견. *대한방사선의학회지* 1995;32(6):953-958

## Measurement of Necrotic Portion in Legg-Calve-Perthes Disease : Comparison of MRI Volume Measurement Method and Catterall Classification<sup>1</sup>

Jae Dong Chung, M.D., Jae Boem Na, M.D., Hee Young Jung, M.D., Il Soon Park M.D.  
Hae Ryong Song, M.D.<sup>2</sup>, Jin Jong Yoo, M.D., Sung Hoon Chung, M.D.

<sup>1</sup>Department of Diagnostic Radiology, Gyeongsang National University, College of Medicine

<sup>2</sup>Department of Orthopedics, Gyeongsang National University, College of Medicine

**Purpose:** The purpose of this study was to evaluate the extent of necrosis of the femoral head in Legg-Calve-Perthes (LCP) disease. This involved the use of MRI, followed by volume measurement and the use of the Catterall classification system; the difference between the grade obtained using each of these approaches was then determined.

**Materials and Methods:** We retrospectively reviewed 28 hip-joint MR images on which a diagnosis of LCP disease had been based. According to the necrotic portion of femoral head, and on the basis of the catterall classification, LCP was graded 1 to 4, as follows: Grade I=0~<25%; II=25~<50%; III=50~<75%; IV=75-100%. Using a transparent paper on which 1mm squares had been drawn, the necrotic area of each MR image was measured; the following equation was then used to calculate the volume of the necrotic portion: volume=necrotic area x slice thickness. On the basis of this measurement, each femoral head was graded and the results were compared with those obtained using the Catterall classification.

**Results:** In 24 joints(85.7%), grades according to the Catterall classification and MRI volume measurement were not the same. As compared with the volume measurement method, use of the Catterall classification led to grade overestimation in 18 joints (64.3%) and underestimation in six (21.4%).

**Conclusion:** The grade according to the Catterall classification was different from that obtained using the volume measurement method. This study thus indicates the need for a new system of classifying LCP disease based on the volume measurement method and using MR imaging.

**Index words:** Femur, necrosis  
Children, skeletal system  
Hip, MRI  
Hip, necrosis

Address reprint requests to: Jae Boem Na, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Gyeongsang National University Hospital  
# 90 Chilam-Dong, Chinju, 660-702, Korea. Tel. 0591-50-8212 Fax. 0591-758-1568