다발성 천공술 및 혈관 부착 골이식술을 시행한 대퇴골두 무혈관성 괴사의 예후: 수술 후 바늘구멍 골신티그라피의 유용성

가톨릭대학교 의과대학 방사선과학교실, 을지대학병원 진단방사선과[1]

정용안 · 김성훈 · 천경아 · 박영하 · 손형선 · 정수교 · 송문갑[1]

The Usefulness of Postoperative Pinhole Bone Scintigraphy in the Assessment of Prognosis after Multiple Drilling or Vascularized Bone Graft in Patients with Avascular Necrosis of Femoral Head

Yong An Chung, M.D., **Sung Hoon Kim,** M.D., **Kyung Ah Chun,** M.D., **Young Ha Park,** M.D., **Hyung Seon Sohn,** M.D., **Soo Kyo Chung,** M.D. and **Mun-Kab Song,** M.D.[1]

Department of Radiology, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea;
Department of Radiology, Eulji Medical Center, Daejeon, Korea

Abstract

Purpose: It is important to evaluate the healing process of avascular necrosis (AVN) involving femoral head after treatment. The purpose of this study was to assess the usefulness of pinhole bone scintigraphy in the AVN of femoral head after surgery. **Materials and Methods:** We analyzed the changing pattern of pinhole bone scintigram in 21 femoral heads of 16 patients (14 lesions/11 male, 7 lesions/5 female, mean age: 39.4 yrs) before and after multiple drilling or vascularized bone grafting for AVN of the femoral head. In all patients, pre-operative scintigrams were obtained at 1 to 3 months before treatment and the first post-operative scintigrams were obtained at 1 to 3 months after treatment. All patients were followed for 2 to 4 years after operation. **Results:** The findings of the pinhole scintigrams were divided into three patterns: 1) curvilinear, 2) scattered spotty and 3) undetermined. The 10 of 11 lesions with curvilinear pattern had good postoperative clinical and radiological follow-up findings. However, all 6 lesions with scattered spotty pattern showed poor postoperative findings, which necessitated total hip joint replacement. Of the 4 lesions with undetermined pattern, 2 required total hip joint replacement. There was significant difference in postoperative prognosis between the curvilinear and scattered spotty patterns ($p<0.05$). **Conclusion:** We conclude that the pattern of pinhole bone scintigram obtained within 1 to 3 months after multiple drilling or vascularized bone graft operation is a useful prognostic indicator in the AVN of femoral head. **(Korean J Nucl Med 1999;33:405-12)**

Key Words: Tc-99m MDP, Bone scintigraphy, Avascular necrosis, Femoral head, Pinhole scintigraphy

Received Mar. 10, 1999; revision accepted Jul. 23, 1999.
Corresponding Author: Sung Hoon Kim, M.D., Department of Nuclear Medicine, Kangnam St. Mary's Hospital, The Catholic University of Korea, #505 Banpo-dong, Seocho-ku, Seoul, 137-040, Korea.
Tel: 82-2-590-1752, Fax: 82-2-593-2992, E-mail: sghnk@cmc.cuk.ac.kr.
※ 이 논문은 1999년 가톨릭중앙의료원 연구보조비의 지원을 받았음.

서 론

골괴사(osteonecrosis)는 여러 병리학적 원인에 의해 골 사망에 이르는 것으로, 특히 전신질환과 관련되어 많이 나타난다. 원인 질환은 전신성 홍반증, 스테로이드의 과용, 혈액투석, 장기 이식, 외상, 알코올 중독, 흡연, 쿠싱병, 관절염 등으로 다양하게 알려져 있다.[1-6]

골괴사의 중요한 발생 기전은 혈관 내 지방 색전에 의한 연골하 세동맥의 폐쇄, 골수 지방의 점진적인 침착에 의한 혈관의 압박, 그리고 골 내부 압력의 증가 등이며 모든 경우에서 골 혈류의 순환장애가 공통적으로 나타난다.[7]

대퇴골두에 생긴 무혈관성 괴사는 조기 진단 후 적절한 치료를 해야 하는데 만일 적절한 치료가 이루어지지 않으면 관절면의 함몰과 파괴가 생김으로써 관절의 기능을 상실하게 된다. 따라서 치료 후 치유과정의 평가는 중요하다. 단순 방사선검사는 주위 골과의 비교, 골괴사에 의한 골경화 및 음영 감소상, 골두 모양의 변화에 따른 소견 등을 고려하여 진단할 수 있지만 무혈관성 괴사의 치료에 대한 병리학적 변화를 방사선학적 검사만으로 평가하기에는 어려운 점이 많다.[8] 전산화단층촬영은 골신티그라피나 자기공명 영상에 비해 민감도가 낮은 것으로 알려져 있어 자주 이용되지는 않는다. 자기공명 영상은 진단 민감도가 높은 좋은 검사법이지만 추적검사 비용이 많이드는 단점이 있다. 골신티그라피는 검사 비용이 저렴하고 민감도가 높은 검사 방법으로 특히 바늘구멍 골신티그라피는 해상력이 우수하여 골괴사의 진단 민감도를 높일 수 있으며,[9] 반복적인 추적검사에 많이 이용될 수 있다. 그렇지만 골괴사 치료 후 골신티그라피를 이용한 추적검사에서 골신티그라피 소견과 예후와의 상관 관계에 대한 연구는 많지 않다. 이에 저자들은 대퇴골두의 무혈관성 괴사를 다발성 천공술이나 혈관부착 골이식술로 치료한 후, 병변의 치유과정 평가에서 바늘구멍 골신티그라피의 소견과 치유과정과의 관계를 분석하여 바늘구멍 골신티그라피의 유용성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

1993년부터 1998년 5월까지 대퇴골두 무혈관성 괴사로 진단되고, 다발성 천공술이나 혈관부착 골이식술을 시행하여 치료한 환자 중 바늘구멍 골신티그라피를 이용하여 추적검사한 16명 21병소를 대상으로 하였고, 이들은 수술 후에 시행한 조직검사에서 대퇴골두 무혈관성괴사로 확진 되었고, Ficat 병기 분류상 Ⅰ기는 8병소, Ⅱ기 3병소, Ⅱa기 3병소, Ⅱb기 5병소, Ⅲ기 2병소였다. 성별은 남자가 11명 14병소였고, 여자가 5명 7병소였다(Table 1). 연령은 20~64세(평균 39.4)였다. 대상 환자들의 원인 질환은 외상 4명, 전신성홍반증 4명, 만성 신부전 3명, 알코올중독증 2명, 심부정맥혈전증 1명, 원인미상이 2명이었다. 환자들은 다발성 천공술을 시행한 경우가 14병소, 혈관부착 골이식술을 시행한 경우가 7병소였다.

2. 방 법

골신티그라피는 Tc-99m HDP, 740 MBq을 정맥주사한 다음 2~3시간 후에 영상을 얻었고, 대퇴골두는 직경 3.5 또는 4 mm 바늘구멍조준기로 50만 카운트 영상을 얻었다. 수술 전 골신티그라피는 치료 전 1~3개월 사이에 시행하였다. 수술 후 첫 번째 검사는 수술 후 1~3개월 사이에 같은 방법으로 시행하였으며, 그 이후 추적검사는 1~4회(평균: 2.7회)로 2~4년 간에 걸쳐 시행하였다. 영상의 판독은 3인이 독립적으로 하였고, 판정이 일치하지 않은 경우는 3명의 판독자가 협의하여 판정하였다.

치료 후 추적검사상 인공관절치환술을 요하는 경우를 예후가 좋지 않다고 판정하였고, 인공관절 치환술 없이 환자의 통증이 개선된 경우가 예후가 좋은 것으로 판정하였다.

3. 분석 방법

수술 전 검사와 수술 후 검사에서 보였던 유형들을 환자의 예후와 비교 분석하였다. 유형간의 통계적인 유의성은 Fisher's exact test를 이용하였고 p값

이 0.05 미만인 경우를 유의하다고 판정하였다.

결 과

대퇴골두 무혈관성 괴사 환자에서 시행한 바늘구멍 골신티그라피 소견은 주로 냉소 주위에 보이는 열소 모양의 주된 소견을 중심으로 3가지 유형으로 나눌 수 있었다. 첫 번째 유형은 냉소 주위로 곡선 모양의 방사능 집적이 있는 곡선 유형(curvilinear), 두 번째 유형은 냉소 주위로 얼룩진 방사능 집적이 산재되어 있는 산재 유형(scatterd), 마지막 유형은 위의 두 유형으로 분류하기 힘든 경우로 미결정 유형(undetermined)으로 분류하였다. 이 3가지 유형들로 분류한 판독의 일치율은 곡선 유형의 경우는 91%, 산재 유형은 83%, 미결정 유형은 75%로 유형별로 차이를 보였다(Table 1).

수술 전 바늘구멍 골신티그라피의 유형은 곡선 모양의 방사능 집적을 보인 유형이 9예였고, 산재 유형은 6예, 미결정 유형은 6예였다. 이 중 11예는 수술 전후가 같은 유형으로 나타났으나, 10예에서는 수술 전후의 유형이 다르게 나타났다. 수술 후 검사에서는, 첫 번째 유형인 냉소 주위에 곡선 모양의 방사능 집적이 있는 유형(Fig. 1)은 11예였고, 추적 검사상 10예는 열소의 방사능 집적정도가 강해지고 범위도 넓어졌으며, 냉소는 줄어들었고 인공치환술을 시행하지 않았다. 그러나 1예는 소견의 변화가 거의

Table 1. *Clinical & Pinhole Bone Scintigraphic Findings (PBS) before and after Multiple drilling (MD) or Vascularizd Bone Graft (VBG) in Patients with Avascular Necrosis of Femoral Head*

Post-operative PBS patterns	Sex/Age	Cause	Ficat stage	Operation	Follow-up Total Hip Arthroplasty	Pre-operative PBS patterns
Curvilinear	F/33	SLE*	Ⅱa	MD	No	Undetermined
	F/33	SLE	Ⅰ	MD	No	Curvilnear
	F/28	CRF†	Ⅱa	MD	No	Curvilnear
	M/28	CRF	Ⅰ	MD	No	Scattered
	M/55	CRF	Ⅲ	MD	No	Curvilinear
	M/55	CRF	Ⅱa	MD	No	Undetermined
	F/39	Trauma	Ⅱb	VBG	No	Scattered
	M/39	Trauma	Ⅰ	VBG	Yes	Curvilinear
	F/28	DVT‡	Ⅰ	VBG	No	Curvilinear
	F/28	DVT	Ⅰ	MD	No	Undetermined
	M/29	Unknown	Ⅱ	VBG	No	Curvilinear
Scattered	M/30	SLE	Ⅰ	MD	Yes	Scattered
	M/57	SLE	Ⅱb	VBG	Yes	Curvilinear
	M/56	Trauma	Ⅱb	MD	Yes	Scattered
	M/56	Trauma	Ⅰ	MD	Yes	Curvilinear
	M/57	Alcohol	Ⅱb	MD	Yes	Undetermined
	M/34	Unknown	Ⅱ	VBG	Yes	Scattered
Undetermined	F/21	SLE	Ⅱb	VBG	Yes	Undetermined
	M/32	SLE	Ⅲ	MD	No	Scattered
	M/39	Trauma	Ⅰ	MD	Yes	Undetermined
	M/50	Alcohol	Ⅱ	MD	No	Curvilinear

* Systemic lupus erythematosus
† Chronic renal failure
‡ Deep vein thrornbosis

없었고 증상도 호전되지 않았고 경과 관찰 중 인공치환술이 시행되었다. 두 번째 유형인 냉소 주위로 얼룩진 방사능 집적이 산재되어 있는 유형(Fig. 2)은 6예였고, 추적검사상 열소와 냉소의 변화가 거의 없었으며, 경과 관찰 중 모든 예에서 인공치환술이 시행되었다. 세 번째 유형은 위의 두 가지 유형으로 분류할 수 없었던 미결정 유형(Fig. 3)으로 4예였고, 추적검사상 열소의 방사능 집적정도나 범위, 냉소부위의 범위 변화 등은 다양하게 나타났고 예후 역시 다양하여, 2예는 예후가 좋았지만 나머지 2예는 인공치환술이 시행되었다(Table 1). 한편 수술 후 1 3개월 사이에 시행한 바늘구멍 골신티그라피의 유형은 이후에 시행한 추적검사와 비교하여 모든 유형에서 변하지 않았다.

수술 방법과 병기, 수술 전 검사에서 보인 골신티그라피의 유형은 수술 후 환자의 예후와 관련이 없었다($p>0.05$). 그렇지만 수술 후 검사에서 보인 골신티그라피의 유형 즉 곡선모양과 산재 유형에 따라서 인공치환술을 요하는 환자의 예후는 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).

고 찰

골괴사는 병의 진행에 따라 여러 단계로 분류할 수 있다. 첫 단계에는 조혈요소 특히 골수지방의 사망이 나타나고 무혈성 부위와 충혈된 조직이 보인

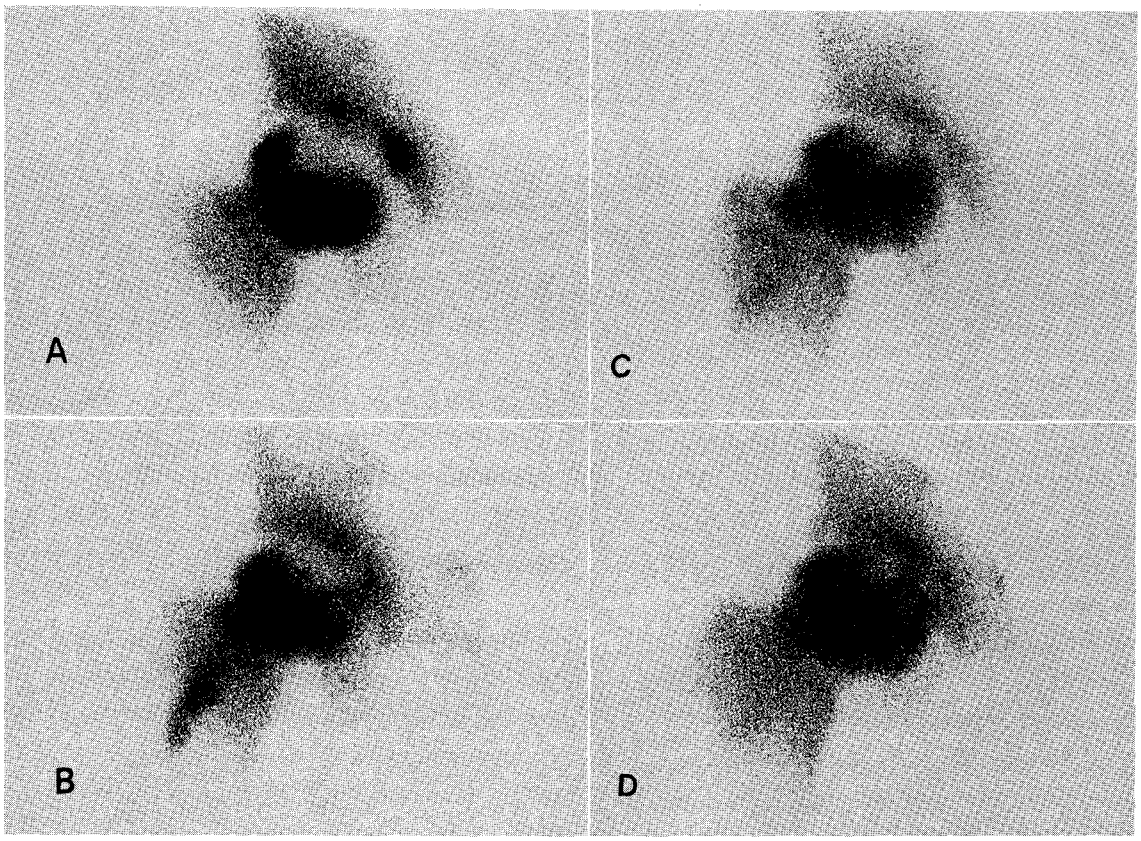

Fig. 1. Curvilinear pattern on pinhole bone scintigraphy in a 28-year-old women with chronic renal failure, who underwent multiple drilling for the avascular necrosis of femur head. The pre-operative (1A) and post-operative (1 month, 1B) pinhole bone scans show curvilinear hot uptake around cold area at the right femoral head. Follow-up post-operative (6 months, 1C; 18 months, 1D) pinhole bone scans demonstrate further increase in the extent of curvilinear hot uptake.

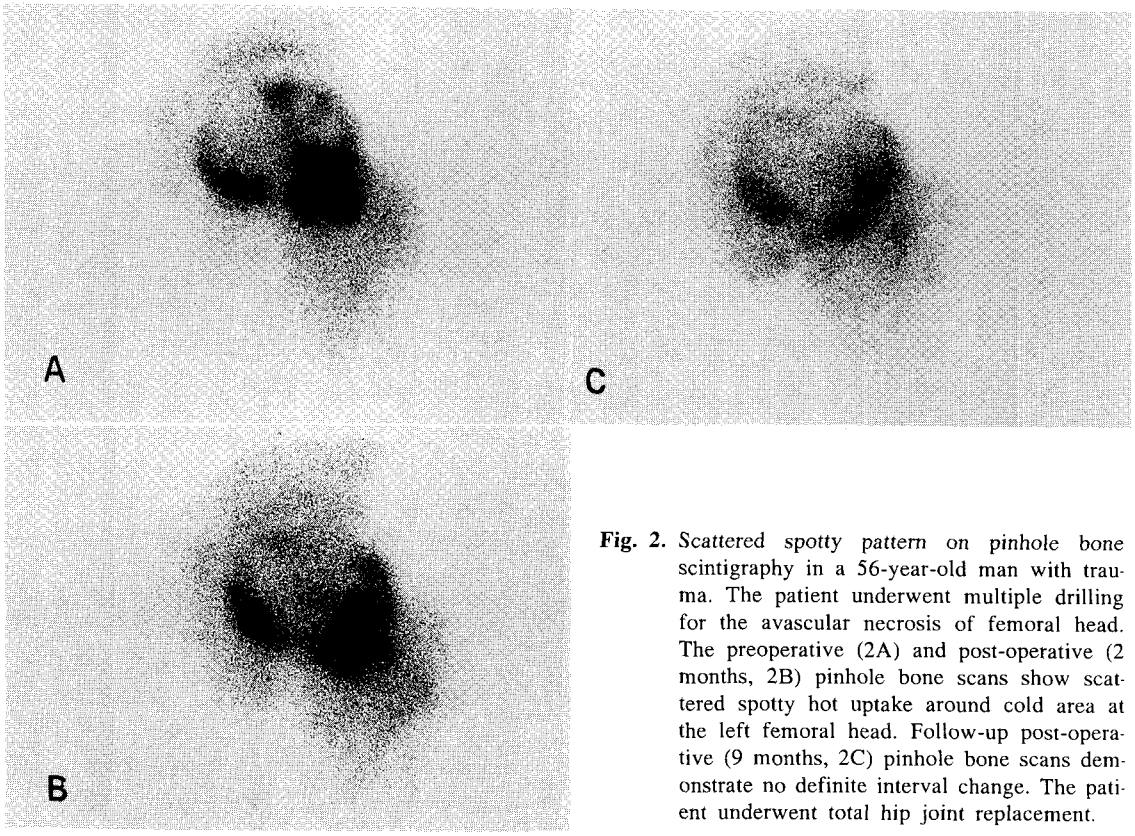

Fig. 2. Scattered spotty pattern on pinhole bone scintigraphy in a 56-year-old man with trauma. The patient underwent multiple drilling for the avascular necrosis of femoral head. The preoperative (2A) and post-operative (2 months, 2B) pinhole bone scans show scattered spotty hot uptake around cold area at the left femoral head. Follow-up post-operative (9 months, 2C) pinhole bone scans demonstrate no definite interval change. The patient underwent total hip joint replacement.

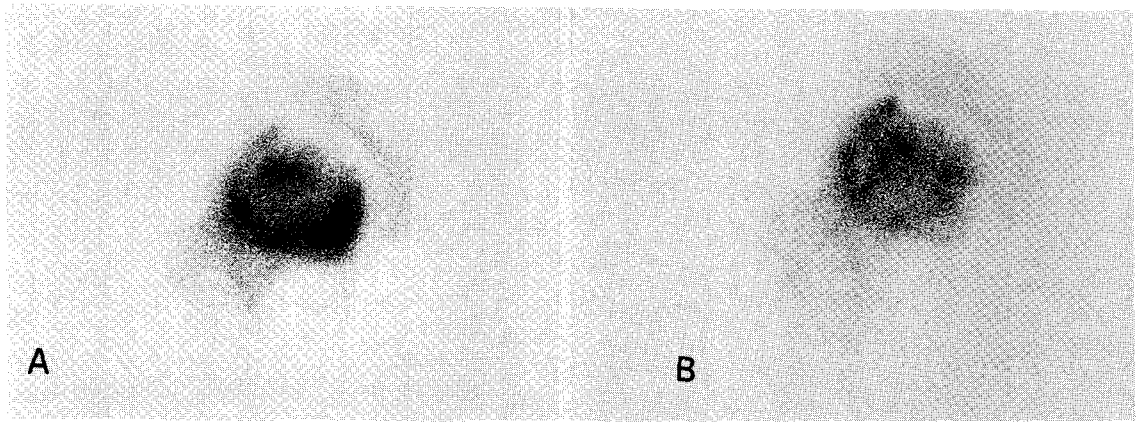

Fig. 3. Undetermined pattern on pinhole bone scintigraphy in a-39-year-old man with avascular necrosis of femur head after trauma. The pre-operative pinhole bone scan (3A) shows a curvilinear hot uptake around cold area at the right femoral head and spotty hot uptakes within cold area. Post-operative (2 months, 3B) pinhole bone scan shows diminished extent of the hot uptake area.

다. 2단계는 허혈 부위에 염증 세포들이 모이고 혈관이 확장되고 충혈이 일어난다. 3단계는 골괴사 부위와 생존 부위 사이의 반발성 접점(reactive interface)이 나타난다. 4단계는 이 부위가 회복된다. 이

시기에 관절의 비틀림이나 대퇴골두의 와해 등은 일어나지 않는다. 마지막으로 5단계는 골소주의 재흡수가 계속 일어나고, 반월상 징후와 관절의 와해가 나타난다.[10]

골괴사의 초기 진단에 골신티그라피가 유용하게 사용되는데, 대퇴골두에 혈류의 공급이 중단되면 골두 내에 방사능 집적이 감소되거나 냉소가 나타나며, 이 부위는 허혈 상태를 의미한다.[11] 이 소견은 민감도는 매우 높지만, 골신티그라피상 냉소는 감염, 골수종, 골전이, 혈관종, 방사선조사 등에 의해서도 나타날 수 있기 때문에 특이도는 높지 않다. 그러나 냉소주위에 재생골이 활성화되어 관절의 활막이나 비구개에도 변화가 일어나고 방사능의 집적이 증가하게 된다.

골괴사는 병기에 따라 치료 방법이 달라질 수 있는데, 수술적 치료의 결정에는 임상적, 병리학적 병기의 결정이 매우 중요하다. 골괴사 병기에 따른 치료에는 Ficat[12]의 연구 결과가 많이 이용된다. Ficat 병기상 1~2기의 경우는 가역적인 골괴사로 대증적인 치료나 자가골 이식을 하게 되고 더불어 근경상 이식 골편술, 골절단술, 혈관부착골이식술 등이 사용된다. 이 경우 85~90%에서 좋은 예후를 보였다. 병기 3이상인 경우는 대개 전체 인공관절치환술이 많이 사용된다.

다발성 천공술과 골이식술은 외상에 의한 골 손상 치료, 종양에 의한 골의 침범, 선천적인 결손의 대치 또는 미용목적으로 사용된다. 다발성 천공술은 골괴사 부위에 여러 개의 구멍을 뚫고 혈류가 중단된 골에 재개통을 위한 경로를 만들어 주어 치료하는 방법이다. 골이식술은 동종이식과 자가골 이식이 주로 이용되고, 이식된 골이 혈류를 받기 위해서는, 이식 받는 부위의 동맥과 미세 연결이 일어나고, 혈관을 통해 영양분이 이동하여 혈관이 부착되어 치료된다.[13]

대퇴골두는 주로 외골단동맥과 상지대동맥에서 혈류를 공급받는데 이 혈관들은 골두 하부의 대퇴내회선동맥과 풍부하게 문합되어 있다. 대퇴골두에 발생하는 골괴사는 주로 외골단동맥과 상지대동맥이 폐쇄되어 나타나며, 골괴사는 대퇴내회선동맥과의 문합 부위를 통한 재관류가 활발해져 회복된다고 알려져 있다.[14]

Hasegawa 등[15]은 대전자횡단 절골술을 시행한 대퇴골두의 골괴사 환자에서 수술 후 3개월에 얻은 골신티그라피상, 냉소 부위가 큰 경우는 골괴사가 회복된 후에도 골두의 압궤가 나타났고 냉소가 없었던 부위는 압궤가 나타나지 않아, 골신티그라피가 수술 후 압궤의 발생 예측에 도움을 주는 것으로 보고하였다. 또한 김 등[16]은 혈관 부착 비골이식술로 치료한 대퇴골두 골괴사 환자에서 골신티그라피를 시행하여 치료과정의 시기별 소견을 분석한 결과 괴사부위에 해당하는 냉소의 크기가 점차로 감소하고 주변에 방사능 집적이 증가되어 치유되는 것으로 보고하였다.

본 연구에서는 수술 후 1~3개월 사이에 시행한 골신티그라피의 소견이 수술 후 예후와 유의한 상관관계가 있음을 알 수 있었다. 곡선 유형은 주로 골괴사의 일반적인 회복 과정으로 알려진 대퇴골두의 주된 혈액 공급원인 상지대동맥과 대퇴내회선동맥과의 재문합을 수술적 치료로 활성화시켜, 냉소 주위로 혈류의 공급이 원활해져 곡선형의 방사능 집적이 보이는 것으로 생각되고 따라서 예후가 좋게 나타났다. 산재 유형은 수술적 치료로도 상지대동맥과 대퇴내회선동맥과의 재문합을 활성화시키지 못하여 다른 부혈류들이 자라들어오기는 하지만 혈류공급은 원할 하지 못하여, 얼룩진 방사능 집적이 산재되어 나타나는 것으로 생각되며 예후도 좋지 않았다. 또한 수술 전 소견의 유형과 예후와의 상관관계는 발견할 수 없었고, 수술 전 유형은 수술 후 변화되기도 하기 때문에 수술 전 유형만으로는 예후 판정을 할 수 없었다.

결론적으로 대퇴골두의 골괴사 환자에서 다발성 천공술이나 혈관부착 골이식술로 치료한 경우 수술 후 1~3개월 사이에 시행한 바늘구멍 골신티그라피는 환자의 예후를 판단하는 데 좋은 지표가 될 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

목적: 대퇴골두의 무혈관성괴사에서 치료 후 치유되는 과정의 평가는 매우 중요하다. 그러나 무혈관

성괴사의 치료에 대한 병리학적 변화를 단순방사선 촬영만으로 평가하기에는 어려움이 있다. 이에 저자들은 무혈관성괴사에서 바늘구멍 골신티그라피 소견과 병변의 치유과정과의 관계에 대해 비교 분석하였다. **대상 및 방법**: 조직학적으로 대퇴골두 무혈관성 괴사로 진단된 환자 16명의 21예의 대퇴골두 병소(남자: 11명 14예, 여자: 5명 7예, 평균나이: 39.4세)를 대상으로 하였다. 다발성 천공술은 14예, 혈관부착 골이식술은 7예에서 시행하였다. 바늘구멍 골신티그라피를 얻었고, 골신티그라피는 치료 전 1-3개월 사이에, 수술 후 첫 번째 검사는 1～3개월 사이에, 그 이후 추적검사는 1～4회(평균: 2.7)로 2～4년간에 걸쳐 시행하였고, 이 소견을 환자의 임상경과와 비교 분석하였다. **결과**: 추적 검사상 보이는 소견을 괴사부위의 냉소와 그 주위의 방사능집적의 유형에 따라 분류하였는데, 이들 소견은 서로 혼재 되어 있는 경우가 많아 주된 소견을 중심으로 3가지 유형으로 나누었다. 첫 번째 유형은 냉소주위에 곡선모양의 방사능집적이 있는 유형으로 11예였고, 이후의 추적검사상 10예는 열소는 넓어지며 냉소는 줄어들었다. 1예는 소견의 변화가 없었으며 인공치환술을 시행하였다. 두 번째 유형은 냉소주위로 산재된 모양의 방사능집적이 보이는 유형으로 6예였고, 이후의 추적검사상 열소와 냉소의 변화가 거의 없었으며 경과가 좋지 않아서 모두 인공치환술이 시행되었다. 나머지 4예는 위의 두 가지 유형으로 분류할 수 없었던 경우로 2예는 경과가 좋았고 다른 2예는 경과가 좋지 않아 인공치환술이 시행되었다. 골신티그라피 소견에 따라서 인공치환술을 요하는 환자의 예후는 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). **결론**: 대퇴골두무혈관성 괴사 환자에서 치료 후 1～3개월 사이에 시행한 바늘구멍 골신티그라피에서 보인 소견이 치료 후 병변의 치유과정을 예측하는 데 유용한 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1) Leventhal GH, Dorfman HD. Aseptic necrosis of bone on systemic lupus erythematous. *Can Med Assoc J* 1974;111:781-4.
2) William PL, Corbett M. Avascular necrosis of bone complicating corticosteroid replacement therapy. *Ann Rheum Dis* 1983;42:276-9.
3) Langerits P, Buskila D, Stewart J, Sherrard DJ, Hercz G. Osteonecrosis on patients receiving dialysis: Report of two cases and review of the literature. *J Rheumatol* 1990;17:402-6.
4) Murray WR. Hip problems with organ transplants. *Clin Orthop* 1973;90:57-69.
5) Swiontkowski MF, Hansen ST. Percutaneous Neufeld pinning for femoral neck fractures. *Clin Orthop* 1986;206:113-6.
6) Leach RE, Baskies A. Alcoholism and its effect on the human hip. *Clin Orthop* 1973;90:95-9.
7) Chand CC, Greenspan A, Gershin ME. Osteonecrosis: Current perspectives on pathogenesis and treatment. *Semin Arthritis Rheum* 1993;23:47-69.
8) Malizos KN, Soucacos PN, Beris AE. Osteonecrosis of the femoral head. Hip salvaging with implantation of a vascularized fibular graft. *Clin Orthop* 1995;176:161-6.
9) Maillefert JF, Toubeau M, Piroth C, Piroth L, Brunotte F, Tavernier C. Bone scintigraphy equipped with a pinhole collimator for diagnosis of avascular necrosis of the femoral head. Clin *Rheumatol* 1997;16:372-7.
10) Resnick D, Niwayama G. Diagnosis of bone and joint disorders. In: Sweet DE, Madewell JE, editors. *Pathogenesis of osteonecrosis.* 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 1988. p. 3188-237.
11) Manaster BJ, Coleman DA, Bell DA. Pre- and postoperative imaging of vascularized fibular grafts. *Radiology* 1990;176:161-6.
12) Ficat RP. Idiopathic bone necrosis of the femoral head. Early diagnosis and treatment. *J Bone Joint Surg Br* 1985;67:3-9.
13) Urbaniak JR, Coogan PG, Gunneson EB, Nunley JA. Treatment of osteonecrosis of the femoral head with free vascularized fibular grafting. A long-term follow-up study of one hundred and three hips. *J Bone Joint Surg Am* 1995;77:681-94.
14) Terry RY, Lindsay JR. Essentials of skeletal radiology. In: Lindsay JR, Terry RY, editors. *Hematological and Vascular Disorders.* 2nd ed. Baltimre: Williams & Wilkins; 1996. p. 1243-326.
15) Hasegawa Y, Matsuda T, Iwasada S, Iwase T, Kitamura S, Iwata H. Scintigraphic evaluation of transtrochanteric osteotomy for osteonecrosis of the femoral head. *Arch Orthop Trauma Surg*

1998;117:23-6.

16) Kim HM, Choi MG, Lee GH, Jung CH, Cho HR, Sung MS. Changes of Tc-99m-HDP bone scan findings in avascular necrosis of the femoral head treated with vascularized fibular graft. *J Korean Orthoped Assoc* 1997;32:237-42.