

대퇴경부 골절후 골두 무혈성 괴사 조기 진단을 위한 골 스캔

경희대학교 의과대학 정형외과학교실

김봉건 · 유명철 · 장성근 · 이강일

= Abstract =

Early Detection of Viability of the Femoral Head by ^{99m}Tc-MDP Bone Scan in Femoral Neck Fracture

Bong Kun Kim, M.D., Myung Chul Yoo, M.D., Seong Geun Jang, M.D. and Kang Ill Lee, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine Kyung Hee University, Seoul, Korea

After femur neck fracture, many techniques have been known for early detection of the viability of the femoral head which is very important to decide method of treatment.

At the present time, bone scan with ^{99m}Tc-MDP is the best available radioisotope for use in scanning, because it is very sensitive, non-invasive and simple, minimal radiation dose, easily reproducible. Bone scanning was carried out in 18 cases of femur neck fractures from July, 1981 to October, 1982 in Kyung Hee University Hospital.

The results were as follows :

1. In twelve cases in which radiological confirmation of viability of the femoral head was difficult to make, we could confirm the presence or absence of vascularity of femoral head using bone scan.
2. Six cases which were considered to have vascular impairment to the femoral head radiologically, were identified to have vascular impairment to the femoral head by bone scan and these were evidenced by operative findings and by histology of biopsy specimen.
3. In fresh fractures, we identified the vascular impairment by the bone scan minimally 5 days after injury.
4. In old fractures, we could confirm the viability of the femoral heads by bone scan.
5. Bone scan is considered to be the excellent technique for early detection of the vascular impairment to the femoral head after femur neck fractures.

Key Words : Bone Scan, Viability of head, Femur neck fracture.

I. 서 론

대퇴경부 골절후 골두의 무혈성 괴사(avascular necrosis)는 빈발하는 무서운 합병증중의 하나이다. 이러한 골두의 무혈성괴사는 조직학적으로 골조직의 상당 부분이 괴사에 빠져야 증세가 나타나고 또한 단순 X—선상 무혈성 괴사의 소견을 인지하려면 대퇴골두의 혈류장애가 초래된후 최소한 4 내지 6 개월의 기간이 소요된다. 종래에는 외상후 골두 무혈성 괴사를 발견하기 위하여는 대부분 주기적인 단순 X—선 촬영에만 의존하여 왔다. 대퇴경부 골

절 치료후 무혈성 괴사의 병발 유무 또는 진구성 골절시 대퇴골두의 생존 여부의 판정등은 향후 치료 방법의 결정에 중대한 영향을 미치게 되므로 이러한 무혈성 괴사의 조기 진단은 임상적으로 지대한 의미를 갖게 된다. 1971년 Subramanian과 McAfee³¹⁾가 ^{99m}Tc-Polyphosphate를 이용한 골 스캔의 도입후 골 스캔의 임상적 응용이 널리 보급되었다. 특히 골 스캔을 이용한 대퇴골두 무혈성 괴사의 조기 진단은 많은 관심의 대상이 되었던 바, 본 경희대학교 의과대학 정형외과학교실에서는 대퇴경부 골절 환자중 1981년 7 월부터 1982년 10월까지 임상

적 또는 X-선상으로는 골두의 생존 여부에 대한 판정이 확실치 않았던 경부 골절에서 ^{99m}Tc -MDP (methylene diphosphate)를 이용한 골 스캔을 시행하여 치료의 지침으로 삼을 수 있어 그 가치가 인정되었다고 사료된다. 18례에 대한 분석 결과를 보고하는 바이다.

II. 조사대상

1981년 7월부터 1982년 10월까지 대퇴경부 골절로 경희대학교 의과대학 부속병원 정형외과에서 입원치료를 받았던 환자중 수술전 대퇴골두의 생존여부를 확인하기 위해 골 스캔을 시행한 후 수술시나 병리조직 검사로 대퇴골두의 생존여부를 확인할 수 있었던 환자 18례에 대하여 조사하였다.

III. 자료분석

1. 연령, 성별분포 및 골절원인

전체 18례중 남녀의 비율은 남자 7명, 여자 11명이었으며 연령 분포는 18세에서 79세까지 평균 53세로 40대 이상이 13명으로 전체의 72.4%를 차지하였다. 골절의 원인을 손상 기전별로 보면 전도가 10례로 가장 많았고 그외에 추락사고 7례, 교통사고 1례 이었다.

2. 골절의 분류

골절의 분류는 골절의 위치에 따른 분류와 대퇴

골의 장축에 수직인 선이 골절면과 이루는 각을 이용한 PauWell의 분류, 대퇴골 간부의 골 피질면과 내측 압박 소주군이 이루는 각을 이용하여 골절의 전위도에 따라 분류한 Garden¹⁰⁾의 분류가 있으나 저자들은 골절위치 및 전이 정도에 따라 분류한바, Subcapital Fx. 10례, Trans-cervical Fx. 7례, Basicervical Fx. 1례로 Subcapital Fx. 가 제일 많았고 전이정도에 따른 분류에 의하면 Stage II가 2례, Stage III 7례, Stage IV 9례로 Stage IV가 가장 많았다(Table 1).

3. 수상후 골 스캔까지의 경과시간

수상후 골 스캔을 시행한 시간은 최단 5일에서 최장 10개월까지 였으며 수상후 2주이내가 7례, 2주에서 6개월사이가 6례, 6개월이상 경과한 경우가 5례였다.

Table 1. Classification of fracture by displacement (By Garden)

Stage	No. of case	%
I	0	0
II	2	11
III	7	39
IV	9	50
Total	18	100

Fig. 1. (Case No. 1). (A) In this post-trauma 5th day film, the displaced, comminuted fragment was noticed and the fx. was classified as stage IV but the viability of femoral head could not be identified. (B) In this post-trauma 5th day bone scan film, increased density was noticed at the fx. site of left femur neck but no radio-activity was noticed at the femoral head, which represented the impairment of the vascularity to head. (C) This pt. was treated by multiple pinning and m. bone pedicle graft to improve the vascularity to femoral head and stability of fx. site.

Fig. 2. (Case No. 2). **(A)** In this post-trauma 7th day film, displacement at the fx. site was noticed and the fx. was classified as stage IV but the viability of femoral head could not be identified. **(B)** In this post-trauma 7th day bone scan film, increased density was noticed at the fx. site of left femur neck but no radio-activity was noticed at the femoral head, which represented the impairment of the vascularity to head. **(C)** This pt. was treated by A-M prosthetic replacement. **(D)** This biopsy specimen revealed destruction of normal trabecular pattern and necrosis and no bleeding of femoral head was noticed during operation.

Fig. 3. (Case No. 3). **(A)** In this post-trauma 7th day film, displacement at the fx. site was noticed and the fx. was classified as stage IV but the viability of the femoral head could not be identified. **(B)** In this post-trauma 7th day bone scan film, increased density was noticed at the fx. site of left femur neck and increased radioactivity was noticed at the femoral head, which represented intact vascularity to the femoral head. **(C)** This pt. was treated by multiple pinning and m. bone pedicle graft to improve the vascularity to femoral head and stability of fx. site.

IV. 증례분석

다음은 18례중 특히 단순 X—선 촬영 소견상 대퇴골부의 생존여부를 명백히 판정할 수 없었던 레 중에서 신선골절 2례 진구성 골절 4례에 대하여 X—선 소견과 골 스캔 소견을 비교 분석하였다.

증례 1 : 이 ○○, 38세, 남자

추락사고로 Transcervical, Garden's Classification Stage IV의 전이 골절로 수상 5일후 단순 X—선 촬영 소견상 대퇴골두의 생존여부를 정확히 인지할 수 없으나 골 스캔상 대퇴골두의 혈류장애 소견을 보이며 대퇴골 경부 후내방부에 분쇄골절을 동반하고 있어 대퇴골두의 혈류 상태를 개선하고 골절 부위의 안정을 얻기 위해 muscle bone pedicle graft을 이용한 술식으로 치료하였다(Fig. 1).

Fig. 4. (Case No. 4). (A) In this post-trauma 2 m. film, displacement at the fx. site was noticed and the fx. was classified as stage IV but the viability of the femoral head could not be identified. (B) In this post-trauma 2 m. bone scan film, increased density was noticed at the fx. site of left femur neck and increased radioactivity was noticed at the femoral head, which represented intact vascularity to the femoral head. (C) This pt. was treated by multiple pinning and m. bone pedicle graft to improve the vascularity to femoral head and stability of fx. site.

증례 2 : 장 ○○, 68세, 남자

교통사고로 Transcervical, Gardens' Classification Stage IV의 전위 골절로 수상 7일후 단순 X-선 촬영상 대퇴골두의 생존여부를 정확히 알 수 없으나 골 스캔상 대퇴골두에 혈류장애의 소견을 보여 고관절 부분 치환술을 시행하였으며 수술 소견 및 병리조직 검사상 무혈성 괴사의 소견이 증명되었다(Fig. 2).

증례 3 : 장 ○○, 43세, 남자.

동측의 친구성 경골 및 비골 골절로 PTB(patella tendon bearing) Cast 후 목발 보행중 전도로 인한 Transcervical, Gardens' Classification Stage IV의 전위 골절로 수상 7일후 시행한 단순 X-선 소견상 골두의 생존여부를 인지할 수 없으나 대퇴골 경부의 후내방부에 분쇄골절의 소견을 보였으며 골 스캔상 골두의 혈류 장애 소견을 보여 muscle bone pedicle graft을 이용한 술식으로 치료하였다(Fig.3).

증례 4 : 장 ○○, 57세, 여자

뇌졸중의 후유증으로 기인된 좌측 부전마비로 미끄러져 Transcervical, Gardens' Classification Stage III의 전위골절로 수상 2개월후 시행한 단순 X-선 소견상 골두의 생존여부가 확실치 않았으며 골 스캔상 골두의 혈류 장애가 없음을 인지할 수 있어 골절 부위의 유합 상태를 촉진시키고 골두의 혈류를 개선하기 위해 muscle bone pedicle graft을 이용한 술식으로 치료하였다(Fig. 4).

증례 5 : 장 ○○, 62세, 여자

추락사고로 Subcapital, Gardens' Classification Stage III의 전위 골절로 타 병원에서 보존적 요법으로 치료 받은후 계속 환부의 동통 및 운동제한을 호소하여 본 병원으로 전원된 환자로써 수상 10개월 후 시행한 단순 X-선 소견상 골절 부위에 부전유합을 보이나 대퇴골두의 생존여부를 알 수 없어 골 스캔을 시행한 결과 대퇴골두의 혈류장애 소견은 보이지 않아 골절부의 유합을 촉진시키고 골두의 혈류 상태를 개선 하기 위해 muscle bone pedicle graft을 시행하였다(Fig.5).

증례 6 : 이 ○○, 62세, 여자

전도에 의한 Transcervical, Gardens' Classification Stage IV의 전위 골절로 타 병원에서 전원된 환자로 수상 4개월후 시행한 단순 X-선 소견상 골절 부위는 골 흡수 소견을 보이고 골두에는 골경화 현상을 나타내어 골두의 무혈성 괴사가 의심되었으며 골 스캔상 소견에서도 cold area를 나타내어 역시 골두의 혈류장애가 있는것으로 확인되어 고관절 부분 치환술을 시행하였다(Fig. 6).

V. 골 스캔의 판독 및 결과

1. 수상시기와 골 스캔과의 관계

수상후 최단 5일에서 14일까지 비교적 초기에 골 스캔을 할 수 있었던 신선 골절환자 7례중 단순 X

Fig. 5. (Case No. 5). **(A)** In this post-trauma 10 m. film, non-union at the fx. site of left femur neck was noticed but there was no difference of radiodensity between the proximal and the distal fx. site and the viability of the femoral head could not be identified. **(B)** In this post-trauma 10 m. bone scan film, increased density was noticed at the fx. site of left femur neck and greater trochanter, and increased radioactivity was noticed at the femur head, which represented the intact vascularity to the head. **(C)** This pt. was treated by multiple pinning and m. bone pedicle graft to improve the vascularity to femoral head and stability of fx. site.

Fig. 6. (Case No. 6). **(A)** In this post-trauma 4 m. film, bone resorption at the fx. site and avascular necrosis of the femoral head was noticed. **(B)** In this post-trauma 4 m. bone scan film, increased density was noticed at the fx. site of right femur neck but much decreased radioactivity was noticed at the femoral head, which represented the impairment of vascularity to the head. **(C)** This pt. was treated by Thompson prosthetic replacement. **(D)** This biopsy specimen revealed destruction of normal trabecular pattern and necrosis and no bleeding of femoral head was noticed during operation.

—선상에서 전혀 골두의 생존 여부를 인지할 수 없는 상태에서 골 스캔을 시행한 결과 7례 모두에서 골절부의 골두에 방사선 동위원소의 흡수가 되지 않는 골두의 혈류장애 소견을 나타냈다. 수상후 2주 이상, 6개월 이내에 내원된 환자는 6례였으며 2례는 고령으로 수상후 골절유무를 인지하지 못하여 방치되었었으며 3례는 보존적 방법으로 치료중 내원

되었고 1례에서는 타 병원에서 금속 내고정술후 계속적인 동통이 발생하여 수상 4개월만에 내원했던 레이다. 이들 6례중 3례에서는 단순 X—선상 골두의 변형과 골경화 현상을 보여 골두의 무혈성 괴사가 의심되었으며 골 스캔 소견에서 골절 부위에 방사성 동위원소 흡수가 현저하였으나 골두에는 건강한 측에 비해 흡수가 현저히 떨어진 혈류장애의

Table 2. Relation between the Radiologic Dx. and Bone scan Dx. after Femur neck Fx.

Duration after Fx.	No. of cases	Radiologic diagnosis		Bone scan diagnosis		
		Osteonecrosis	Unknown	Non-viable	Viable	Unknown
-2 wk	7	0	7	7	0	0
2 wk-6 M	6	3	3	3	3	0
6 M -	5	3	2	3	2	0

Table 3. Relation between the Radiologic Dx. and bone scan Dx.

Radiologic diagnosis	No. of cases	Bone scan diagnosis	No. of cases	Confirmed by gross finding or Biopsy	Diagnostic accuracy of bone scan
Unknown	12	Viable	5	5	100 %
		Non-viable	7	7	100 %

소견을 보였으며 나머지 3례에서는 단순 X-선상 생존여부가 분명치 않았고 골 스캔에서는 골절 부위에 방사성 동위원소 흡수 증가 및 골두의 방사성 동위원소 흡수가 건축과 동일한 소견을 나타내어 3례 모두에서 혈류장애가 없는 것으로 나타났다. 수상후 6개월 이상 경과한 환자는 5례로 이중 3례는 타 병원에서 골절정복 및 금속 내고정술 시행 후 계속적인 동통과 운동제한이 있어 내원된 환자로 단순 X-선상에서도 골두의 변형과 골경화 현상이 나타나 골두의 무혈성 괴사가 의심되었던 환자로 골 스캔상 골절부 및 대전자부에는 방사성 동위원소 흡수가 증가해 있으나 골두에는 흡수가 감소한 소견을 보여 혈류장애가 있음을 알 수 있었다. 1례에서는 타 병원에서 보존적 요법으로 치료받은 후 수상 10개월 만에 동통이 계속되어 내원된 환자로 단순 X-선 촬영상 골절부는 부전 유합의 소견을 보이고 있었으며 골두의 음영은 골절 원위부와 근위부의 density의 차이가 없었고 골두의 변형이나 골경화 현상은 나타나지 않아 골두의 생존 여부는 인지하기 힘들었다. 골 스캔상 골절선을 따라서는 방사성 동위원소의 흡수가 없는 Cold area를 보였으며 골절부 주위와 대전자부 및 골두에서는 흡수가 현저히 증가된 소견을 보여 골두에는 혈류장애가 없는 것으로 판단되었다. 나머지 1례에서는 역시 타 병원에서 보존적 치료 후 6개월 만에 전원된 환자로 단순 X-선상 골절부에 골절선은 분명하였으나 골두의 변형은 보이지 않아 골두의 생존 여부를 인지할 수 없어 골 스캔을 시행한 결과 혈류장애가 없음이 확인되어 보존적 치료를 계속하였다. 이와같이 신전골절에서는 물론 부전유합 소견을 보이는 진

구성 골절에서도 골두의 생존 여부를 확인한 후 이에 따른 적절한 치료를 할 수 있었다 (Table 2).

2. 골 스캔과 X-선 소견과의 비교

단순 X-선상에서 골두의 현저한 변형과 골경화 현상이 나타나 골두의 혈류장애가 있을 것으로 의심되었던 6례에서는 골 스캔상에서도 모두 혈류장애의 소견을 보였으며 단순 X-선상 골두의 변화가 없어 생존 여부를 인지하기 힘들었던 12례 중 5례에서는 골두의 혈류장애가 없음을 확인할 수 있었고 7례에서는 혈류장애가 있음을 확인할 수 있었다 (Table 3).

3. 신전골절 전위 정도에 따른 골두의 혈류 차단과 골 스캔과의 관계

단순 X-선상 골절의 전위가 심할수록 향후 골두 무혈성 괴사의 병발이 높다고 많은 학자들이 보고 하였듯이 저자들이 치험한 전위가 심한 신전골절로써 Garden씨 분류에 의한 Stage IV에 해당되는 7례에서 골절 후 2주 이내에 비교적 조기에 시행된 골 스캔에서 7례 모두가 골두에 혈류장애가 있음이 확인되어 전위 정도가 심할수록 골두의 혈류 차단과 밀접한 관련이 있음을 확인할 수 있었으며 골 스캔으로 조기에 혈류 차단 소견을 발견하여 이에 따른 적절한 치료 방법을 선택할 수 있었다. 7례 중 2례는 골두의 혈류를 개선하고 골절부의 안정성 증가 및 osteosynthesis를 촉진하기 위해 muscle bone pedicle graft를 시행하였으며 나머지 5례에서는 고관절 부분 치환술을 시행하였다.

VI. 총괄 및 고찰

정형외과 영역에서 대퇴 경부 골절후 대퇴골두의 생존여부를 알기위한 여러가지 검사 방법이 모색되어 왔고 이를 위한 간단하고 안전하며 정확하고 신뢰도가 높은 검사 방법을 찾는데 고심하였다. 대퇴 경부 골절은 그 해부학적 특이성 때문에 골절후 혈류장애를 많이 초래하며 혈류차단으로 인한 골두 괴사가 X-선으로 나타나는 시기는 최소한 4 개월 내지 6 개월의 기간이 소모된다³²⁾. 그러므로 경부 골절후 대퇴골두의 혈행상을 조기에 인지 한다는 것이 골절 치료 방법을 결정하고 그 예후를 판정하는데 결정적인 요인이 된다. 이러한 대퇴골두의 생존여부를 확인하고 진단하는 시도로서 1953년 Rook¹⁷⁾는 Arteriography, 1956년 Hulth^{9, 11, 12)}는 Venography를 이용했고 1972년 Pelz¹³⁾은 Intraosseous Pressure를 측정하여 생존여부를 알고자 시도하였으나 기술적인 문제와 판정의 어려움이 따르고 비용이 많이 들고 검사에 필요한 수술적 조작때문에 커다란 호응을 얻지 못했다. 이러한 단점을 피할수 있는 방법으로 1935년 Chiewitz²⁾ & Hevesy가 P³²를 이용하여 처음으로 방사선 동위원소에 의한 골 스캔을 시행한 후 1955년 Boyd⁴⁾가 P³²를, 1975년 D'Ambrosia⁷⁾는 F¹⁸, 1977년 Meyer²²⁾는 ^{99m}Tc Sulphar-Colloid를 이용한 골 스캔을 대퇴골두의 생존여부를 위한 진단에 도입 시켰다. 골 스캔은 비 침투성이며 안전하고 값이 저렴하여 인체에 독성이 적고 판독하는데 어려움이없어 비교적 손쉬운방법 이므로 최근 몇년을 통하여 크게 발전하여왔다^{5, 9, 14)}. 1971년 Subramanian과 McAfee³¹⁾에 의해서 처음으로 Triphosphate와 Stanous chloride를 결합시켜 얻은 핵제제가 아주 좋은 골 스캔을 나타낼 수 있다고 발표한 이래 ^{99m}Tc이 가장 좋은 핵제제 중의 하나로 각광을 받고 있다. ^{99m}Tc는 반감기가 6.04 시간으로 비교적 짧으며 140KV의 energy를 갖는 단순 감마선만을 방출하여 인체에 해가 적고 값이 저렴하여 광범위 하게 사용된다¹⁵⁾. 그후 많은 학자들이 ^{99m}Tc를 이용한 골스캔의 핵제제를 연구하여 ^{99m}Tc-Polyphosphate, ^{99m}Tc-Pyrophosphate, ^{99m}Tc-EHDP(Ethylene-hydroxy diphosphate)와 ^{99m}Tc-MDP(Methylene diphosphate) 등이 나왔다^{13, 14, 21, 22, 30)}. 이중 ^{99m}Tc-Diphosphate가 가장 좋은 골스캔의 핵제제로서 사용되는 이유는 첫째, 혈청 청소율이 polyphosphate나 pyrophosphate보다 신속하며, 둘째 골과 연조직의 비율이 ^{99m}Tc-polyphosphate는 1.7:1이고 ^{99m}Tc-Diphosphate는 6.6:1로

훨씬 높으며, 셋째 Diphosphate는 효소의 가수분해에 더 안정성이 있고, 넷째 Diphosphate가 독성이 매우 적다는 것등이다. ^{99m}Tc이 병변 부위에 흡수가 증가되어 나타나는 이유로는 1) 국소적인 혈류장애의 변화 2) 대사성 활동의 변화 3) 골 조직의 생성 4) 모세혈관의 투과성 5) 조직액의 분량에 따라 다르다는 여러가지 설이 있으나, 국소 혈류량의 변화가 널리 알려져 있다^{2, 30)}. 1980년 Greiff는 ^{99m}Tc-Diphosphonate를 이용한 골 스캔에서 골절 후 initial period에서 increase activity 혹은, Normal activity를 가진 사람에서는 late avascular necrosis는 절대오지 않는다고 보고 하였고 수술전 대퇴골두에 혈행장애가 인지된 환자 32명에 대해서 muscle bone pedicle graft를 이용한 술식으로 치료한 결과 1년 원격 추사에서 25명의 환자가 revascularization되는 것을 확인하였다. Meyer²²⁾에 따르면 대퇴경부 골절후 대퇴골두의 무혈성 괴사는 최소한 X-선상 징후가 보이기 약 1년전에 인지할 수 있다고 하였고 Greiff¹³⁾에 의하면, 대퇴경부 골절후 골두 무혈성괴사의 증거는 X-선상으로는 16.3 개월 ^{99m}Tc에 의한 골 스캔으로는 평균 1.2개월 후에 인지할 수 있다고 하였다. 저자들이 경험한 예 중 단순 X-선상 생존여부를 전혀 판단치 못했던 신선골절로는 수상 5 일후에 골 스캔 결과 골두에 혈류장애가 있음을 확인할 수 있었고 친구성 골절로는 수상 10개월후에 골 스캔상 골두에 혈류장애가 없음을 확인할 수 있었다. 이와같이 수상시간과 관계없이 국소 혈류 변화에 민감한 반응을 보이는 골 스캔이 최장 10개월까지의 부전 유합을 보이는 친구성 골절에서도 골두의 생존여부를 확인하여 치료하는데 커다란 도움을 얻을수 있었으며 특히 신 설골절에서 조기에 골스캔에 의한 골두의 혈류장애 유무를 판정하여 그에 적합한 치료를 함으로써 향후 발생될 무서운 합병증 중의 하나인 골두 무혈성 괴사나 부전유합을 사전에 막을 수 있어 임상적으로 커다란 의미가 있다고 사료된다.

VII. 결 론

저자들은 1981년 7월 부터 1982년 까지 임상적 또는 X-선상으로는 골두의 생존여부의 대한 판정이 확실치 않았던 12례와 이미 X-선상으로 골두의 무혈성 괴사를 의심할 만한 소견을 보인 6례에 대한 ^{99m}Tc-MDP(Methylene Diphosphate)를 이용한 골 스캔을 시행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. X-선상 골두의 생존여부를 인지하기 힘들었던 12례에 대한 골 스캔을 시행한 결과 전례에서 골

두 혈류장애 유무를 확인할 수 있었다.

2. X-선상으로는 혈류장애가 있을 것으로 의심되던 6례에서도 골 스캔상 대퇴골두의 혈행장애가 있음을 확인하였고 수술조건 및 병리조직 검사에서도 무혈성 괴사의 소견을 보였다.

3. 신전골절의 경우 최단 수상 5일후의 골 스캔에서 골두의 혈류장애 소견을 확인할 수 있었다.

4. 진구성 골절에서도 골두의 생존여부를 골 스캔으로 확인할 수 있었다.

5. 골 스캔은 경부골절후 조기의 골두 혈행장애 유무 진단에 아주 우수한 방법으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) Alavi, A., McCloskey, J.R. and Steinberg, M. E.: *Early detection of avascular necrosis of the femoral head by 99mTc-diphosphonate bone scan Clin. Orthop.* 127: 137-141, 1977.
- 2) Bisson, J.V. and Willian, J.: *Bone scan, in clinical perspective. Radiology.* 114: 225, 1975.
- 3) Boyd, H.B. and Calandruccio, R.A.: *Further observations on the use of radioactive phosphorus (p^{32}) to determine the viability of the head of the femur. J. Bone and Joint Surg.* 45-A: 446-459, 1963.
- 4) Boyd, H.B., Zilmersmit, D.B. and Calandruccio, R.A.: *The use of radioactive phosphorus (p^{32}) to determine the viability of the head of the femur, J. Bone and Joint Surg.* 37-A: 260-269, 1955.
- 5) Brady, L.W. and Croll, M.N.: *Clinical use of bone scanning. Skeletal Radiology.* 1: 164-167, 1977.
- 6) D'Ambrosia, R.D., Riggins, R.S., Stadalnik, R.C. and DeNardo, G.L.: *Vascularity of the femoral head. Clin. Orthop. and Related Research.* 121: 153-148, 1969.
- 7) D'Ambrosia, R.D., Riggins, R.S., DeNardo, S.J. and DeNardo, G.L.: *Fluoride-18 scintigraphy in avascular necrotic disorders of bone. Clin. Orthop.* 107: 146-155, 1975.
- 8) Eehgolm, A.: *Vascularization of the femoral head following fracture of the neck of the femur. Acta Orthop. Scand.* 41: 648-667, 1970.
- 9) Ell, P.J. and Raymond, J.: *Bone scanning: A review on purpose and method. Skeletal Radiology.* 1: 33-45, 1976.
- 10) Garden, R.S.: *Malreduction & avascular necrosis in subcapital fractures of the femur. J.B.J.S.* 53-B: 183, 1971.
- 11) Genant, H.K., Bautovich, G.J., Harper, P.V.: *Bone-seeking radionuclides: An in vivo study of factors affecting skeletal uptake. Radiology.* 113: 373-382, Nov. 1974.
- 12) Geslien, G.E., Thrall, J.H., Espinosa, J.L. and Older, R.A.: *Early detection of stress fractures using 99mTc-polyphosphate. Radiology.* 121: 683-687, 1976.
- 13) Greiff, J.: *Determination of the vitality of the femoral head with 99mTc-Sn-pyrophosphate scintigraphy. Acta Orthop. Scand.* 51: 109-117, 1980.
- 14) Greiff, J., Lanng, S., Hoilund-arsen, P.F., A.K. and Uhrenholdt, A.: *Early detection by 99mTc-Sn-pyrophosphate scintigraphy of femoral head necrosis following femoral neck fractures. Acta. Orthop. Scand.* 51: 119-125, 1980.
- 15) Henry, N.W.: *Principles of nuclear medicine.* pp. 703-709. Philadelphia, W.B. Saunders Company. 1980.
- 16) Holmquist, B. and Alffram, P.A.: *Prediction of avascular necrosis following cervical fracture of the femur based on clearance of radioactive iodine from the head of the femur, Acta Orthop. Scand.* 36: 62-69, 1965.
- 17) Hulth, A. and Johansson, S.G.: *Femoral head venography in the prognosis of fracture of the femoral neck. Acta. Chir. Scand.* 123: 387-297, 1962.
- 18) Hulth, A. and Johansson, S.G.: *Prediction of the viability of the femoral head in femoral neck fractures. Acta. Chir. Scand.* 129: 72-80, 1956.
- 19) Hulth, A. and Johansson, S.G.: *Interosseous phlebography and tracer injections in femoral neck fractures Angiography.* 21: 413-429, 1970.
- 20) Malmud, L.S. and Charkes, N.D.: *Bone scanning principles, techniques and interpretation. Clin. Orthop.* 107: 112-122, 1975.
- 21) McKinstry, P., Schnitzer, J.E., Light, T.R., Ogden, J.A. and Hoffer, P.: *Relationship of 99mTc-MDP uptake to regional osseous circulation in skeletally immature and mature doge.*

- Skeletal Radiology*. 8: 115–121, 1982.
- 22) Meyer, H.M., Telfer, N. and Moore, T.M. : *Determination of the vascularity of the femoral head with technetium 99m-sulphur-colloid* *J. Bone and Joint Surg.* 59-A: 658–664, 1977.
- 23) Moon, N.F., Dworkin H.J. and LaFleur, P.C. : *The clinical use of sodium fluoride F^{18} in bone photoscanning*. *J.A.M.A.* 204: 974–980, 10. Jun. 1968.
- 24) Mussbidsler, H.: *Arteriographic studies in fractures of the femoral neck and trochanteric region*. *Angiography*. 21: 385, 1970.
- 25) Ogden, J.A.: *Changing patterns of proximal femoral vascularity*. *J. Bone and Joint Surg.* 56-A: 941–950, 1974.
- 26) Protzman, R.R. and Burkhalter, W.E.: *Femoral neck fracture in young adults*. *J. Bone and Joint Surg.* 58-A: 689–695, 1978.
- 27) Riggins, R.S., DeNardo, G.L. D'Ambrosia, R. and Goldman, M.: *Assessment of circulation in the femoral head by F^{18} Scintigraphy*. *J. Nucl. Med.* 15: 183–186, 1974.
- 28) Rook, F.W.: *Arteriography of hip joint for predicting end results in intercapsular and intertrochanteric fractures of the femur*. *J. Surg.* 86: 404–409, 1953.
- 29) Siegel, B.A., Donavan, R.L., Alderson, P.O. and Mack, G.R.: *Skeletal uptake of $99mTc$ -Diphosphonate in relation to local bone blood flow*. *Radiology*. 120: 121–123. July 1976.
- 30) Stadalnik, R.C., Riggine, R.L., D'Ambrosia, and DeNardo, G.L.: *Vascularity of the femoral head: Fluorine 18 scintigraphy validated with tetracycline labeling*. *Rediology*. 114: 664–666, 1975.
- 31) Subramanian, G. and McAfee, J.G.: *A new complex of $99mTc$ for skeletal imaging*. *Radiology* 99: 192–196, 1971.
- 32) Tucker, F.R.: *The use of radioactive phosphorus in the diagnosis of avascular necrosis of the femoral head*. *J. Bone and Joint Surg.* 32-B: 100, 1950.
-