

^{99m}Tc-MDP를 이용한 Bone scan 시간에 관한 考察

東南保健專門大學 放射線科
朴 成 玉

東水原病院 核醫學科
李 峴 培

Abstract

A Study of Bone Scan Time by Use of ^{99m}Tc-MDP

Soung Ock Park

Dept. of Radiotechnology, Dong Nam Junior College

Hyun Bae Lee

Dept. of Nuclear medicine, Dong Suwon Hospital

The bone scan reflects the metabolic reaction of bone to a disease process, whether neoplastic, traumatic or inflammatory. In normal bone tissue, the labeled diphosphate complexes accumulate in the perivascular fluid next to the marrow cavity at the interface between uncalcified and calcified bone matrix.

HMDP has the most rapid plasma clearance among the commonly used diphosphonate followed by MDP and then HEDP.

I have studied about bone scan time by use of ^{99m}Tc-MDP, and got 336 images from 112 patients.

The result obtained as follow;

1. Accumulation rate of ^{99m}Tc-MDP is higher than other age groups in below 30-year old group.
2. Accumulation rate, in 10year old group, is 75.85% on 120min. but other groups are most high on 180 min.
3. The density differants between bone and soft tissue increased with time.
4. Image contrast is good in younger group than old.

I. 序 論

骨格診斷을 위한 放射性醫藥品の 發展과 더불어 病巢에 대한 診斷能率이 높아졌으며 특히 核醫學 診斷裝置와 技術的인 發展은 多樣한 骨格映像診斷法으로 骨格의 生理學的 代謝를 비롯한 各種 骨格 疾患에 대한 感受性(sensitivity)과 特異性(specificity)이 높은 診斷 情報를 얻을 수 있게 되었다.

骨格에 대한 核醫學的 檢査는 骨折部位에 대한 放射線寫眞學的인 면과 比較 檢討하기 위한 경우, 轉移性 疾患이 疑心되거나 轉移 有無를 確認하는 경우와 骨格의 初期 腫瘍 評價를 비롯하여 骨의 活性도와 硬塞의 有無등의 代謝性 疾患에 利用되고 있다.¹⁾

Bone scan용 放射性 醫藥品으로는, ^{99m}Tc 에 磷酸化合物의 標識使用 後 diphosphate group의 hydroxyethylene(HEDP), methylene diphosphate(MDP)와 hydroxymethylene diphosphate(HMDP) 등이 많이 이용되고 있다. 이 중에서 MDP는 磷酸基의 ion화 한 酵素가 technetium과 착화제를 형성하여 投與量의 50-60%가 骨格에 攝取되고 血中 除去率이 높아 골격 scan에 이용률이 높다.^{1, 2)}

보통 ^{99m}Tc -MDP는 投與 後 1~6시간 사이가 영상을 기록하기에 적당한 시간이며 영상의 對照度는 4~6시간 사이에 최대로 된다. 그러나 放射能의 減弱에 의하여 計數率이 낮아지므로 보통 血管內 注入 후 2時間에 映像을 記錄하고 있다.^{1, 2, 3, 5, 6)}

본 研究에서는 1992년 9월 1일부터 1993년 12월 31일까지 水原의 綜合病院 核醫學科에서 診斷한 bone scan 患者를 年齡別로 區分하여 時間에 따라 映像을 記錄하고 年齡別 時間에 따른 放射性 醫藥品 ^{99m}Tc -MDP의 骨格의 集積 狀態를 比較分析한 바 있어 그 結果를 報告하는 바이다.

II. 使用器機 및 材料

- 1) Camera : Technicare Gemini ; 700.
- 2) Collimator : Parallele, high resolution, low

energy.

- 3) 放射性 醫藥品 : ^{99m}Tc -MDP 0.6mCi/Kg (85Kcps).
(MDP : 韓國 에너지研究所 製品) .
- 4) Film 現像機 : Kodak RPX-OMAT Model M6B(90 sec).
- 5) Film : Konica Medical film.
- 6) Densitometer : PDA-81U Konica.

III. 檢査方法

1. 標本의 選定

性別에 관계없이 나이를 10歲 이하, 11歲~20歲, 21歲~30歲, 31歲~40歲, 41歲~50歲, 51歲~60歲 그리고 60歲 이상으로 7군으로 區分하여 病院 核醫學科에서 bone scan을 施行한 患者中 診斷結果 正常으로 判斷된 患者를 각 군별로 16명씩 총 112명을 選定하였고 선정된 환자의 分布는 表 1과 같다.

表 1 年齡別 調查 標本 分布

年齡 區分	男 (명)	女 (명)	計 (명)
10세 이하	8	8	16
11세-20세 이하	9	7	16
21세-30세 이하	10	6	16
31세-40세 이하	9	7	16
41세-50세 이하	10	6	16
51세-60세 이하	8	8	16
61세 이상	9	7	16
계	63	49	112

2. 檢査方法

1) 映像記錄

調查期間동안 각 군별로 선정된 환자에게는 ^{99m}Tc -MDP를 체중 1 Kg당 0.6 mCi를 靜脈을 통하여 注射하고 각각의 患者를 60분 후, 120분 후, 그리고 180분 후에 영상을 기록하였다. 영상은 whole body anterior view로 기록하였고 window 폭은 20 %, CRT의 輝度는 550의

로 고정하였으며 檢査前 반드시 排尿시켰다.

유의성을 檢證하였다.

2) 映像에서 濃度測定

患者 112명의 각 時間別 映像 總 336枚의 영상에서 測定하였다. 즉 骨格에 방사성 의약품의 集積過程을 알기 위하여 환자 右側 대퇴골 중심부분에서의 농도를 측정하고, 軟部組織(血管 包含)에서의 消失率을 측정하기 위하여 대퇴부 연부조직에서 필름상에 나타난 농도를 측정하였다. 이때 반드시 각 필름 base의 농도를 제거하였으며 골격부위와 연부조직의 농도는 방사능 핵종의 집적 농도로 대체하였다.

3) 分析方法

방사성핵종을 혈관으로 注入한 후 時間經過에 따른 骨格 및 軟部組織에서의 방사능 농도의 變化를 分析하고 骨格의 最大 集積時間을 比較하여 反復測定資料의 分散分析法을 이용 SAS 分析으로 各 變數間의 相互關係에 대한

IV. 實驗 結果

年齡別 時間經過에 따른 방사성핵종의 集積 濃度の 變化를 알기 위하여 방사성 핵종을 投入한 후 60분, 120분, 180분에 각각 映像을 記錄하고 골(bone)과 연부조직에서의 농도를 측정하는 것은 表 2와 같다.

表 2에서 軟部組織에서 나타난 濃度는 血管 分布의 농도를 包含하며 시간경과에 따른 濃度の 變化中 骨格의 濃度에서 軟部組織 中の 농도를 除去하여 純粹 骨格의 방사능 分布를 알기 위하여 軟部組織의 濃度를 除去하면 表 3과 같다.

40세까지의 각 群에서는 骨格 內의 放射性 核種의 分布가 時間經過에 따라 그 變化가 크고 41세 以上の 年齡群에서는 그 變化의 폭이 작았다. 즉 10세 이하의 군에서 보면 60분에서

表 2 骨格과 軟部組織에서의 濃度 變化

		10이하	11-20세	21-30세	31-40세	41-50세	51-60세	60세 이상
골	60분	0.458 ±0.155	0.586 ±0.201	0.749 ±0.248	0.674 ±0.328	0.575 ±0.294	1.017 ±0.445	0.933 ±0.329
	120분	0.265 ±0.130	0.320 ±0.150	0.451 ±0.200	0.402 ±0.258	0.441 ±0.180	0.615 ±0.296	0.707 ±0.300
격	180분	0.131 ±0.054	0.192 ±0.104	0.251 ±0.134	0.229 ±0.104	0.286 ±0.142	0.470 ±0.258	0.484 ±0.250
	60분	0.231 ±0.112	0.268 ±0.136	0.437 ±0.179	0.310 ±0.147	0.365 ±0.164	0.530 ±0.296	0.575 ±0.225
연 부 조 직	120분	0.064 ±0.037	0.083 ±0.042	0.165 ±0.072	0.171 ±0.160	0.126 ±0.066	0.213 ±0.162	0.272 ±0.146
	180분	0.035 ±0.02	0.038 ±0.018	0.062 ±0.041	0.063 ±0.038	0.050 ±0.028	0.100 ±0.068	0.128 ±0.075

표 3 年齡別 時間經過에 따른 純粹骨格部位의 濃度 變化

	10세이하	11-20세	21-30세	31-40세	41-50세	51-60세	61세이상	F
60분	0.227	0.318	0.312	0.364	0.386	0.487	0.358	10.18
120분	0.201	0.237	0.286	0.231	0.315	0.402	0.435	p<
180분	0.090	0.154	0.189	0.166	0.236	0.370	0.356	0.0001

0.227, 120분에서는 0.201 그리고 180분에서는 0.090으로 나타났고, 31~40세의 군에서는 60분에서 0.364, 120분은 0.231 그리고 180에서는 0.166으로 나타났으나 61세 이상의 군에서는 60분이 0.358, 120분은 0.435 그리고 180분에서는 0.356으로 시간경과에 따른 변화를 보기 위하여 비교적 차이가 많이 발생하는 120분과 180분을 比較하면 10세 이하의 군에서는 0.111, 11세~20세의 군에서는 0.083, 21세~30세의 군에서는 0.097, 31세~40세의 경우에는 0.065, 41세~50세의 군에서는 0.079, 51세~60세의 군에서는 0.032이었으며 61세 이상의 군에서는 0.079로 그 變化의 差異는 연령이 작은 군에서 증가되어 全般的으로 年齡 區間別 방사성의약품의 骨格集積은 유의성이 있는 것으로 나타났다($F=10.18, p<0.0001$).

또 純粹骨組織에서의 放射能이 나타낸 濃度와 血管內 放射能을 포함한 연부조직에서의 放射能이 나타낸 濃度の 차이를 각 時間別로 그 差異를 보면 60분에서는 0.568이고 120분에서는 0.137 그리고 180분에서는 0.148로 時間이 經過할수록 骨格과 軟部組織間의 濃度差가 增加되었다. 測定部位의 全體濃度에 대하여 骨組織이 나타내는 濃度, 즉 測定部位의 全體의 방사능에 대한 골격의 放射能集積率을 보면 表 4와 같다.

表 4에서 10세 이하의 群에서는 60분에 49.56%, 120분에는 75.85% 그리고 180분에는 72.22%로 120분에서 骨格의 集積率이 높았고 11세~20세의 群에서는 60분에서 54.27%, 120분에 74.06% 그리고 180분에는 80.21%로 180분 즉 방사성의약품 注入 後 3時間이 經過됐을 때 骨格集積率이 가장 높았다. 21세 이상의 各 群에서도 각각 180분에서 골격의 집적

율이 75.30%, 72.49%, 82.52%, 78.12% 그리고 73.55%로 높게 나타났다(부록 2 사진 참조).

이와 같이 시간별 골격집적율과의 관계는 유의성이 높게 나타나지만 ($F=281.70, P<0.0001$) 年齡別 測定時間別 骨集積率 相互關係는 유의성이 낮게 나타났다($F=1.29, P=0.228$). 이것은 연령이 증가 할 수록 骨格의 代謝의 低下와 個人別 身體의인 差異에 의한 것으로 골격집적율의 차이가 있으며 연부조직의 방사능 농도의 차이에 대한 유의성은 血管內 방사성 의약품이 소변으로 배설되는 것으로 판단된다.

연부조직에서 방사능 농도의 변화는 10세 이하에서 60분에 0.231 ± 0.112 , 120분에서는 0.064 ± 0.037 그리고 180분에서는 0.035 ± 0.02 이었고 21세~30세군에서는 60분에서 0.437 ± 0.179 120분은 0.165 ± 0.072 그리고 180분은 0.062 ± 0.041 로 시간경과에 따라 감소되고 있으며 60세 이상에서도 60분 0.575 ± 0.225 , 120분 0.272 ± 0.146 그리고 180분에서는 0.128 ± 0.075 로 시간경과에 따라 연부조직의 농도가 감소되어 그 농도변화의 유의성이 큰 것으로 分析되었다($F=351.61, P<0.0001$).

映像에 나타난 濃度を 측정하고 시간 경과에 따른 對照度의 變化를 보기 위해 骨濃度-軟部組織 濃度/骨濃度+軟部組織 濃度에 의하여 비교한 것은 表 5와 같다.

즉 10세 이하의 群에서 60분의 對照度는 0.392, 120분에서는 0.611 그리고 180분에서는 0.578로 120분 映像에서 對照度가 제일 좋았으며 11세 이상의 群에서는 180분 映像에서 0.604, 0.603, 0.568, 0.653, 0.649 그리고 0.582로 對照度가 가장 높았다.

表 4 時間經過에 따른 骨格集積率 (單位 %)

	10세 이하	11-20세	21-30세	31-40세	41-50세	51-60세	61세 이상
60분	49.56	54.27	41.66	54.00	51.40	47.89	38.37
120분	75.85	74.06	63.41	57.46	71.43	65.37	61.53
180분	72.22	80.21	75.30	72.49	82.52	78.72	73.55

表 5 映像對照度の比較

	10세 이하	11-20세	21-30세	31-40세	41-50세	51-60세	61세 이상
60분	0.392	0.372	0.263	0.370	0.346	0.315	0.233
120분	0.611	0.588	0.464	0.403	0.556	0.486	0.444
180분	0.578	0.604	0.603	0.568	0.650	0.649	0.582

V. 考 察

成熟된 골격의 外皮質은 緻密骨로 構成되어 있으며 骨芽細胞, 骨細胞 그리고 破骨細胞 등은 뼈의 生理的狀態를 決定하는데 필요한 세포들이다⁹⁾. 骨芽細胞는 骨化過程에서 골의 基質(matrix)을 形成하며 骨細胞는 뼈를 흡수하는 역할을 한다. 이와 같은 과정은 항상 계속적으로 일어나며 非成熟 골격에서 더욱 활발하게 進行한다.⁷ 이것은 골격의 強度와 機能을 維持하는데 중요한 역할을 한다. 골격에서의 骨吸水와 骨形成 사이에서 發生되는 均衡의 變化가 放射線學的, 核醫學的 診斷映像에서 異相 所見으로 나타나는 原理가 되는 것이다. 放射線學的 診斷映像에서 골격의 變化를 나타내려면 50% 정도의 골 損失이 發生되어야 한다. 그러나 核醫學的 診斷을 이용하면 그 以前의 段階에서 골격의 變化를 映像으로 나타낼 수 있으므로 骨格疾患에 대한 早期診斷이 可能하다.^{1, 8, 11)}

Subramanian과 McAfee에 의하여 1971년 ^{99m}Tc에 인(P)을 標識한 방사성의약품이 소개된

후 人體에 安靜한 diphosphate가 紹介되었고, hydroxyethylene diphosphonate(HEDP) methylene diphosphonate(MDP) 그리고 hydroxymethylene diphosphonate(HMDP)가 이용되고 있다.²⁾ 이와 같은 것들은 골격에 攝取率이 높고 血液除去率이 빠르기 때문에 患者에 利用率이 높다. 體内に 注入後 24時間에 體內 殘留量을 보면 HMDP는 37±5%, MDP는 30±3% 정도이다. 이와 같이 MDP는 投與量의 50~60%가 骨格에 攝取되고 血中除去率이 높기 때문에 가장 많이 이용되는 標識 化合物이다. 排泄은 주로 腎臟을 통하여 膀胱으로 이루어지며 注入後 2시간에 排尿시킨 경우 膀胱에서 130 mrad/mCi가 被爆되며, 4.8시간까지 배뇨시키지 않으면 310 mrad/mCi로 被爆이 增加된다.⁸⁾

그림 1은 골격에 이용되는 標識化合物에 대한 時間經過에 따른 排泄樣相을 나타낸 것이다. 즉 그림 1-1은 각 표지화합물의 혈중 제거율로 MDP의 빠른 제거율을 나타내며 그림 1-2는 요로를 통한 배설이 MDP와 EHDP가 거의 비슷한 배설을 나타내고 있다.^{1, 2, 4)}

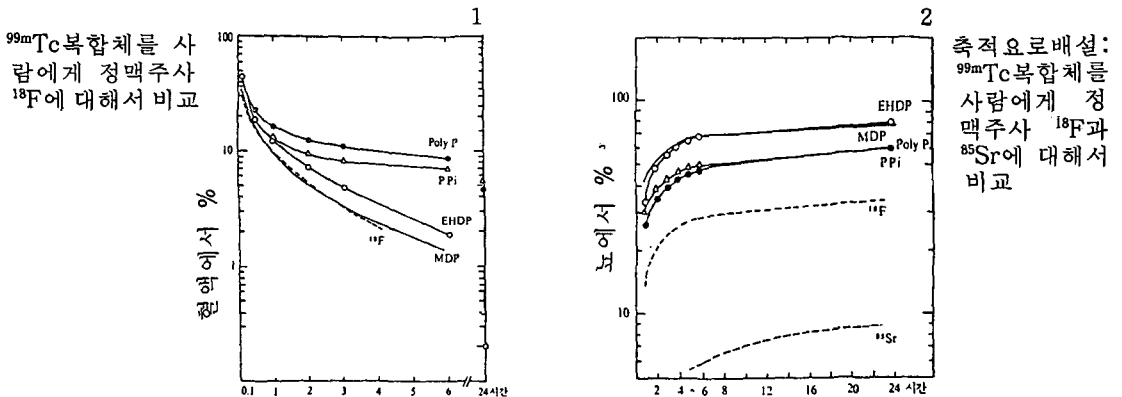


그림 1. 각종 표지화합물에 대한 체내에서의 양상 (그림 1-1: 혈중의 제거율, 1-2: 요로배설율)

본 실험에서도 연령에 따라 약간의 차이는 있지만 방사성의약품 주입후 60분에 40~60 %의 골격집적율을 나타내었고 가장 많이 이용되는 120분에서는 60~70 %의 높은 집적율을 나타내었다. ^{99m}Tc -MDP를 이용한 骨格映像은 放射性藥劑 注入 후 1~6時間에 記錄하며 보통 2시간에 映像을 記錄하고 있으나 本 實驗에 의하면 나이에 따라 時間을 調節할 필요가 있다. 즉 부록 2와 같이 방사성의약품을 注入하고 60분 映像에서는 모든 年齡群에서 血中放射能 濃度가 높게 나타나 있다. 즉 연부조직의 농도가 아주 높으며 골격과의 대조도가 낮기 때문에 骨格診斷이 어려운 것을 알 수 있다. 그러나 시간이 經過할 수록 연부조직중의 방사능은 골격에 集積되거나 腎臟을 통하여 排泄되므로 軟部組織 濃度가 減少되고 있다. 즉 時間別로 濃度を 測定한 값이 각 年齡에서 60분 平均濃度は 0.391로 높게 나타났지만 120분에서는 0.156 그리고 180분에서는 0.068로 減少되었다. 또 骨格集積율을 보면 10세 이하의 군에서는 120분에 75.85 %, 180분에는 72.22 %로 감소되 주입후 2시간에 骨格의 最大集積을 나타내었다. 그러나 그 이상의 年齡群에서는 모두 180분에서 最大集積率을 나타내고 있어 放射性藥劑를 注入하고 3時間程度에 제일 많이 集積됨을 알 수 있었다. 그러나 연령이 높은 群인수록 연령이 낮은 경우보다 映像의 對照度가 낮은 것은 骨代謝의 低下와 關係 있는 것으로 看做된다.

VI. 結 論

放射性藥劑 ^{99m}Tc -MDP를 利用하여 112名에 대한 骨格映像을 記錄하여 分析한 結果 다음과 같은 結論을 얻을 수 있었다.

- 1) 60세 이상의 群에서는 時間 經過에 따른 방사성의약품의 骨格內 集積의 變化가 30세 이하의 群에서 變化하는 값보다 작았다.
- 2) 骨格과 軟部組織間의 濃度 差異는 時間이 經過 할수록 增加하였으나 映像記錄時間

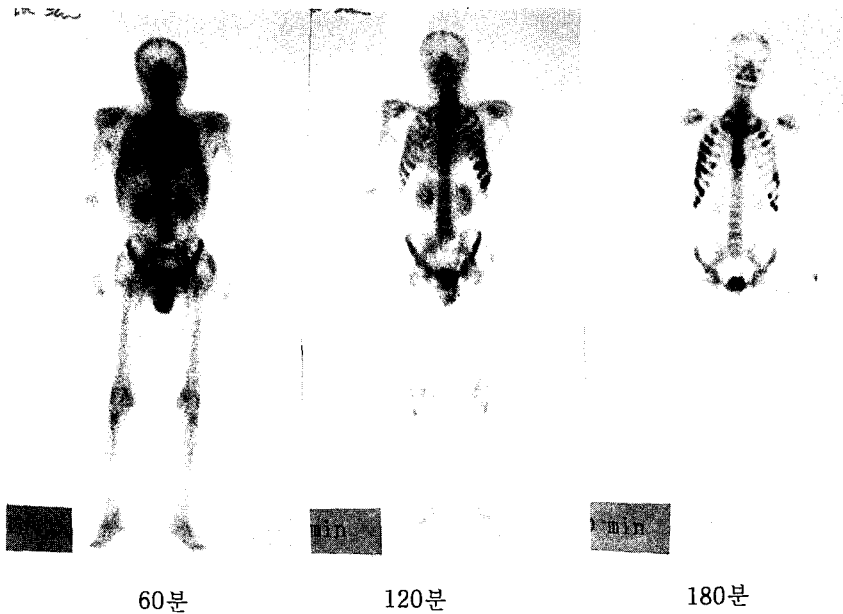
이 늦어지면 骨格內 放射能의 減少로 대조도가 低下되는 우려가 있다.

- 3) 10세 이하의 群에서는 방사성의약품 注入 후 120분에 骨格集積率이 75.85 %로 最高로 높았으나 그 이상의 年齡群에서는 180분에 最大吸收率을 나타내었다.
- 4) 영상의 대조도는 10세 이하에서 120분에, 그 이상의 군에서는 180분에서 대조도가 좋게 나타났다.

참 고 문 헌

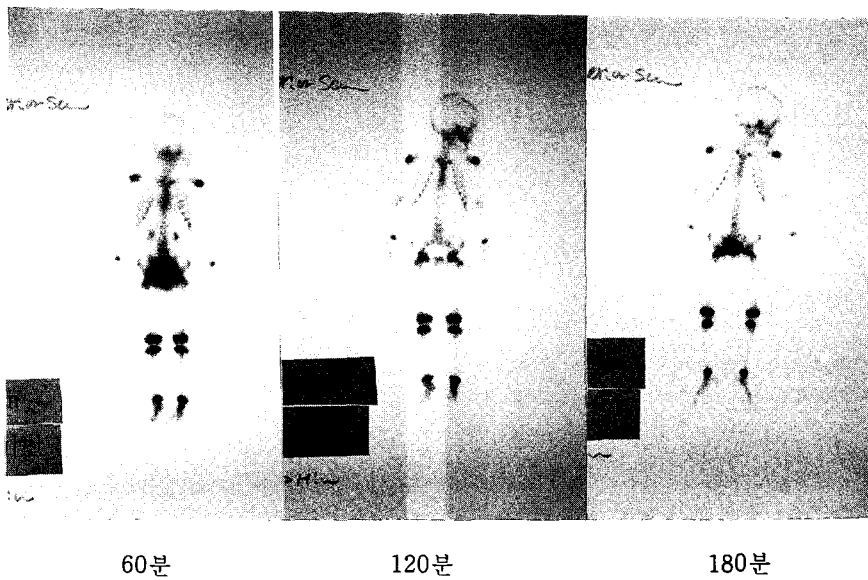
1. 고창순: 핵의학. P.525-533, 고려의학 1992.
2. 이문호: 임상핵의학, P.261-264, 여문각 1982.
3. 박성욱, 손용래, 이만구 외: 임상핵의학 기술학, P. 527-570, 보문서원, 1992.
4. 대한핵의학기술 연구학회: 핵의학 영상기술, P. 19-30, 우성문화사, 1992.
5. 정용식, 장정웅: ^{99m}Tc -MDP를 이용한 하악 골의 자가골 이식의 평가에 대한 실험 연구, 대한 핵의학기술연구학회지 2권1호, 1986.
6. 김창호, 장정웅: ^{99m}Tc -MDP를 이용한 동종 골 이식의 평가에 관한 실험연구, 대한핵의학 기술연구회지, 2권 1호, 1986.
7. 박용규, 송혜양: 반복측정자료의 분산분석법, 아카데미, 1991.
8. Arthur C. Guyton: Medical Physiology 973-980, W.B.Saunders Co., 1981.
9. Barry A. Siegel, Peter T.Kirchner: Nuclear Medicine Self Study Program I P, 93-96, 1988.
10. John H. Juhl, Andrew B. Crummy: Radiologic Imaging, 34-35, Lippincott, 1987.
11. E.Edmund Kim, Thomas P. Hatnie: Nuclear Diagnostic Imaging, Macnillan Publishing Co., Inc., P, 104-149, 1987.
12. M.N Maisy, K.E.Britton, D.L.Gilday: Clinical Nuclear Medicine, J.B.Lippincott. Co., P. 131-154, 1991.

부록 1 늑골에 이상이 있는 환자에서 시간경과에 따른 영상의 비교

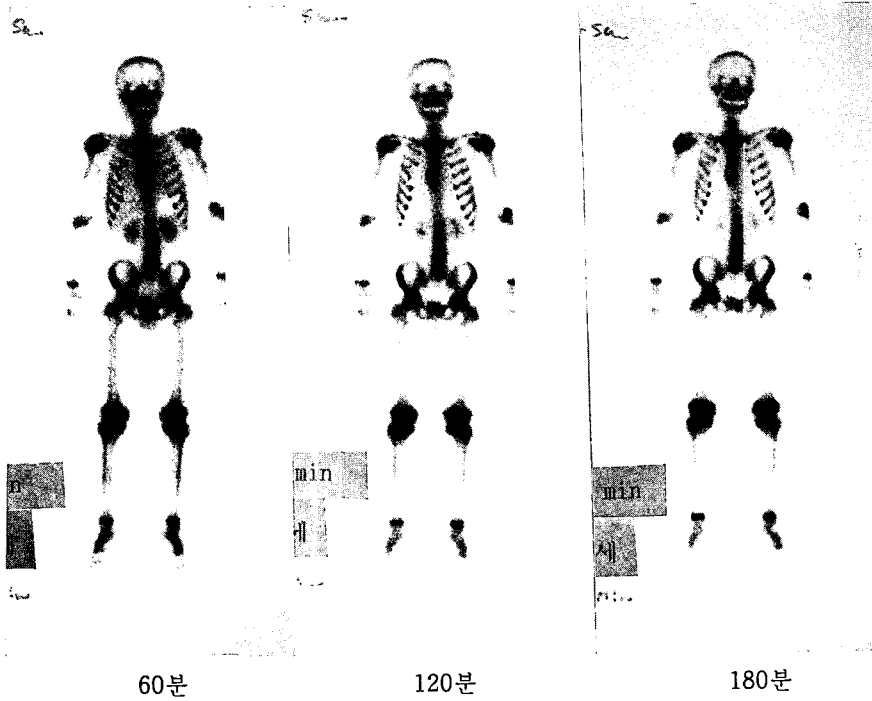


부록 2 정상인의 연령별 시간경과에 따른 영상의 비교

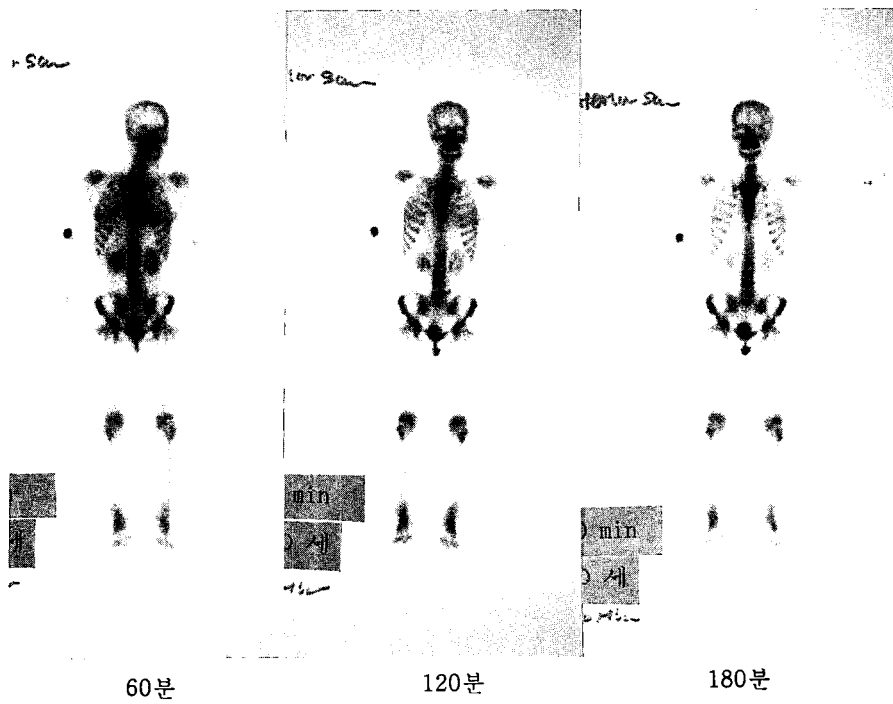
10세 미만



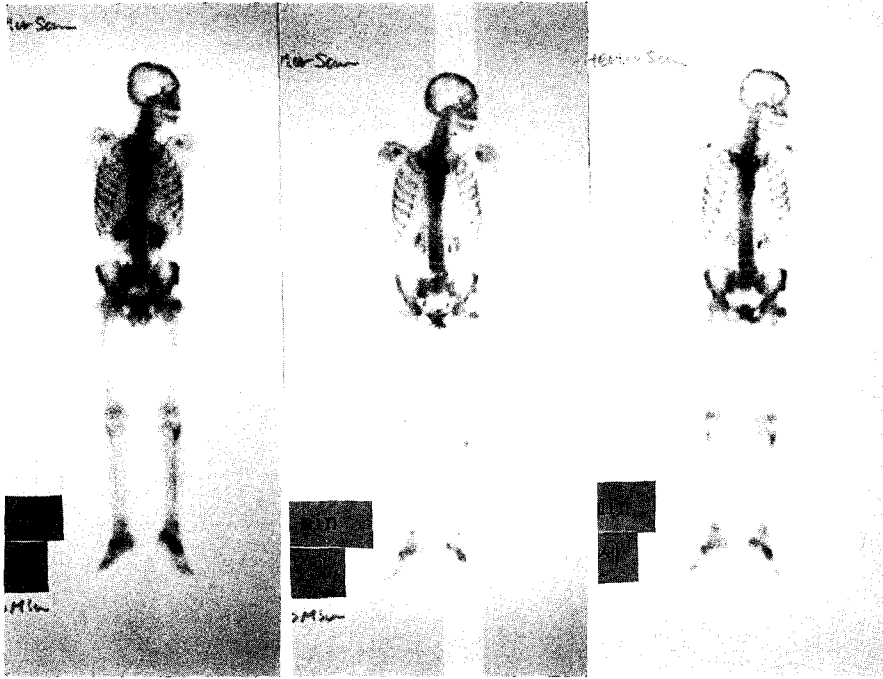
11세-20세



21세-30세



31세-40세

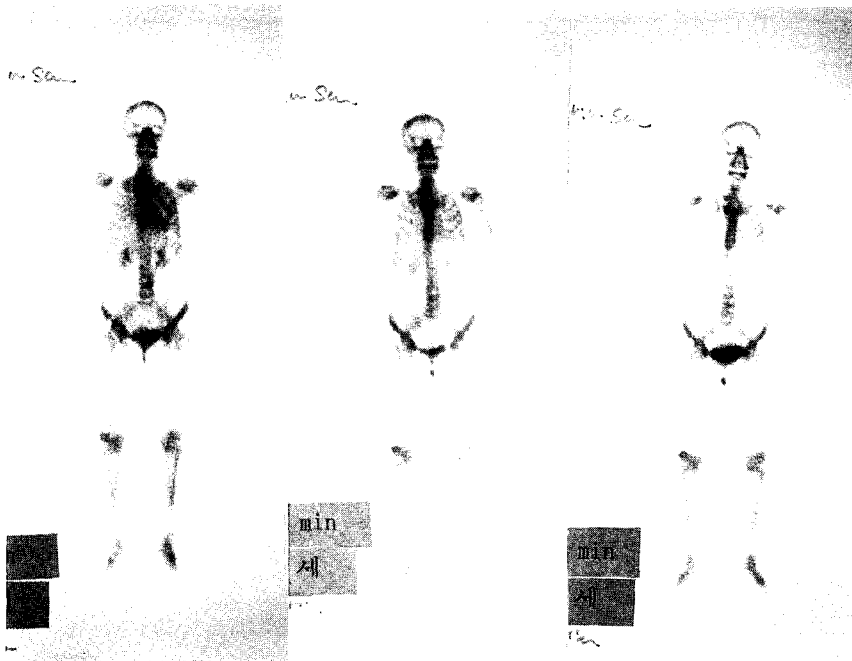


60분

120분

180분

41세-50세

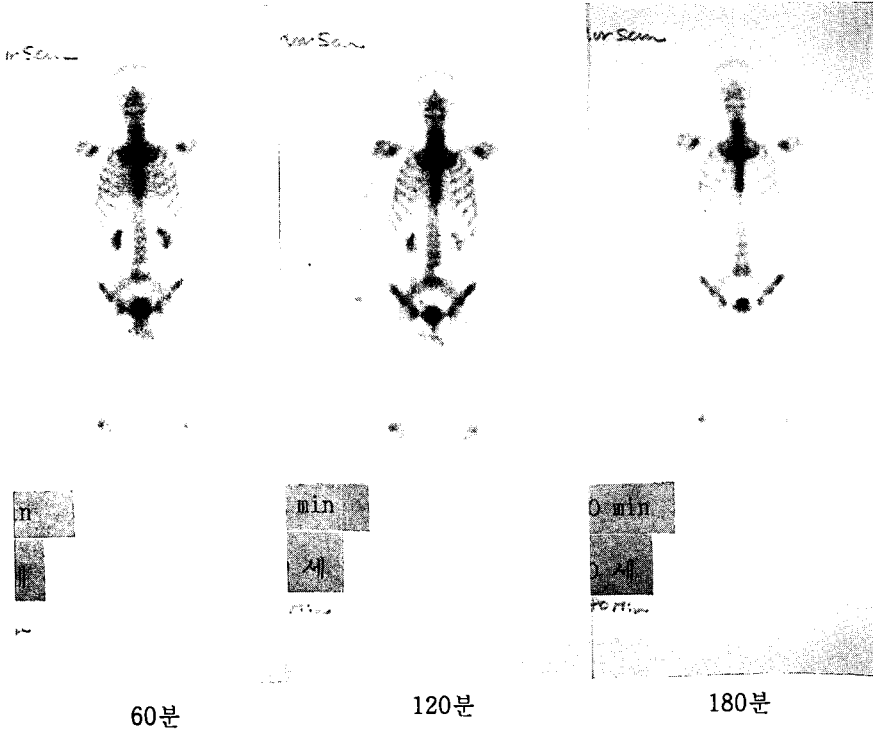


60분

120분

180분

51세-60세



60세 이상

