

유방암 진단에 있어서 탈륨스캔과 Tc-99m MIBI 스캔의 비교

영남대학교 의과대학 부속병원 핵의학과, 일반외과¹

조인호 · 원규장 · 이형우 · 이수정¹

Comparison of Thallium-201 Scan and Tc-99m Sestamibi Scan in the Differential Diagnosis of Breast Mass

Ihn Ho Cho, M.D., Kyu Jang Won, M.D., Hyung Woo Lee, M.D. and Soo Jung Lee, M.D.¹

Departments of Nuclear Medicine and General Surgery,¹ Yeungnam University Hospital

Abstract

Purpose: We performed this study to compare Tl-201 and Tc-99m MIBI scans for the differentiation of malignant from benign breast mass. **Materials and Methods:** Thirty-eight female patients underwent Tl-201 breast scan and thirty-two of them also underwent Tc-99m MIBI scan of the breast. After intravenous injection of 74-111 MBq of Tl-201, early (10 minutes) and delayed (3 hours) images were obtained. Then, 555-740 MBq of Tc-99m MIBI was injected and images after 30 minutes were obtained. We compared Tl-201 and Tc-99m MIBI scans with pathologic results. **Results:** Twenty-three patients were confirmed to have infiltrating duct carcinoma and fifteen patients to have benign breast mass by excisional biopsy. The sensitivity of early and delayed Tl-201 scan and Tc-99m MIBI scan in the detection of malignant breast lesion were 100% (23/23), 82% (18/22), and 90% (18/20), respectively. The sensitivity of early Tl-201 scan was significantly higher than that of delayed Tl-201 scan ($p < 0.05$). The specificity of early and delayed Tl-201 scan and Tc-99m MIBI scan were 73% (11/15), 73% (11/15) and 83% (10/12), respectively (p : not significant). Three patients out of nine with fibroadenoma and one patient with atypical duct hyperplasia were false positive in both early and delayed Tl-201 scans. The size of fibroadenoma with false positive in early and delayed Tl-201 scan (4 cases) was larger than that of 11 fibroadenoma with true negative scan ($p < 0.01$). Metastatic axillary lymph node involvement was present in fifteen patients. The sensitivity to detect metastatic nodes was 38% (5/13) for early Tl-201 images, 15% (2/13) for delayed Tl-201 images, 58% (7/12) for Tc-99m MIBI planar images and 67% (4/6) for Tc-99m MIBI SPECT. The sensitivity of Tc-99m MIBI planar or SPECT was significantly higher than that of delayed Tl-201 images ($p < 0.05$). **Conclusion:** Early Tl-201 and Tc-99m MIBI scan are useful noninvasive methods to differentiate malignant from benign mass of breast. Tc-99m MIBI scan was sensitive in detecting axillary lymph node metastasis in patients with breast cancer. (*Korean J Nucl Med* 1999;33:76-83)

Key Words: Tl-201, Tc-99m MIBI, Breast neoplasms, Infiltrating duct carcinoma, Radionuclide imaging

증가하고 있는 추세로 조기발견을 위하여 선별 유방 방사선촬영술이 널리 이용되고 있으나, 10% 정도의 유방암은 유방방사선촬영술로 발견되지 않으며, 검사의 특이도가 낮아 유방암과 양성 질환을 구분하는 것은 쉽지 않다.¹⁾ 탈륨과 Tc-99m MIBI는 심근관류 스캔에 사용되는 방사성 의약품이지만, 악성 종양을 영상화 하는 데도 유용하다.^{2,5)} 특히 유방암을 진단하는 데 탈륨과 Tc-99m MIBI는 유방방사선 촬영술보다 우수하다고 보고되고 있으나, 각각 다양한 민감도와 특이도를 보고하고 있으며,^{6,9)} 탈륨의 지연스캔의 유용성에 대해서는 유용하다는 보고와 도움이 되지 않는다는 보고가 있다.^{6,10)} 저자들은 같은 환자에서 유방종괴의 악성과 양성을 구별하는 데 사용되고 있는 탈륨스캔의 조기 및 지연스캔을 얻고, Tc-99m MIBI스캔을 시행하여 탈륨스캔과 Tc-99m MIBI 스캔의 민감도와 특이도를 비교하고, 탈륨의 지연스캔이 필요한지에 대하여 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

1994년 1월부터 1995년 9월까지 유방종괴로 조직생검이 시행된 환자 중 조직생검 전에 핵의학과로 검사가 의뢰된 38명의 여성(평균 연령: 44세, 26-74세)을 대상으로 하여 탈륨의 조기 스캔을 얻었고, 37예에서는 지연 스캔도 얻었다. 이 중 32예에서 Tc-99m MIBI 평면스캔을 얻었고, 6예에서 SPECT를 시행하였다. 탈륨스캔은 74-111 MBq의 탈륨을 정맥주사한 후 10분과 3시간에 영상을 얻었다. 스캔은 앙와위에서 양 팔을 머리위로 올려 양쪽 액와부가 잘 노출되고 유방이 다소 위쪽으로 올라가게 하여 전면상을 얻고, 엎드린 자세에서 유방을 아래로 처지게 하여 측면상을 얻었다. Tc-99m MIBI스캔은 탈륨의 3시간 지연 스캔을 얻은 후 555-740 MBq의 Tc-99m MIBI를 정맥주사하고 30분 후에 탈륨스캔과 같은 방법으로 전면상과 측면상을 얻었다. Tc-99m MIBI 평면영상을 얻은 후, 이 중 6예에서 바로 이어서 30분간 SPECT 촬영을 하였다. Picker사의 PRISM 2000에 저에너지, 범용 조준기를 장착하여 10분간 영상을 얻었으며, 에너지는 탈륨스캔의 경우는 71 KeV와 167 KeV를 중심으로 각각 30%와

20%로 하였고, Tc-99m MIBI 스캔은 140 KeV를 중심으로 15%로 하여 128×128 matrix로 촬영하였다. Tc-99m MIBI SPECT는 원형으로 360°를 3°간격으로 멈춤당 20초씩 총 120투사를 촬영하여 64×64 매트릭스의 영상을 얻어, Metz filter로 pre-filtering 한 후 ramp filter를 이용하여 여과 후 역투사를 시행하고, 1 픽셀 두께(5.76 mm)의 횡단면, 시상면 및 관상면으로 재구성하였다. 스캔 결과의 분석은 두 명의 핵의학 의사가 임상적 정보 없이 비정상 섭취 유무에 대한 육안적 분석을 시행하였다. 그 결과는 수술 후 조직병리학적 소견과 비교하였다. 육안으로 확인된 종양의 섭취율은 종양과 반대편의 유방에 같은 크기의 관상영역을 그리고 픽셀당 평균 계수율을 구한 다음, 종양의 평균 계수율을 정상 유방의 평균 계수율로 나누어 구하였다. 탈륨 조기스캔과 지연스캔을 시행한 악성 종양 환자 16명과 위양성으로 나온 양성 종양 환자 4명에서 탈륨 제거율을 구하였다. 탈륨 제거율은 조기스캔 섭취율에서 지연스캔 섭취율을 뺀 다음 이를 조기스캔 섭취율로 나누어 구하였다. 통계처리는 Mann-Whitney U test와 Friedman 검정을 이용하였고, 민감도와 특이도의 비교는 Fisher's exact test검정으로 하였고, p 값 0.05 미만을 유의한 차로 간주하였다.

결 과

38명의 환자 중 23예가 악성 종양으로, 15예가 양성 종양으로 확인되었다. 악성 종양은 전예가 침윤성 관암종(infiltrating duct carcinoma)이었고, 양성 종양은 섬유선종(fibroadenoma) 9예, 섬유낭성 질환(fibrocystic disease) 3예, 비정형 상피세포증식증(atypical duct hyperplasia)과 만성 육아종성 질환(chronic granulomatous disease) 및 지방종(lipoma)이 각각 1예였다. 탈륨 조기스캔과 지연스캔 및 Tc-99m MIBI 스캔에서의 민감도는 각각 100%, 82%, 90%였고, 특이도는 73%, 73%, 83%였다(Table 1). 탈륨 조기스캔은 지연스캔에 비하여 유의하게 민감도가 높았으나(p<0.05) Tc-99m MIBI와는 차이가 없었으며, 특이도는 서로 차이가 없었다. Fig. 1은 좌측 유방에 2.5×2.5 cm 크기의 침윤성

Table 1. Sensitivity and Specificity of Scintimammography in Detecting Breast Cancers

Parameter	Breast cancer		
	Early Tl-201	Delayed Tl-201	Tc-99m MIBI
Sensitivity	100% (23/23)*	82% (18/22) [†]	90% (18/20)
Specificity	73% (11/15)	73% (11/15)	83% (10/12)
Positive predictive value	85% (23/27)	82% (18/22)	90% (18/20)
Negative predictive value	100% (11/11)	73% (11/15)	83% (10/12)

The value of parentheses are the number of patients. *, vs [†], p<0.05.

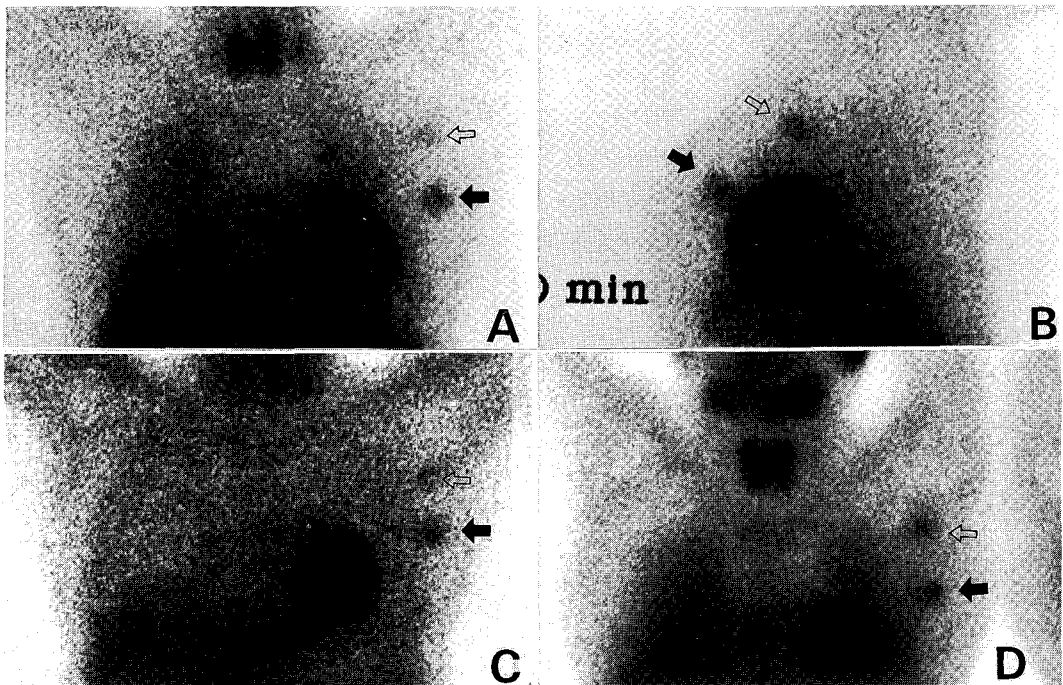


Fig. 1. (A) Anterior and (B) left lateral early Tl-201, (C) delayed Tl-201 and (D) Tc-99m MIBI image of a patient with infiltrating duct carcinoma and metastatic axillary lymph node. Scintimammography correctly detected the primary cancer of left breast (arrow) and the axillary metastasis (open arrow).

관암종과 액와부 림프절 전이가 수술 후 확인된 환자로, 탈륨 조기스캔과 지연스캔 및 Tc-99m MIBI 스캔에서 양성 종양과 액와부 림프절의 증가된 방사능 섭취를 보여주고 있다. 탈륨 지연스캔에서 위음성을 보인 4예의 침윤성 관암종에서 2예는 Tc-99m MIBI 스캔에서도 위음성으로 나타났다. Fig. 2는 탈륨 지연스캔과 Tc-99m MIBI 스캔에서 위음성으로 나온 침윤성 관암종 환자의 예이다. 양성 종양 15예

중 섬유선종 3예와 비정형 상피세포 증식증 1예에서 탈륨 조기스캔과 지연스캔에서 위양성이었다. 탈륨 스캔에서 위양성인 4예 중에서 Tc-99m MIBI 스캔은 2예가 시행되었고, 모두 위양성이었다. Fig. 3은 위양성인 섬유선종으로, 탈륨 조기스캔과 Tc-99m MIBI 스캔에서 증가된 방사능 섭취를 보여 주고 있다. 탈륨스캔에서 위양성을 보인 4예의 종괴 크기는 2×3 cm, 3×4 cm, 5×5 cm, 6×6 cm로 음성으로

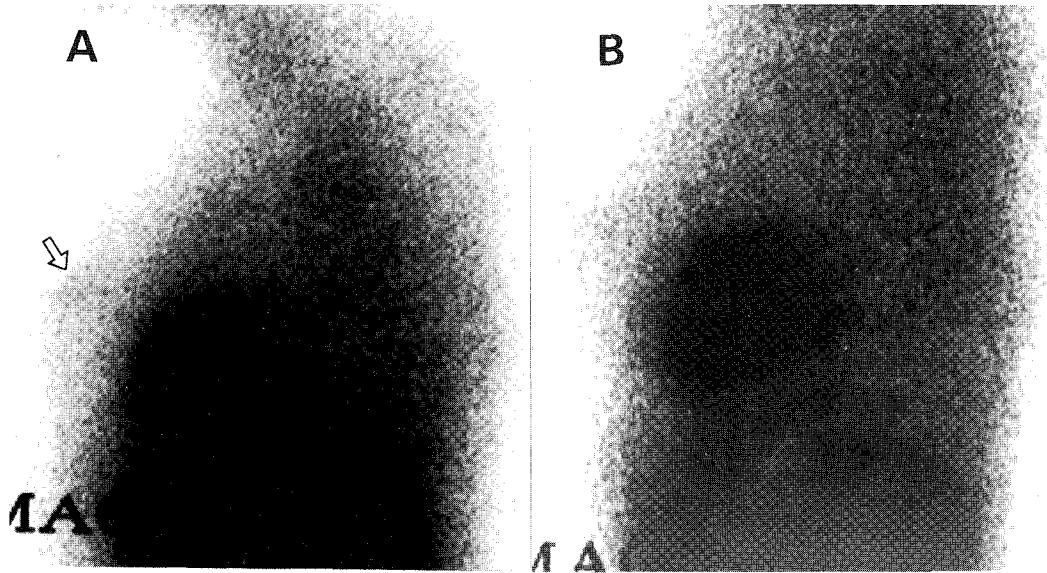


Fig. 2. Lateral views of early Tl-201 (A) and Tc-99m MIBI (B) in a patient with invasive duct carcinoma. Early Tl-201 image shows a hot uptake in the left breast mass (open arrow), but Tc-99m MIBI images does not show any hot uptake in the breast mass.

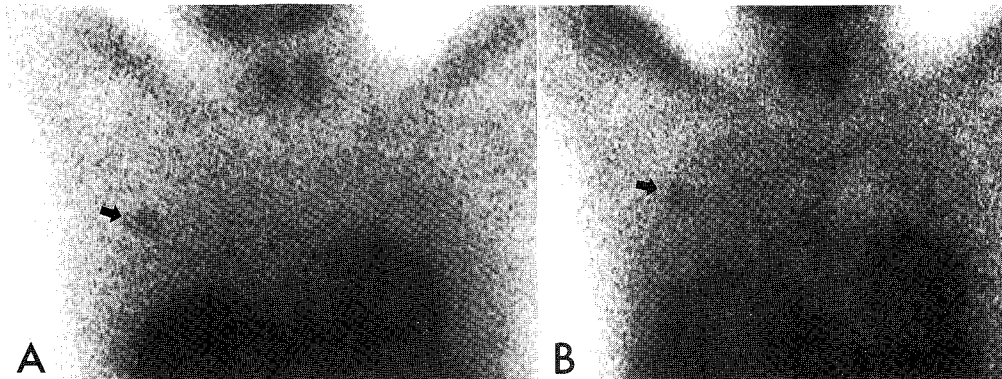


Fig. 3. Anterior images of early Tl-201 (A) and Tc-99m MIBI (B) in a patient with fibroadenoma show a hot uptake in the right breast mass (arrow).

나온 양성 종양의 크기(1×1.5 cm-2×2.5 cm)보다 컸다(p<0.01). 15예의 악성 종양에서 구한 종양의 섭취율은 탈륨 조기스캔(1.60±0.28, mean standard deviation), Tc-99m MIBI (1.58±0.29), 탈륨 지연스캔(1.43±0.29) 순으로 탈륨 지연스캔의 섭취율이 탈륨 조기스캔과 Tc-99m MIBI 스캔의 그것보다 낮았으나 통계적으로 유의한 차는 없었다(p>0.05). 액와부 림프절 전이의 진단적 민감도는 탈륨 조기스캔

이 38% (5/15), 탈륨 지연스캔이 15% (2/13), Tc-99m MIBI 평면영상은 58% (7/12), 단층영상은 67% (4/6)였다(Table 2). 조기 탈륨스캔은 지연스캔이나 Tc-99m MIBI 평면, 단층영상과 비교하여 민감도의 유의한 차이는 없었으나, 탈륨 지연영상은 Tc-99m MIBI 평면, 단층영상에 비하여 민감도가 유의하게 낮았다(p<0.05). Fig. 4는 침윤성 관암종과 액와부 림프절 전이가 수술 후 확인된 환자로, 좌측

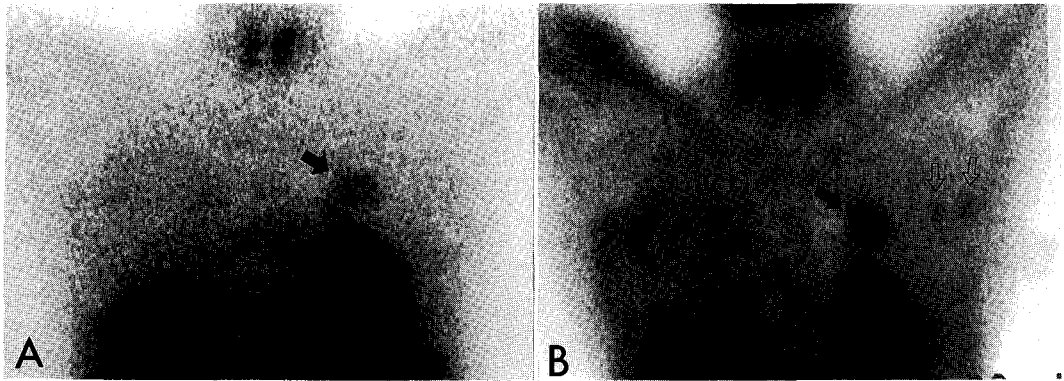


Fig. 4. Early Tl-201 (A) and Tc-99m sestamibi images (B) of a patient with invasive duct carcinoma and metastatic axillary lymph node involvement show a hot uptake in the left breast mass (arrow). However, only Tc-99m sestamibi image shows two hot uptakes in the axillary lymph nodes (open arrow).

Table 2. Sensitivity of Scintimammography in Detecting Axillary Node Involvement

	Sensitivity
Early Tl-201 scan	38% (5/13)
Delayed Tl-201 scan	15% (2/13)*
Tc-99m MIBI	
Planar scan	58% (7/12) [†]
SPECT	67% (4/6) [†]

The value of parentheses are the number of patients. *, vs [†], p<0.05.

유방의 악성 종양에 방사능 섭취 증가는 탈륨 조기 스캔과 Tc-99m MIBI 스캔에서 잘 보인다. 그러나 액와부 림프절의 방사능 섭취 증가는 Tc-99m MIBI 스캔에서만 보였다. 악성 종양에서 탈륨 조기스캔과 지연스캔 및 Tc-99m MIBI 스캔의 섭취율과 크기 사이에는 상관관계수가 각각 0.35, 0.43, 0.36으로 유의한 상관관계를 보여주지 않았다(p>0.05). 악성과 양성 종양의 탈륨의 제거율은 각각 0.19±0.27과 0.13±0.12로 통계적으로 의미있는 차이가 없었다(p>0.05). 유방종괴와 배후조직의 탈륨 제거율은 각각 0.18±0.25와 0.11±0.28로 통계적으로 유의한 차이는 없었다(P=0.52).

고 찰

최근에 심근 관류스캔에 사용되고 있는 탈륨과 Tc-99m MIBI는 악성 종양의 영상화에 응용이 많이 되고 있다. 저자들은 탈륨스캔과 Tc-99m MIBI 스캔을 같은 날 시행하고, 병리조직결과 및 크기를 비교분석하여 두 방사성 의약품의 유방종괴에 대한 악성 종양 진단의 민감도, 특이도 및 섭취율의 차이를 알아보았다.

유방암의 진단을 위한 민감도와 특이도는 탈륨스캔의 경우 Cimitan M 등¹⁰⁾이 91%와 95%, Lee VW 등⁶⁾은 80%와 96%로 보고하였고, Tc-99m MIBI 스캔은 촉진할 수 있는 유방종괴에서 Palmedo H 등¹¹⁾이 83%와 91%, Mekhamandarov S 등¹²⁾이 95%와 75%로 보고하였다. Maurer AH 등¹³⁾은 1.5 cm 이상의 유방종괴에서 탈륨스캔과 Tc-99m MIBI스캔의 민감도는 67%와 90%, 특이도는 93%와 83%로 보고하였다. 본 연구에서는 탈륨과 Tc-99m MIBI스캔의 민감도는 100%와 90%, 특이도는 73%와 83%로 탈륨스캔이 민감도가 높고 특이도가 낮은 결과를 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다. 다른 연구와의 차이는 아마도 양성, 음성 판독 기준이 높고 낮은 차이 때문으로 생각되며, 한편 본 연구에서

는 Tc-99m MIBI를 주사하고 스캔을 시행한 시간이 30분 이후로서, 다른 보고의 20분 이내와 차이가 있어서 음성으로 나온 2예의 침윤성 관암종의 다약제 내성인자(multi-drug resistant tumor cell)의 발현으로 인한 Tc-99m MIBI의 빠른 제거율에 의한 영향도 추론할 수는 있으리라 생각된다.¹⁴⁻¹⁷⁾

위양성으로 나온 양성 종양 4예 중 3예는 섬유선종이었고, 1예는 비정형 상피세포 증식증이었다. 여러 다른 보고를 종합하면 위양성으로 나온 양성 종양은 섬유낭성 질환이 가장 많았고, 섬유선종과 비정형 상피세포증식증, 국소 염증반응 등이었다.^{8,10,12,18)} 본 연구에서는 섬유낭성이 3예밖에 되지 않았고, 위양성으로 나온 예는 없었다. 위양성을 보인 유방종괴는 음성으로 나온 11예보다 유의하게 컸다. 따라서 유방종괴가 클 경우는 위양성의 가능성이 더 높을 것으로 생각하고 판독에 신중을 기해야 한다고 생각되나, 증례가 적어서 조직형과 크기 등과 관련하여 어떠한 결론을 내리기는 어려웠다.

Cimitan 등¹⁰⁾은 탈륨스캔으로 액와부 임파선 전이를 찾는데 민감도가 27%로 보고하였고, Tc-99m MIBI 스캔은 50-60%의 민감도를 보이거나 82%까지도 보고되었다.¹⁸⁻²⁰⁾ Schillaci 등은 액와부의 임파선 전이를 진단하는 데는 탈륨스캔보다 Tc-99m MIBI 스캔이 우수하며, 단층영상을 얻을 경우는 민감도를 더 높일 수 있다고 보고하였다.²⁰⁾ 비록 Tc-99m MIBI 단층촬영검사를 한 예가 적었지만, 본 연구에서도 Tc-99m MIBI 단층영상, Tc-99m MIBI 평면영상, 탈륨 조기스캔, 탈륨 지연스캔의 순으로 민감도가 높았고, Tc-99m MIBI 영상은 탈륨 지연스캔보다는 유의하게 민감도가 높아서 탈륨 지연스캔이 액와부 임파선 전이 진단에 있어서 낮은 민감도를 가짐을 알았다.

탈륨스캔의 경우는 지연스캔이 폐암과 갑상선암에서 악성과 양성을 감별하는 데 도움이 되는데, 악성 종양보다 감염성 병변은 제거율이 빨라서 지연스캔에서의 섭취가 저하되는 양상으로 나타난다.²¹⁾ 유방종괴의 경우에 Cimitan 등¹⁰⁾은 56예의 악성 종양에서 17예가 3시간 탈륨스캔이 10분 탈륨스캔보다 좋은 영상을 나타내었고, 5예의 악성 종양은 3시간 탈륨스캔에서만 보여 3시간 탈륨스캔이 필요하다고

보고하였다. 그러나 Lee 등⁶⁾은 탈륨 지연스캔이 도움이 되지 않았다고 보고하였다. 본 연구 결과에서는 조기스캔에서 양성으로 나타났던 4예의 악성 종양이 지연스캔에서 음성으로 나타나 민감도가 100%에서 82%로 저하되었고, 양성 종양의 경우는 위양성으로 나온 4예 모두 지연스캔에서도 위양성으로 나타나 특이도의 변화는 없었다. 이러한 이유로 유방종괴에서 탈륨의 제거율이 배후 조직보다 높아 지연스캔에서 종양섭취율의 저하로 민감도가 떨어지는 것을 가정할 수가 있으나, 본 연구 결과에서 유방종괴와 배후 조직의 탈륨 제거율은 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 악성과 양성 종양 사이에 탈륨의 제거율도 통계적으로 의미있는 차이가 없어($p>0.05$), 탈륨 지연스캔은 유방종괴의 악성과 양성의 판별에 조기 스캔에 비하여 도움이 되지 않았다.

결론적으로 유방종괴의 악성과 양성을 감별하는데 있어서 탈륨 조기스캔과 Tc-99m MIBI은 차이가 없고, 탈륨 지연스캔에 비하여 우수한 민감도를 가지고 있으며, 액와부 림프절 전이의 진단에 있어서는 Tc-99m MIBI 스캔이 민감도가 높았다.

요 약

목적: 유방종괴의 악성과 양성을 구별하는 데 사용되고 있는 탈륨스캔의 조기스캔 및 지연스캔과 함께 Tc-99m MIBI 스캔을 시행하여 이들을 비교하였다.

대상 및 방법: 유방종괴를 호소한 환자 38명을 대상으로 탈륨의 조기스캔과 지연스캔 및 Tc-99m MIBI 스캔을 얻었다. 탈륨스캔은 74-111 MBq의 탈륨을 정맥주사한 후 10분과 3시간에 촬영을 하고, 이어서 555-740 MBq의 Tc-99m MIBI를 정맥주사하고 30분 후에 전면상과 측면상을 얻어 서로 비교하였다.

결과: 38명의 환자 중 23예가 악성 종양으로, 15예가 양성 종양이었다. 유방암 진단의 민감도와 특이도는 탈륨 조기스캔이 100% (23/23)와 73% (11/15), 탈륨 지연스캔이 82% (18/22)와 73% (11/15), Tc-99m MIBI스캔이 90% (18/20)와 83% (10/12)로서 탈륨 조기스캔의 민감도가 탈륨 지연스캔보다 유의하게 높았으나($p<0.05$), 다른 지표의 유의한 차이는 없었다. 탈륨 조기스캔과 지연스캔에서 위양성을 보

인 섬유선종 3예와 비정형 상피세포증식증 1예의 종괴의 크기는 음성으로 나온 11예의 양성 종양보다 유의하게 컸다($p < 0.01$). 액와부 림프절 전이의 진단적 민감도는 탈륨 조기스캔이 38% (5/13), 탈륨 지연스캔이 15% (2/13), Tc-99m MIBI 평면스캔이 58% (7/12), 단층영상이 67% (4/6)였다. Tc-99m MIBI 평면, 단층영상이 탈륨 지연스캔보다 높았다. 결론: 유방암 진단에서 탈륨의 조기스캔과 Tc-99m MIBI스캔은 진단능에서 차이가 없었으나 탈륨 지연스캔은 민감도가 낮았다. 액와부 림프절 전이의 진단에는 탈륨스캔보다 Tc-99m MIBI 스캔이 우수하였다.

참 고 문 헌

- 1) Oh KK, Lee KS, Sohn SK. Variable complementary combined radiologic imaging methods for breast disease. *Korean J Radiol* 1985;21:223-36.
- 2) Wackers FJ, Berman DS, Maddahi J, Watson DD, Beller GA, Strauss HW, et al. Technetium-99m hexakis 2-methoxyisobutyl isonitrile: human biodistribution, dosimetry, safety, and preliminary comparison to thallium-201 for myocardial perfusion imaging. *J Nucl Med* 1989;30:301-11.
- 3) Caner B, Kitapci M, Aras T, Erben G, Ugur O, Bekdik C. Increased accumulation of hexakis (2-methoxyisobutylisonitrile) technetium(I) in osteosarcoma and its metastatic lymph nodes. *J Nucl Med* 1991;32:1977-8.
- 4) Kao CH, Wang SJ, Lin WY, Hsu CY, Liao SQ, Yeh SH. Differentiation of single solid lesions in the lungs by means of single-photon emission tomography with technetium-99m methoxyisobutylisonitrile. *Eur J Nucl Med* 1993;20:249-54.
- 5) Bom HS, Song HC, Kim JY, Choi SK, Rew JS, Yoon CM. Differentiation of Malignant from Benign Pancreatic Mass by Tl-201 Abdominal SPECT. *J Korean Med Sci* 1995;10:93-6.
- 6) Lee VW, Sax EJ, McAneny DB, Pollack S, Blanchard RA, Beazley RM, et al. A complementary role for thallium-201 scintigraphy with mammography in the diagnosis of breast cancer. *J Nucl Med* 1993;34:2095-100.
- 7) Kao CH, Wang SJ, Liu TJ. Use of technetium-99m methoxyisobutylisonitrile breast scintigraphy to evaluate palpable breast masses. *Eur J Nucl Med* 1994;21:432-6.
- 8) Bae SK, Yum HY, Lee CH, Choi KH. Usefulness of thallium scan for differential diagnosis of breast mass. *Korean J Nucl Med* 1994;28:214-9.
- 9) Park CH, Gonsalves C, Rosenberg A, Rosato F, Feig SA. Scintigraphic detection of small breast carcinoma. *Korean J Nucl Med* 1997;31:459-63.
- 10) Cimitan M, Volpe R, Candiani E, Gusso G, Ruffo R, Borsatti E, et al. The use of thallium-201 in the preoperative detection of breast cancer: an adjunct to mammography and ultrasonography. *Eur J Nucl Med* 1995;22:1110-7.
- 11) Palmedo H, Biersack HJ, Lastoria S, Maublant J, Prats E, Stegner HE, et al. Scintimammography with technetium-99m methoxyisobutylisonitrile: results of a prospective European multicentre trial. *Eur J Nucl Med* 1998;25:375-85.
- 12) Mekhmandarov S, Sandbank J, Cohen M, Lelcuk S, Lubin E. Technetium-99m-MIBI scintimammography in palpable and nonpalpable breast lesions. *J Nucl Med* 1998;39:86-91.
- 13) Maurer AH, Caroline DF, Jadali FJ, Manzone TA, Maier WP, Au FC, et al. Limitations of craniocaudal thallium-201 and technetium-99m sestamibi mammoscintigraphy. *J Nucl Med* 1995;36:1696-700.
- 14) Piwnica Worms D, Chiu ML, Budding M, Kronauge JF, Kramer RA, Croop JM. Functional imaging of multidrug-resistant P-glycoprotein with an organotechnetium complex. *Cancer Res* 1993;53:977-84.
- 15) Ballinger JR, Hua HA, Berry BW, Firby P, Boxen I. Tc-99m sestamibi as an agent for imaging P-glycoprotein-mediated multi-drug resistance: in vitro and in vivo studies in a rat breast tumour cell line and its doxorubicin-resistant variant. *Nucl Med Commun* 1995;16:253-7.
- 16) Piwnica Worms D, Rao VV, Kronauge JF, Croop JM. Characterization of multidrug resistance P-glycoprotein transport function with an organotechnetium cation. *Biochemistry* 1995;34:12210-20.
- 17) Cordobes MD, Starzec A, Delmon Moingeon L, Blanchot C, Kouyoumdjian JC, Prevost G, et al. Technetium-99m sestamibi uptake by human benign and malignant breast tumor cells: correlation with mdr gene expression. *J Nucl Med* 1996;37:286-9.

- 18) Taillefer R, Robidoux A, Lambert R, Turpin S, Laperriere J. Technetium-99m sestamibi prone scintimammography to detect primary breast cancer and axillary lymph node involvement. *J Nucl Med* 1995;36:1758-65.
 - 19) Khalkhali I, Cutrone J, Mena I, Diggles L, Venegas R, Vargas H, et al. Technetium-99m sestamibi scintimammography of breast lesions: clinical and pathological follow-up. *J Nucl Med* 1995;36:1784-9.
 - 20) Schillaci O, Scopinaro F, Danieli R, Tavolaro R, Cannas P, Picardi V, et al. Technetium-99m sestamibi imaging in the detection of axillary lymph node involvement in patients with breast cancer. *Anticancer Res* 1997;17:1607-10.
 - 21) Lee VW. The importance of a delayed scan in thallium imaging. *J Nucl Med* 1992;33:463-5.
-