

^{99m}Tc-Methylene Diphosphonate 의 연조직 섭취에 관한 연구

서울대학교 의과대학 내과학교실

법 희 승 · 박 석 건 · 정 준 기
이 명 철 · 조 보 연 · 고 창 순

=Abstract=

Study on the Soft Tissue Uptake of ^{99m}Tc-Methylene Diphosphonate

Hee-Seung Bom, M.D., Seok-Gun Park, M.D., June-Key Chung, M.D.

Myung-Chul Lee, M.D., Bo-Youn Cho, M.D. and Chang-Soon Koh, M.D.

Department of Internal Medicine, College of Medicine, Seoul National University
Seoul, Korea

Authors enumerate various malignant and benign cases which showed soft tissue uptake of ^{99m}Tc-MDP. We hope it might be a help in understanding and interpreting bone scans.

Among 10,361 ^{99m}Tc-MDP bone scans underwent from April, 1981 to March, 1986, 344 (3.3%) showed abnormal soft tissue uptake, which included 126 malignancies, 5 benign tumors, and 153 nontumorous diseases. Neuroblastoma(23.3%) and malignant fibrous histiocytoma(22.2%) showed highest positive uptake rate among various malignancies.

We also illustrated typical cases according to possible mechanisms.

서 론

대상 및 방법

골스캔에 사용되었던 방사성핵종은 ⁸⁵Sr, ^{87m}Sr, ¹⁸F 등이 있었으나, 1971년 Subramanian 과 McAfee¹⁾에 의해 ^{99m}Tc-phosphate 골스캔이 소개된 이래 골스캔은 골의 생리학적 또는 병리학적 변화에 매우 예민한 지표로 널리 사용되고 있다. 또한 골스캔제제는 골병변 뿐 아니라 연조직병변에도 섭취된다는 사실도 알려지고 있어^{2,4)} 판독에 혼동을 야기할 수도 있으나 이를 잘 알고 있으면 오히려 판독에 도움이 될 수 있을 것이다.

저자들은 비정상적으로 골스캔제제를 섭취하는 연조직병변에 대한 지식을 넓힘으로써 향후 골스캔을 이해하고 판독하는데 도움이 되고자 본 연구에 임하였다.

1981년 4월부터 1986년 3월까지 서울대학병원 핵의학과에서 시행한 ^{99m}Tc-Methylene Diphosphonate (MDP)골스캔 10,361건중 비정상적인 연조직섭취를 보였던 344예에 대하여 분석하였다. 단, 신장 및 비뇨기계에 보인 방사성핵종의 저류는 정확한 의미의 연조직섭취로 볼 수 없으므로 대상에서 제외하였다.

골스캔은 ^{99m}Tc-MDP 20 mCi를 정맥주사하고 3~5시간후에 scintillation Camera(Ohio Nuclear Model Sigma 410)로 전신골격스캔을 시행하였다. 처음 전신 골격주사후 두경부, 흉부 및 골반부를 근접촬영하고, 특히 의심되는 부위는 추가하여 확대촬영하였다.

연조직이상섭취의 판정은 주위 또는 반대편 연조직에 비하여 섭취의 정도가 월등히 증가된 경우만 선택하였고, 이들 환자의 분석은 제반 임상조건과 방사선학적 및 조직학적 소견을 참조하였다.

* 본 논문은 1986년도 서울대학교병원 특진연구비 보조로 이루어진 것임.

결 과

1. 이상소견의 빈도(Table 1)

^{99m}Tc-MDP 골스캔 총 10,361건중 비정상적인 연조직섭취를 보인 예는 344건으로 3.3%에 해당하였다. 이중 악성종양이 126건(36.6%), 양성종양이 5건(1.5%), 비종양성질환이 153건(44.5%), 그리고 연조직의 비정상적인 섭취는 확실하나 그 원인을 확인할 수 없었던 경우가 60건(17.4%)이었다.

2. ^{99m}Tc-MDP 이상섭취를 보이는 연조직종양 및 그 빈도(Table 2, 3)

비정상적인 ^{99m}Tc-MDP 섭취를 보인 연조직 악성종양은 총 126예였는데 이중 폐암이 40예로 가장 많았고 다음이 유방암(17예), 육종(14예), 신경아세포종(7예), 후두암(6예), 악성늑막삼출(6예), 악성복수(5예), 악성섬유성조직세포종(4예), 악성임파종(4예), 갑상선암(3예), 피부암(3예), 신장암(2예)순이었고, 뇌종양, 백혈병침윤, 악성 Schwannoma, 기형종, 악성거대세포암, 인두암, 유포피암, 직장암, 난소암, 혼합배세포암(mixed germ cell tumor)이 각 1씩이었다. 양성종양으로는 신경초종(neurilemmoma), 골연골종증(osteochondromatosis), 파라핀종, 모세혈관종 및 척색종이 각 1예씩이었다.

이들 각각에서 골스캔을 실시했던 각 종양별 총수에 대한 ^{99m}Tc-MDP 이상섭취율을 살펴보면 신경아세포종(7/30, 23.3%) 및 악성섬유성조직세포종(4/18, 22.2%)이 가장 높았고, 다음이 갑상선암(3/36, 8.3%), 폐암(40/500, 8.0%), 피부암(3/42, 7.1%), 후두암(6/95, 6.3%), 연조직육종(14/226, 6.2%), 악성임파종(4/107, 3.7%), 난소암(1/42, 2.4%), 신장암(2/101, 2.0%), 인두암(1/54, 1.9%), 직장암(1/60, 1.7%), 유방암(17/988, 1.7%), 백혈병(1/66, 1.5%), 뇌종양(1/72, 1.4%) 및 간세포암(1/77, 1.3%)의 순이었다.

한편 각 장기별 악성종양의 조직학적 분류를 보면(Table 3), 폐암 40예중 편평세포암이 14예(35%), 소세포암 10예(25%), 대세포암 2예(5%), 선편평세포암 1예(2.5%), 세기관지폐포세포암 1예(2.5%), 미분화세포암 1예(2.5%), 조직학적 분류가 되지 않은 예가 5예(12.5%), 그리고 전이성폐암이 6예(15%)였으며 전이성폐암의 1차병소는 유방암이 2예, 골육종 2예, 신장암 1예, 자궁경부암 1예였다. 유방암 17예중에서

Table 1. Incidence of Abnormal Soft Tissue Uptake of ^{99m}Tc-MDP

	No.	%
Abnormal soft tissue uptake	344	100
Nontumorous soft tissue disease	153	44.5
Soft tissue malignancy	126	36.6
Benign soft tissue tumor	5	1.5
Not available for review	60	17.4

Cases showing abnormal soft tissue uptake/ Total ^{99m}Tc-MDP bone scan(1981.4~1986.3)= 344/10,361(3.3%).

Table 2. Soft Tissue Tumors Showing ^{99m}Tc-MDP Uptake and Their Incidences

Tumors	Cases showing tumor uptake/ Total cases	%
Neuroblastoma	7/ 30	23.3
Malignant fibrous histiocytoma	4/ 18	22.2
Thyroid ca	3/ 36	8.3
Lung ca	40/500	8.0
Skin ca	3/ 42	7.1
Laryngeal ca	6/ 95	6.3
Soft tissue sarcoma	14/226	6.2
Malignant lymphoma	4/107	3.7
Ovarian ca	1/ 42	2.4
Kidney ca	2/101	2.0
Nasopharyngeal ca	1/ 54	1.9
Breast ca	17/988	1.7
Rectal ca	1/ 60	1.7
Leukemia	1/ 66	1.5
Brain tumor	1/ 72	1.4
Hepatocellular ca	1/ 77	1.3

는 침윤성관암이 10예(58.8%), 수질암 2예(11.8%), 염증성유방암 1예(5.9%)였고 조직학적 분류가 되지 않은 예가 4예(23.5%)였다. 연조직육종 14예중 횡문근육종이 5예(35.7%), 주위 연조직을 침습한 골육종이 2예(14.3%)였으며, 섬유육종, 지방육종, 연골육종, Ewing 세포종 및 조직학적 분류가 확실치 않은 연조직육종이 각 1예(7.2%)였다. 악성늑막삼출 11예중 폐암이 5예(45.4%)로 가장 많은 1차병소였고 다음이 유방암(4예, 36.4%), 1차 병소를 알 수 없는 선암 및

Table 3. Histological Classification of Soft Tissue Tumors Showing ^{99m}Tc-MDP Uptake According to Organs

Lung ca(40)—squamous cell ca(14), small cell ca(10), large cell ca(2), adenosquamous cell ca(1), bronchioloalveolar cell ca(1), undifferentiated ca(1), metastatic ca(6; breast ca 2, osteogenic sarcoma 2, renal cell ca 1, cervix ca 1), undetermined histology(5)

Breast ca(17)—infiltrating ductal ca(10), medullary ca(2), inflammatory ca(1), undetermined histology(4)

Soft tissue sarcoma(14)—rhabdomyosarcoma(5), osteogenic sarcoma invading soft tissue(2), liposarcoma(1), fibrosarcoma(1), chondrosarcoma(1), Ewing's sarcoma(1), undetermined sarcoma(1)

Malignant pleural effusion(11)—lung ca(5), breast ca(4), adenoca(1), endodermal sinus tumor of liver(1)

Hepatoma(5)—hepatocellular ca(1), Metastatic ca(4; squamous cell ca 3, breast ca 1)

Carcinoma peritonei(5)—breast ca(2), stomach ca(1), hepatocellular ca(1), ovarian ca(1)

Thyroid ca(3),—follicular ca(1), papillary ca(1), medullary ca(1)

Skin ca(3)—squamous cell ca(2), malignant melanoma(1)

Kidney ca(2)—renal cell ca(1), transitional cell ca(1)

Benign tumors(5)—neurilemmoma(1), osteochondromatosis(1), paraffinoma(1), capillary hemangioma(1), chordoma(1)

Table 4. Nontumorous Soft Tissue Tumors Showing ^{99m}Tc-MDP Uptake

Inflammatory disease(37)—cellulitis(28), thrombophlebitis(4), burn(2), pyogenic abscess(2), gas gangrene(1)

Diffuse soft tissue uptake(26)—both leg(20), liver(4), lung(2)

Edema(25)—lymphedema(18), venous obstruction(4), extravasation of iv fluid(2), hypoalbuminemia(1)

Muscular disease(23)—rhabdomyolysis(18), ischemic or nonischemic myositis(2), steroid myopathy(1), myositis ossificans(1), acute myocardial infarction(1)

Connective tissue disease(10)—dermatomyositis/polymyositis(6), scleroderma(1), overlap syndrome(1), SLE(1), vasculitis(1), amyloidosis(1)

Pleural lesion(6)—tuberculous pleurisy(3), thickening(2), effusion in congestive heart failure(1)

Soft tissue calcification(5)—metastatic calcification(3), costal cartilage(2)

Contusion(4), Postop. wound(3), Ascites in nephrotic syndrome(1), Tuberculoma(1), Cold abscess(1), Cerebral infarction(1), Normal breast(10)

간의 내피동종양(endodermal sinus tumor)(각 1예, 9.1%)이었다. 폐암 5예는 중복되므로 총수계산에는 포함시키지 않았다. 간암 5예중 원발성간암은 1예(20%)였고, 전이성간암이 4예(80%)였는데 이들의 1차병소는 피부 및 폐의 편평세포암 3예, 유방암 1예였다. 악성복수 5예중 1차병소는 유방암 2예(40%), 위암 1예(20%), 간세포암 1예(20%), 난소암 1예(20%)였다. 갑상선암 3예중에는 포상세포암, 유두상세포암 및 수질암이 각 1예씩이었고, 피부암 3예중에는 편평세포암 2예, 악성흑색종이 1예, 그리고 신장암 2예중에는 신장세포암 및 이행세포암이 각 1예씩이었다.

3. ^{99m}Tc-MDP 이상섭취를 보인 비종양성 연조직 병변(Table 4)

비정상적으로 ^{99m}Tc-MDP 섭취를 보이는 연조직병변으로는 염증성질환이 가장 많아서 총 153예중 37예(24.2%)였고, 그외에 미만성연조직섭취 26예(17.0%), 부종 25예(16.3%), 근병변 23예(15.0%), 결핵조직질환 10예(6.5%), 정상유방 10예(6.5%), 늑막병변 6예(3.9%), 연조직석회화 5예(3.2%), 좌상 4예(2.6%), 수술창 3예(2.0%), 그리고 복수, 결핵종, 결핵성농양 및 뇌경색이 각 1예(0.7%)씩이었다.

이들 각각의 질환을 보면 염증성질환 37예중 봉와직염이 28예(75.7%), 혈전성정맥염 4예(10.8%), 화상

2예(5.4%), 화농성농양 2예(5.4%), 가스괴저가 1예(2.7%)였으며, 미만성연조직섬취를 보인 26예중에는 양측하지에 미만성섬취를 보인 예가 20예(76.9%)로 가장 많았고, 기타 간(4예, 15.4%), 뇌(2예, 7.7%)에도 미만성섬취를 보인 예가 있었다. 부종이 있는 부위에 ^{99m}Tc -MDP 섬취를 보인 예는 25예였는데 그 원인으로는 입파수종 18예(72%), 정맥폐쇄 4예(16%), 정맥주사액의 삼출 2예(8%), 저알부민혈증 1예(4%) 등이었다. 근질환 23예중에는 횡문근용해가 18예(78.3%)로 가장 많았고 기타 근염(2예, 8.8%), 스테로이드성 근병변, 골형성근염 및 급성근경색(각 1예, 4.3%)등도 있었으며, 결체조직질환 10예는 피부근염 및 다발성근염 6예(60%), 경피증, 중복중후근, 전신성홍반성낭창, 정맥염 및 아밀로이드증 각 1예(10%) 등이었다. 늑막병변 6예중 결핵성늑막염이 3예, 늑막비후가 2예, 그리고 우혈성심부전에 의한 늑막삼출이 1예였으며, 연조직석회화 5예중에는 전이성석회화가 3예, 늑연골석회화가 2예였다.

고 안

이 논문은 종래 임등⁵⁾의 보고에 이어 골스캔제제인 ^{99m}Tc -MDP의 이상섬취를 보인 연조직질환을 열거함으로써 향후 골스캔의 이해 및 판독에 도움을 주고자 한 것이다. 사실 골섬취보다 오히려 연조직섬취가 진단에 도움이 되는 경우도 드물지 않다.^{2, 3, 11~17, 19, 21).}

여러 질환에서 석회화를 억제하는 것으로 알려진⁶⁾ MDP에 ^{99m}Tc 를 표지시켜 골스캔에 이용한 이래 ^{99m}Tc -MDP는 가장 우수한 골스캔제제로 알려져 있다⁷⁾. phosphate 제제가 골에 섬취되는 기전으로는 hydroxyapatite 표면에서 화학결합을 일으켜 섬취된다는 설(Chemisorption)⁸⁾과, 교환성기질에 결합한다는 설⁹⁾등이 제시되고 있으며, 이때 중요한 작용을 하는 인자로 골대사, 혈액순환 및 혈관투과성의 변화 등이 제시되고 있다¹⁰⁾.

연조직에의 섬취도 비슷한 기전에 의해 일어나는 것으로 해석하고 있는데, 우선 석회화 또는 골형성이 있는 곳에 골스캔제제가 섬취되는 것으로 석회화 및 골형성이 일어날 수 있는 각종 대사성 질환^{4, 11)} 및 종양 등^{12~14)}의 경우가 이에 해당하며, X-ray 상 눈에 띄는 석회화는 없더라도 조직손상을 받았을 때 mitochondria 내에 calcium이 들어가서 이런 세포내의 calcium에 골스캔제제가 결합하는 경우¹⁸⁾도 이에 해당한다. 그러나 Dewanjee⁶⁾등은 ^{99m}Tc -phosphorus 제제가

mitochondria 내의 calcium 보다는 우선적으로 가용성 단백질에 결합한다고 주장하고 있다. 이는 조직학적으로 calcium을 증명할 수 없는 경우^{17, 18)}에 하나의 설명이 될 수 있을 것이다. 또한 골스캔의 경우와 마찬가지로 연조직병변에서도 혈액순환의 증가가 중요한 역할을 하고 있는데, 혈류공급을 풍부하게 받고 있는 중앙에서 골스캔제제의 섬취를 보이는 경우^{19, 20)}와 reflex sympathetic dystrophy의 경우²¹⁾등이 그 예가 될 것이다. 그 외에도 혈관투과성의 증가, 골스캔제제 흡수의 지연 등도 생각할 수 있는데 각종 체액내 섬취를 보이는 경우²²⁾가 그 예가 된다. 한편 Schmitt 등²³⁾은 방사성의약품이 조직에 결합하는 기전으로 수용체설을 주장하고 있는데 유방암 및 정상유방조직내의 acid phosphatase 수용체에 ^{99m}Tc -phosphate, phosphonate가 결합한다고 보고하였다. 또 한가지 무시할 수 없는 원인으로 방사성핵종의 조성변화, 전날 시행한 간스캔 등 인위적인 소견이 있으나 본 연구에서는 그런 예는 제외하였다.

본 연구에서 각 중앙별로 연조직섬취를 보인 예들의 양성율을 구하였는데 이는 골스캔을 의뢰하였던 중앙별 총수에 대한 양성율로서, 전향성 조사는 아니지만 대체적인 경향은 파악할 수 있으리라 여겨진다. 한편 치료(또는 수술)받지 전후의 구별을 하지 않았다는 문젯점이 있는데, 연조직중앙에 이상섬취를 보인 예의 대부분이 치료(또는 수술)전이거나 아니면 재발된 예들이었지만 연조직섬취를 보이지 않은 환자군에서 재발의 정의를 내리기가 곤란하였으므로 부득이 수술전후의 구별을 하지 않았다. 다만 10~20%가 치료(또는 수술)후에 골스캔을 시행했던 다른 중앙환자군에 비해 유방암 및 갑상선암환자의 경우 각각 732예(74.1%) 및 24예(66.7%)가 수술후에 추시하는 예였으므로 연조직섬취 양성율이 좀 더 낮게 산정되었을 가능성이 있다.

본 연구에서는 신경아세포종(23.3%) 및 악성섬유성조직세포종(22.2%)에서 특히 양성율이 높은 것으로 나타났다. 그러나 여기에 대한 참고문헌이 없어 비교하기 힘들다. 임등⁵⁾은 폐암 152예중 6예(3.9%), 유방암 97예중 2예(2.1%)에서 중앙에 섬취되었다고 보고하여 폐암은 약간 낮고 유방암은 약간 높은 섬취양성율을 보고하였으나 본 연구의 8.0%, 1.7%에 비해 큰 차이는 아닌 것으로 보인다.

여기에 몇개의 증례를 예시하였는데 Fig. 1의 경우는 폐의 편평세포암이 간에 전이한 경우로, 저자들이 아는 한 유사한 보고를 접하기 힘든 경우이다. Fig. 2

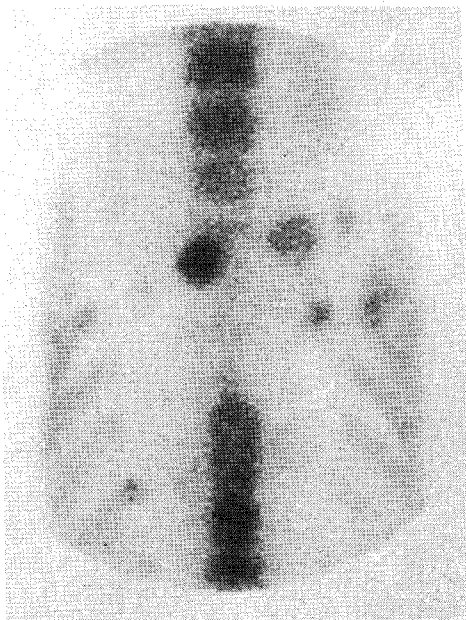


Fig. 1. ^{99m}Tc -MDP scan of the anterior trunk of 50-year-old male patient showing several hot uptakes in region of liver. Biopsy of the foci revealed squamous cell ca. Patient also had lung ca.

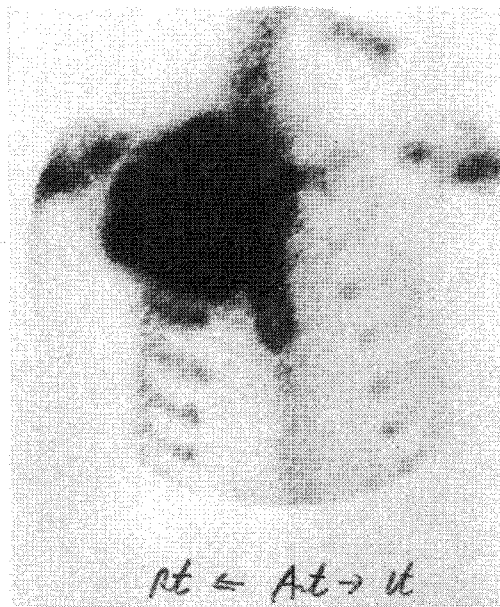


Fig. 2. ^{99m}Tc -MDP scan of the anterior chest of 13-year-old female patient who had had right femoral osteogenic sarcoma showing a huge hot uptake in right upper chest. It was revealed as metastatic osteogenic sarcoma.

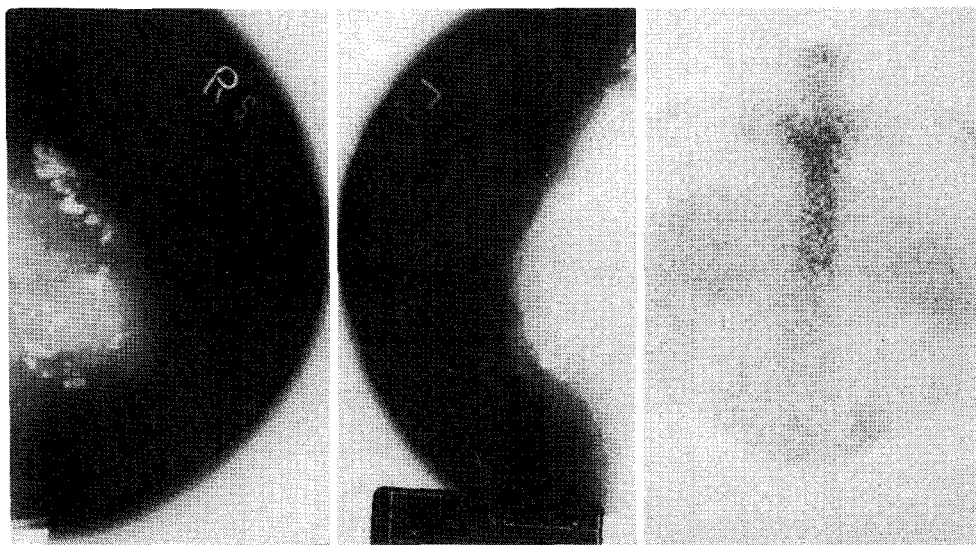


Fig. 3. Close-up X-ray of both breasts and ^{99m}Tc -MDP scan of anterior chest of 61-year-old female patient showing diffusely scattered calcifications and diffusely increased uptake on both breasts. She was revealed to have calcified paraffinoma.

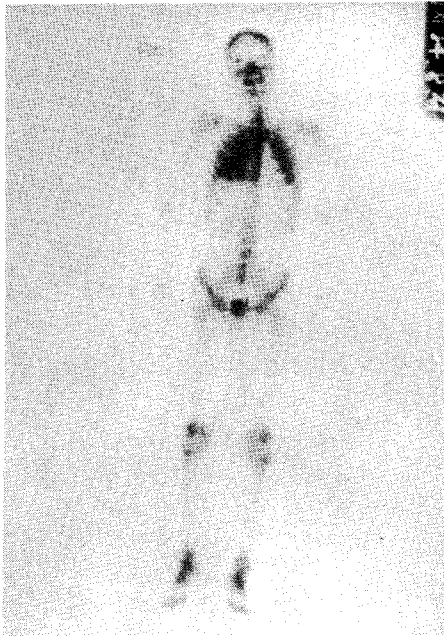


Fig. 4. ^{99m}Tc -MDP scan of anterior whole body of 25-year-old male patient with rhabdomyolysis showing diffusely increased uptake of both lungs. He was guessed to have metastatic calcification in his lungs which occurred in the diuretic phase of acute renal failure.



Fig. 5. ^{99m}Tc -MDP scan of both forearms of 12-year-old female patient with capillary hemangioma of left forearm. Arrow points to the increased activity in the left forearm which was revealed as capillary hemangioma.

의 경우는 대퇴골의 골육종이 폐에 전이되어 재발한 경우로 골형성하는 중양이 골스캔제제를 섭취한 대표적인 예가 되겠다. Fig. 3의 경우는 양측 유방의 석회화를 동반한 paraffinoma로 Xray 상에 보이는 석회화에 의한 골스캔제제섭취의 한 예이며, Fig. 4의 경우는 열사병에 의한 횡문근용해(rhabdomyolysis)에 이은 급성신부전으로 입원한 25세 남자 환자인데 급성신부전의 이노기에 고칼슘혈증이 나타나 폐에 전이성 석회화를 일으킴으로써²⁴⁾ ^{99m}Tc -MDP의 미만성 폐섭취를 보인 예로 Xray에 보이지 않는 석회화에 의한 골스캔제제 섭취의 한 예이다. Fig. 5는 모세혈관종환자의 스캔으로 단지 혈액순환이 증가되어 골스캔제제의 섭취를 보인 예가 될 것이다. Fig. 6은 유방암전에 의한 악성복수에 ^{99m}Tc -MDP가 섭취된 경우로 혈관투과성의 증가 및 재흡수 지연 등으로 설명할 수 있는 예라고 하겠다.

이상에서 저자들은 ^{99m}Tc -MDP의 비정상적인 섭취를 보인 연조직병변에 대해 저자들이 경험한 각종 질환 및 가능한 기전에 대해 논하였으며 앞으로 골스캔의 이해와 판독에 도움이 되었으면 한다.

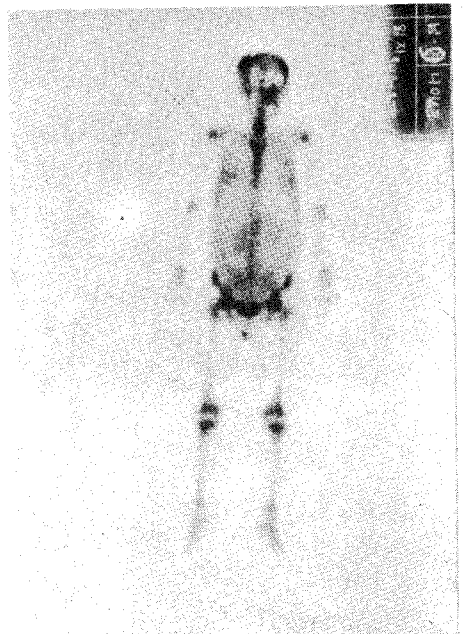


Fig. 6. ^{99m}Tc -MDP scan of anterior whole body of 43-year-old female patient with breast cancer metastasizing to peritoneum showing diffusely increased uptake in abdomen.

결 론

1981년 4월부터 1986년 3월까지 서울대병원 핵의학과에서 시행한 10,361건의 ^{99m}Tc-MDP 골스캔중 비정상적인 연조직섭취를 보인 344건(3.3%)에 대해 분석하여 다음의 결과를 얻었다.

1) 344건중 악성종양이 126건(36.6%), 양성종양이 5건(1.5%), 비종양성 연조직질환이 153건(44.5%), 그리고 연조직섭취의 원인을 확인할 수 없었던 경우가 60건(17.4%)이었다.

2) 악성종양중 연조직섭취율이 비교적 높은 종양은 신경아세포종(23.3%), 악성섬유성조직세포종(22.2%), 갑상선암(8.3%), 폐암(8.0%), 피부암(7.1%), 후두암(6.3%), 연조직육종(6.2%) 등이었고, 숫적으로는 폐암(40예), 유방암(17예), 연조직육종(14예) 등이 많았다.

REFERENCES

- 1) Subramanian G, McAfee JG: *New complex of ^{99m}Tc-phosphate for skeletal imaging. Radiology 99:192, 1971*
- 2) Williamson BR, Teates D, Bray ST: *Bone scanning in detecting soft tissue abnormalities. Southern Med J 73:853, 1980*
- 3) Desai A, Eymontt M, Alavi A, Schaffer B, Dalinka MK: *^{99m}Tc-MDP uptake in non-osseous lesions. Radiology 135:181, 1980*
- 4) Heck LL: *Extrasosseous localization of phosphate bone agents. Semin Nucl Med 10:311, 1980*
- 5) 임상부, 박난재, 김병태, 이명철, 조보연, 이홍규, 고창순: *^{99m}Tc-MDP 골스캔에서 골격외 섭취 및 신요로계 이상소견에 관한 연구. 대한핵의학회지 6:31, 1982*
- 6) Jowsey J, Riggs BL, Kelly PJ, Hoffman D.L., Border P: *The treatment of osteoporosis with disodium ethane-1-hydroxyl, 1-diphosphonate. J Lab Clin Med 78:574, 1971*
- 7) Subramanian G, McAfee JG, Blair RJ, Kallfelz FA, Thomas FD: *^{99m}Tc-MDP, a superior agent for skeletal imaging: Comparison with other technetium complexes. J Nucl Med 16:744, 1975*
- 8) Jones AG, Francis MD, Davis MA: *Bone scanning: Radionuclide reaction mechanisms. Semin Nucl Med 6:3, 1976*
- 9) Rosenthal L, Kaye M: *Observations in the mechanism of ^{99m}Tc-labeled phosphate complex uptake in metabolic bone disease. Semin Nucl Med 6:59, 1976*
- 10) Lentle BC, Russell AS, Percy JS, Scott JR, Jackson FI: *Bone Scintiscanning updated. Ann Int Med 84:297, 1976*
- 11) Cohen AM, Maxon HR, Goldsmith RE, Schneider HJ, Wiot JF, London RG, Altemeier WA: *Metastatic pulmonary calcification in primary hyperparathyroidism. Arch Int Med 137:520, 1977*
- 12) Brower AC, Teates CD: *Positive ^{99m}Tc-polyphosphate scan in case of metastatic osteogenic sarcoma and hypertrophic pulmonary osteoarthropathy. J Nucl Med 15:53, 1974*
- 13) Ell PJ, Breitfellner G, Meixner M: *Technetium-99m-HEDP concentration in calcified myoma. J Nucl Med 17:323, 1976*
- 14) Eugenidis N, Locher JT: *Tumor calcinosis imaged by bone scanning: case report. J Nucl Med 18:34, 1977*
- 15) Siegel BA, Engel WK, Derrer EC: *Localization of technetium-99m-diphosphonate in acutely injured muscle. Neurology 27:230, 1977*
- 16) Dewanjee M, Kahn PC: *Mechanism of localization of ^{99m}Tc-pyrophosphate and tetracycline in infarcted myocardium. J Nucl Med 17:639, 1976*
- 17) Silberstein EB, Bove KE: *Visualization of alcohol-induced rhabdomyolysis: a correlative radiotracer, histochemical, and electromicroscopic study. J Nucl Med 20:127, 1979*
- 18) Hardy JG, Anderson GS, Newble GM: *Uptake of ^{99m}Tc-pyrophosphate by metastatic extragenital seminoma. J Nucl Med 17:1105, 1976*
- 19) Chew FS, Hudson TM: *Radionuclide imaging of lipoma and liposarcoma. Radiology,*

136:741, 1980

- 20) Berg GR, Kalisher L, Osmond JD, Pendergrass HP, Potsaid MS: ^{99m}Tc-diphosphonate concentration in primary breast carcinoma. *Radiology* 109:393, 1973
 - 21) Holder LE, Mackinnon SE: *Reflex sympathetic dystrophy in the hands: clinical and scintigraphic criteria.* *Radiology* 152:517, 1984
 - 22) Gordon L, Schabel SI, Holland RD, Cooper JF, Pharm D: ^{99m}Tc-MDP accumulation in ascitic fluid due to neoplasm. *Radiology* 139:699, 1981
 - 23) Schmitt GH, Holmes RA, Isitman AT, Hensley GT, Lewis JD: *A proposed mechanism for ^{99m}Tc-labeled polyphosphate and diphosphonate uptake by human breast tissue.* *Radiology* 112:733, 1974
 - 23) Koffler A, Friedler R.M, Massry S: *Acute renal failure due to nontraumatic rhabdomyolysis.* *Ann Int Med* 85:23, 1976
-