

《原 著》

片側性股関節疾患における ^{99m}Tc -MDP の患側大腿骨
骨幹部への取り込み亢進

小林 英敏* 田中 孝二* 佐久間貞行**

要旨 岐阜県立多治見病院にて、股関節疾患に 3-Phase 骨シンチグラフィを施行し診断に利用しているが、片側性股関節疾患症例の患側大腿骨骨幹部への集積が亢進している印象を得た。骨髄炎症例、悪性腫瘍症例および術後の症例を除外した、片側性股関節疾患の 68 症例を対象として、 ^{99m}Tc -MDP の大腿骨骨幹部への取り込みを健側と患側とで比較した (76 検査)。3-Phase 骨シンチグラフィの early 像は、必ずしも血流量だけではなく、大腿の軟部組織量にも関係していた。delay 像では、健側の骨幹部への取り込み亢進を示すものではなく、患側の骨幹部への取り込み亢進を示すものが多かった。delay 像の取り込み亢進の主な原因は、不使用もしくは、長期間の負荷軽減による骨粗鬆症と考えられた。

I. 緒 言

Three-Phase 骨シンチグラフィ (3-Phase 骨シンチ) は、骨髄炎と他の骨病変との鑑別¹⁾ および Reflex Sympathetic Dystrophy (RSD) の診断に有用であると報告されている^{2,3)}。当院においては、股関節疾患に 3-Phase 骨シンチを施行し診断に利用しているが、片側性股関節疾患症例の患側大腿骨骨幹部への集積が亢進している印象を得た、しかしわれわれの調べ得た範囲においては、まとめて報告されていない。今回、集積亢進の頻度ならびに原因を検討し、若干の知見を得たので報告する。

II. 対 象

対象は、当院において昭和59年12月より平成元年3月までに 3-phase 骨シンチを施行した片側性股関節疾患症例で悪性腫瘍、骨髄炎、および骨腫

瘍の疑いのある症例を除いた68症例、76検査である。対象症例を臨床診断から大腿骨頸部骨折 (骨折)、脱臼、ペルテス病、無菌性大腿骨頭壊死、および変形性股関節症 (変股症) の5群に分けた。対象の内訳および平均年齢は表に示すごとくであった (Table 1)。

III. 方 法

使用した装置は島津社製 LFOV シンチカメラである。核種は第一ラジオアイソトープ社製の ^{99m}Tc -MDP キットを用いて調整したものを用いた。 ^{99m}Tc -MDP を、15.54 MBq/kg (0.42 mCi/kg) をボラス注入し、dynamic 像を撮像する。注入5分後より股関節正面で 600 K カウントまで撮像し、early 像とした。このときは LEAP コリメータ (汎用平行孔 140 keV 用) を使用している。注

Table 1 Cases and average age

Diagnosis	Male	Female	Total	Average age
Fracture	13	6	19	55±19
Dislocation	5	1	6	34±13
Perthes disease	6	1	7	9±1
Aseptic necrosis	6	4	10	48±16
Degenerative coxarthropathy	6	20	26	60±10

* 岐阜県立多治見病院放射線科

** 名古屋大学医学部放射線医学教室

受付：2年3月14日

最終稿受付：2年5月18日

別刷請求先：岐阜県多治見市前畑町 5-161 (☎ 507)

岐阜県立多治見病院放射線科

小林 英 敏

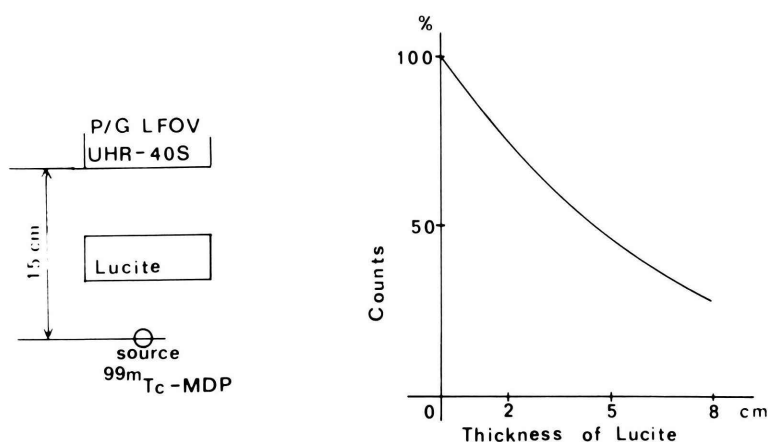


Fig. 1 Relation between decrease of counts and thickness of Lucite.

Table 2 Comparison of the accumulation of ^{99m}Tc -MDP on 76 examination of 68 cases

Diagnosis	I > N	I = N	I < N
Fracture			
Early image	10	5	9
Delay image	19	5	0
Dislocation			
Early image	4	3	0
Delay image	6	1	0
Perthes disease			
Early image	1	6	0
Delay image	5	2	0
Aseptic necrosis			
Early image	1	2	7
Delay image	9	1	0
Degenerative coxarthropathy			
Early image	4	6	18
Delay image	27	1	0

I: Involved side's accumulation of ^{99m}Tc -MDPN: normal side's accumulation of ^{99m}Tc -MDP

入 3 時間後に, UHR-40S コリメータ (超高分解能平行孔 140 keV 用) を使用して股関節正面, 左前斜位, 右前斜位の 3 方向を 350 K カウントまで撮像し, delay 像とした. 必要により, 全身像および SPECT 像も撮像している.

^{99m}Tc -MDP の大腿骨骨幹部への集積の亢進の有無の判定は, 左右をフィルム上で肉眼的に判定する定性的なものとして, ROI によるカウントは利用しなかった.

3-Phase 骨シンチ施行日の 2 週間以内の単純レ

Table 3 Osteoporosis and muscle atrophy on Roentgen film of 47 cases

	Osteoporosis (+)		Osteoporosis (-)	
	MA (+)	MA (-)	MA (+)	MA (-)
Fracture	7 (2)	4	0	3 (1)
Dislocation	0	5 (1)	0	1
Perthes disease	0	3 (1)	1	3 (2)
Aseptic necrosis	1	1	2	1
Degenerative coxarthropathy	8	6 (1)	1	0

(): Number of cases of no ^{99m}Tc -MDP uptake increment

MA: muscle atrophy

ントゲン写真 (X-P) の入手できた 47 症例については, 骨粗鬆症の有無および左右大腿径の大きさの差について検討した.

吸収体として的大腿部軟部組織の多少によるカウントの変化を検討する目的で, ^{99m}Tc -MDP と UHR-40S コリメータを装着した検出器との距離を 15 cm とし, その間においた Lucite (比重 1.2) の厚さを変えることによるカウントの減少を実測した (Fig. 1).

IV. 結 果

Table 2 に early 像および delay 像における集積程度の差を示す (Table 2). early 像では, 骨折, 脱臼, ペルテス病においては, 健側亢進 (I. < N.)

が患側亢進 ($I > N$) に比較して少なく、無菌性大腿骨頭壊死、変形性股関節症では、患側亢進が多いのが認められた。delay 像では、ほとんどの症例で患側への集積亢進を認め、集積低下を示した症例はなかった。

Table 3 に単純レントゲン写真 (X-P) 所見を示す (Table 3)。ペルテス病および無菌性大腿骨頭壊死における骨粗鬆症の頻度は、3/7, 2/5 であり他疾患に比して低かった。筋の萎縮は、骨折 (7/14) および変形性股関節症 (9/15) において多く認め

られた。これらの症例は、early 像において集積の低下が認められ、多くの症例で delay 像で集積亢進が認められている。

Lucite の厚さとカウントの減少との関係を Fig. 1 に示す。厚さ 2 cm で約 25%, 5 cm で約 50% の減少となった (Fig. 1)。

V. 症 例

骨折、脱臼、無菌性壊死、および変股症の症例を提示する。

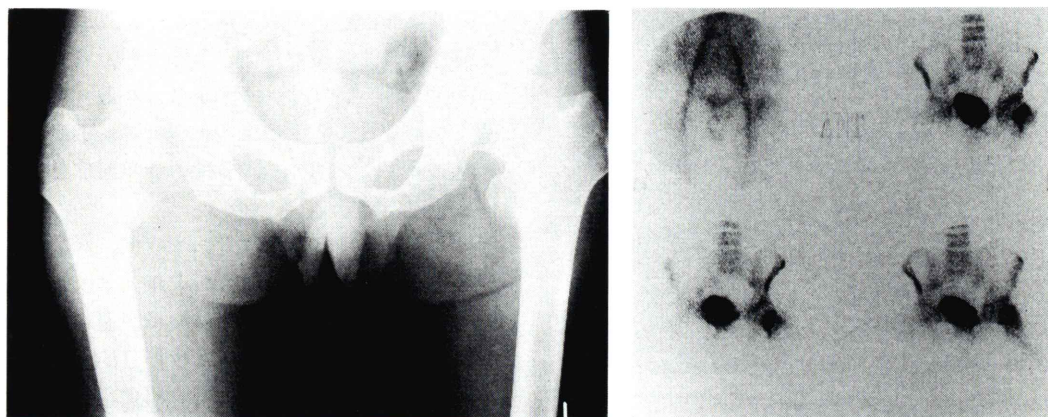


Fig. 2 The bone radiography (X-P film) and the ^{99m}Tc -MDP 3-phase bone scintigraphy of the case 1. 43 y.o. male. fracture of left femoral neck. There is no osteoporosis on X-P film. The both sides' accumulation of ^{99m}Tc -MDP is equal.

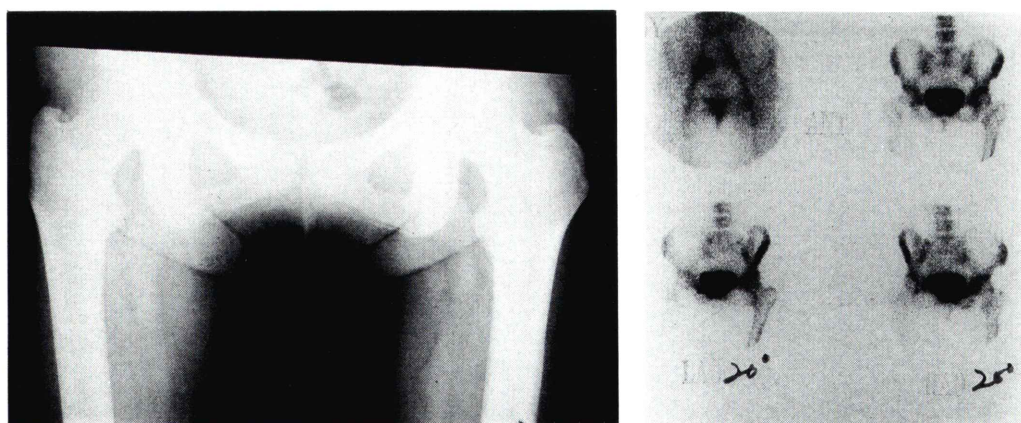


Fig. 3 The bone radiography (X-P film) and the ^{99m}Tc -MDP 3-phase bone scintigram of the case 2. 19 y.o. female. dislocation of left femoral head. There is osteoporosis on left femoral shaft. The accumulation of ^{99m}Tc -MDP of left femoral shaft is increased.

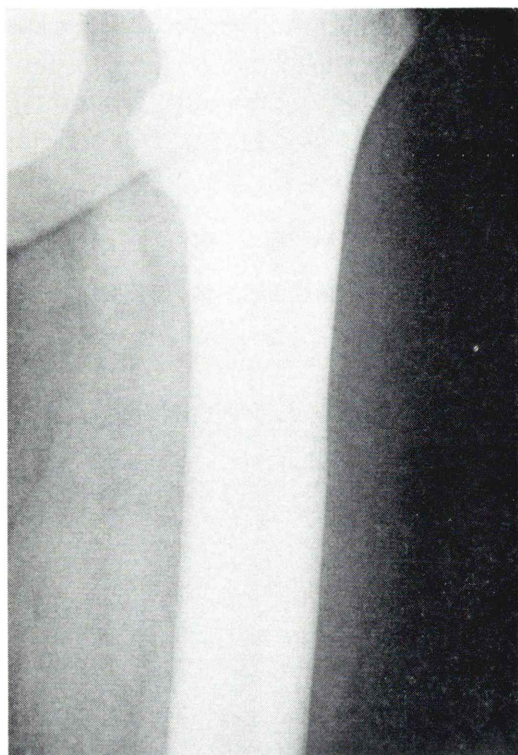


Fig. 4 The close-up radiography of left femoral shaft of case 2.

1) 症例 1. 左大腿骨頸部骨折例, 43歳男性

受傷後ベッド上安静50日目に 3-Phase 骨シンチを施行した. early 像において骨折部への $^{99m}\text{Tc-MDP}$ の異常集積は認められるが, 左大腿軟部組織への取り込みは低下している. delay 像では左右の大腿骨骨幹部への取り込みに左右差は認めない. X-P においても骨粗鬆症の所見はない (Fig. 2).

2) 症例 2. 左脱臼症例, 19歳女性

交通事故にて受傷した. 受傷後 60 日目に 3-Phase 骨シンチを施行した. early 像において左大腿の軟部組織への取り込みはやや亢進している, 受傷時の軟部組織の外傷によるものと考えられる. delay 像では左の大腿骨骨幹部への取り込みは亢進している. X-P 上では左大腿骨骨幹部において, 骨膜下吸収像を認める. 急性の骨粗鬆症と考えられる (Fig. 3, 4).

3) 症例 3. 右無菌性骨壊死症例, 66歳女性

3-Phase 骨シンチ施行の約 1 年前より時々右股関節痛を訴えていたが, 漢方薬で経過を見ていた. 歩行困難が出現したために, 手術目的で当院を紹介された. X-P においては, 骨粗鬆症の所見は認めない. delay 像では右の大腿骨骨幹部への取り込みは亢進し (Fig. 5), SPECT 像においても明かであった (Fig. 6).

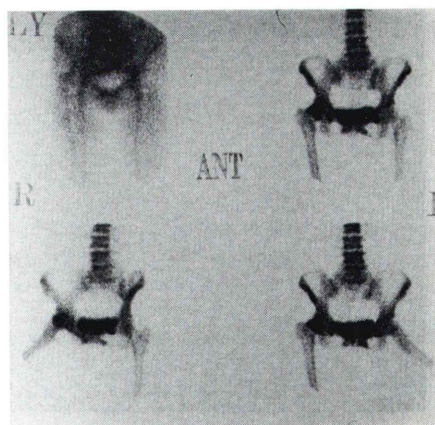
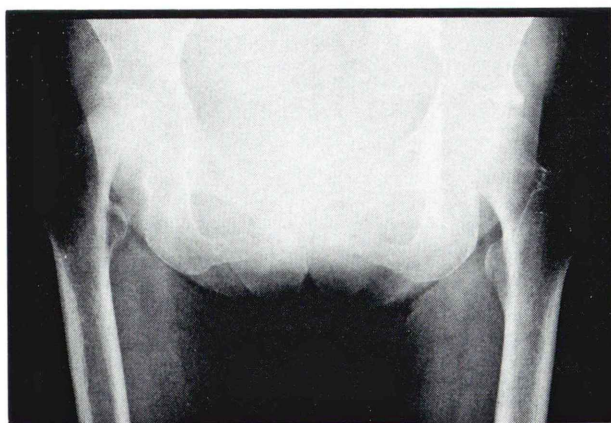


Fig. 5 The bone radiography (X-P film) and the $^{99m}\text{Tc-MDP}$ 3-phase bone scintigram of the case 3. 66 y.o. female. aseptic necrose of right femoral head. There is no osteoporosis on X-P film. The accumulation of $^{99m}\text{Tc-MDP}$ of right femoral shaft is increased.

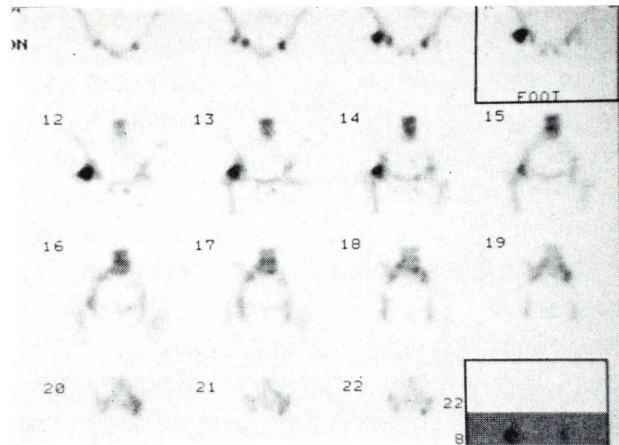


Fig. 6 The SPECT of the bone scintigram (delayed image) of the case 3.

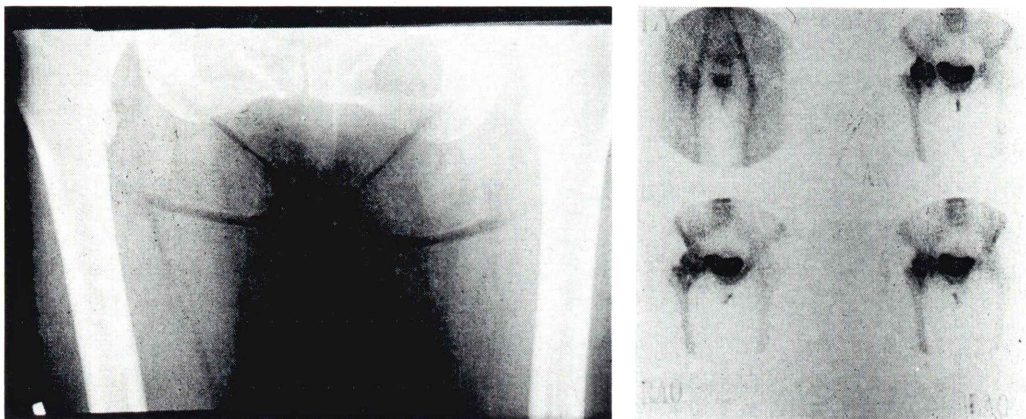


Fig. 7 The bone radiography and the bone scintigram of the case 4. 66 y.o. female. right degenerative coxarthropathy. There is bilateral osteoporosis on X-P film. The accumulation of ^{99m}Tc -MDP of right femoral shaft is increased.

4) 症例 4. 右変股症症例, 66歳女性

3-Phase 骨シンチ施行の約 1 年前より時々右股関節痛があった, 歩行障害が出現したために当院を受診した. 患者の記憶では, 骨折の既往はない. カルシタールの投与はされていたが, ステロイドホルモンの使用はなかった. 手術目的で 3-Phase 骨シンチを施行した. early 像において右大腿骨幹部の軟部組織への取り込みには左右差を認めないが, 大腿の径の減少が右にみられる. 筋の萎縮と考えられる. delay 像では右の大腿骨骨幹部への取り込みは亢進している. X-P 上では両側の骨

粗鬆症の所見を認める (Fig. 7). 皮質骨内側面の吸収の所見と考えられる.

VI. 考 按

^{99m}Tc -MDP は骨シンチ製剤として広く用いられている. しかし骨外集積の報告も乳房⁴⁾, 浮腫⁵⁾, 化骨性筋炎⁶⁾, 腫瘍⁷⁾ と多く, その上血清鉄の増加により ^{99m}Tc -MDP の生体内分布に影響がでるとの報告⁸⁾ もあり骨への集積機序についても充分に解明されているとは言い難い.

今回われわれは, 3-Phase 骨シンチ delay 像に

において片側性股関節疾患症例における、患側大腿骨骨幹部への取り込み亢進を報告した。片側下肢への骨シンチ製剤の取り込み亢進については、今回初めて報告されたものではなく、リンパ管閉塞⁵⁾、静脈疾患⁹⁾、化骨性筋炎¹⁰⁾、および骨髄炎¹¹⁾などによる軟部組織への取り込み亢進の報告と骨折¹²⁾、脳血管障害後の麻痺側¹³⁾、RSD²⁾における障害骨、および大腿骨頸部骨折後の障害側大腿骨¹²⁾への取り込み亢進の報告がある。

3-Phase 骨シンチでの early 像は、実験動物を用いて骨への血流を反映しているという報告¹⁴⁾があるが、今回の検討の結果、経過が長く、患側下肢の筋萎縮傾向のみられる変股症症例において early 像の取り込み低下が患側軟部組織にみられた。したがって、臨床においては 3-Phase 骨シンチの early 像は、骨への血流を表しているよりもむしろ軟部組織の血液量、いい替えれば軟部組織量を表していると考えられた。今回の検討した症例 4 のように軟部組織量に左右差のあると考えられる症例においては、骨への血流を体外計測であるシンチグラフィで測定することは困難である。Factor 解析により、軟部組織と骨との factor を分離しようとの報告もある²⁴⁾が、一般に行われるにはいたっていない。3-Phase 骨シンチの delay 像においては、^{99m}Tc-MDP の軟部組織への取り込みは骨組織に比して 1/2.2 と低下する¹⁵⁾ために吸収体として働くと考えられる。そのため経過の長い変股症症例においては、健側に比して萎縮した患側が“見かけの”取り込み亢進を示す可能性がある。事実われわれの検討では、吸収体が 2cm 違うとカウント数で約 25% 違うことがわかった。撮像されたシンチ像だけで読影する際には、early 像を参照するなど軟部組織にも注意する必要がある。しかし今回のわれわれの検討した症例 3 では、Radioisotope 量と相関する¹⁶⁾と既に報告されている SPECT (Single Photone Emission CT) によって明らかに ^{99m}Tc-MDP の骨幹部への取り込みが亢進しており、“見かけの”取り込み亢進ではなかった。しかし全例 SPECT を撮像しているわけではなく、またシンチ像を肉眼的に判定したの

で患側への取り込みがより亢進してみえたことは否定できない。

^{99m}Tc-MDP に限らず、骨シンチ製剤の骨への取り込みに影響を与える因子としては、1) 骨への血流、2) 骨芽細胞の活動度、3) 骨への機械的刺激、4) カルシウム代謝が従来挙げられており²⁾、特に 1) の血流が最大の要因であるとされている¹⁷⁾。四肢への血流は、筋肉の活動に影響されていると考えられ、事実症例 1 は、骨折後下肢を不動状態 50 日目に ^{99m}Tc-MDP 検査を施行した。X-P での軟部組織の左右差は、直径で約 10% 程の左の減少であった。early 像での左軟部組織の ^{99m}Tc-MDP の集積低下は著明であった。活動の低下する脳血管障害後の麻痺側骨への取り込み亢進も報告されている^{13,18)}。動物実験では、四肢を不動にしても骨への血流は低下しないと報告され¹⁹⁾、麻痺側であっても血流は、低下せず骨形成速度に比較して骨吸収速度が増加する²⁰⁾と報告され、骨形成速度と骨吸収速度との差により骨粗鬆症が発症するとされているが、^{99m}Tc-MDP の取り込み亢進は説明していないと考える。事実脳血管障害後の麻痺側の骨への取り込みは亢進しないとの報告もあり²⁾、骨粗鬆症は、取り込み亢進を示すという報告²¹⁾と取り込み低下を示すという報告²²⁾とがある。Gamut でも骨粗鬆症における骨シンチ所見は取り込み亢進と取り込み低下の両者を挙げている²³⁾。骨粗鬆症の原因やりかん年数により骨シンチ所見が違うものと推察される。症例 2 のように急性の骨粗鬆症は、骨吸収の亢進に骨形成が追い付かないために発症していると考えられ、健常者および健側より骨形成は亢進していると考えられる。^{99m}Tc-MDP の集積亢進は、この骨形成亢進を表現しているものと考えられる。

X-P では、ほとんどの症例 (35/47) において骨粗鬆症の所見が認められた。皮質内側面骨吸収の所見が 26 症例と最も多く、限局性であり、原因としては廃用性もしくは RSD が考えられる。今回検討した症例の中には RSD を疑う臨床所見を示したものはなかった。また異所性化骨は認めなかった。したがって X-P 所見からは、廃用性の骨

粗鬆症と考えられた。廃用性骨粗鬆症は、本来動かすことのできない部位におきるとされている。股関節疾患においては、骨折、脱臼、ペルテスなど急性の疾患においては負荷を軽減する処置がとられる。今回検討した症例のうちでは骨折、脱臼、ペルテスなど急性の疾患における $^{99m}\text{Tc-MDP}$ の取り込み亢進は、ベッド上安静によって発症した廃用性の骨粗鬆症として説明できると考えられる。変股症例では、3-Phase 骨シンチの early 像において、多くの症例で大腿部への取り込み低下が認められ、大腿軟部組織量の減少が推察される。患側の筋肉の萎縮があり、その原因は長期間の患側の不使用であろうと考えた。いわば緩徐な不使用である。不使用の骨シンチ所見は、early 像での取り込み低下と delay 像が正常であること、と報告されているが²⁾、それは比較的急性な脳血管障害時における不使用の報告であり、今回われわれが報告した症例 1 がこの報告に一致していた。不使用の初期において、骨形成は 2 倍になると報告されている²⁰⁾。今回検討した症例のような緩徐な不使用において骨形成が健側よりも患側に亢進していることは推察できる。 $^{99m}\text{Tc-MDP}$ の取り込み亢進が患側にみられたのは、骨形成の亢進を示していると考えられた。X-P 所見では、少数ながら比較的急性の骨粗鬆症を示す所見である、骨皮質内骨吸収が 10 症例に、骨膜下吸収が 12 症例にみられた。症例 2 のように骨粗鬆症の原因としては、骨形成より骨吸収が更に亢進していると考えられた。

VII. 結 語

片側性股関節疾患症例 $^{99m}\text{Tc-MDP}$ を用いた 3-Phase 骨シンチを 76 回施行し、患側と健側の大腿骨骨幹部への $^{99m}\text{Tc-MDP}$ の集積を比較して以下の結論をえた。

1) early 像では、変股症症例の 18/28 例で患側の集積が低下していた。患側大腿の軟部組織の萎縮が原因と考えられた。3-Phase 骨シンチにおける early 像は骨への血流を示しているのばかりではなく、軟部組織量にも影響されていた。

2) delay 像では、患側への集積が亢進していた。単純レントゲン写真では 35/47 の症例で、骨粗鬆症が認められ、急性疾患においては、廃用性の骨粗鬆症であり、慢性疾患においては、長期間の緩徐な不使用による骨吸収亢進に伴う骨形成の亢進がその原因ではないかと考えられた。

3) $^{99m}\text{Tc-MDP}$ の取り込みの左右差が、その局所の原因でなくおきることがあり、読影に際しては左右差をもたらす原因を検討する必要がある。

文 献

- 1) Maure AH, Chen DCP, Camargo EE, et al: Utility of Three-phase skeletal scintigraphy in suspect osteomyelitis. J Nucl Med 22: 941-949, 1981
- 2) Greyson ND, Tepperman PS: Three-phase Bone Scintigraphy in Hemiplegia with Reflex Sympathetic Dystrophy and the Effect of Disuse. J Nucl Med 25: 423-429, 1984
- 3) Demangeat JL, Constantinesco A, Brunot B, et al: Three-phase Bone Scintigraphy in Reflex Sympathetic Dystrophy of the Hand. J Nucl Med 29: 26-32, 1988
- 4) 竹林茂生, 小野 慈, 小田切邦雄, 他: ^{99m}Tc -リン酸化合物における骨外集積像. 核医学 18: 1207-1215, 1981
- 5) Manoli RS, Soin JS: Unilateral Increased Radioactivity in the Lower Extremities on Routine ^{99m}Tc -Pyrophosphate Bone Imaging. Clin Nucl Med 3: 374-378, 1978
- 6) 伊藤利之, 佐鹿博信: 異所性骨化の発生機序. 総合リハ 12: 1021-1029, 1977
- 7) 安田鋭介, 吉田 宏, 市川秀男, 他: $^{99m}\text{Tc-MDP}$ の骨外集積についての検討——腫瘍内集積を中心に——. 臨床放射線 28: 851-857, 1983
- 8) 利波紀久, 小泉 潔, 久田欣一: ^{99m}Tc 磷酸化合物による両側腎臓慢性異常集積の臨床的考察. 日本医放会誌 42: 576-581, 1982
- 9) Milton WJ, Datz FL: Thrombophlebitis a Potential Cause for Diffuse Lower Extremity Uptake on Bone Imaging. Clin Nucl Med 1: 26-27, 1976
- 10) 御園生圭輔, 飯尾正宏監修: 核医学大系. 伊丹康人, 宮地幸隆著. 9. 臨床核医学: 骨, 関節系/内分泌系. 70-71
- 11) 千葉一夫, 飯尾正宏, 山田英夫, 他: 加齢者の骨シンチグラム (2) 大腿骨頸部骨折例の患側下肢の骨代謝亢進像について. 核医学 10: 389-395, 1973
- 12) Prakash V, Kamel NJ, Lin MS, et al: Increased Skeletal Localization of ^{99m}Tc -Diphosphonate in Paralyzed Limbs. Clin Nucl Med 1: 48-50, 1976

- 14) 藤森研司, 佐久間隆, 伊藤和夫, 他: 骨シンチグラフィによるラット移植関節の骨生着に関する評価. 核医学 **23**: 1343-1350, 1986
- 15) 利波紀久, 瀬戸 光, 上野恭一, 他: 骨シンチグラフィ用 ^{99m}Tc Methylene diphosphonate kit の基礎的臨床的検討. 核医学 **14**: 911-921, 1977
- 16) Front D, Israel O, Jerushalmi J, et al: Quantitative Bone Scintigraphy Using SPECT. J Nucl Med **30**: 240-245, 1989
- 17) VanDyke D, Anger HO, Yano Y, et al: Bone Blood Flow Shown with ^{18}F and Positron Camera. Am J Physiol **209**: 65, 1965
- 18) Heaney RP: Radiocalcium Metabolism in Disuse Osteoporosis in Man. Am J Med **33**: 188, 1962
- 19) Semb H: Experimental Limb Disuse and Bone Blood Flow. Acta Orthop Scand **40**: 552-562, 1969
- 20) Dequeker J: Peritoneal and Endosteal Surface Remolding in Pathologic Condition. Invest Radiol **6**: 260, 1971
- 21) 山本逸雄: ^{99m}Tc 標識リン酸化合物による骨シンチグラフィの臨床的検討 (III) ——代謝性骨疾患, 骨異形成症について——. 核医学 **15**: 1111-1124, 1978
- 22) Sy WM, Bay R, Camera A: Hand Images: Normal and Abnormal. J Nucl Med **18**: 419-424, 1977
- 23) Datz FL: Gamuts in Nuclear Medicine 2nd 88-90 Appleton and Lange Norwalk, Connecticut/San Mateo, California
- 24) 中島光太郎, 外山比南子, 石川演美, 他: Bone Dynamic Study——股関節領域における Factor 解析法の検討——. 核医学 **26**: 221-229, 1989

Summary

^{99m}Tc -MDP Abnormal Uptake in the Shaft of Femur with Hemi-Lateral Hip Joint Disorders

Hidetoshi KOBAYASHI*, Kouji TANAKA* and Sadayuki SAKUMA**

*Department of Radiology, Gifu Prefectural Tajimi Hospital

**Department of Radiology, School of Medicine, Nagoya University

During the past 4 years, three-phase bone scintigraphy using ^{99m}Tc -MDP has been studied in 68 patients suffering from hemi-lateral hip-joint disorders. We were impressed on abnormal uptake of the shaft of femur on the involved side. ^{99m}Tc -MDP uptake in the shaft of femur is compared with between involved leg and normal leg of 68 cases with hemi-lateral hip-joint disorders (76 examinations). We excluded cases of osteomyelitis, cases of malignant tumor, and post-operative cases.

In early images, the ^{99m}Tc -MDP uptake is not

always increased in involved side. But in delayed images, there are no patients whose normal side's ^{99m}Tc -MDP uptake is increased.

The ^{99m}Tc -MDP uptake in early image is not related only with blood flow of the thigh but with the amount of soft tissue of the thigh. And the ^{99m}Tc -MDP uptake in delayed image is related with disuse osteoporosis.

Key words: ^{99m}Tc -MDP, hip-joint disorder, shaft of femur, disuse osteoporosis.