

《総説》

骨 核 医 学

山 本 逸 雄*

要旨 骨核医学の中心は骨シンチグラフィであり、 ^{99m}Tc -リン酸化合物による骨シンチグラフィは、開発後すでに20年以上たち、その臨床的評価はかたまり、日常の臨床に最もしばしば用いられる核医学検査となっている。その各疾患における意義は確立されているが、近年の、イメージング機器の改良は、その価値をさらに高めている。また、骨シンチグラフィと並んで、近年著しい発展を見せている骨量計測は、骨核医学の一方の柱となりつつある。DXA法は正確に、骨量計測が可能であり、骨粗鬆症の診療に重要な役割を果たしている。さらに、インビトロの分野では、骨代謝マーカーの開発が盛んであり、より特異的、かつ、高感度の骨形成あるいは骨吸収マーカーが続々と登場してきている。骨代謝マーカーの応用は、骨粗鬆症をはじめ、骨疾患すべてに及ぶが、転移性骨腫瘍の診断、特に、骨シンチグラフィの適応決定などに用いられる可能性がある。

(核医学 32: 523-529, 1995)

1. はじめに

骨の核医学は、20年以上の歴史を持つ ^{99m}Tc -リン酸化合物による骨シンチグラフィが主体であるが、それにくわえて、近年著しい発展を見せている骨量計測、さらに、骨代謝マーカー、カルシウム調節ホルモンなどのインビトロ測定や、転移性骨腫瘍のアイソトープ治療や、骨髄炎、関節炎などの診断に関する新しい放射性医薬品、また、 ^{18}F による局所骨血流の測定、などが含まれる。ここでは、主として、骨シンチグラフィに関して概説し、さらに、骨量計測、骨代謝マーカー等に関して若干触れる。

2. 骨シンチグラフィ

骨シンチグラフィは、一昨年(1994)の日本アイソト

第34回日本核医学会総会教育講演の内容を総説として編集委員会が投稿をお願いした。

* 滋賀医科大学放射線科

受付：7年1月30日

別刷請求先：大津市瀬田月輪町 (☎ 520-21)

滋賀医科大学放射線科

山 本 逸 雄

プ協会の資料によれば¹⁾、わが国で最も多く行われているインビボ核医学検査である。そして、その件数は以前よりさらにのびる傾向がみられている。骨シンチグラフィは、1972年のSubramanianらによる ^{99m}Tc -Polyphosphateの開発後²⁾、標識物の改良は行われたが、基本的に、リン酸化合物に ^{99m}Tc を標識したものが用いられ、現在に至っている。 ^{99m}Tc -リン酸化合物による骨シンチグラフィは、日常臨床の一部として、欠かせないものになっている。

骨シンチグラフィは、腫瘍、炎症、整形外科的疾患、代謝性骨疾患などに用いられ、長い歴史の上で、その診断的意義が確立している。したがって、反対に、近年、骨シンチグラフィに関する学会などでの研究発表は、きわめて少なくなっている。以下、腫瘍性疾患、整形外科的疾患、代謝性骨疾患における骨シンチグラフィの意義という点に関し、述べる。

A. 腫 瘍

骨シンチグラフィが、骨転移の診断に広く用いられているのは、それが容易に全身をsurveyできるということと、その感度の良さにある。X

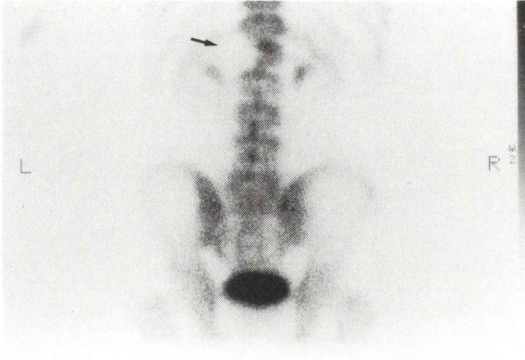


Fig. 1 Defect of ^{99m}Tc -HMDP accumulation at the purely osteolytic metastasis from hepatoma. “Cold” lesion is sometimes more specific for malignant lesion than “hot” lesion.

線写真で全身を survey するより簡単かつ感度よく診断できる。また、MRI は骨髄の情報が得られるので、当然、骨の情報のみをみている骨シンチグラフィより、部分的には感度がよいと思われるが³⁾、全身を survey するのはたいへんなことである。さらに、他の検査法に比し優れているもう一つの利点は、病変の活動性ある程度推測できるという点にある。経過を見るのに優れている。

^{99m}Tc -リン酸化合物は、骨形成を強く伴う骨転移の発見に特に優れている。この点で、前立腺癌、乳癌、肺癌などの骨転移発見には有用であるが、一方で腎癌や、肝癌、甲状腺癌等の骨転移、あるいは多発性骨髄腫などの病変には、わずかの異常集積か、異常集積がないか、あるいはむしろ欠損となることがある。大きな欠損に対しては、近年のシンチカメラの性能向上により、これら集積欠損を捉えられるので、読影上、注意深く目を凝らすことが必要である。集積欠損は異常集積よりも、より特異的な骨転移の所見である場合が多い (Fig. 1)。このように false negative 例を起こしやすい腫瘍があるという点は、留意しておかねばならない。骨シンチで異常なく、骨転移が否定できない場合には、MRI、骨髄シンチ、あるいは ^{99m}Tc -HMPAO などによる検索が勧められる^{4~6)}。

骨シンチグラフィ施行の目安として、Brown らの JNM における総説によれば⁷⁾、乳癌においては

Table 1 Tips for differentiation between “malignant” and “benign” accumulations in bone scintigram

1. Metastatic bone tumor grows in the marrow space and thus, tends to show accumulation axis coincided with the axis of the bone. In contrast, accumulation by fracture tends to show vertical to the bone axis.
2. Metastatic bone tumor develops in the bone, and degenerative bone changes develop along the joint space.
3. Abnormal uptake by metastasis is high at the periphery of the lesion, and uptakes by other causes tend to be strongest at the center of the lesions. (Exception; metastasis from prostatic cancer)
4. When bone metastasis is, other accumulation(s) than those near the joint or sites fragile to trauma is mostly present.

Stage III 以上、前立腺癌においては PSA の異常値があるもの、肺癌においては症状や、血液検査上から骨転移が疑われるものなどを対象とするということである。一概には言えないが、無差別のスクリーニングというより、症例を選ぶ必要があるということであろう。骨転移の可能性が薄いものにも、骨シンチにより異常集積をみつけ、骨転移疑い例を作りすぎることはいましめられねばならない。

骨シンチ読影上の問題として、骨転移による異常集積か、あるいは他の「良性」疾患による異常集積かの鑑別が問題になることがある。脊椎などの集積には当てはまらないが、肋骨の単発の集積は 90% が転移でないといわれるように⁸⁾、単発の集積の多くは「良性」のものであり得る。筆者なりの鑑別のポイントを Table 1 にあげたが、骨シンチイメージがよくなってきており、骨シンチのみによる鑑別もかなり可能であると思われる。もちろん、最終的には、MRI、CT、X 線写真などによる確認は欠かせないが⁷⁾、「良性」の異常集積には、その発生部位、集積の形、配列などに一定のパターンがあり、一方、そのようなパターンがなく、集積の形としては腫瘤状のもの、つまり、丸みをおびているもの、また前立腺癌を除いて、辺縁に集積が強いものは骨転移であるというのが、簡単なポイントである。ただし、例外もあ

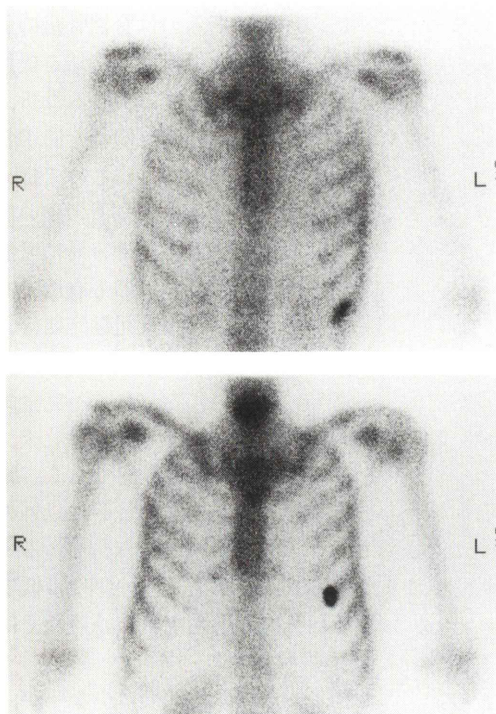


Fig. 2 “Malignant” and “benign” accumulation in the rib. Elongated and oval accumulation within the rib along the rib axis (upper) is usually malignant and vertical accumulation against the rib (bottom) is a sign of rib fracture.

る。一例を Fig. 2 にあげている。

転移性骨腫瘍以外の腫瘍，特に骨肉腫，ユーイング肉腫などの転移巣の発見^{9,10)}，類骨腫の発見や¹¹⁾，線維性骨異形成症の病変の分布の評価¹²⁾，その他，多くの原発性骨腫瘍の骨形成能の評価にも，骨シンチは有用である。

骨髄炎の発見，経過観察においても，骨シンチの有用性は多く報告されている¹³⁾。特に，慢性骨髄炎の再発の評価や，人工関節などの合併症の発見などに有用である。ただし，炎症の診断に関しては，今後より特異的な炎症シンチグラフィの登場が待たれるところである¹⁴⁾。

B. 整形外科的疾患

骨シンチの対象になる整形外科的疾患は多く，特に骨折，骨壊死，prosthesis 装着例，腰痛症，骨移植など多岐にわたる¹⁵⁾。ほかの手段では得ら

れない骨形成活性というものがみられる。X線写真では判定困難な骨折の発見のみならず，その骨折の活動性(新鮮か，古いか)がわかる。骨折の集積の変化には，かなりの幅があるが，一般に強い集積は骨折後2週間～6か月の間みられる¹⁶⁾。自然治癒経過をすぎた持続的な集積は治癒遅延，偽関節，感染症の合併などの疑いがある。また，骨頭壊死などの典型的なシンチ像は，その診断に有用である¹⁷⁾。壊死部周辺に集積がみられ，大腿骨頭壊死では，壊死部を囲むような三日月型の集積が特徴的である¹⁸⁾。さらに，骨移植の成否の診断などにおいても，術後1～3か月の，移植骨への集積の欠如は骨移植の失敗を意味する¹⁸⁾。さらに生着後の，合併症の評価にも用いられる。腰痛症などの原因の診断においても有用であり，特に，X線写真での異常部位の骨代謝回転の評価ができ，さらに，類骨腫，骨転移，骨折，関節症などの発見されることもある¹⁵⁾。脊椎疾患においては，SPECTを使用すれば，病変部位に関して，より正確な評価が可能であり，診断感度自体も20%近く上昇し，有用である^{19,20)}。

C. 代謝性骨疾患

従来，核医学的な骨・カルシウム代謝の評価には，放射性カルシウムやストロンチウムを用いた kinetic study が行われていたが，研究的な試験に留まり，臨床に広く用いられるには至らなかった。それに代わるものとして，¹⁸F，^{99m}Tc-リン酸化合物がある。¹⁸Fはきわめて有望であるが，ポジロン核種であり，やはり，研究的なものであるといわざるを得ない²¹⁾。したがって，現時点で骨・カルシウム代謝の評価に使用可能な核種としては，^{99m}Tc-リン酸化合物しかない。^{99m}Tc-リン酸化合物を骨代謝評価，特にその定量的評価に用いる上で最も問題なのは，その骨への集積が骨代謝のみならず，腎よりの排泄の影響を受けるということである。現在まで，骨シンチの定量的評価に関しては，多くの方法が考案されている^{22～25)}。これらの方法により，骨代謝，特に骨形成機能の評価がある程度可能である。骨シンチを骨代謝評価に用いる上での最も優れた点は，全体としての

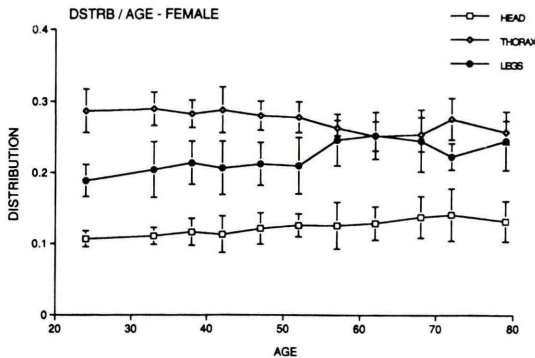


Fig. 3 Changes of distribution pattern of ^{99m}Tc-HMDP accumulation in the whole body by aging. The radionuclide uptakes in the head, thorax, and lower legs were quantified by setting ROI on the skeletal areas in conventional whole body bone scintigram. Relative increases of ^{99m}Tc-HMDP accumulation in the skull and in the lower legs after age 50 in women, comparing to that in the thoracic region, are demonstrated. Although the meanings of this age-related change of bone scintigram are not clarified, this suggests age-related unharmonious changes of bone metabolism with age. ^{99m}Tc-HMDP whole body scintigram is useful for evaluation of local bone metabolism. (Each point shows mean \pm 1SD, n = 10–25)

代謝以外に、全身各部の骨の代謝評価が可能であるということにある。^{99m}Tc-標識リン酸化合物の骨への集積の正確な機序はなお不明ではあるが、経験的には、骨形成能、骨血流の両者によって規定されていると言え、その集積率、全身骨への分布は、これら両因子を現していると考えればよい。骨シンチの定量的評価が必要な場合はそう多くないが、代謝性骨疾患や前立腺癌の骨転移例などにおいて、その治療経過観察などに有用である²⁶⁾。われわれは簡単な方法として、通常の骨シンチ施行例において、全身シンチグラム像の骨領域を囲み、その放射能を測定することによる評価を試み、有効性を確認している²⁷⁾(Fig. 3)。

原発性副甲状腺機能亢進症、甲状腺機能亢進症、骨軟化症、骨粗鬆症、腎性骨症などの代謝性骨疾患に、骨シンチを用いることは必ずしも必要ではないかもしれないが、骨軟化症、骨粗鬆症症

例における骨折部の評価、あるいは腎性骨症の骨病変の診断などに、骨シンチは有効な情報を提供する²⁸⁾。骨軟化症や骨粗鬆症症例における骨折、特に、肋骨や骨盤骨、大腿骨頸部、胸骨、肩甲骨などにおける骨折は、骨シンチにてはじめて捉えられることが多く、脊椎の骨折も、変型の強い例では判定困難であるが、骨シンチでは容易に可能であり、また、治療経過観察においても有用である。特に早期発見が必要とされる骨粗鬆症に伴う大腿骨頸部骨折は、通常、転倒などの外傷後に起こるが、骨量の著しい低下例にみられる不完全骨折は、X線写真では発見困難であり、骨シンチ、あるいはMRIにてはじめて診断可能である。腎性骨症のうち、副甲状腺機能亢進症とそれ以外の骨症との鑑別も骨シンチを用いれば容易である²⁹⁾。アルミニウム骨症においては、骨への集積は低下し、一方、副甲状腺機能亢進症では、頭蓋骨をはじめ全身骨に集積が増強する。

その他、わが国においては、頻度は少ないが、骨Paget病は骨シンチグラム上、強い集積を、一つ、あるいは複数の骨に、骨皮質を中心にとり、関節を接して飛び越さないなど、かなり特徴的な所見を示し、シンチグラムのみにも診断可能である。さらに、病変の治療効果観察にも有用である³⁰⁾。

3. 骨量計測

骨量計測は、従来、アイソトープを用いて行われていたが、X線ビームやX線写真、超音波等による方法にとって代わられつつある(Table 2)。特に、X線ビームを用いるDual Energy X-ray Absorptiometry (DXA法)やSingle Energy X-ray Absorptiometry (SXA法)、および踵骨超音波測定法(QUS法)等を用いる骨量計測専用機は、わが国において、すでに2,000機を超えているとみられ、著しい普及を見せている。骨量計測法自体も進歩が著しく、全身脂肪量の測定、踵骨や前腕骨など諸種の測定モード、多検出器の使用による測定時間の短縮化(例えば腰椎で当初30分→2分以下、最短は5秒)、骨イメージの鮮明化(X線写

Table 2 Methods for bone mass measurement

Sources	Methods
X-Ray Photographs with some reference standard	Photodensitometry by semi-automated method —Microdensitometry (MD) —Computed X-ray Densitometry (CXD) —Digital Image Processing Method (DIP)
Photon	Single Photon Absorptiometry (SPA) Dual Photon Absorptiometry (DPA)
X-ray Beam	Single X-ray Absorptiometry (SXA) Dual X-ray Absorptiometry (DXA)
Computed Tomography	Quantitative Computed Tomography (QCT) Peripheral QCT (PQCT)
Ultra-Sound	Quantitative Ultra-Sound (QUS)
Others	Neutron Activation Analysis Quantitative MRI Usage of DSA

真にある程度代用しうる), 椎体側面よりの測定, 椎体の高さの自動計測, X線ビームと超音波との併用による Young 率の算出可能機種, さらにコンピュータの高速化などがあげられる。

このような骨量計測は, 代謝性骨疾患, 特に骨粗鬆症の診断に取り入れられようとしている。つまり, 骨粗鬆症とは骨量の低下と骨構造の劣化によって, 骨強度が病的に低下した状態と定義できるが, その骨量の減少の評価が, 骨量計測法によって行われようとしている³¹⁾。従来の X 線写真による方法では, 20% 以上の骨量減少がないと, 骨量減少と判定できないが, DXA 法ではその精度から, 3% 程度の変化を読みとることができる。さらに, 治療経過をみると, そのモニター法として用いることができる。骨量計測は, 現在, 小児から老人までひろく用いられているが, 早期の骨量減少をよみとれ, しかもその経過観察ができるという点に特に優れており, したがって, その測定対象は, 骨量減少の始まるの時期, つまり, 閉経前後の女性や, あるいは, ステロイド等の薬物治療例などが最も適していると思われる。近年, 骨粗鬆症の検診というものが, 全国的に行われようとしているが, これは微量の骨量の減少を早期に発見し, 早期に予防を行おうとするものであるが測定法の進歩に負うところが多い。ただ, 骨粗鬆症検診に関しては, スクリーニング後の対

策の確立が急務となっている。

DXA 法は優れた方法であるが, 大がかりな機器を必要とするため, より簡便な骨量計測法の開発や, さらに, 骨量のみならず, 骨の形, 骨の強度等の診断法の開発が試みられており, 今後の発展が期待される。

4. 骨代謝マーカー

従来, 血中アルカリ性フォスファターゼや, 尿中ハイドロキシプロリンなどが, 骨の代謝をあらわす生化学的指標として用いられてきたが, 近年, より特異的な, 新しい骨代謝マーカーが開発され, 臨床に用いられようとしている。そのリストを Table 3 にあげるが, 骨形成時に産生され骨形成の指標となるもの, 骨吸収時に産生され骨吸収の指標となるもの, それぞれに新しいマーカーが登場している。1型コラーゲンの産生の指標としての PICP, 骨芽細胞の指標としての骨型アルカリ性フォスファターゼ, インタクトオステオカルシンなどの骨形成マーカーや, コラーゲンの崩壊の指標としての ICTP, NTx, ピリジノリン, デオキシピリジノリンなどの骨吸収マーカーである。これらは, 骨代謝をより特異的に表現し, 臨床的には, 諸種の代謝性骨疾患への応用が期待されている。特に, 骨吸収マーカーの骨転移診断への応用³²⁾, 骨粗鬆症の治療法選択や, 治療効果判

Table 3 Metabolic bone markers

1. Bone Formation Markers
—Osteocalcin
—Bone Specific Alkaline Phosphatase
—C-terminal Propeptide of Type 1 Procollagen (PICP)
2. Bone Resorption Markers
—Metabolites of Collagen Cross-Links Pyridinoline, Deoxypyridinoline, C-terminal Telopeptide of Type 1 Collagen (ICTP), N- Terminal Telopeptides of Type 1 Collagen (NTx), etc.
—Metabolites of Collagen Hydroxyproline, Galactosylhydroxylysine
—Tartrate Resistant Acid Phosphatase

定への応用などが考えられている³³⁾。つまり、骨代謝マーカーを測定し、骨シンチオーダーの目安としたり、骨転移の治療効果の判定に用いたり、あるいは、骨粗鬆症においては、high turnover 例を見いだしたり、治療効果判定に用いたりするというような利用が考えられている。

5. まとめ

骨核医学は、骨シンチグラフィを中心に、骨量計測、骨代謝マーカーの測定など、骨疾患の診断、診療にしめる役割は多く、核医学の中でも、日常の診療で最も有用な分野と思われる。これらは完成されたものではなく、今後、さらに発展が期待される。つまり、あらたな骨シンチ製剤の開発、例えば軟骨描出用核種や骨吸収イメージの開発、骨強度の評価法の開発など、検討されるべき課題も残されている。今後の発展に期待したい。また、骨転移のアイソトープ治療に関しては述べなかったが、この分野の新しいトピックスでもあり、その発展が期待される。

文 献

- 1) 日本アイソトープ協会資料 1993 年
- 2) Subramanian G, McAfee JD, Bell EG: ^{99m}Tc-labeled polyphosphate as a skeletal imaging agent. *Radiology* **102**: 701–704, 1972
- 3) Gosfield E, Alavi A, Kneeland B: Comparison of radionuclide bone scans and magnetic resonance imaging in detecting spinal metastases. *J Nucl Med* **34**: 2191–2198, 1993
- 4) Aitchison FA, Poon FW, Hadley MD, Gray HW, Forrester AW: Vertebral metastases and an equivocal bone scan: value of magnetic resonance imaging. *Nucl Med Commun* **13**: 429–431, 1992
- 5) Li DJ, Maughan TS, Miles KA, Wraight EP: Bone marrow scintigraphy in small cell carcinoma of the lung. *Nucl Med Commun* **15**: 29–33, 1994
- 6) Otsuka N, Fukunaga M, Morita K, Ono S, Nagai K, Tomomitsu T, et al: Accumulation of ^{99m}Tc-HM-PAO in photon deficient areas in bone scan of bone metastasis from hepatocellular carcinoma. *Ann Nucl Med* **6**: 215–220, 1992
- 7) Brown ML, Collier BJ, Fogelman I: Bone scintigraphy: Part 1. Oncology and infection. *J Nucl Med* **34**: 2236–2240, 1993
- 8) Tumeh SS, Beadle G, Kaplan WD: Clinical significance of solitary rib lesions in patients with extraskelatal malignancy. *J Nucl Med* **26**: 1140–1143, 1985
- 9) Brown ML: The role of radionuclides in the patients with osteogenic sarcoma. *Semin Roentgenol* **24**: 185–192, 1989
- 10) Nair N: Bone scanning in Ewing's sarcoma. *J Nucl Med* **26**: 349–352, 1985
- 11) Bilchik T, Heyman S, Siegel A, Alave A: Osteoid osteoma: the role of radionuclide bone imaging, conventional radiography and computed tomography in its management. *J Nucl Med* **33**: 269–271, 1992
- 12) Nabarro MN, Giblin PE: Monostotic fibrous dysplasia of the thoracic spine. *Spine* **19**: 463–465, 1994
- 13) Schauwecker DS: The scintigraphic diagnosis of osteomyelitis. *Ajr Am J Roentgenol* **158**: 9–18, 1992
- 14) Newman LG, Waller J, Palestro CJ: Leukocyte scanning with ¹¹¹In is superior to magnetic resonance imaging in diagnosis of clinically unsuspected osteomyelitis in diabetic foot ulcers. *Diabetes Care* **15**: 1527–1530, 1992
- 15) Collier BJ, Fogelman I, Brown ML: Bone scintigraphy: Part 2. Orthopedic bone scanning. *J Nucl Med* **34**: 2241–2246, 1993
- 16) 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 (4)——骨折ならびに骨移植について——. *日医放誌* **38**: 970–975, 1978
- 17) Kim KY, Lee SH, Moon DH, Nah HY: The diagnostic value of triple head single photon emission computed tomography (3H-SPECT) in avascular necrosis of the femoral head. *Int Orthop*, **17**: 132–138, 1993
- 18) 山室隆夫, 三木克明, 奥村秀雄, 上尾豊治, 笠井隆一, 山本逸雄: 大腿骨頭壊死症における骨シンチグラフィ所見の経時的変化. 特発性大腿骨頭壊死症調査班昭和 60 年度報告書: 123–126, 1985
- 19) Bellah RD, Summerville DA, Treves ST: Low back

- pain in adolescent athletes: detection of stress injury to the pars interarticularis with SPECT. *Radiology* **180**: 509–512, 1991
- 20) Onsel C, Collier BD, Kir KM, Larson SJ, Meyer GA, Krasnow AZ, et al: Increased sacroiliac joint uptake after lumbar fusion and/or laminectomy. *Clin Nucl Med* **17**: 283–287, 1992
 - 21) Hoh CK, Hawkins RA, Dahlbom M, Glaspy JA, Seeger LL, Choi Y, et al: Whole body skeletal imaging with [¹⁸F]fluoride ion and PET. *J Comput Assist Tomogr* **17**: 34–41, 1993
 - 22) Hyldstrup L, McNair P, Ring P, Henriksen O: Studies on diphosphonate kinetics. Part II: Whole body bone uptake rate during constant infusion—a refined index of bone metabolism. *Eur J Nucl Med* **12**: 585–588, 1987
 - 23) Front D, Israel O, Jerushalmi J, Frenkel A, Iosilevsky G, Feinsod M, et al: Quantitative bone scintigraphy using SPECT. *J Nucl Med* **30**: 240–245, 1989
 - 24) Nisbet AP, Edwards S, Lazarus CR, Malamitsi J, Maisey MN, Mashiter GD, et al: Chromium 51 EDTA/technetium 99m MDP plasma ratio to measure total skeletal function. *Br J Radiol* **57**: 677–680, 1984
 - 25) D'Addabbo A, Rubini G, Mele M, Lauriero F: A new method for assessing ^{99m}Tc-MDP bone uptake from a bone scan image: quantitative measurement of radioactivity in global skeletal regions of interest. *Nucl Med Commun* **13**: 55–60, 1992
 - 26) Dann J, Castronovo FJ, McKusick KA, Griffin PP, Strauss HW, Prout GJ: Total bone uptake in management of metastatic carcinoma of the prostate. *J Urol* **137**: 444–448, 1987
 - 27) 木上裕輔, 山本逸雄, 游 逸明, 大中恭夫, 森田陸司: 全身シンチグラム加齢変化のパターン解析. *日骨代謝誌* **12** (2): 399 (抄)
 - 28) Fogelman I, Collier BD, Brown ML: Bone scintigraphy: Part 3. Bone scanning in metabolic bone disease. *J Nucl Med* **34**: 2247–2252, 1993
 - 29) 岩元則幸, 山崎 悟, 福田豊史, 田端義久, 近藤守寛, 山本則之, 他: アルミニウム骨症の経験——その臨床像について——. *腎と透析* **17**: 995–1002, 1984
 - 30) 土光茂治, 森川 進, 新保慎一郎, 中野龍一, 森英吾, 森田陸司, 他: 骨パジェット病の15例——特にX線, 骨シンチグラムおよび骨所見について——. *日医放誌* **45**: 1206–1219, 1985
 - 31) 折茂 肇: 厚生省長寿科学総合科学骨粗鬆症研究班報告書: 平成2年度
 - 32) 木上裕輔, 山本逸雄, 游 逸明, 大田豊承, 大中恭夫, 大西英雄, 他: 骨転移における骨代謝マーカーの測定と骨シンチグラフィ. *核医学* **31**: 722 (抄), 1994
 - 33) 山本逸雄, 森田陸司: 骨粗鬆症における生化学診断. *医学のあゆみ* **165**: 637–640, 1993

Summary

Skeletal Nuclear Medicine

ITSUO YAMAMOTO

Shiga University of Medical Science

Bone scintigraphy with ^{99m}Tc-phosphate compounds is the most popular examination in clinical nuclear medicine. This was developed more than 20 years ago and its roles in various skeletal disorders are well established. Furthermore, improvement of imaging apparatus and application of SPECT strengthened its value extensively. From scintigram alone, in many cases, differentiation between bone metastasis and other “benign” disorders is easily capable. Further improvement in resolution of scinticamera should strengthen its value more.

Other recent developments in skeletal nuclear medicine are those in bone densitometry and in measurement of metabolic bone markers. Bone densitometry

using DXA is applied on diagnosis and monitoring of therapeutic effects in various metabolic bone diseases, especially, in osteoporosis. Bone mass measurement combined with assessments of specific bone markers such as bone specific alkaline phosphatase and collagen cross-link metabolites might replace the bone biopsy in evaluating bone metabolism.

Treatment of bone metastasis in patients with prostate cancer by administering radiolabeled bone seeking substances is another topics in this field and awaits for more extensive clinical evaluation.

Key words: Bone scintigraphy, Bone densitometry, Bone metabolic marker.