



Title	最近の各種骨スキャン用アイソotopeによる骨腫瘍の診断
Author(s)	川名, 正直; 秋庭, 弘道; 篠, 弘毅
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1973, 33(8), p. 661-670
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/15132
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

最近の各種骨スキャン用アイソトープ による骨腫瘍の診断

— 主として ^{18}F と $^{87\text{m}}\text{Sr}$ との比較 —

千葉大学放射線医学教室

川名 正直 秋庭 弘道 穓 弘毅

(昭和48年6月8日受付)

The Clinical Evaluation of Radioisotope Imaging for Neoplastic Skeletal Diseases.

Masanao Kawana, Hiromichi Akiba and Hirotake Kakehi

Department of Radiology, Chiba University School of Medicine

Research Code No.: 731

Key Words: ^{18}F , Bone tumor, $^{87\text{m}}\text{Sr}$, ^{85}Sr

The purpose of this study is to evaluate the usefulness of ^{18}F as a bone tumor scanning agent. Routine bone scanning has been carried out with $^{87\text{m}}\text{Sr}$ and conventional rectilinear scanner in our department for several years. Comparative studies between ^{18}F and $^{87\text{m}}\text{Sr}$ were performed in twenty-eight cases, including twelve cases of primary skeletal neoplasms, fifteen cases of metastatic skeletal neoplasms and one case of skeletal inflammation.

In cases of $^{87\text{m}}\text{Sr}$ scans, it takes longer time for radioactivity to clear from the blood and soft tissues compared with ^{18}F cases. So in general the body background activity is larger in $^{87\text{m}}\text{Sr}$ scans. But in all cases scans were positive both with ^{18}F and $^{87\text{m}}\text{Sr}$.

We conclude that ^{18}F scanning appears to be a very sensitive indicator in detecting bone tumors.

I. 緒言

II. $^{87\text{m}}\text{Sr}$ 及び ^{18}F の物理的特性及び作製法測定装置

A $^{87\text{m}}\text{Sr}$ の物理的特性及び作製法

B ^{18}F の物理的特性及び作製法

C 測定装置

III. 臨床応用

A 検査対象

B 測定方法

C 臨床結果

IV. 考按

V. 結語

VI. 文獻

I. 緒言

骨疾患の診断にX線撮影が一般に行われ、質的診断及び治療方針の決定等がそれによりなされて居り、アイソトープによる骨スキャンは従来補助的診断法の一つとされていた。

併しX線フィルム上、骨に異常がみとめられるには30~50%の脱石灰化が必要であり、その前に骨スキャンで早期に癌の骨転移が発見できるとの報告が Chrkes⁵⁾⁶⁾⁷⁾, Marty⁹⁾, Sauerbrunn¹²⁾らにより

なされている。Marty⁹⁾は乳癌患者の術前に^{87m}Srスキャンを行い、スキャンで異常所見をみとめた症例の多くは1～3カ月後にはじめてX線撮影で異常があらわれ、長くは15カ月後にやつとX線フィルムで変化の生じた症例もあり、乳癌患者に骨スキャンは必須であると述べている。

Sauerbrunn¹²⁾は肺癌患者の骨転移の有無をみるため骨スキャンを行い、異常をみとめたものごく少数にしかX線撮影で変化のなかつたことより、骨転移早期発見にはX線撮影はあまり役立たず、骨スキャンと骨生検併用が最良の方法であると述べている。

我々の教室でも骨疾患症例の他乳癌術後照射症例にも全例骨スキャンを行つて居り、X線検査で異常のなかつた症例に異常スキャンを認め数カ月後フィルム上変化を生じた症例を持つている¹¹⁾¹⁷⁾

このように骨スキャンが骨腫瘍の早期発見に役立つことがわかつてゐながら一般的にあまり行われていなかつたのは従来の骨スキャン用アイソトープに色々の不備欠陥があつたためである。即ち従来用いられていた⁸⁵Srは半減期が64日と長く、被曝線量が多く、 γ 線エネルギーも513keVと高いため現在の装置でよい画像を得られない。併し同じSrのアイソトープである半減期2.8時間の^{87m}Srが用いられるようになり、被曝線量も少なく、小児、良性疾患への応用が可能となり、反復投与もできるようになった。 γ 線エネルギーも388keVと現在のスキャナー及びカメラに適している。

一方¹⁸Fは^{87m}Srと同様向骨性アイソトープとして骨腫瘍の診断のため最近欧米で広く用いられているが医用サイクロトロンのない我が国では未だ実用の段階ではなく、我々の教室を含めた二、三の施設で理研製の¹⁸Fを用いて研究を行つてゐるのが実状である。併し近い将来¹⁸Fを含めた医用サイクロトロン製の短半減期アイソトープは大いに研究され臨床的に使用されるものと考えられる。

II ^{87m}Srと¹⁸Fの物理的特性及び作製法、測定装置

A) ^{87m}Srの物理的特性及び作製法

^{87m}Srは親核種⁸⁷Yから電子捕獲によつて生成され、核異性体転移により γ 線を放出して安定な⁸⁷Srとなる。^{87m}Srは⁸⁵Srとちがつて被曝線量も少なく(第1表)⁴⁾、従つて大量投与や反復投与が可能であり、良性疾患、小児への応用が可能であ

Table 1 Dose Calculation of ⁸⁵Sr, ^{87m}Sr, ¹⁸F

Organ	⁸⁵ Sr rads/0.1mCi	^{87m} Sr rads/mCi	¹⁸ F rads/mCi
Whole body	1.3	0.02	0.05
Skeletal	5.5	0.16	0.29
Bone Marrow	/	0.02	0.04

る。 γ 線エネルギーも388keVであり、⁸⁵Srより解像力のよい画像が得られるが注射後3～5時間にスキャンするため、血液や軟部組織の摂取がかなりあつて一般にバックグラウンドが高い。

^{87m}SrはRCC⁸⁷Y-^{87m}Srジェネレーターを使用し、これに1%のベンジルアルコールを含むph3.5±0.3の0.005%クエン酸溶液6mlを加えて溶出することにより平衡関係にある^{87m}Srの約75%が得られた。このジェネレーターは無菌であり、得られた^{87m}Srをそのまま患者に注射することができる。

B) ¹⁸Fの物理的特性及び作製法

¹⁸Fの崩壊形式はポジトロン放出(positron emission)が3%であるので、軌道電子捕獲による特性X線は無視できる。陽電子はannihilationにより0.511MeVのエネルギーを有する2個の放射線を互に180°の反対方向に放出する。この2個の放射線を対向した2つの検出器で同時計数回路を利用することにより計測すれば、バックグラウンドの少ないポジトロンスキャン(positron scan)が可能である。

半減期は1.9時間と短い。被曝線量は1mCiを患者に投与すると全身で0.05rads、骨で0.29radsと少ないので比較的大量投与が可能である(第1表)。

¹⁸Fを天然酵素のターゲットを用いて作製するには¹⁶O(d,n)¹⁸F, ¹⁶O(t,n)¹⁸F, ¹⁶O(d,pn)¹⁸F

Table 2 Comparison of ^{85}Sr , $^{87\text{m}}\text{Sr}$ and ^{18}F

Nuclide	^{85}Sr	$^{87\text{m}}\text{Sr}$	^{18}F
Decay Mode	EG	IT	B ⁺ 97%
Half Life	64 days	2.8 hrs.	1.9 hrs.
Energy	0.51 MeV	0.39 MeV	0.51 MeV
Production	Reactor $^{84}\text{Sr}(\text{n}, \gamma)^{85}\text{Sr}$	Generator $^{97}\text{Y} \rightarrow ^{87\text{m}}\text{Sr}$	Cyclotron $^{16}\text{O} (\text{He}, \text{p})^{18}\text{F}$

等があるが、我々は理化学研究所の野崎、岡野による $^{16}\text{O}(\text{He}, \text{p})^{18}\text{F}$ 反応による ^{18}F を入手使用した。使用した酸素の化学形態は実験の初期では O_2 ガスを照射筒に流して ^3He ピームで照射し、生成した ^{18}F を石英センシ又はガラス玉にコーティングしたアルカリに吸着させた。これを注射用蒸留水で溶出し水素イオン濃度を調整して pH 7 としたものを $0.22\mu\text{m}$ のミリポアフィルターで滅菌して患者に投与した。この方法による ^{18}F の作製技術は比較的簡単であり、ターゲットが O_2 ガスのみなので不純物の混在するおそれも少ない。しかし ^{18}F の生成量が少ないので患者に充分な量を投与することができなかつた。現在では金属チタン製の容器中の水を照射することにより、 ^{18}F を得て居り千葉大学病院で入手時、1回量 5~10 mCi を得ている。液の水素イオン濃度は pH 5~6 の間にがあるのでそのままミリポアフィルターで滅菌して使用した。

C) 測定装置

測定装置は日立製全身スキャナーで $60 \times 190\text{cm}$ のスキャン面積をもち、スキャン速度は最高 500 cm/min まで可変であり、成人の全身を約 20~30 分でスキャンできる。

検出器は直径 5 インチ、高さ 2 インチの Na I 結晶上下各 1 本対向して居り、患者の前面像と背面像を同時に記録することができる。上下検出器の出力を加算したり減算したりすること、或いは同時計数回路を利用したポジトロンスキャンも可能である⁸⁾¹⁰⁾¹⁸⁾。

III 臨床応用

A) 検査対象

検査対象は第 3 表に示した計 28 例である。性別は男 10 例、女 18 例で、年令は 11 才より 74 才までである。その内容は骨腫瘍 12 例、転移性骨腫瘍 15 例、骨折（慢性炎症）1 例であつて時期的に幾分ずれてはいるが ^{18}F 及び $^{87\text{m}}\text{Sr}$ 両方のスキャンを施行している。

B) 測定方法

$^{87\text{m}}\text{Sr}$ 投与量は成人で 1~3 mCi 静注、3~5 時間後に背臥位でスキャンを行つた。

^{18}F は理研での製造量が不定であり、運搬及び準備に時間がかかり、注射時に数百マイクロキュリーという時期もあつたが、最近では数ミリキュリー入手できるようになり、1~10 mCi の経口又は経静脈投与を行い、30 分~1 時間後に背臥位でスキャンを行つてある。510 keV のピークでの通常スキャン又はコインシデンス回路を用いてポジトロンスキャンを時に応じ施行している。

C) 臨床結果

生理的な分布をみると、 ^{18}F 及び $^{87\text{m}}\text{Sr}$ 共脊椎、骨盤及び四肢骨の関節部附近が幾分たかく摂取されて居り、骨生長の盛んな小児では骨端部への集積がたかいが老人になると骨への集積は低くなつてくる。

^{85}Sr では骨に沈着した ^{85}Sr 以外の体内 ^{85}Sr は注射後数日で体外に多く排泄されるのでその時点でのスキャンを行うと、身体バックグラウンドの少ない画像が得られた。 $^{87\text{m}}\text{Sr}$ では半減期が 2.8 時間と短いためスキャンの時期は注射後 3~5 時間であるが、この時期にはまだ血中又は軟部組織に $^{87\text{m}}\text{Sr}$ がかなり残つていてバックグラウンドがたかい。 ^{85}Sr の γ 線は 513 keV とエネルギーがたかいが、 $^{87\text{m}}\text{Sr}$ は 388 keV であり $^{87\text{m}}\text{Sr}$ の方がよい画像が得られる。

^{18}F では投与後 30 分~1 時間にスキャンを行つてあるが ^{18}F の方が $^{87\text{m}}\text{Sr}$ より早く血中よりアイソトープが消失していく。即ち 2 症例について両者の血中消失曲線をみると、注射後 1 時間で $^{87\text{m}}\text{Sr}$ はまだ 50% 以上血中に残つてあるが ^{18}F は 20~30% しか残留して居らず、2 時間後では $^{87\text{m}}\text{Sr}$ ではまだ 40% 以上血中に残り、 ^{18}F は 10~20% に

Table 3 Results of ¹⁸F and Scans for 28 Cases

Patient			Diagnosis	¹⁸ F Scans	^{87m} Sr Scans
N. M.	16 y	F	Osteosarcoma	Positive	Positive
A. S.	11 y	M	"	"	"
K. M.	41 y	F	Chondrosarcoma	"	"
K. A.	24 y	F	Giant cell tumor	"	"
E. U.	31 y	F	Lymphosarcoma	"	"
S. H.	58 y	M	Metastatic Breast Cancer	"	"
M. T.	33 y	F	"	"	"
D. I.	69 y	F	"	"	"
K. T.	53 y	F	"	"	"
K. N.	45 y	M	Metastatic Lung Cancer	"	"
T. A.	42 y	M	"	"	"
T. T.	63 y	F	Metastatic Hypernephroma	"	"
Y. O.	52 y	M	Urinary Bladder Tumor	"	"
J. H.	61 y	M	Metastatic Prostata Cancer	"	"
A. N.	36 y	F	Metastatic Breast Cancer	"	"
T. Y.	30 y	M	Bone Tumor of Femur	"	"
M. I.	37 y	F	Bone Tumor of Sternum	"	"
H. S.	14 y	F	Bone Tumor of Fibula	"	"
F. N.	64 y	F	Metastatic Cervical Cancer	"	"
Y. F.	20 y	F	Giant Cell Tumor	"	"
S. S.	17 y	M	Osteosarcoma	"	"
R. N.	74 y	F	Grawitz Tumor	"	"
Y. H.	14 y	M	Osteosarcoma	"	"
Y. N.	49 y	M	Fracture	"	"
S. N.	13 y	F	Osteosarcoma	"	"
K. N.	43 y	F	Metastatic Breast Cancer	"	"
Y. C.	32 y	F	"	"	"
T. I.	43 y	F	"	"	"

減少している。このように ¹⁸F は ^{87m}Sr より早期に血中より消失していくので身体バックグラウンドの比較的少ないスキャン像が得られる。

スキャン開始前に排尿させることを原則としているが全身スキャンには20~30分程度の時間を要するため膀胱部への集積をみるとことが多い。又 ¹⁸F の経口投与では当然胃及び腸管への集積があり、所謂障害陰影となつてあらわれてくる。Sharma¹⁴⁾ の指摘のように腎臓部への摂取が高率にみられた(第1図)。

¹⁸F はポジトロンエミッターであるのでポジトロンスキャンを行えば他核種が体内にあつても異なるγ線エネルギーでの測定が可能ならばそれに

影響されないスキャン像が得られる。第2図は乳癌の骨転移症例であり ¹⁹⁸Au 2 mCi 投与して骨髄スキャンを行いその後1週目に ¹⁸F ポジトロンスキャンを行つたが全く ¹⁹⁸Au のγ線による障害陰影はみられて居らず、¹⁸F と他核種との同時スキャンも可能である。

又同一症例について通常のシンチグラムとポジトロンシンチグラムを比較した場合、¹⁸F 500 μCi 経口投与の骨肉腫症例であるが、45分後の通常シンチグラムをみると ¹⁸F のエネルギーの 0.51 MeV とたかいためその散乱線による多少不鮮明な像が得られている。90分後のポジトロンシンチグラムでは同時計測法をとつたため放射能計数率は減る

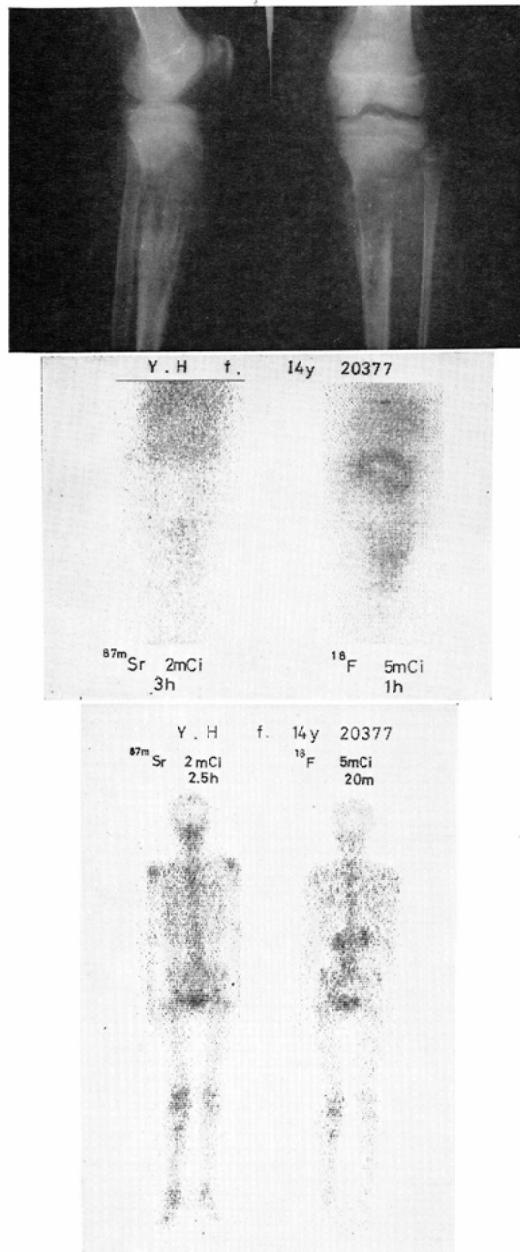
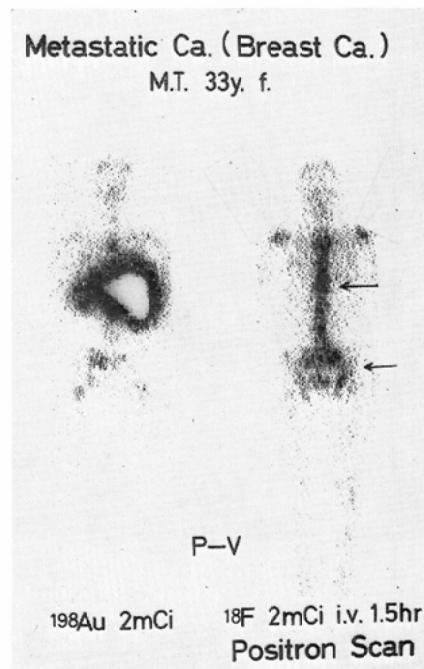


Fig. 1 Osteosarcoma

が、散乱線の少ない鮮明な像が得られた（第3図a）。

骨のスキャニングは数種類のアイソトープにより行われるがその沈着機序により

- 1) 向骨性アイソトープによる骨シンチグラム

Fig. 2 Double scan with ^{18}F and ^{198}Au

- 2) アイソトープコロイドによる骨髄シンチグラム
 - 3) 腫瘍親和性アイソトープによる腫瘍シンチグラム
 - 4) 微小粒子アイソトープ栓塞による腫瘍血管シンチグラム
- に分けられる¹⁾。

我々は前述の ^{85}Sr , ^{87m}Sr , ^{18}F の他向骨性アイソトープでは最近 Subramanian によって開発された ^{99m}Tc Polyphosphate を用いている¹⁵⁾¹⁶⁾。これは準備が簡単であり、大量投与が可能な上エネルギーも適当で、 ^{18}F より手軽に安価に供給され得る可能性があり将来かなり使用されるであろう。この症例は乳癌術後骨転移症例であるが骨転移の他 ^{99m}Tc Polyphosphate 及び ^{18}F で腎がよく描記されている（第4図）。

骨髄シンチグラムでは ^{198}Au コロイドを用いている。活動性の赤色髓に沈着し脂肪髓には沈着しないので骨腫瘍は欠損像を呈し、部位の明らかな骨腫瘍ではこれにより骨髄への腫瘍の浸潤の程度

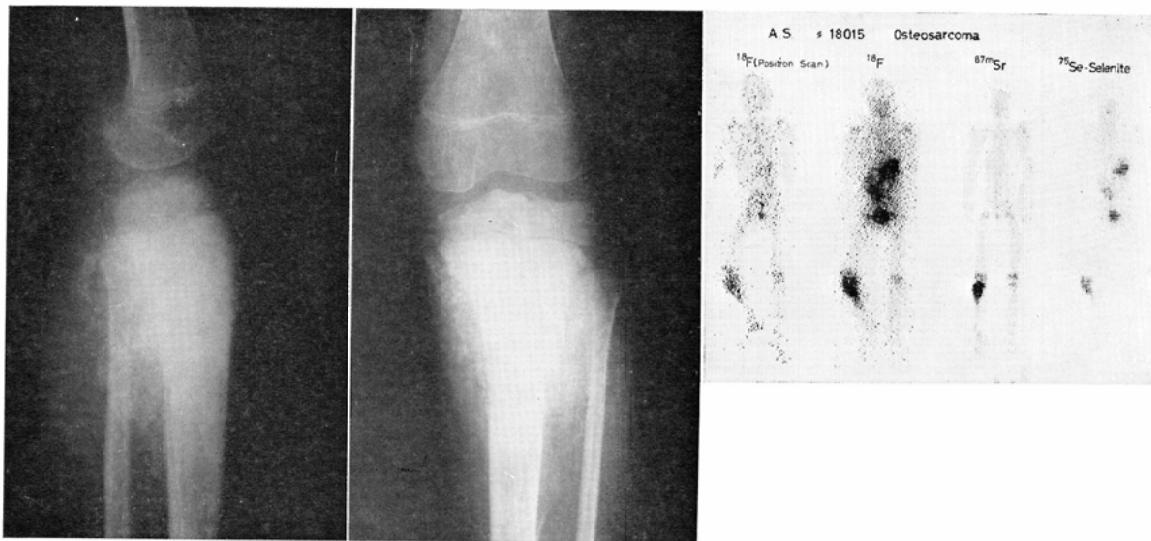


Fig. 3 a before operation

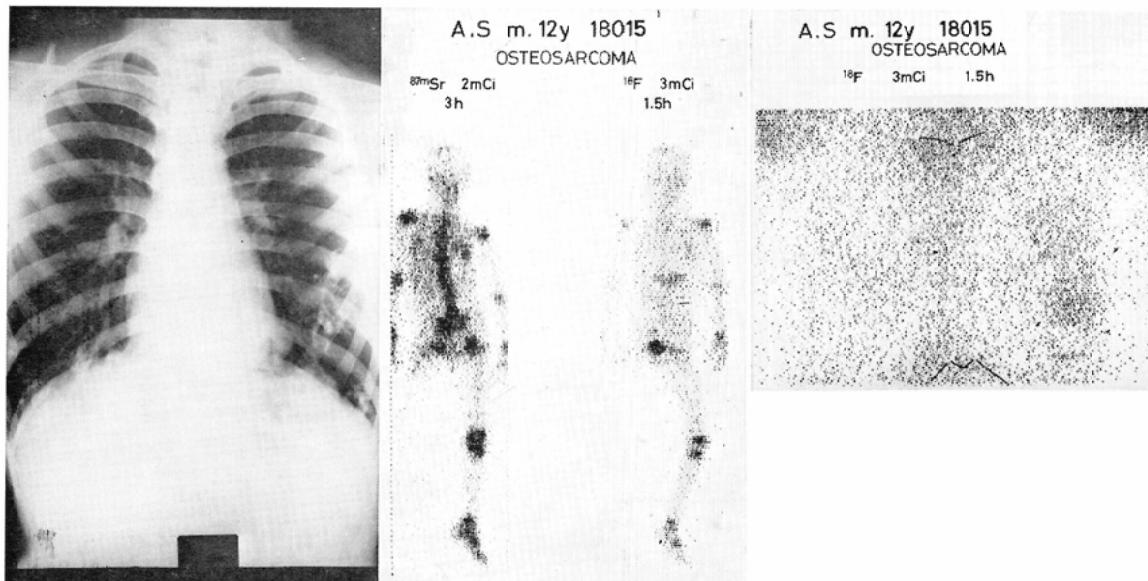


Fig. 3. b. after operation

がわかる。

腫瘍親和性アイソトープとしては⁶⁷Ga クエン酸があるが、我々は骨腫瘍によく入った症例は持っていない。その他に⁷⁵Se セレン酸があり（第3図a）、我々は18例の骨疾患症例を行い8例に陽性であった。内訳は骨肉腫3例中3例に陽性であ

り、転移性骨腫瘍では4例中1例のみに陽性、良性骨腫瘍2例は陰性、骨髓炎は2例中1例に陽性であった。炎症でも陽性像を示した症例もあり、陽性像により良性と悪性腫瘍との鑑別はできない。

微小粒子アイソトープとしては¹³¹IMAA があ

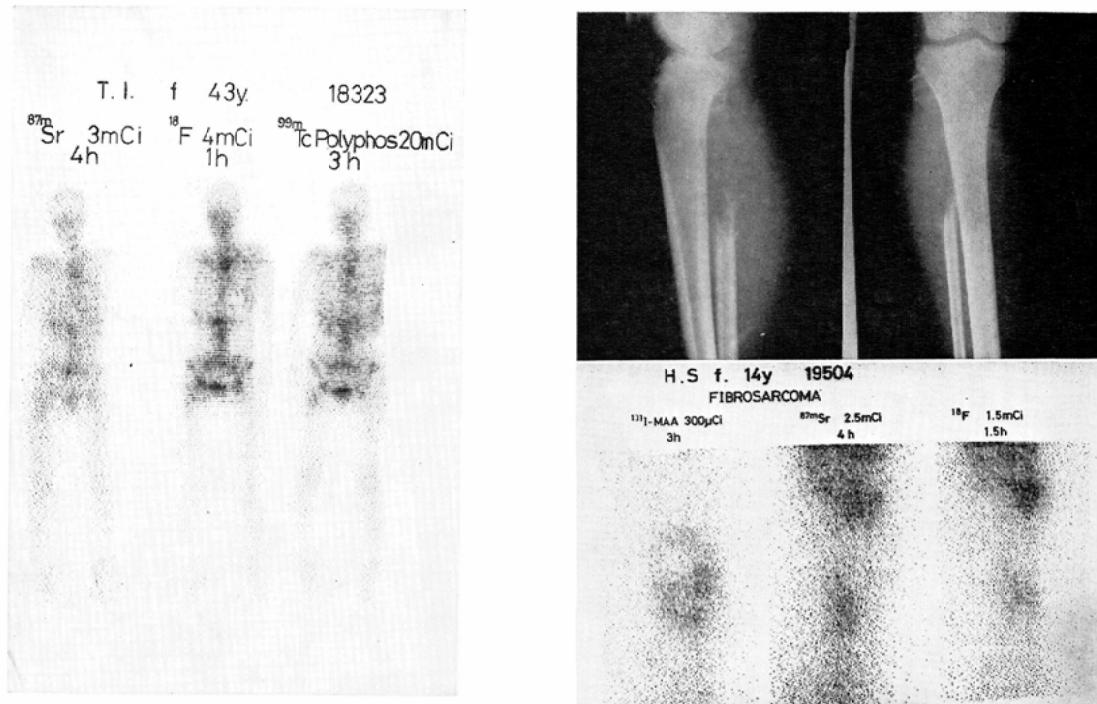


Fig. 4 Metastatic breast carcinoma

り、骨腫瘍灌流域の動脈に注入すると、骨腫瘍部に2~4時間後に集積する(第5図)。

我々が比較検討を行った28例では第3表に示すごとく¹⁸F及び^{87m}Sr共全例に陽性描記を得た。

これら症例はいずれもスキャン前に骨異常が判つて居り、スキャンによってX線撮影でみつける前に骨腫瘍を発見した症例はない。年令の若い症例には早期にかなり多く摂取されるようである。

11才の男性の骨肉腫症例で経口投与後20分のスキャンで腫瘍部への摂取がみられ、又最近の症例の13才の女性の骨肉腫症例では注射後より経時的に90分までシンチカメラで腫瘍部への摂取の工合をみたが、注射後5分から90分まで殆どカウントの変化はなく、注射後5分のカメラ像(¹⁸F 7mCi 80000カウント、露出時間14.4秒中エネルギーコリメーター)で骨腫瘍の陽性描記を得ている。

(第6図)。良性疾患への経験はまだ少ないが、炎症の場合も陽性に描記される。この症例は3年前左大腿骨骨折、その後の経過不良の炎症症例である

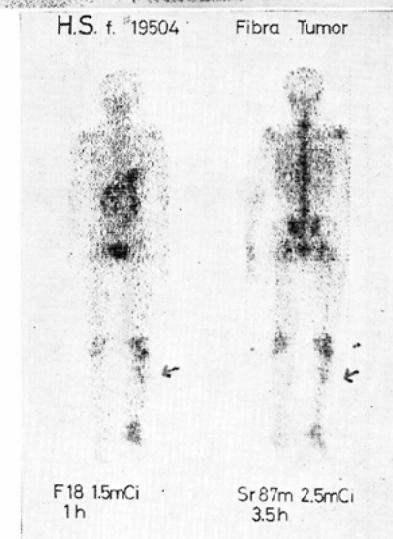


Fig. 5 Fibrosarcoma

(第7図)。今後は良性疾患と悪性腫瘍でとりこみ方にどのようなちがいがあるかも検討していくたい。

症例1. Y.H.14才, 女。
骨肉腫

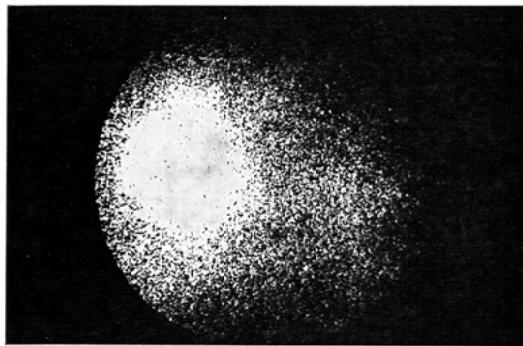


Fig. 6 Osteosarcoma

右下腿部疼痛、歩行障害を主訴として入院。約1カ月間に $10 \times 14\text{cm}$ の照射野で計4500rads 照射。第1図の照射前のX線像で脛骨に骨破壊がみられる。全身スキャンでは $^{87\text{m}}\text{Sr}$, ^{18}F 共に腫瘍部に集積している。 ^{18}F では腎臓部がはつきりと描記されている。1:1のスキャン像で骨の病態を知ることができる。

症例2. A.S. 11才、男。

骨肉腫

右下腿上部の腫脹及び圧痛があり、2カ月後整形外科入院。約70日間にテレコバルト 1200rad

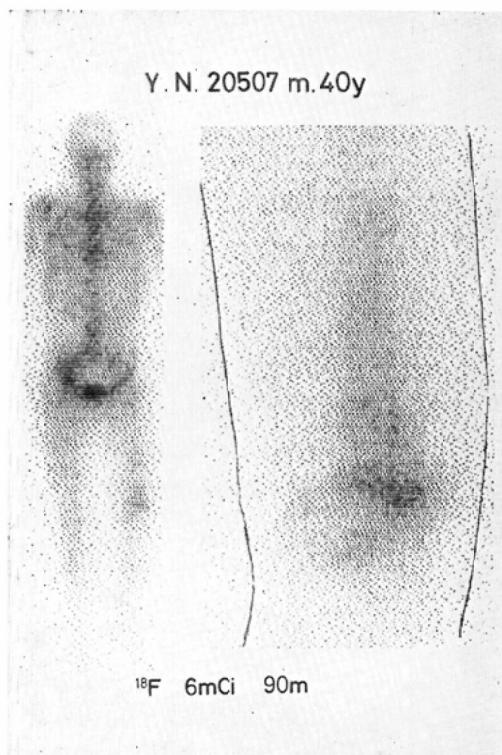


Fig. 7 Fracture of femur

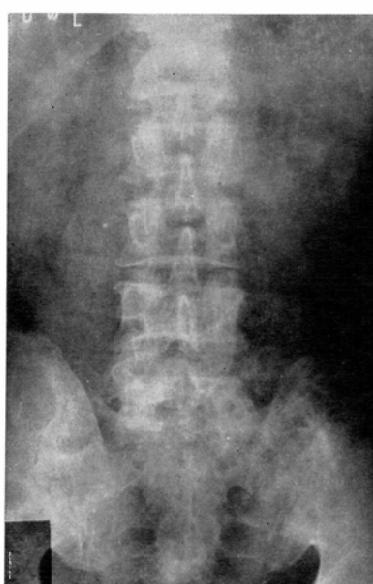
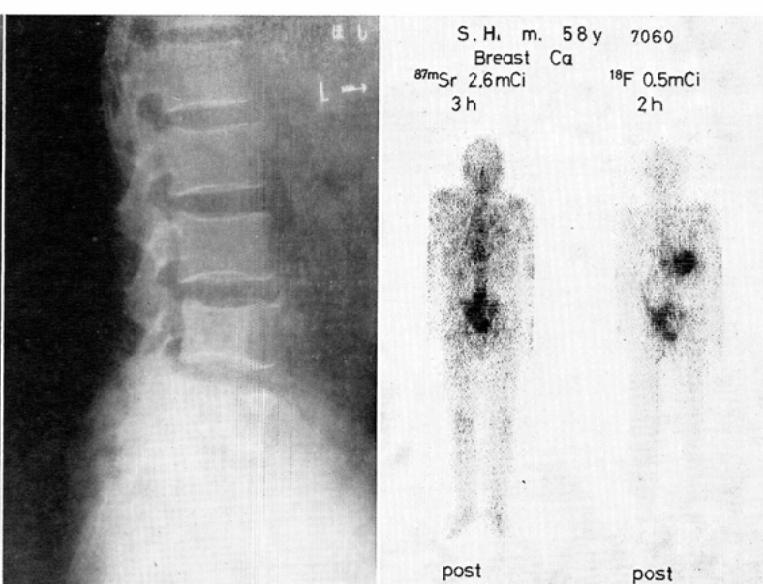


Fig. 8 Metataic breast carcinoma



照射後大腿切断術施行。5カ月後肺転移を生じた。第3図aは照射前におけるX線像と術前の全身スキャンである。¹⁸Fは経口投与であるため、胃、腸管への集積が多く又スキャンが投与後45分と早いため膀胱への集積がみられる。bは肺転移出現後の肺X線像と全身スキャン及び1:1スキャンで肺転移部への摂取がみとめられ照射野の決定に役立つた。骨腫瘍の軟部組織への転移に向骨性アイソotopeが摂取された症例である。

症例3. H.S. 14才、女。

左腓骨腫瘍

左下腿部疼痛出現後6カ月で同部に腫瘍がみとめられた。術前照射の目的で約4カ月間に計10000rad照射。第5図は照射前のX線像と全身スキャン及び1:1スキャン像である。¹⁸Fは経口投与のため消化管への集積がみられる。正常関節部への集積は^{87m}Srの方が¹⁸Fより高い。

症例4. H.H. 58才、男。

乳癌の骨転移

男性乳癌の症例である。右乳房腫瘍出現より2年後、試験切除で乳癌の診断をうけ直ちに乳房切除術兼リンパ節廓清術施行。その後当科にて術後コバルト照射を施行した。しばらく経過順調であったが、3年10カ月後腰椎に転移をみとめた。第8図は腰椎X線像と全身スキャンである。腰椎及び仙骨、腸骨にアイソotopeの集積がみられる。

IV. 考 按

骨スキャニングが骨腫瘍の発見に役立つことが知られながら一般に行われていなかつたのは従来用いられていた⁸⁵Srに色々の欠陥があつたためである。

最近^{87m}Srについて¹⁸Fが用いられるようになり、小児、良性疾患にも応用され半減期が短く、被曝線量の少ないため反復投与も可能となつた。X線写真で異常を認める数カ月前に骨スキャンで異常像を示す場合もありその臨床的応用価値のたかいことが認められた。

我々は28例の骨疾患症例に応用し^{87m}Sr及び¹⁸Fの双方共全例に陽性であつた。

^{87m}Srはジェネレーターで簡単に得られ、1~

3mCiを投与し、3~5時間後全身スキャンを行つている。これを教室の骨疾患患者月間約30例に施行しルーチン業務としてむらのない平均した画像を得ている。

一方¹⁸Fはわが国の現況として医用サイクロトロンがないため理研サイクロトロン製のものを用いている。生産状況が一定せず、投与量も変つていて以前はかなりばらつきの多いスキャン像であつた。最近は1~5mCiの静脈注射でかなり安定した画像を得ている。

ポジトロンスキャン装置の改良やわが国の医用サイクロトロンの始動と共に近い将来¹⁸Fの骨疾患への応用が多くなるであろう。

更に^{99m}Tc polyphosphateをはじめとする最近の向骨性アイソotopeの研究も行われ、骨疾患の早期診断はX線撮影よりもむしろ骨スキャンでという時代もいづれ来るであろう。

V 結 語

短半減期、ポジトロンエミッターの¹⁸Fによるスキャンを骨腫瘍症例に行い以下の結論を得た。

1) 骨腫瘍27例、骨折(慢性炎症)1例の全例に^{87m}Srと共に陽性像を得た。

2) ⁸⁵Srに比べ被曝線量が少く大量投与が可能であり、多くの情報を得ることができる。又良性疾患、小児への応用及び反復投与が可能である。

3) ^{87m}Srに比べ血中よりの消失が早いためバックグラウンドのより少ない画像が得られる。

4) ポジトロンスキャンを行えばバックグラウンドはほとんどなくなる。他核種との同時投与を行つてもその核種に影響されないスキャン像が得られる。即ち同時スキャンが出来る。

5) スキャンは¹⁸F投与後1時間からが適当であるが5~10分後の早期から腫瘍部への集積がみとめられる。

6) ^{87m}Srと同様X線撮影よりも早期に骨転移を発見できる可能性があり、癌患者の骨転移に対しスクリーニングテストとして有用である。

文 献

- 1) 有水 昇: 癌のR I 診断、骨腫瘍、日本臨床, 30 (1972), 606~614.

- 2) 有水 昇: 腫瘍の scanning 臨床科学, 7(1971). 1074~1077.
- 3) 有水 昇: 陽電子シンチグラム, Isotope News, 11: (1971), 18, 日本アイソトープ協会編.
- 4) Castronovo, E.P. et al.: New bone scanning agent: ^{99m}Tc -labeled 1-hydroxy-ethylidene-1, 1-desodium phosphonate J. Nuc. Med. 13 (1972) 823~827.
- 5) Charkes, N.D. et al.: Early diagnosis of metastatic bone cancer by photoscanning with strontium-85. J. Nuc. Med. 5 (1964) 168~179.
- 6) Charkes, N.D. et al.: Detection of occult metastases to bone by photo-scanning with radioisotopes of strontium. Progress in Clinical Cancer, 1 (1965) 235~257.
- 7) Charkes, N.D. et al.: A Critical analysis of strontium bone scanning for detection of metastatic cancer. Am. J. Roentgenol, 96, (1966) 647~656.
- 8) 箕 弘毅: 5インチ全身スキャナの試作, 第9回日本アイソトープ会議報文集, (1969), 347~349.
- 9) Marty, R. et al.: Bone scanning: 9th Use in preoperative evaluation of patients with suspicious breast masses. J. Nuc. Med. 13 (1972) 452.
- 10) 三枝健二: 5インチ全身スキャナの性能について, 日医放誌, 29 (1969), 963.
- 11) 三枝俊夫: ^{87m}Sr , ^{18}F Whole body scanningによる骨腫瘍の価値に関する研究, 日医放誌, 32 (昭47), 21~48.
- 12) Sauerbrunn, B.J.L. et al.: Strontium bone scans in carcinoma of the lung. A comparative prospective study. L. Nuc. Med. 13 (1972), 465~466.
- 13) Scheer, K.E. et al.: Bone scintigraphy with ^{18}F and ^{87m}Sr . Medical isotope scintigraphy. Vol. 2 (1969) 325~348 IAEA
- 14) Sharma, S.M. et al.: Significance of ^{18}F -fluoride renal accumulation during bone imaging. J. Nuc. Med. 13 (1972) 744~746.
- 15) Subramanian, G. et al.: A new complex of ^{99m}Tc for skeletal imaging. Radiology, 99 (1971) 192~196.
- 16) Subramanian, G. et al.: ^{99m}Tc labeled polyphosphate as a skeletal imaging agent. Radiology, 102 (1972) 701~704.
- 17) Uchiyama, G. et al.: Radioisotope survey of metastases of breast carcinoma to bone using Sr-87 m and whole body scanner Australasian Radiology 投稿中.
- 18) 内山 晓: 全身スキャンの臨床, 臨床放射線, 16 (昭和46年), 781~789.