



Title	Sr-87mによる骨シンチグラム：骨の成長期の骨病変
Author(s)	小野, 慶; 朝倉, 浩一; 菅原, 正敏 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1973, 33(9), p. 731-739
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18935
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

Sr-87m による骨シンチグラム

— 骨の成長期の骨病変 —

横浜市立大学医学部放射線医学教室（主任：伊東乙正教授）

小野 慶 朝倉 浩一
菅原 正敏 伊東 乙正

（昭和48年4月12日受付）

Bone scintiscan with strontium 87m —Disorders in the growing bone—

by

Yoshimi Ono, Koichi Asakura, Masatoshi Sugahara,
and Otomasa Ito

Department of Radiology, Yokohama City University, School of Medicine

Research Code No.: 731

Key Words: Bone scan, Strontium 87m, Growing bone

It has become possible to apply bone scintigraphic scanning to young patients below 20 years of age by the availability of short life nuclides. Mineral metabolism is active during bone growth than in adults, and higher concentration of the radioisotope is observed physiologically on the scintigram. The present study was taken up to examine discrimination between pathological accumulation and physiological uptake of the radioisotope according to the kind of diseases, positions and age, and to demonstrate the usefulness of strontium 87 m for scanning in several diseases. The results may be summarized as follows:

- 1) In malignant tumor of the bone, scan is helpful in diagnosing the spread of the lesion.
- 2) Scintiscan of benign tumor of the bone shows different accumulation of the radioisotope according to the kind of diseases. Higher radioactivity is seen when some complication are present.
- 3) Scan of chronic osteomyelitis is valuable in diagnosing whether the inflammation is active or not.
- 4) Higher physiological uptake of the radioisotope into the bone was observed up to 15 or 16 years of age, although the degree of uptake differed according to the age and position of the bone.
- 5) It is difficult to distinguish between pathological accumulation and physiological uptake of the radioactivity in the vertebra, pelvis and knee.
- 6) It is easy to discriminate between pathological accumulation and physiological uptake of the radioisotope in disorder of the shaft in children below 10 years of age.

7) It is important to compare the scintigram of morbid bone with that of the healthy side in the interpretation of scintigram.

Some discussions were made on the absorbed dose.

緒 言

骨疾患の補助診断法としての骨シンチスキャニングはいろいろな観点から諸種骨疾患に応用され、その適応と利用価値につき検討が加えられつつある。骨転移巣の発見¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁶⁾⁷⁾⁹⁾¹⁰⁾²⁸⁾²⁴⁾²⁵⁾に応用されて以来、原発性骨肉腫²⁾⁶⁾⁷⁾²²⁾²³⁾²⁵⁾の拡がりの診断、X線にて診断しにくい部位の診断、良性骨腫瘍⁶⁾⁷⁾²⁵⁾への利用価値、骨折治癒に関する研究¹⁶⁾¹⁸⁾、骨ずい炎の診断¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾²¹⁾、上頸癌の拡がりの診断²⁰⁾²⁴⁾、その他骨変性疾患等⁸⁾¹⁹⁾³⁰⁾³¹⁾³²⁾³³⁾に利用されている。主としてSr-85がbone seekerとして使用されて来たが、物理的及び生物学的半減期が長いため、被爆線量を考慮し、20才以下では悪性腫瘍が明白な場合を除いて利用出来ないとされて来た。しかしながらSr-87m¹⁵⁾、F-18²⁵⁾²⁸⁾、Tc-99m ポリリン酸塩¹⁷⁾²⁶⁾²⁷⁾等短半減期核種の出現により、骨シンチグラムは20才以下の対象にも応用出来るようになった。当然のことながら、骨の成長期にはCa代謝が盛んであり、骨の発育時期に応じて成人にはみられない像が生理的に観察され、病変へのとり込み像との区別をむつかしくしている。約70例の経験に基づいて、骨シンチグラムの適応を検討し、代表的症例の特徴を述べるとともに生理像の一般的傾向をまとめ疾患による利用価値を検討する。

方 法

Sr-87mはY-87→Sr-87m generatorよりミルキングし0.3~2.0mCi静注投与し、注射後2~3時間後にスキャンを開始した。Y-87→Sr-87m generatorはRCC製及びDupher製を使用した。シンチスキャナーは、東芝製RDA-206型(3インチクリスタル)を用い、測定部位により、コリメーターは5cm焦点37孔、10cm焦点37孔を使い分けた。

スキャン終了後、位置決定用X線写真を拡大率を少なく撮影し、X線像を併せシンチグラムを読

Table 1. Cases studied with strontium 87m

Disease	Number of cases
Bone tumor (malignant)	8
Bone tumor (benign)	12
Osteomyelitis	8
Fracture	21
Disease of knee joint	8
Disease of hip joint	12
Others	6
Total	75

影した。経験した症例の年令構成は0~5才8例、6~10才13例、11~15才11例、16~20才43例であり、疾患別では骨腫瘍20例、骨ずい炎8例、骨折21例、その他の疾患26例である(表1)。尚、RCC製のSr-87mは32例に用い、残り43例はDupher製のSr-87mを使用した。

結 果

1. 骨悪性腫瘍のシンチグラム所見

骨肉腫、ユーリング氏腫瘍、神経芽腫、癌の骨転移を経験したが、いずれもRIのとり込みは多く生理的とり込みを無視出来る程度であった。しかし生理的とり込みの多い部位に接する病変の場合、腫瘍の浸潤範囲を決定する際の判断に困難を感じた例もあつた。組織診断の差によるとり込みの多少は一般的にはなかつたが、骨原発細網肉腫の一例は比較的とり込みは少なかつた。

症例1. 7才男児ユーリング氏腫瘍、発熱、白血球增多、右腰痛を主訴に紹介来院、X線像著変なきも骨ずい炎初期の疑診にて骨シンチを行つた。右腸骨に広範囲に亘る高集積像をみると、biopsyの結果ユーリング氏腫瘍の診断が確定した。腸骨と坐骨との境界には生理的とり込みもかなり高いため下方への浸潤範囲の決定がむつかしい(図1)。

2. 骨良性腫瘍のシンチグラム所見

多発性軟骨腫、骨のう包、好酸性肉芽腫、エナ

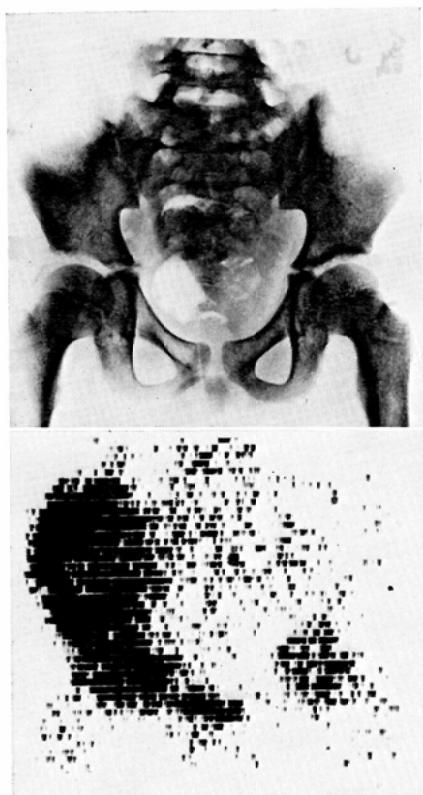


Fig. 1. Ewing's tumor, 7-year-old boy. Marked accumulation of radiostronium in the right iliac bone, but no abnormal finding on the roentgenogram.

メル上皮腫等を経験した。一般的には生理的とり込み像より多少多くとり込まれるが、各疾患によりその程度を異にしまとめて論じられない。好酸性肉芽腫、カルペ扁平椎ではとり込みの比率は高く、多発性軟骨腫では生理的とり込みとほとんど変わらない程度であった。生理的とり込みの少ない部位での病変は容易に認識出来るが、生理的に多い部位に病変が近接している場合、その判断はむつかしい。骨のう包では全くとり込みがないが骨折を合併した場合は高濃度に集積する。

症例2. 5才女児、好酸性肉芽腫、4才のとき疼痛を初発症状として診断確定している。シンチスキャンを行つたのは5才になつてからでX線写真上の透亮像及び骨膜の反応部位に一致して強いR Iの集積像とみる。病変部と生理的とり込みと

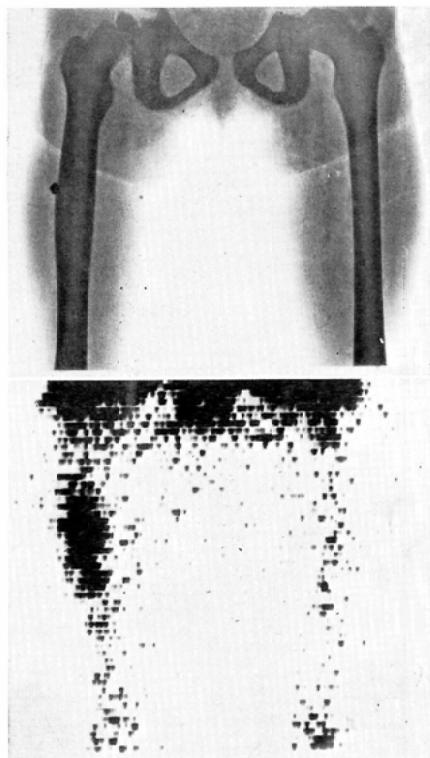


Fig. 2. Eosinophilic granuloma, 5-year-old girl. High activity area on the right femur. Radiolucent focus and periosteal reaction were observed on the roentgenogram.

の区別は容易である(図2)。

症例3. 8才男児、多発性軟骨腫

股関節、膝関節、足関節、中手骨、肋骨に病変があり、無痛性の腫瘍として触れる。病変は関節と近接するため、生理的とり込みとの区別がつきにくい。膝関節では比較的わかりやすいが(図3)、足関節、股関節では全く区別出来ない。比較的わかりやすい手掌では病変によつてよく集まる部位と生理的なとり込みと変わらない部位とが同席し、X線像と必ずしも一致しない。

3. 骨ずい炎のシンチグラム所見

成人の場合、骨ずい炎では病変部へのとり込みは著明に多いが、若年者では活動期にある骨ずい炎の少ないと比較的検討がむつかしい。特に急性期に検査する機会がないため生理像との区別は

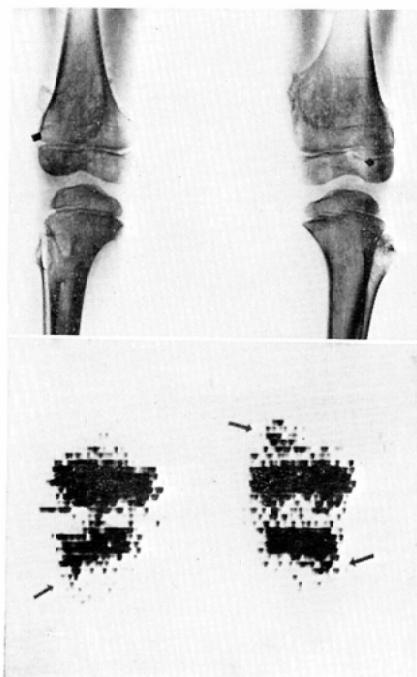


Fig. 3. Enchondromatosis, 8-year-old boy. Patient had painless tumor on the hip, knee, foot, hand, and ribs. Scan of the knee joint revealed abnormal activity of the tumor near the epiphysis.

容易であると想像されるがはつきりした結果は得られていない。病勢の止まつた時期でのとり込みは生理像と同程度となるため、臨床所見とよく一致する結果が得られた。

症例4. 16才, 女子, 慢性骨づい炎

1年を経過した左大腿骨の慢性骨づい炎。検査施行時、排膿はないが疼痛は尚残つている。R I のとり込みは比較的少ないが膝蓋骨附近に多く、大腿骨中央にまで拡がつてゐる(図4)。

4. 骨折のシンチグラム所見

生理像を凌駕するとり込みを呈するので判断は容易である。骨端に病変がある場合検討を加える必要がある。長管骨の骨折の場合、両骨端、両関節へのとり込みが増加する現象がみられた。

症例5. 6才, 女児, 骨折

1年前受傷し、右鎖骨、右第2肋骨、右上腕骨、右大腿骨に骨折がみられ、右大腿骨に仮関節

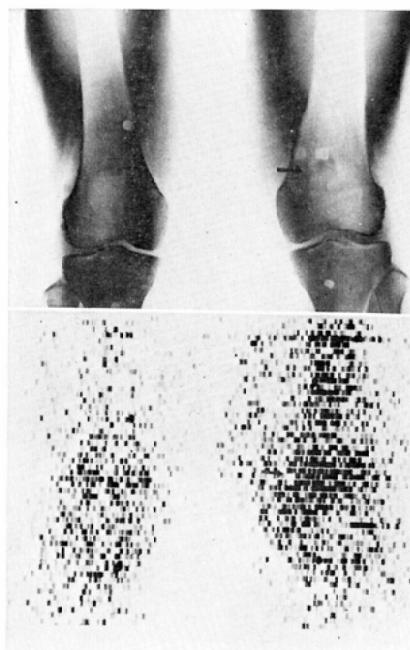


Fig. 4. Chronic osteomyelitis, 16-year-old girl. Scan shows elevated strontium activity in the radiolucent area and femoral shaft.

を残し他の部位の骨折は治癒したが、右大腿骨の再手術の判断資料としてシンチを行つた。仮関節も含め骨折部には高度のR I 集積をみとめる(図5)。

5. その他の疾患のシンチグラム所見

二次性変形性股関節症、股関節先脱障害、ペルテル氏病、カリエス、膝関節半月板損傷等につき検討したが、病変と生理像の差はわづかな例もあり、これらの疾患への適応価値につき更に検討する必要がある。

症例6. 3才, 男児, ペルテス病の疑い

2カ月前よりの左股関節痛及び跛行を主訴に受診し、発熱なく左大腿骨骨頭の扁平化の所見よりペルテス病が疑われている。シンチグラムでは生理的とり込みにかくれて病的所見として認識されない(図6)。

症例7. 13才, 女児, 冷膿瘍

2年間結核にて入院加療、結核性腹膜炎も併発、結核の治療を続けていたが、6カ月前軽快退

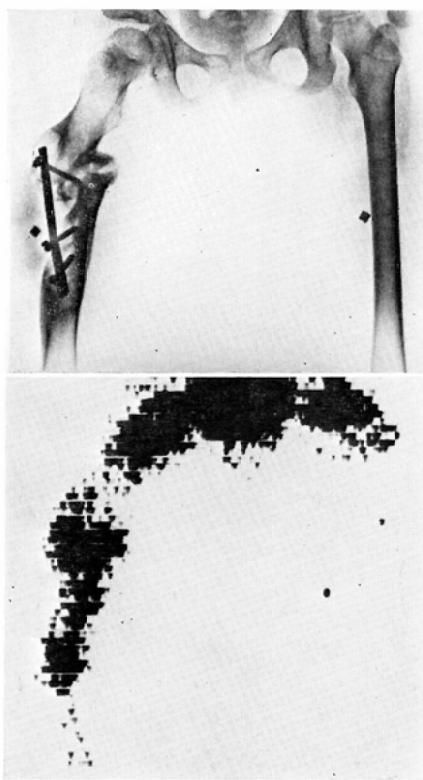


Fig. 5. Fracture with non-union, 6-year-old girl.
Markedly increased concentration of strontium 87m on the right femur.

院した。その後右側腰部の腫脹を発見、試験穿刺により結核菌を証明した冷膿瘍。頸、胸、腰椎とともにX線写真上異常なく、シンチグラムにても生理的とり込みを越える部位の発見は出来なかつた(図7)。

6. 生理的像の年令推移

シンチグラムを画像として読影すると、RIの投与量、投与してからの時間、記録条件等に左右され、量的な比較が行いにくいが、一般的には長管骨では12才まで比較的はつきりした骨影があり、12才を過ぎると成人とほとんど変わらなくなる。椎体、骨盤では16~18才くらいまで成人より明確な輪廓を描く。長管骨骨端部では各関節により異なるが、膝関節では14~15才までかなり生理的とり込みが多い。

考 察

Sr-87m の被爆線量は Sr-85 に比較して少なく

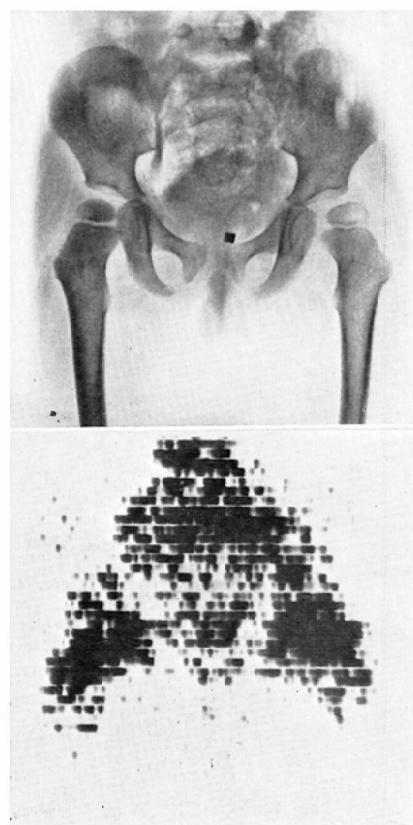


Fig. 6. Perthes' disease, 3-year-old boy. Abnormal uptake on the left hip was masked by the physiological activity of the pelvis.

成人にて全身被爆量は 0.1mCi 当り 0.7mrad ~ 2.2mrad といわれている²³⁾¹⁵⁾。実際に使用する量は 0.5mCi ~ 2 mCi であるので、成人の全身被爆量は 3.5mrad ~ 44mrad と計算される。年少者の被爆量の推定に体重のみを加味した場合、吸収線量は体重に逆比例するから、1 mCi を投与したときの成人 70kg, 22mrad を基本にして考えると、40kg にて 38mrad, 30kg, 51mrad, 20kg, 77mrad, 10kg, 150mrad, と計算される。7 才児の体重が 20kg であった場合、全身被爆量は 25 mrad ~ 77mrad と計算される。骨の成長時期に当る若年者の Sr の代謝が成人と同一であるわけではないが、血中消失率、尿中排泄率等若年者の吸収線量を計算する資料に乏しい現在、上記計算による量は一応の目安になろう。一方骨での被爆線

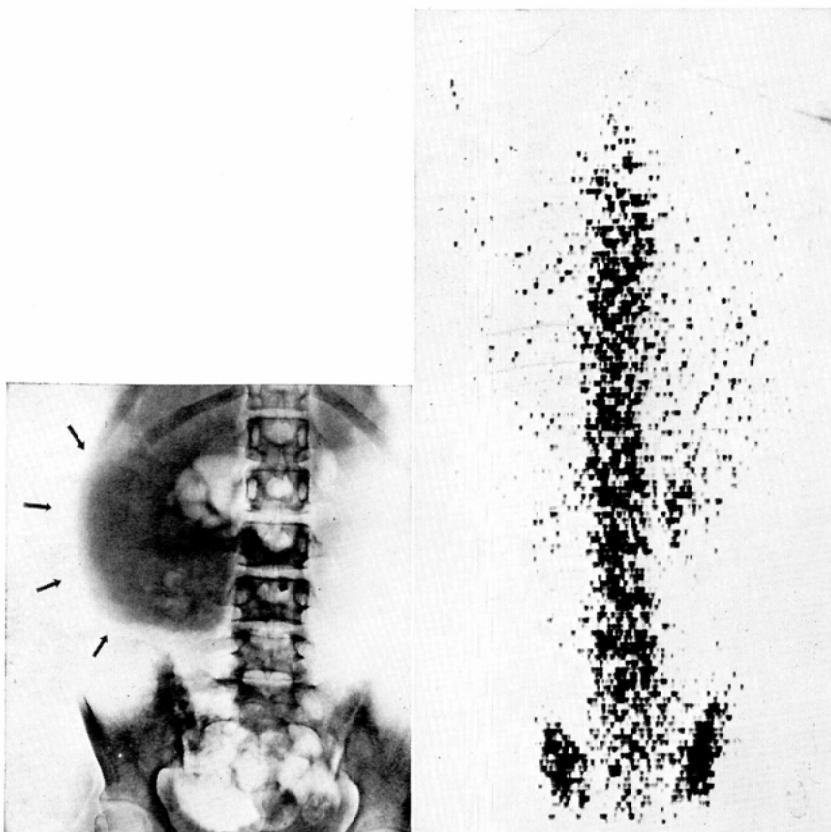


Fig. 7. Cold abscess, 13-year-old girl. Scan revealed no abnormal activity in any vertebra.

量についても骨の成長時期に対応した吸収線量に関する Data は見当らないが、成人では、0.1 mCi 当り 10mrad~40mrad といわれており²³⁾¹⁵⁾、投与量を 1 mCi とすると 100mrad~400mrad となり、体重及び生理的とり込みの増加と見込むと更に増えることが推定される。特に骨成長端により多く集積するが、骨の成長に影響を与える量ではないと考えられる。

被検者の被爆量をより少なくすることに論を待たないが、参考までに X 線撮影の際の被爆量と比較してみる。丸山等¹¹⁾によれば股関節撮影にて受ける性腺の推定被爆線量は 1~2 才児の睾丸で 23~37.5mR 卵巣では 12.5~20mR 3~4 才児では睾丸で 50~45mR 卵巣にて 25.2~24.5mR であり 5~6 才児でも極端な増加はない。従つて性腺が

直接含まれる骨盤の 1 回の撮影では、睾丸では 40~50mrad 卵巣では 20~30mrad 被爆すると考えてよい。^{87m}Sr の全身被爆量と性腺の被爆量は厳密には同一でないが、目標値としては X 線骨盤撮影の 1 回とほぼ同程度であることが推定される。この面からも骨の成長時期の骨病変の診断に応用し得るといえる。

これに対し Sr-85 では成人についての全身被爆量は 0.1mCi 当り 0.68~2.29rad であり²³⁾¹⁵⁾、骨では 1.59rad~4.43rad と多くなる。従つて Sr-85 は悪性腫瘍が明白な場合を除き骨の成長期の患者に使用しないことが望ましい。

被検者の被爆量が比較的少ないのに対し、Y-87→Sr-87m generator の線量率はかなり高い。Y-87 と同時に産生される Y-88 (半減期 106 日) の

混在が原因となつておる、 1.84MeV 2.76MeV と高いエネルギーの γ 線を放出するためその取扱いには充分の配慮が必要である。著者の経験によれば Y-88 の混在の比率は 1~4% であり、1カ月経過した Cow 10mCi 当り $100 \sim 400\mu\text{Ci}$ の Y-88 が残存している。とくに使用後の generator の保管及び廃棄に関しては厳重な管理が要求される。

成長期における骨病変の R I 診断は未知な点が多く、その適応症、診断に寄与する度合い等全く未解決であることを考慮しながら我々の経験を考察する。悪性腫瘍に関しては、X線像、臨床症状とを比較することにより質診断に寄与する点がまず評価されよう。骨の成長時期の骨悪性腫瘍の頻度は少ないため我々の経験のみで結論は出せないが、X線像での特徴的陰影の出現時期より早く病像が把握された経験を持ち（症例 1），又悪性腫瘍を思わせるX線像にて生理的とり込みのみを示した逆の経験をも重ねている。悪性腫瘍とすでに結論の出た症例では、その病勢及び拡がりの程度を判断する資料の一つになる。良性腫瘍の場合、腫瘍の種類によつてとり込みの程度は異なり、一概に論じられない。症例 2 に示した好酸性肉芽腫の場合、病的とり込みはかなり多く病巣の範囲はおおむね X 線所見と一致する。取り込みの少ない腫瘍の症例ではシンチを施行する意味が薄れるが、症例 3 に示した多発性軟骨腫の場合のように、病変の部位によりとり込みに高低がある場合もあり、その意味づけは慎重にならざるを得ない。病的骨折を起した場合は著明にとり込みが増加するが、良性腫瘍の悪性化、感染の合併でもとり込みは増加することが予想される。良性腫瘍の場合は病巣の拡がりの診断には役立つことは少ないと思われる。骨ずい炎ではX線像に病的陰影が写し出される前の時期でのシンチの経験はないが慢性化した時期の病勢の診断には役立つ。症例 4 にて示した慢性骨ずい炎の如く、X線像と比較対比することにより Active な病巣を明瞭に把握出来る。骨変形、骨硬化の著明なX線像の場合、炎症が治癒したか残存しているかは、Sr のとり込みの異

常があるか、ないかで判断出来る可能性がある。骨折に関しての R I の情報は、生理像との区別は明確であるが（症例 5）X線像とはよく一致し、R I 検査を行なう意義がうすれている。複雑骨折治癒の遷延化、感染の合併の場合の経験は少ないため、成人の骨折所見と比較検討出来なかつた。その他、ペルテル病（症例 6）、背椎分離症、冷膿瘍（症例 7）、先天的股関節脱臼障害等につき検討したが、まとまつた結果は得られなかつた。一般的に生理的とり込みとの区別がむつかしく、更に症例を重ねて検討する必要があろう。

X線像における骨の生長は部位により異なるが、おおむね 15~21 才に完成する。Edeiken⁵⁾によれば、膝関節大腿骨下端にて 19 才、脛骨上端 18 才であるが、Sr-87m の生理的とり込みの多い時期は 14~15 才までである。骨盤についても X 線像の生長完了時期は 19 才であるのに比較し、R I では 16~17 才で成人のとり込みと同程度となる。肘手についても Sr-87m のとり込みの多い時期は、骨生長完了時期²⁹⁾よりも前であることが推察される。椎体では X 線学的完成時期が 16 才であるが、Sr-87m では成人でもかなりのとり込みがみられ、生長に関するとり込みと、成長完了後の生理的な日常の Ca 代謝の混在の問題が生ずる。シンチスキャンではこの区別は出来ないから、読影に関しては充分な考慮が必要であろう。関節以外の長管骨への生理的とり込みは多くはなく、10 才以上では輪廓がわかる程度となる。この中の病変の読みとりは比較的容易であり、10 才以下でも診断に苦慮することは少ない。シンチグラム像より R I のとり込みを判断する場合、濃度の多少は投与量、投与してからの時間、記録条件に左右され、定量的な再現性にも問題があるので、病変の診断に際し健側との比較は重要である。生理像に重なる病変にても健側との比較にて読みとれる場合があるので、常に比較すべき健側を記録する重要性を強調したい。

結論

短半減期核種である ^{87m}Sr を使用し、骨の成長期の骨病変につき検討した結果、

1. 骨悪性腫瘍の質診断、拡がりの診断に有用である。
2. 骨良性腫瘍の病勢判断、合併症の有無の診断の助けになろう。
3. 骨ずい炎の病勢の的確な診断に役立つ。
4. 生理的とり込みは15~16才まで著明にみられるが部位によりその年令、とり込みの度合は異なる。
5. 生理的とり込みと病巣との区別のむつかしい部位は椎体、股関節部、膝関節部である。
6. 長管骨骨体部の病変は、10才以下でも区別が容易である。
7. 病像との区別は健側との対比で読みとる必要がある。

ことが解り、更に被爆線量について若干の考察を加えた。

(本論文の要旨は、第31回日本医学放射線学会総会にて発表した。)

文 献

- 1) Chakes, N.D. et al.: Early diagnosis of Metastatic bone cancer by Photoscanning with strontium-85. Journal of Nuclear Medicine 5 (1964) 168~179.
- 2) Charkes, N.D. et al.: Detection of metastatic cancer to bone by scintiscanning with strontium-87m. American Journal of Roentgenology. 91 (1964), 1121~1127.
- 3) Charkes, N.D. et al.: A critical analysis of strontium bone scanning for detection of metastatic cancer. American Journal of Roentgenology. 96 (1966), 647~656.
- 4) Corey, K.R. et al.: Detection of bone metastases in scanning studies with calcium-47 and strontium-85. Journal of Nuclear Medicine. 3 (1962), 454~471.
- 5) Edeiken, J. Hodes, P.J.: Roentgen diagnosis of disease of bone. Williams & Wilkins. (1967) 6.10~6.15.
- 6) 井上駿一：整形外科領域におけるRadioisotope の臨床応用について、臨床整形外科、3 (1968), 25~39.
- 7) 井上駿一：Radioisotopeによる骨腫瘍の診断的応用、臨床整形外科、3 (1968), 653~667.
- 8) Kein, E.W. et al.: Strontium 85 photo-scanning in Pagets disease. American Journal of Roentgenology. 92 (1964), 195~201.
- 9) McCready, V.R. et al.: The detection of metastases in the skeleton using radioactive isotopes. British Journal of Radiology. 39 (1966), 791.
- 10) Meckelnburg, R.L. et al.: Clinical value of generator produced strontium-87m. Journal of Nuclear Medicine. 5 (1964), 929~935.
- 11) 丸山静雄他：乳幼児股関節撮影における生殖腺防御の検討、日本放射線技術学会誌、23 (3) (1967), 266~295.
- 12) 宮脇晴夫他：骨髓炎のシンチスキャニング 第2報—治療前後のスキャン所見について、核医学、7 (1970), 48~49.
- 13) 宮脇晴夫他：骨髓炎のScintiscanningについて、日本整形外科学会誌、44 (1970), 805~806.
- 14) 村田忠雄：R I スキャニングの診断価値と限界、診療、21 (1968), 1579~1592.
- 15) Myers, W.G.: Radiostrontium-87m. Journal of Nuclear Medicine 1 (1960), 125.
- 16) Myers, W.G. and Olejar, M.: Radiostrontium-87m in studies of healing bone fracture. Journal of Nuclear Medicine. 4 (1963), 202.
- 17) 中村 譲他：^{99m}Tc-STPPによる骨シンチグラム、第31回日本医学放射線学会総会抄録集 (1972).
- 18) 大森薰雄他：骨折のシンチスキャニング、核医学、7 (1970), 245~246.
- 19) 小野 慎他：Sr-85による骨シンチグラム、核医学、6 (1969), 59.
- 20) 小野 慎他：Sr-85による骨シンチグラム“上頸癌への応用”第29回日本医学放射線学会抄録集 (1970), 334~335.
- 21) 大戸輝也他：骨髓炎のシンチスキャニングについて、慈医誌、84 (1969), 252~253.
- 22) Rosenthal, L.: The use of strontium-85 for the detection of bone lesions. Journal of the Canadian Association of Radiologist. 15 (1964), 53~59.
- 23) Rosenthal, L.: The role of strontium 85 in the detection of bone disease. Radiology. 76 (1965), 75~82.
- 24) Simpson, W.J. and R.P. Orange: Total body scanning with strontium 85 in the diagnosis of metastatic bone disease. The Canadian Medical Association Journal. 93 (1965), 1237~1242.
- 25) Spencer, R. et al.: Bone scanning with Sr-85 Sr-87m and F-18. British Journal of Radiology. 40 (1967), 641~654.
- 26) Subramanian, G. McAfee, J.G.: A new complex of ^{99 m}Tc for skeletal imaging.

- Radiology 98 (1971), 192—196.
- 27) Subramanian, G. McAfee, J.G. et al.: 99 m Tc labeled polyphosphate as a skeletal imaging agent. Radiology 102 (1972), 701—704.
- 28) 菅原 正他: 18F の骨スキャンへの使用経験, 核医学, 7 (1970), 246.
- 29) 杉浦保夫, 中沢修: 骨年令—骨格発育のX線診断一, 中外医学社 (昭和43年), 72—73.
- 30) 鈴木一太他: 变形性股関節症のSr-85 uptake study. 日整会誌, 43 (1969), 261.
- 31) 鈴木一太, 小野 慶: 二次性変形性股関節症のSr-85によるシンチスキャンニング, 骨代謝, 3 (1970), 32—34.
- 32) 鈴木一太他: 大腿骨骨頭無腐性壊死のストロントチウムによるシンチスキャンニング, 核医学, 8 (1971), 298.
- 33) 関 孝和他: 顎領域への^{87m}Sr骨スキャンの応用, 核医学, 7 (1970), 49.
- 34) 渡辺克司他: ⁸⁵Srによる頭蓋スキャンの臨床的意義, 臨床放射線, 17 (1972), 25—37.
- 35) 渡辺克司他: ⁸⁵Srによる骨スキャンの臨床的意義—特に骨転移を中心として—, 臨床放射線, 15 (1970), 326—337.