



Title	ポジトロンカメラによる $^{18}\text{F}$ 骨シンチグラム- $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ピロリン酸塩シンチグラムとの比較検討-
Author(s)	力武, 知之; 舘野, 之男; 有水, 昇
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1978, 38(1), p. 28-32
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/17823">https://hdl.handle.net/11094/17823</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

# ポジトロンカメラによる $^{18}\text{F}$ 骨シンチグラム

——  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ピロリン酸塩シンチグラムとの比較検討 ——

放射線医学総合研究所

力 武 知 之 館 野 之 男

千葉大学放射線科

有 水 昇

(昭和52年8月5日受付)

(昭和52年9月9日最終原稿受付)

## Bone Positronscintigram by $^{18}\text{F}$

— Comparative Study with  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Labeled Pyrophosphate —

Tomoyuki Rikitake\*, Yukio Tateno\* and Noboru Arimizu\*\*

\*National Institute of Radiological Sciences, Chiba

\*\*Chiba University, Radiation Depart., Chiba

---

Research Code No.: 731

---

Key Words: Positroncamera, Bone positronscintigram,  
 $^{18}\text{F}$ , Tomographic effect

---

The purpose of this study was the evaluation of bone positronscintigram with  $\text{Na}^{18}\text{F}$ . A positroncamera used in this study was consisted of an image detector and a focal detector. The large fields Anger type gamma camera (Toshiba GCA 202) with collimator was used as an image detector and a multicrystal type scintillation counter was used as a focal detector. Positron annihilation was calculated on focal plane just after counting coincident gamma-ray events. The equipment used for the bone scintigram with  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pyrophosphate was the same gamma camera with 42,000-parallelhole collimator.

$\text{Na}^{18}\text{F}$  saline water for injection was produced using the  $^{16}\text{O}(\alpha, \text{pn})^{18}\text{F}$  nuclear reaction using the cyclotron of National Institute of Radiological Sciences (NIRS-Chiba Isochronous Cyclotron). Radioactive purity of  $^{18}\text{F}$  was proven to be more than 99.5%.

Three mCi of  $\text{Na}^{18}\text{F}$  and three mCi of  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pyrophosphate were administrated intravenously to rabbits. Positronscintigrams of  $\text{Na}^{18}\text{F}$  were taken from forty five minutes to four hours after administration. Bone positronscintigrams showed the good resolution and rapid accumulation to the bones. It was concluded that good positronscintigrams were taken at two hours after administration to the rabbit.

Ten mCi of  $\text{Na}^{18}\text{F}$  was administrated intravenously to the patients. Positronscintigrams were taken at two hours. Seventeen mCi of  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pyrophosphate was intravenously injected and scintigram at six hours was taken. We used these scintigrams for the comparison.

Positronscintigram of the skull showed the good tomographic effect and the good resolution of vertebral bone which was set on focal plane.

## 1. はじめに

7A 族元素の弗素はカルシウムとの親和性が強く、その骨沈着性については改めて述べる必要も無いものである。骨のシンチグラムを行うにあたり、弗素の放射性同位体の使用が難しかつたのは、 $^{18}\text{F}$ を除けばその半減期はすべてが70秒以下と短い。 $^{18}\text{F}$ はポジトロン放出核種で、消滅時のガンマ線が511KeVとエネルギーが高く、従来の測定装置では使用しにくかったためである。

我々は医療被曝の軽減を図るために短寿命核種の臨床応用の開発を行つてゐるが、 $^{18}\text{F}$ は半減期が110分であり、近距離輸送の可能な短寿命核種と言える。すでに $^{18}\text{F}$ 骨のシンチグラムは古くより試みられ Scanning<sup>1)2)</sup>への利用が行われてゐる。我々の共同研究者の一人も先にピンホールコリメータを用いたガンマカメラによるシンチグラムを行い<sup>3)</sup>骨腫瘍の早期描出の可能性をひとつの結論としたが、画像はすぐれたものではなく、ポジトロンカメラの必要性を指摘した。今回我々は放医研で設計されたポジトロンカメラを使用し、シンチグラムを施行した。

## 2. 研究目的

$\text{Na}^{18}\text{F}$ 生食液による骨ポジトロンシンチグラム像の検討を行い、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ピロリン酸塩によるシンチグラムとの比較検討を行う事を目的とする。

## 3. 研究方法

### 3.1. 使用薬剤および装置

$\text{Na}^{18}\text{F}$ 生食液は放医研サイクロトロンを用い、水をターゲットとして $^{16}\text{O}$  ( $\alpha$ , pn)  $^{18}\text{F}$ の核反応により生産後精製を行う。この後生食液とした $\text{Na}^{18}\text{F}$ を用いた<sup>4)5)6)</sup>。 $\text{Na}^{18}\text{F}$ 液は雑菌混入を予防するため0.22 $\mu\text{m}$ のミリポアフィルターを用い濾過して静注液とした。放射純度は99.5%であった。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ピロリン酸塩は第1ラジオアイソトープ研究所製のピロリン酸標識キットを用いた。

### 3.2. 測定機

ガンマカメラ：巨大視野型東芝製シンチカメラ GCA 202型（アンガー型、結晶直径387mm）を用いた。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ピロリン酸塩は波高値140KeV、ウィンドウ幅20%を用い、高分解能コリメーター

（42,000ホール）を装着した。

ポジトロンカメラ<sup>7)8)</sup>：上記シンチカメラを像検出器として使用し、別に製作された多結晶型焦点検出器を併用している。ポジトロン消滅時の対向ガンマ線の同時計数情報により、焦点面上に画像を構成する。像検出器には測定の無効計数軽減のため、焦点距離1m、厚さ70mm、セプタ厚2.8mm、孔径5.2mmのコリメーターを装着した。

## 3.3. 測定

〔1〕ネブタール腹腔内麻酔家兎の耳介静脈より $\text{Na}^{18}\text{F}$ 生食液3mCiおよび $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ピロリン酸3mCiを投与し、腹臥位とした。 $\text{Na}^{18}\text{F}$ 投与家兎は投与後45分から4時間まで、連続的にポジトロンカメラを用いてシンチグラムを撮像した。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ピロリン酸塩投与家兎は6時間後にガンマカメラによりシンチグラムを行つた。

〔2〕5名の患者に $\text{Na}^{18}\text{F}$ 生食液約10mCiを静注投与し、投与後2時間から4時間の間にポジトロンシンチグラムを行つた。別に $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ピロリン酸塩17mCiを静注投与し、約6時間後にシンチグラムを行つた。

## 4. 研究結果

### 4.1. 解像力について

家兎のシンチグラムおよびポジトロンシンチグラムをFig. 1に示す。ポジトロンシンチグラムは焦点面を椎体高に設定し、約2時間後に、またピロリン酸塩は投与後約6時間に撮像されたものである。 $\text{Na}^{18}\text{F}$ では投与後2時間ですでに軟部組織や腎臓への集積はほとんど消失し、骨への臓器選択性が高い状態になっていた。このポジトロンシンチグラムでは家兎の四肢長骨の形状が識別でき、椎体を区別し、数える事ができた。この解像力は $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ピロリン酸塩投与によるシンチグラムとほぼ同程度だった。

Fig. 2の(A)および(B)は頭部に骨の異常を認めない患者の $\text{Na}^{18}\text{F}$ による骨ポジトロンシンチグラムであるが、(A)は矢状断面を(B)は仰臥位にした患者の頸椎に水平な面を焦点面としたものである。(C)は(B)と同患者の同方

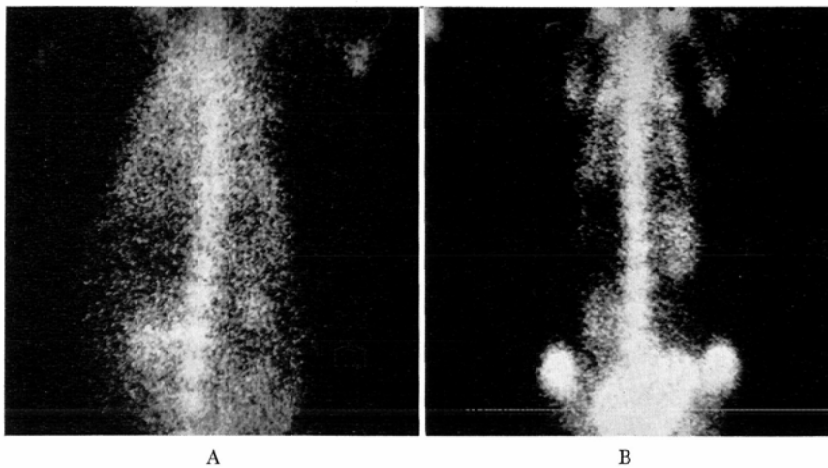


Fig. 1 (A)  $\text{Na}^{18}\text{F}$  positronscintigram of a rabbit setting focal plane on the vertebrae: This was taken at two hours after i.v. injection. Number of the vertebrae could be counted in both scintigrams. (B)  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pyrophosphate scintigram of a rabbit: This was taken at six hours after i.v. injection.

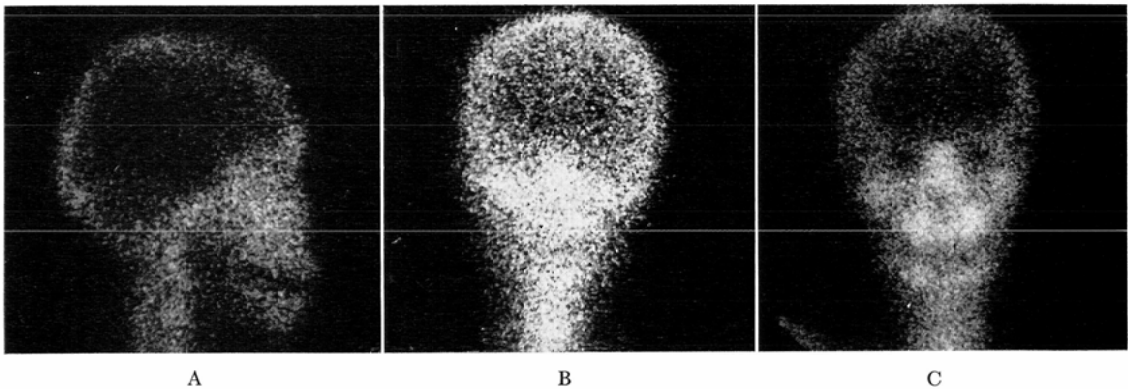


Fig. 2 (A) and (B)  $^{18}\text{F}$  positronscintigram of the human skull, (A) Sagittal plane, (B) Frontal plane on the level of vertebrae: (C) Frontal view of  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pyrophosphate bone scintigram: Positronscintigram showed a very impressive tomographic effect.

向からの  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ピロリン酸塩によるシンチグラムである。(A)においては頭蓋部の矢状断面像が断層像としてあらわれ、上顎骨と下顎骨の区別も明瞭である。頸椎は椎体を区別する事ができ、椎体々部と棘部とをわける事ができた。(B)では頭蓋部および頸椎部の描出は良好であるが、顔面部はほとんど像の形態をなしていない。(C)のピロリン酸塩のシンチグラムでは顔面骨の形態描出ができるのとは非常に異なっている。Fig. 3の(A)は仰臥位による腹部の  $^{18}\text{F}$  の骨ポジトロ

ンシンチグラムであり焦点面は椎体高に設定した。(B)は同一患者、同一方向から撮像した  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ピロリン酸塩によるシンチグラムである。

(C)は同じく腹臥位からのシンチグラムである。(B)および(C)に比して、(A)では椎体の形状がはつきりと読影でき、腎臓のアクティビティは低くなっている。また(B)では肋骨弓付近の肋骨は強調されて描出するが、(A)では焦点面からはずれるため、映像として描出されない。

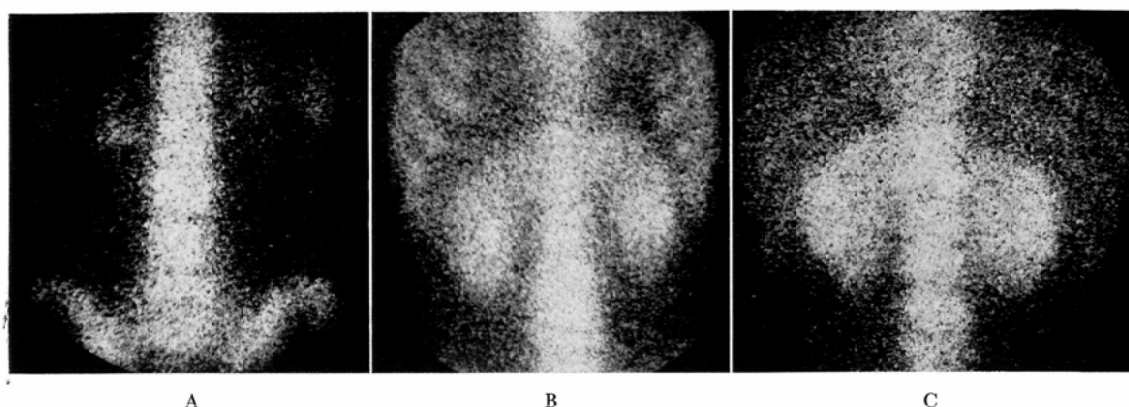


Fig. 3 (A)  $^{18}\text{F}$  positron scintigram, setting focal plane on the lumbar vertebral level. (B)  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pyrophosphate bone scintigram of frontal view on the same place. (C)  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pyrophosphate bone scintigram of posterior view: Positron scintigram showed clear line of vertebral body. Activity clearance on the kidney was rapid and the costal image was disappeared by the tomographic effect.

## 5. 考 案

短寿命核種  $^{18}\text{F}$  の標識化合物の核医学への応用の試みは数多いが、カメラを中心とした体外測定機の進歩は遅れており、十分な利用がなされていない。我々がかつて行つたシンチグラムの結論<sup>3)</sup>に基づき、施設内サイクロトロンによつて大量生産が可能になつた  $^{18}\text{F}$  を使用し、ポジトロンシンチグラムを行い、画像の性質および解像力を検討する事ができた。ポジトロンシンチグラムはその画像構成原理上 RI-断層になるが、今回の研究でも焦点面上における像は  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ピロリン酸塩のシンチグラムにみる像よりも明瞭な輪廓を描出し、頭蓋骨像にみられるように著明な断層性を示した。逆にこの事は一面の断層面では充分でない時には、数回に亘るシンチグラムを行うか、コンピューターを導入し、多層断層法を施行する必要が生じる。

我々の用いたポジトロンカメラは分解能においてはすぐれていたが、計数効率の面ではいまだに使用し易い状態と言えない。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ピロリン酸を使用すれば、20分で1名のシンチグラム検査を終了するが、 $^{18}\text{F}$  のポジトロンシンチグラムでは計数を2～5割程度にさげても40分から1時間要した。さらにこのカメラは焦点検出器が小さく、視野が狭小になつている。計数効率および視野に

ついては、我々の施設で設計された別のポジトロンカメラ、即ち多結晶型ポジトロンカメラ<sup>8)9)</sup>により著しく改善されたが、分解能は設計時から犠牲にされた。今後のポジトロンカメラに改善が望まれる問題点であろう。

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ピロリン酸塩による骨シンチグラムを行うにあたり、この核種の骨への蓄積は比較的遅く、我々は測定するにあたり、投与後6時間をおいているが、この時間でもバックグラウンドが割合に高く、充分な時間とは言えない。Subramanian<sup>10)</sup>は  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  による燐酸塩の標識化合物を骨スキャン剤として検討し、他の化合物 Methylendiphosphate (MDP) や Ethylenhydroxydiphosphate (EHDP) により、この投与後要する時間の短縮が可能であると報告している。今後これら二燐酸塩を中心とした骨スキャン用製剤の評価が行われるものと考えられるが、評価の大きな根拠のひとつは、スキャンが可能になるまでの時間の長短であろう。 $^{18}\text{F}$  を使用した場合、約2時間後に撮像が可能となり、この時間は  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ピロリン酸塩の6時間と共に1半減期時間であつて、RIの減衰による差はないが、診療の待ち時間の大きな短縮として有益である。この半減期の短さはカメラの計数効率の改善がなされれば被曝量の軽減も果す事になる。

## 6. 結 語

1) 放医研サイクロトロンによつて生産した $^{18}\text{F}$ および放医研で設計したポジトロンカメラを用いて、 $^{18}\text{F}$ による骨ポジトロンシンチグラムを行い、その画像を検討した結果、断層性の、輪廓の明瞭な像を得た。

2)  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ピロリン酸塩に比して、投与検査終了までの時間を短縮する事ができる。

本研究は放射線医学総合研究所における特別研究「サイクロトロンの医学利用に関する調査研究」に基づいて行われた。この研究に従事する諸氏に謝意を表し、RIの生産提供を快く引き受けてくれた井戸達雄氏、玉手和彦氏および病院部にあつて協力してくれた佐原伸子氏、朽木満弘氏に感謝します。

## 文 献

- 1) Blau, M., Nagler, W. and Bender, M.A.: A new isotope for bone scanning. Nucl. Med., 3: 332—334, 1962
- 2) Blau, M., Laor, K. and Bender, M.A.: Isotope scanning with F-18 for the early detection of bone tumors. Medical Radioisotope Scintigraphy, Vol. 2, 341—347, 1969, IAEA, Vienna

- 3) 有水 昇: 骨シンチグラム像の比較— $^{18}\text{F}$ と $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ピロリン酸塩とについて—。日本医放会誌, 35: 101—104, 1975.
- 4) Nozaki, T., Iwamoto, M. and Ido, T.: Yield of  $^{18}\text{F}$  for various reaction from oxygen and neon. Internat. J. Applied Radiation and Isotopes, 25: 393—399, 1974
- 5) 井戸達雄: 診断利用ラジオアイソトープの生産。癌の臨床, 23: 345—351, 1977.
- 6) 放射線医学総合研究所編: サイクロトロン製造放射薬剤品質管理法, 1977. 放射線医学総合研究所, 千葉.
- 7) 富谷武造, 田中栄一, 野原功全: 多結晶型焦点検出器を用いたポジトロンカメラ, Radioisotope, 25, 693—697, 1976.
- 8) 野原功全, 富谷武造, 田中栄一, 須田善雄, 飯沼 武: 高速型多結晶型陽電子シンチグラム装置. 核医学, 13, 615, 1976.
- 9) 野原功全: 短寿命陽電子放出核種のイメージング. 癌の臨床, 23, 353—357, 1977.
- 10) Subramanian, G., McAfee, J.G., Blair, R.J. and Thomas, F.D.: An evaluation of  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -labeled phosphate compounds as bone-imaging agents. In Subramanian, G., et al ed: Radiopharmaceuticals. pp. 319—328, 1975, The Society of Nuclear Medicine, New York