

# 学位論文の要旨

Differences in sodium fluoride-18 uptake in the normal skeleton  
depending on the location and characteristics of the bone

(正常骨の部位による  $^{18}\text{F}$ -NaF の集積の違いとその特徴の検討)

Shintaro Nawata

縄田 晋太郎

Department of Radiology

Yokohama City University Graduate School of Medicine

横浜市立大学大学院医学研究科 放射線医学教室

(Doctoral supervisor: Tomio Inoue, Professor)

(指導教員：井上 登美夫 教授)

## 学位論文の要旨

# Differences in sodium fluoride-18 uptake in the normal skeleton depending on the location and characteristics of the bone

(正常骨の部位による  $^{18}\text{F}$ -NaF の集積の違いとその特徴の検討)

<https://nuk.schattauer.de/en/contents/archivestandard/issue/2494/manuscript/27515.html>

### 1. 序論

Sodium fluoride-18 (以下,  $^{18}\text{F}$ -NaF) の骨集積トレーサーとしての利用は古く, 1972 年に初めて報告され, 優れた骨イメージング製剤として認識された. ほぼ同年代にテクネシウム-リン酸化合物 ( $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -methylenediphosphonate (MDP) や  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  hydroxymethylenediphosphonate (HMDP)) が登場し, ガンマカメラにおいては, それらの放出する 140keV のガンマ線の方が高解像度の画像が得られたこと, また, 合成のしやすさなどもあり, テクネシウム-リン酸化合物を用いたいわゆる骨シンチグラフィが普及していった. その一方で,  $^{18}\text{F}$ -NaF は一時的に下火となった.

したがって, 現在, 骨腫瘍 (転移性, 原発性) の検出にはテクネシウム-リン酸化合物をトレーサーとして, ガンマカメラにより撮像する骨シンチグラフィが世界的に広く行われている.

しかし, ここ 20 年の間に  $^{18}\text{F}$ -FDG をトレーサーとする FDG-PET が爆発的に普及した. それに伴い PET カメラの普及も進み, トレーサーとして  $^{18}\text{F}$ -NaF を用いる NaF-PET が, 主に骨疾患を対象として行われるようになってきている.  $^{18}\text{F}$ -NaF はこれまでに骨転移, 骨折の診断, 術後や外傷後の骨代謝や, 大腿骨や顎骨の骨壊死の評価, 骨粗鬆症や Paget 病などの骨疾患の診断, 動脈硬化の評価などのために用いられおり, それらのエビデンスは蓄積されている. しかし, それらに比して  $^{18}\text{F}$ -NaF の正常分布の解明はあまり進んでいない. 今回我々は, 過去に当院で撮像された  $^{18}\text{F}$ -NaF PET/CT 画像を解析し, 異なる部位の SUV を比較し, CT 値などと対比させることで  $^{18}\text{F}$ -NaF の正常分布とその特徴を評価し, 考察した.

## 2. 症例と方法

過去に「マルチ・トレーサーPET/CTによるがん、変性疾患および代謝疾患の診断能の向上に関する研究」に参加し、 $^{18}\text{F}$ -NaF PET/CT 検査が施行された症例の中から、全身分布に影響が少ないと考えられる関節疾患や骨転移の評価を目的に行われた 30 症例 ( $50.0\pm 16.0$  歳) を抽出し、本研究の対象とした。

それらの症例に対し、NaF 集積の正常分布を明らかにするために、各骨（腰椎、腸骨、大腿骨近位、遠位）における SUV や CT 値を収集し、評価、分析した。

何らかの原因により画像データに不具合が生じている症例（たとえば PET および CT 撮影時に大きな体動があった症例、偶発的に骨腫瘍がみられた症例など）は対象から除外した。

## 3. 結果と考察

$^{18}\text{F}$ -NaF の集積は骨の部位により異なり、骨全体および海綿骨において、腰椎では強い集積を示し、逆に大腿骨の遠位では弱い集積を示した。CT 値は、逆に大腿骨遠位で高い値を示した。また、プロファイルカーブにおいても、海綿骨では強い集積を、皮質骨では弱い集積を示すことが示唆された。

以上より、 $^{18}\text{F}$ -NaF 集積は骨の部位や、海綿骨か皮質骨かにより異なっており、その集積は、骨の濃度（CT 値）よりもむしろ、骨代謝や表面効果、リモデリング、血流などの影響を複合的に受けているものと考えられた。

今後、骨疾患に対する  $^{18}\text{F}$ -NaF 分布の解析や、骨シンチグラフィとの対比により、疾患ごとの特徴の解明、および診断能の向上が期待される。

キーワード： $^{18}\text{F}$ -NaF, PET, SUV, bone imaging

## 引用文献

Blau M., Ganatra R., Bender MA. (1972).  $^{18}\text{F}$ -fluoride for bone imaging. *Semin Nucl Med*, 2, 31–37.

Bridges RL., Wiley CR., Christian JC. (2007). An introduction to  $\text{NaF}^{18}$  bone scintigraphy: basic principles, advanced imaging concepts, and case examples. *J Nucl Med Technol*, 35, 64–76.

Domstad PA., Coupal JJ., Kim EE. (1980). Tc-Hydroxymethane diphosphonate: a new bone imaging agent with a low tin content. *Radiology*, 136, 209–211.

Win AZ., Aparici CM. (2014). Normal SUV values measured from  $\text{NaF}^{18}$ - PET/CT bone scan studies. *PLoS One*, 9, e108429.

## 論文目録

### I 主論文

Differences in sodium fluoride-18 uptake in the normal skeleton depending on the location and characteristics of the bone

Nawata S., Kaneta T., Ogawa M., Ishiwata Y., Kobayashi N., Shishikura-Hino A., Yoshida K., Inaba Y., Saito T., Inoue T.(2017)

*Nuklearmedizin*, 56(3), 91-96

### II 参考論文

Quantification of temporal changes in calcium score in active atherosclerotic plaque in major vessels by 18F-sodium fluoride PET/CT.

Ishiwata Y., Kaneta T., Nawata S., Hino-Shishikura A., Yoshida K., Inoue T.(2017)

*Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 44(9), 1529-1537.

SUV measurement of normal vertebrae using SPECT/CT with Tc-99m methylene diphosphonate.

Kaneta T., Ogawa M., Daisaki H., Nawata S., Yoshida K., Inoue T.(2017)

*Am J Nucl Med Mol Imaging*, 22, 6(5), 262-268.

Measurement of serum isoform [-2]proPSA derivatives shows superior accuracy to magnetic resonance imaging in the diagnosis of prostate cancer in patients with a total prostate-specific antigen level of 2-10 ng/ml.

Furuya K., Kawahara T., Narahara M., Tokita T., Fukui S., Imano M., Mitome T., Ito Y., Izumi K., Osaka K., Yokomizo Y., Hayashi N., Hasumi H., Nawata S.,

Kawano T., Yao M., Uemura H.(2017)

*Scand J Urol*, 51(4), 251-257.