

NUCLEAR MEDICINE IN CLINIC

# 臨床核医学

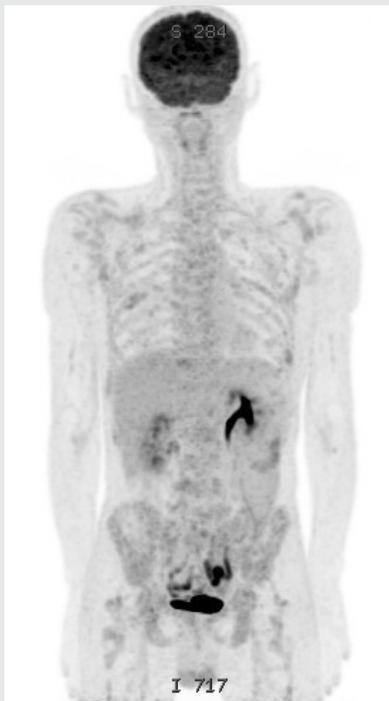
2014

Vol.47 No.6

11月号 81~96頁

放射線診療研究会

1968年創刊通算222号(奇数月刊行)

<http://www.meteo-intergate.com>(本誌論文検索用)*See Page 82*

- 
- [症 例] FDG-PET/CTにて比較的所見の乏しかった胃癌の広範骨転移の一例…… 82
- [リレー講座] 診療に役立つ核医学の基本—専門医試験も見据え—「医薬品・検査その3」… 85
- [リレー講座] 核医学技術の基礎「ジェネレータの原理と臨床への適用  
( $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ ,  $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ を中心に) …………… 88
- [訪 問 記] JA長野厚生連佐久医療センター放射線科 …………… 91
-

## 症 例

## FDG-PET/CTにて比較的所見の乏しかった胃癌の広範骨転移の一例

A case of extensive bone metastasis from gastric cancer with poor findings in  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT眞田 知英 SANADA Tomohide<sup>1)</sup>橋本 剛史 HASHIMOTO Tsuyoshi<sup>1)</sup>吉村 真奈 YOSHIMURA Mana<sup>1)</sup>小泉 潔 KOIZUMI Kiyoshi<sup>2)</sup>

Key Words : FDG-PET, gastric cancer, bone metastasis

## 《はじめに》

FDG-PET/CTは一般に骨転移のスクリーニングに有用な検査であるが<sup>1),2)</sup>、前立腺癌などでは偽陰性になりえることも報告されている<sup>3)</sup>。

今回、胃癌の骨転移で比較的集積の乏しい症例を経験したので報告する。

## 《症 例》

患者：60歳代 男性

主訴：特になし

既往歴：高血圧症

## 《臨床経過》

20XX年会社の健診で消化管造影検査を受けたところ異常を指摘され、当院消化器内科を紹介受診した。上部消化管内視鏡検査で胃体下部大彎後壁の生検にて印環細胞癌(T3(SS),cN0,cH0,cP0,cM0,cStage II A)と診断され、同年11月幽門側胃切除+B-I再建+D2郭清術が施行された。その後外来で、TS-1 120mg/day内服を8コース施行した。

術後1年後定期検査の上部消化管内視鏡検査にて残胃に再発を指摘された。遠隔転移精査にて1回目のFDG-PET/CTを撮影したところ、胃吻合部直上の大彎後壁に軽度集積(SUVmax=5.19)を認めた以外に明らかな異常集積は指摘できなかった(図1)。20XX+1年11月残胃全摘+R-Y再建+脾合併切除術を施行した。

術後1ヶ月より腰背部痛が出現し、疼痛コントロールのため入院となった。腫瘍マーカーの上昇



図1 1回目PET/CTのMIP像；胃吻合部直上の大彎後壁に軽度集積を認めた以外に明らかな異常集積は見られない。

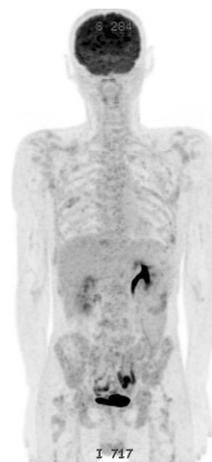


図2 2回目PET/CTのMIP像；胃切除部に明らかな集積は見られないが、中心骨への集積がびまん性に軽度更新している。

を認めたため、精査目的に2回目のFDG-PET/CTを撮影したところ、中心骨への集積がびまん性に軽度亢進していた(図2)。CT画像骨条件において、骨盤骨にびまん性の淡い濃度上昇が疑われた(図3)。骨転移を疑い確認のため骨シンチグラフィを行った。頭蓋骨、脊椎、骨盤骨、肋骨、鎖骨、肩甲骨、上腕骨・大腿骨近位部などに多発する集積を認めた(図4)。また両側腎臓や膀胱の描出が見られず、いわゆるsuper bone scanに近い所見であった。以上の経過における腫瘍マーカーおよびALP値の推移を図5に示す。

1) 東京医科大学病院放射線科 〒160-0023 東京都新宿区西新宿6-7-1

TEL : 03-3342-6111 FAX : 03-3348-6314 E-mail : t-sanada@tokyo-med.ac.jp

Department of Radiology, Tokyo Medical University Hospital

2) 東京医科大学八王子医療センター放射線科



図3 2回目PET/CTのCT画像骨条件；骨盤骨にびまん性の淡い濃度上昇疑われた。

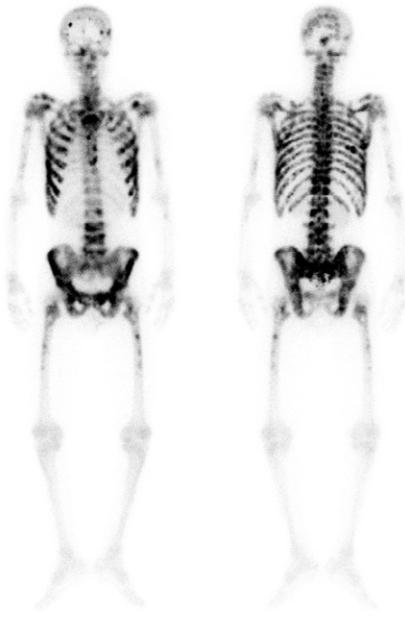


図4 骨シンチグラフィ；頭蓋骨，脊椎，骨盤骨，肋骨，鎖骨，肩甲骨，上腕骨・大腿骨近位部などに多発する集積を認め，両側腎臓や膀胱の描出が見られず，いわゆる super bone scanに近い所見を認める。

その後は化学療法や放射性ストロンチウム治療などを考慮し，疼痛コントロールがついたため，退院となった。

#### 《考 察》

FDG-PET/CTの骨転移スクリーニングは骨シンチグラフィより一般的に優れているとされている<sup>1),2)</sup>。しかし癌の種類により偽陰性になることも良く知られていて，例えば前立腺癌の硬化性骨転移では，FDP-PETでは明らかな集積は指摘できないが，骨シンチグラフィでは強い集積がみら

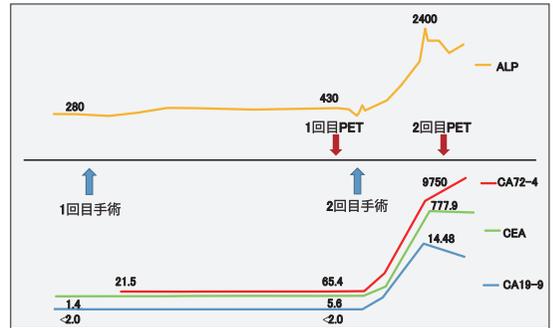


図5 腫瘍マーカーおよびALP値の推移

れる<sup>3)</sup>。これは，前立腺癌はFDGの取り込みが少なく，また硬化性転移は腫瘍細胞が少量であるためとされている。FDG-PETのGAMUTによると<sup>4)</sup>，骨・骨髄へのFDG集積が陰性になりやすい腫瘍として，造骨性転移のほか，FDG低集積の悪性腫瘍(甲状腺癌，肝細胞癌，胃癌，前立腺癌などの骨転移)が挙げられており，前立腺癌は造骨性で低集積の2つの項目が当てはまる。今回の症例は胃癌(印環細胞癌)であるが，印環細胞癌の骨転移のFDGの集積は低いとされており<sup>5)</sup>，そのこともこの項目に当てはまる。その理由として，印環細胞癌はGLUT-1の発現が低いこと，および胃癌スキルタイプは細胞成分に対する間質性分が多いため集積が低くなるためと考えられている。本症では，残胃に再発した腫瘍には軽度集積を認めており，GLUT-1の集積はそれほど低くなかったのではないかと考えられる。しかし，CT上，骨盤骨にびまん性の濃度増加が出現しており，骨硬化性変化と考えられた。このことより，骨転移にFDG集積が低かったのは，骨転移病変での細胞数が相対的に少なく，サイトカインによる骨硬化変化が起こっていたためと推定された。

#### 《おわりに》

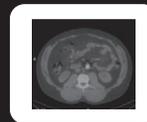
FDG-PETにて比較的所見の乏しかった胃癌の広範骨転移の一例を報告した。胃癌(特に印環細胞癌)などの骨転移の検索は，FDG-PET/CTの所見だけではなく，採血検査(腫瘍マーカーやALPなど)を含めた読影が必要で，さらに骨シンチグラフィによる確認が重要と考える。

《文 献》

- 1) Ning-Bo Liu, Lei Zhu, Ming-Huan Li, et al. Diagnostic value of  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT in comparison to bone scintigraphy, CT and  $^{18}\text{F}$ -FDG PET for the detection of bone metastasis. Asian Pacific Journal Cancer Prevention, 2013; 14(6): 3647-3652.
- 2) Xu Cheng, Yongjun Li, Zhaoqiang Xu, et al. Comparison of  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT with bone scintigraphy for detection of bone metastasis: a meta-analysis. Acta Radiologica 2011; 52: 779-787.
- 3) Tiwari BP, Jangra S, Nair N, et al. Complimentary role of FDG-PET imaging and skeletal scintigraphy in the evaluation of patients of prostate carcinoma. Indian Journal of Cancer, 2010; 47: 385-390.
- 4) 御前 隆, 石津浩一, 石守崇好, 他. Gamut of FDG-PET. 核医学 2012; 49(4): 357-389.
- 5) Akira Yamada, Kazuhiro Oguchi, Mana Fukushima, et al. Evaluation of 2-deoxy-2- $^{18}\text{F}$ fluoro-D-glucose positron emission tomography in gastric carcinoma: relation to histological subtypes, Depth of tumor invasion, and glucose transporter-1 expression. Annals of Nuclear Medicine 2006; 20(9): 597-604.

GE Healthcare

From  
Late  
Disease  
to  
Early  
Health



GEはEarly Health実現に向けてMolecular Imagingを使って世界の医療における変革を推進し、疾患が進行してからの医療(Late Disease)から早期診断・早期治療(Early Health)の確立を目指します。



GE imagination at work

販売名称: X線CT組合せ型ポジトロンCT装置 Optima PET/CT500Discovery PET/CT 600  
 業事認証番号: 221ACBZX00029000  
 販売名称: 核医学診断用装置 Discovery NM/CT 670  
 業事認証番号: 222ACBZX00088000  
 販売名称: 放射性医薬品合成設備 FASTlab  
 業事承認番号: 22300BZX00445000

DOC1215724

## リレー講座

診療に役立つ核医学の基本—専門医試験も見据え—  
「医薬品・検査その3」

小須田 茂 KOSUDA Shigeru

前号に引き続き、核医学専門医認定試験問題の解説をする。

**問題12** 次の操作のうち、無菌操作として行う必要のないのはどれか。2つ選べ。

- $^{18}\text{F}$ -FDGのpH調製
- $^{13}\text{N}$ - $\text{NH}_3$ の分注
- $^{15}\text{O}$ -COの純度試験
- ホットラボ室の浮遊微粒子試験
- ジェネレータからの $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ の溶出

正解：c, d

## 解説

放射性医薬品には静注薬剤が多く、当然無菌でなくてはならない。トレーサ自身放射線を放出するが、微生物を死滅させるほどの線量ではないので自己滅菌は考えられない。ただ、無菌であることと、無菌操作とは別問題である。

放射性医薬品も医薬品として厚労省から製造販売を得る必要があり、高品質のものを恒常的製造して行く上で守るべき基準にGMP (Good Manufacturing Practice) がある。これには、「薬局等構造設備規則」、「医薬品の製造管理及び品質管理の基準に関する省令」がある。完成製品の品質確認のみでなく、製造工程試験(除菌フィルターの完全性試験、不溶性異物の全数チェックおよび放射能の全数チェック、等)を行わねばならない。GMPハード、衛生管理によりPET医薬品の製造は無菌環境、防虫、防鼠でなければならない。ホットラボ室の浮遊微粒子試験、 $^{15}\text{O}$ -COの純度試験は医薬品の製造工程とみなされない。

## 文献

- 猪野宣人. 放射性医薬品調製の安全取り扱いと品質管理(ポジトロン)について. 第7回日

本核医学会春季大会テキスト. 2007, pp486-489.

**問題13** 放射性医薬品の取扱いにおいて、正しいのはどれか。2つ選べ。

- $^{99\text{m}}\text{Tc}$  標識放射性医薬品注射液は無菌の作業環境でキットを用いて調整する。
- $^{123}\text{I}$  標識放射性医薬品は、医療法で届け出た薬品棚に貯蔵する。
- $^{99\text{m}}\text{Tc}$  標識放射性医薬品中に過テクネチウム酸ナトリウム溶液を追加することで放射能を増すことができる。
- 自作した自動合成装置を用いて $^{18}\text{F}$ -FDG注射液を調整することができる。
- $^{89}\text{Sr}$  医薬品の注射筒にはアクリル製の放射線防護用具を使用する。

正解：a, e

## 解説

放射性同位元素の保管は、容器に入れ、貯蔵室または貯蔵箱において行う。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$  標識放射性医薬品中に過テクネチウム酸ナトリウム溶液を追加することで放射能を増すことはできない。自動合成装置は薬事法によって承認を得たものでなければならぬ。

## 文献

- 日本アイソトープ協会. 6版 放射線取扱の基礎. 【第1種放射線取扱主任者試験の要点】. 日本アイソトープ協会編, 丸善, 東京, 2009, p489.
- 渡辺敬仁, 金谷信一. 法的手続き. 必携! がん診療のためのPET/CT読影までの完全ガイド. 日下部きよ子, 編, 金原出版, 東京, 2006, p48-61.

防衛医科大学校 放射線医学講座

〒359-8513 埼玉県所沢市並木3-2

TEL. 042-995-1689 FAX. 042-996-5214 E-mail: nucleark@ndmc.ac.jp

**問題14** 次の放射性医薬品と疾患の組み合わせで、誤っているのはどれか。1つ選べ。

- a.  $^{99m}\text{Tc}$ -PMT ————— 肝細胞癌の骨転移
- b.  $^{111}\text{In}$ -chloride ————— ガストリノーマ
- c.  $\text{Na}^{131}\text{I}$  ————— 甲状腺ろ濾胞癌の肺転移
- d.  $^{123}\text{I}$ -IMP ————— 悪性黒色腫
- e.  $^{131}\text{I}$ -MIBG ————— カルチノイド

正解：b

#### 解説

$^{111}\text{In}$ -chloride, 塩化インジウムは骨髄シンチグラフィとして用いられている。Gastrinomaへの集積はみられない。 $^{99m}\text{Tc}$ -PMT 遅延像がHCC転移巣に取り込まれることは意外に知られていない。 $^{131}\text{I}$ -MIBGはNETであれば取り込まれる可能性がある。悪性黒色腫, 悪性リンパ腫に $^{123}\text{I}$ -IMPが取り込まれることが報告されている。

#### 文献

1. Yoshimura M. Characterization of an orbital melanoma and mucosa associated lymphoid tissue (MALT) lymphoma by dual phase N-isopropyl-p-I-123 iodoamphetamine. Clin Nucl Med 2007; 32:638-639.
2. Murata K. Comparison of I-123 IMP and Ga-67 citrate scintigraphy of malignant melanoma. Clin Nucl Med 2003; 28:704-708.

**問題15** 院内製造された $^{18}\text{F}$ -FDGの保険診療での使用に関する次の記述について正しいのはどれか。2つ選べ。

- a. 製造に際して放射線障害防止法の規制を受けない。
- b. サイクロトロンは医療用具でなければならない。
- c. 合成装置は医療用具でなければならない。
- d. 核医学会が作成したガイドラインに従って使用するのが望ましい。
- e. 使用に際しては医療法, 薬事法の規制を受けない。

正解：c, d

#### 解説

製造に際して放射線障害防止法の規制を受ける。サイクロトロンは工業用を用いてもよい。核医学会が作成したガイドラインは専門家が集まり, 何回も協議の上, 決定される。強制ではないがガイドラインに従って使用するのが望ましい。使用に際しては医療法, 薬事法の規制を受ける。

#### 文献

1. 渡辺敬仁, 金谷信一. 法的手続き. 必携! がん診療のためのPET/CT読影までの完全ガイド. 日下部きよ子, 編, 金原出版, 東京, 2006, p48-61.

**問題16** 放射性医薬品の放射線による分解について誤っているのはどれか。1つ選べ。

- a. 核種の半減期が長いほど分解の程度が高い。
- b. 比放射能が高いほど分解の程度が高い。
- c. 放射線のエネルギーが高いほど分解の程度が高い。
- d. 分解の程度は温度には依存しない。
- e. 長く保存するほど分解が進行する。

正解：d

#### 解説

放射線照射により高分子, 放射性医薬品の鎖が切れて低分子量化する反応を分解または切断と呼ぶ。放射性医薬品, 高分子の放射線による架橋, 分解は化学構造, 照射雰囲気, 温度, 粘度, 線質などによって影響を受ける。

#### 文献

1. 日本放射線化学会. 高分子中の放射線化学反応概論. 日本放射線化学会, 編, 学会出版センター, 東京, 2006, p41-49.

**問題17** 投与時の体位によって, 集積の分布が変化するのはどれか。1つ選べ。

- a.  $^{99m}\text{Tc}$ -GSA 肝シンチグラフィ
- b.  $^{201}\text{TlCl}$  心筋シンチグラフィ
- c.  $^{99m}\text{Tc}$ -MAA 肺血流シンチグラフィ
- d.  $^{99m}\text{Tc}$ -MDP 骨シンチグラフィ
- e.  $^{67}\text{Ga}$  腫瘍シンチグラフィ

正解：c

#### 解説

肺血流は重力効果を鋭敏に反映する。 $^{99m}\text{Tc}$ -MAAの粒子径は $50\mu\text{m}$ であるので前毛細血管床に捕捉され肺血流分布を描画する。したがって, 座位での $^{99m}\text{Tc}$ -MAA静注では下肺野に高集積を示し, 肺尖部ではほとんど集積を示さない。通常, 仰臥位で半量, 腹臥位で半量を静注する。その他の放射性医薬品は静注後, 肺毛細血管を通過し, 標的臓器に緩徐に集積して行くため, 重力効果を受けない。

#### 文献

1. 小須田 茂. 核医学検査・SPECT (single

photon emission computed tomography).

楢林 勇, 杉村和朗, 監修. 富山憲幸, 中川恵一, 編. 放射線医学 放射線医学総論. 金芳堂, 京都, 2012, pp151-159.

**問題18** 静脈注射をしない製剤はどれか。1つ選べ。

- a.  $^{99m}\text{Tc}$ -HMDP    b.  $^{99m}\text{Tc}$ -MDP  
c.  $^{99m}\text{TcO}_4^-$     d.  $\text{Na}^{123}\text{I}$   
e.  $^{123}\text{I}$ -MIBG

正解：d

### 解説

平易な問題である。ヨウ化ナトリウムカプセルは経口投与、 $^{111}\text{In}$ -DTPAは髄注(くも膜下)である。

### 文献

1. 宇都宮啓太, 河野由美子. 診断・治療用放射性医薬品. 楢林 勇, 杉村和朗, 監修. 富山憲幸, 中川恵一, 編. 放射線医学 放射線医学総論. 金芳堂, 京都, 2012, pp144-150.
2. 小須田 茂. 核医学検査・SPECT (single photon emission computed tomography). 楢林 勇, 杉村和朗, 監修. 富山憲幸, 中川恵一, 編. 放射線医学 放射線医学総論. 金芳堂, 京都, 2012, pp151-159.

**問題19** 次の組み合わせで適切なのはどれか。

1つ選べ。

- a.  $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイド ————— 副脾  
b.  $^{123}\text{I}$ -NaI ————— 甲状腺髄様癌  
c.  $^{123}\text{I}$ -MIBG ————— 肝芽腫  
d.  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI ————— 副甲状腺機能低下症

e.  $^{111}\text{In}$ -DTPA ————— 再生不良性貧血  
正解：a

### 解説

$^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドは肝, 脾, 骨髄に集積するため, 副脾の診断に優れている。とくにハイブリッド型SPECT/CTで撮影すると良い。甲状腺髄様癌は他の甲状腺腫瘍と同様,  $^{123}\text{I}$ 甲状腺シンチグラフィで欠損像(cold nodule)を示す。特異的診断能はない。 $^{123}\text{I}$ -MIBGは神経内分泌腫瘍に集積することが報告されている。肝芽腫には集積しない。 $^{99m}\text{Tc}$ -MIBIは副甲状腺腺腫の診断に用いられる。すなわち, 副甲状腺機能亢進症であって副甲状腺機能低下症ではない。再生不良性貧血など骨髄疾患の診断には $^{111}\text{In}$ -DTPAではなく, 塩化インジウム $^{111}\text{InCl}$ を用いる。

### 文献

1. 大島統一, ほか. 症例クイズ 出題編(平成24年度年度末の症例検討会から), 症例2. 臨床核医学 2013; 46: 54-55.

### 《おわりに》

「医薬品・検査」に関する問題は広範囲に出題されている。難解な問題はないが, 法令に関する問題も含まれている。日本核医学会春季大会, 各種講習会に参加することを勧める。

**TOSHIBA**  
Leading Innovation >>>

**GCA-9300R™ 登場。**

To meet your demand for the highest quality.  
最高のSPECT画像を『GCA-9300R』で。



**東芝メディカルシステムズ株式会社**

本社 〒324-8550 栃木県大田原市下石上1385番地  
<http://www.toshiba-medical.co.jp>

デジタルガンマカメラ GCA-9300R 認証番号: 225ADBZX00120000

## リレー講座

核医学技術の基礎「ジェネレータの原理と臨床への適用  
( $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ ,  $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ を中心に)」

中山 守雄 NAKAYAMA Morio

## 《はじめに》

臨床で使用される放射性医薬品のうち、世界的に最も用いられている放射性同位元素(RI)は、テクネチウム-99m( $^{99\text{m}}\text{Tc}$ )で、国土が狭い日本においても、 $^{123}\text{I}$ などのSPECT用核種の利用も目立つものの、昨年度、医療機関に供給されたRIのうち、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 製剤として供給されたものだけでも60%以上を占めている<sup>1)</sup>。このような、非常に高い普及率を占める最大の要因は、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ がジェネレータで産生することができることと、臨床診断に極めて有用な $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 放射性医薬品が開発されたことにほかならない。歴史的に見ると、現在の核医学の礎は、 $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ ジェネレータの開発によって築かれたと言っても言い過ぎではない。ここでは、この $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ ジェネレータの過去から未来、そして今後期待されるPET用ジェネレータについても言及する。

## 《Tcの発見とその性質》

Tcは原子番号43番目にあたる元素で、安定同位体は存在しない。周期表発表以来、多くの研究者がこの元素の発見をめざしたが、最終的に、1937年、イタリアのパレルモ大学のPerrierとSegrèが、バークレーサイクロトロンにおいて重陽子線照射された金属モリブデンから分離することに成功した。人工的に作られた元素としては最初のものであるため、1947年、ギリシャ語のテクニトスにちなんでテクネチウムと名づけられた。

$\beta$ 崩壊後の原子核は、不安定な状態(励起状態)となるが、通常、励起状態は極めて短時間しか持続しない。ところが、 $^{99}\text{Mo}$ の $\beta$ 崩壊によって産生された $^{99}\text{Tc}$ の原子核は、励起状態が準安定(metastable)な状態として比較的長く続くため、エネルギー状態が異なることを示すmをつけて区別している。以下に示す $^{99\text{m}}\text{Tc}$ の特性が、放射

性医薬品に利用できる放射性核種のうちで、最も理想的といわれる所以である。

- (1) 物理学的半減期が6.02時間と短い。
  - (2)  $\gamma$ 線のみを放出する。
  - (3) 放出 $\gamma$ 線のエネルギーが141keVであるため、精度よく測定でき、被ばく線量が少ない。
- さらに加えて、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ は、ジェネレータシステムにより簡便かつ安価に入手できるという大きな利点を有したことが、その普及に大きく貢献した。

## 《ジェネレータの原理》

比較的半減期の長い親核種の放射壊変によって生成した娘核種が放射性であって、この娘核種の半減期が親核種と較べて十分に短い場合、親核種の量に対応する娘核種が生成され平衡状態(永続平衡あるいは過渡平衡)に達する(図1)。この平衡時に、親核種から娘核種を単離し、娘核種のみを利用するための装置をジェネレータという。

このようなジェネレータの概念が広く認識され

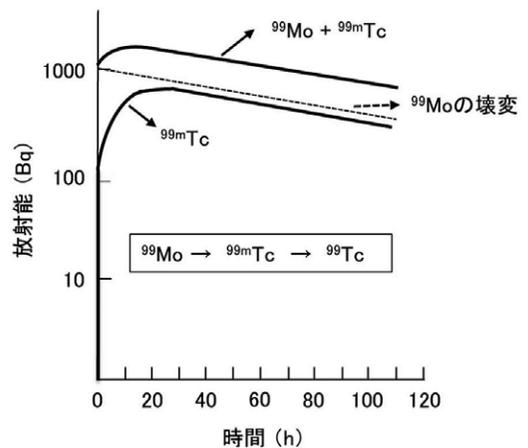


図1  $^{99}\text{Mo}$ と $^{99\text{m}}\text{Tc}$ の過渡平衡

るようになったのは、 $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$  ジェネレータの開発とその臨床使用が始まってからである。 $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$  ジェネレータはアメリカのブルックヘブン国立研究所で1960年に開発に成功したとされている。現在、医療用に製造販売されているジェネレータは、原子炉での $^{98}\text{Mo}(n, \gamma)$ 反応または核分裂生成物から分離した半減期66時間の $\beta$ 壊変核種 $^{99}\text{Mo}$ を、アルミナの柱に、 $\text{MoO}_4^{2-}$ の化学形で吸着させ、 $^{99}\text{Mo}$ の $\beta$ 壊変により発生した半減期6.01時間の $^{99\text{m}}\text{Tc}$ を、生理食塩水を用いて、 $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ の化学形でアルミナ柱から溶出させる方法がとられている(図2)。アルミナは、 $\text{MoO}_4^{2-}$ に対しては強い吸着性を示すが $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ に対しては非常に弱い吸着性しか示さないため $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ のみを分離することができる。この分離操作は、牛の乳を親牛から絞る操作になぞらえてミルキングという。1度ミルキングを行うと、約1日後には、 $^{99}\text{Mo}$ と $^{99\text{m}}\text{Tc}$ は放射平衡に達し、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ の量は最大になるので、毎日ミルキングを行えば、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ を連日入手することができるわけである。

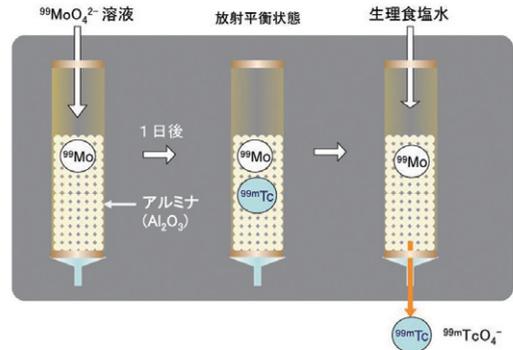


図2  $^{99}\text{Mo}-^{99\text{m}}\text{Tc}$  ジェネレータの原理

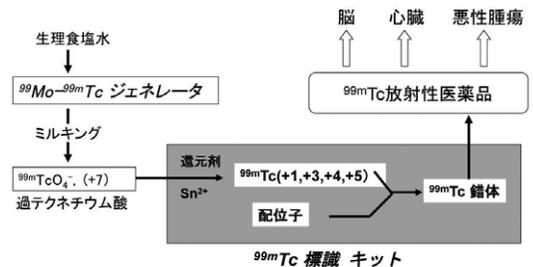


図3 標識キットによる $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 放射性医薬品の調製

#### 《 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 放射性医薬品の開発と臨床への応用》

ジェネレータから溶出される $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ は、非常に安定な反応性の低い無機イオンで、それ自身、過テクネチウム酸ナトリウムという放射性医薬品として承認されているが、診断上の用途は極めて限定される。この+7価の $^{99\text{m}}\text{Tc}$ をいったん低原子価(+5価、+4価、+3価、+1価)に還元すれば、いろいろな配位子と錯体を形成する。得られた錯体は、その性質に基づき、 $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ とは異なった生体内挙動を示すため、多様な診断に対応することが可能となる。現在、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ の還元剤としては、塩化第一スズ( $\text{SnCl}_2$ )が最も一般的で、多くの場合、還元剤と適当な配位子とをあらかじめバイアルに入れたcoldキットと呼ばれるものに、ジェネレータから溶出した $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ を注入し振とうするだけで、目的とする $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 標識放射性医薬品を得ることができる(図3)。その際の安全管理・安全使用のための放射性医薬品取り扱いガイドライン<sup>2)</sup>も最近策定された。また、日本では、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 標識放射性医薬品を調製後、医療機関に届けられることも多くなったが、国土が広大な国においては、ジェネレータとキットの使用が依然主流となっている。

1971年、Subramanian博士らの開発した $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 標識リン酸化合物は、その骨組織への取り込み具合により骨疾患を診断することができる。その化学的性状や骨への集積機構はいまだ不明な点が多いにもかかわらず、悪性腫瘍の骨転移巣の画像診

断は、一回の検査で全身の骨転移をチェックできる非常に画期的な検査法として $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 標識放射性医薬品の地位を確立した。本来、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 錯体は、生体にとって異物であるため、排泄臓器である腎臓や胆肝系の機能能診断薬剤としての開発が行われたが、1980年代にはいって、相次いで、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 標識脳血流、心筋血流測定剤が開発された。脳血流測定剤では、無電荷でコンパクトな脂溶性の高い錯体の中から血液脳関門透過性が比較的良く、脳内に保持される $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 錯体を目標に開発が進められた。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ethyl cysteinatate dimer (ECD)は、脳内滞留性を高めるため、エステラーゼによる代謝分解が容易なエステル基を配位子に導入した化合物である。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ECDは血液脳関門透過後、脳組織内で膜透過性の低い水溶性化合物に変わり滞留し、脳血流量に比例する画像を得ることができる(図4)。

以上述べたように、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ で標識された生理学的イメージング薬剤は創出されたが、 $^{18}\text{F}$ -FDGのような代謝イメージングやレセプターイメージングのための $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 標識薬剤が、市販されるには至っていない。低分子物質を $^{99\text{m}}\text{Tc}$ で標識する際には、 $^{18}\text{F}$ や $^{123}\text{I}$ のようなRIとは異なり、かさ高い分子量の配位子を物質内に導入する必要があり、低分子物質本来の性質と異なった化合物になることが、その開発を困難にする要因の一つとなっている。

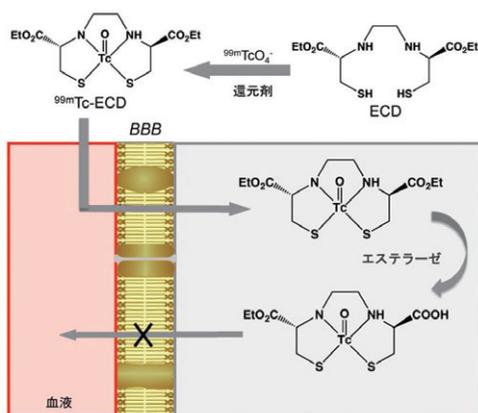


図4  $^{99m}\text{Tc}$ 錯体による局所脳血流量の測定原理

しかし、Kungらは、ドーパミントランスポーターイメージングのための $^{99m}\text{Tc}$ -TRODAT-1を開発し、ヒトにおける線条体の描出に成功している<sup>3)</sup>。これについては、 $^{99m}\text{Tc}$ 錯形成部位を、トロパン(tropane)骨格のトランスポーターへの結合に影響を与えにくい位置に導入することによって達成された例である。

また、 $^{99m}\text{Tc}$ 標識薬剤調製のために、通常、過剰の配位子が加えられており、がん細胞表面等の標的分子への結合を意図した $^{99m}\text{Tc}$ 標識薬剤では、この過剰に存在する非標識配位子が $^{99m}\text{Tc}$ 薬剤の集積を阻害してしまうことになる。しかし、この欠点を克服するための努力も現在続けられている。さらに、 $^{99m}\text{Tc}$ の汎用性の高さを考えれば、今後患者数の急増が予想されるアルツハイマー病診断のためのA $\beta$ イメージング薬剤への適用が期待される。脳内A $\beta$ への高い結合性、BBBの透過性と迅速な脳からのクリアランスを達成できる新たな骨格の $^{99m}\text{Tc}$ 錯体の開発が期待される場所である。

すでに述べたように、現在もなお、臨床現場で利用される放射性医薬品の大部分は、 $^{99m}\text{Tc}$ 製剤であるため、 $^{99m}\text{Tc}$ の親核種である $^{99}\text{Mo}$ の製造用原子炉のトラブル等に伴って発生した $^{99m}\text{Tc}$ 製剤の供給不足は、非常に深刻な問題となっている。現在、国産化も含め、その安定供給への解決策が模索されている<sup>4)</sup>。

### 《PET用ジェネレータ》

21世紀に入り、日本では、臨床用PETが急速な勢いで普及を遂げたが、多くのPET施設では、 $^{18}\text{F}$ -FDGにのみ依存しているという状況の中で、PET検査においても、サイクロトロン産生核種だけでなく、ジェネレータ産生核種によるPET用薬剤の開発が期待されるようになるのは当然の

表1 PET用ジェネレータで使用される放射性核種の特性<sup>5)</sup>

親核種	親核種半減期	娘核種	娘核種半減期
$^{68}\text{Ge}$	270.8 日	$^{68}\text{Ga}$	67.629 分
$^{82}\text{Sr}$	25.55 日	$^{82}\text{Rb}$	1.273 分
$^{62}\text{Zn}$	9.186 時間	$^{62}\text{Cu}$	9.74 分

流れといえる。表1には、これまでに報告された臨床応用が期待されるPET用ジェネレータに使用される3組の親核種・娘核種を示す。この中でも、 $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ ジェネレータでは、半減期271日の長寿命核種である $^{68}\text{Ge}$ とその電子捕獲崩壊によって産生される半減期68分の短寿命 $\beta^+$ 放出核種である $^{68}\text{Ga}$ が、理想的な放射平衡の関係にある。従って、 $^{68}\text{Ge}$ のみを吸着した吸着剤から、 $^{68}\text{Ge}$ の壊変によって生成した $^{68}\text{Ga}$ のみを溶離できれば、簡単な操作で $\beta^+$ 放出核種を製造するための、いわゆるジェネレータが完成する。現在市販されているジェネレータでは、 $^{68}\text{Ge}$ の吸着剤としてチタン酸が、 $^{68}\text{Ga}$ のみを溶出させるための溶離剤として、0.1 mol/L塩酸が用いられている。 $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ ジェネレータと $^{68}\text{Ga}$ 標識PET用薬剤は表裏一体の関係にあり、 $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ ジェネレータが普及するためには、 $^{99m}\text{Tc}$ 標識リン酸化合物のように、臨床上極めて有益な $^{68}\text{Ga}$ 標識放射性薬剤の開発が期待されている。現在、 $^{18}\text{F}$ -FDGの腫瘍診断機能を補完する意味で、 $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC等の薬剤が開発され、製造装置も発売されているが、ジェネレータはキットによる多様な放射性薬剤が製造できることが特徴の一つである。その意味では、PET用ジェネレータは、まだ、その臨床応用の緒に就いた所と言えよう。

### 参考文献

- 1) 公益社団法人日本アイソトープ協会, 放射線利用統計2013: 41
- 2) 放射性医薬品取り扱いガイドライン(第2版) 2012: 13-17, (URL: <http://www.jsnm.org/guideline/2013-03-23>)
- 3) Kung H F, Kim H-J, Kung M-P. Imaging of dopamine transporters in humans with technetium-99m TRODAT 1. Eur J Nucl Med 1996; 23: 1527-1530.
- 4) モリブデン-99/テクネチウム-99mの安定供給のための官民検討会, 「我が国のテクネチウム製剤の安定供給」に向けてのアクションプラン, 第28回原子力委員会資料第2-1号(平成23年7月7日).
- 5) WWW Table of Radioactive Isotopes. (URL: <http://ie.lbl.gov/toi/>)

## 訪問記

## JA長野厚生連佐久医療センター放射線科

町田 喜久雄 MACHIDA Kikuo

埼玉医科大学名誉教授, 第37回日本核医学会会長

## 《はじめに》

平成26年(2014年)8月9日(土曜日)午前10時頃に、かねてから約束のあった、佐久市のJA長野厚生連佐久医療センターの、高機能診断センター長・放射線科統括部長である織内昇先生を訪問し、放射線科を見学させて貰った。

もともとあった小海線(別名八ヶ岳高原線)の臼田駅近くの佐久総合病院が母体となって、そこから5駅北方(小諸方面)の北中込駅の傍に新設され、本年3月1日にオープンした450床の病院(院長渡辺仁先生)である。

浅間山、八ヶ岳などに囲まれ、千曲川が市内を流れている風光明媚な地域である。北中込駅は、長野新幹線佐久平駅から小海線で二つ目の便利な駅である。佐久医療センターは、その駅のすぐ傍にあり、敷地面積129,100m<sup>2</sup>、建物面積19,065m<sup>2</sup>、のべ床面積49,018m<sup>2</sup>、駐車場約1,000台の堂々たる病院で、ヘリコプター発着場も有している。上信越自動車道の佐久平インターからも車で15分ほどである。

東京からだと、佐久平駅は、観光客で賑わう軽井沢駅の一つ先の駅で、市立美術館や竜岡城という函館の五稜郭を小規模にした城跡があり、彫刻家川村吾蔵記念館、新海神社、鼻顔(はなづら)稲

荷神社、旧中込学校(明治初期の洋風建築)などがある。旧中山道の岩村田宿、塩名田宿、八幡宿、望月宿のある地域である。

紹介型の病院で、救命救急センター、がん診療センター、脳卒中・循環器病センター、周産期母子センターの4機能を有する病院で、長野県内では、8番目の、佐久地域では初めての地域医療支援病院である。そして、災害拠点病院でもある。

地域医療支援病院に相応しい放射線診療装置を備えた病院で、大変感銘を受けた。

広々とした敷地にゆったりと設計されて建築された病院で、図1に正面玄関入口を示す。東京都内の過密な街中の病院とは対極の雰囲気である。

## 《放射線科》

## a)核医学部門

佐久医療センター放射線科の特長は、核医学部門にPET/CT装置と院内サイクロトロンを設置していることである。

PET/CT装置は、GE社製のDiscovery710(図2)で、2-3年以内に2台目が設置されるとのことで、部屋は既に準備されている。

院内サイクロトロンは、住友重機製のHM-12で、同社製FDG自動合成装置一式F-300と多目的合成



図1 佐久医療センター玄関。スマートで優しい雰囲気の建物。



図2 最新型のPET/CT装置, Discovery 710(検出器はLSB)。

装置一式が設置され稼働している。

他に、人口約200万人の長野県で院内サイクロトロンを有する施設は、松本市の相沢病院と長野市の厚生連長野PETセンターのみである。

また、PET装置を有しデリバリーのFDGを利用する施設は、信州大学病院、長野赤十字病院、諏訪赤十字病院、飯田市立病院、松本市の一之瀬脳神経外科病院で、PET診療を行っているのは、以上の合計8施設にすぎない。

通常のシンチグラム検査には、SPECT/CT装置のシーメンス社製Symbia T6(図3)が1台設置されている。これは循環器科の先生たちの利用が多いそうである。

ところで、 $^{18}\text{F}$ は半減期が110分、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ は半減期6時間と短く、安定同位元素になる安全な放射性同位元素であることから、これらのみを使用する核医学診療施設は、もっと簡単な施設で使用できるようにするべきと考えている。たとえば換気装置や貯留槽は不要ではないだろうか。10半減期以上管理区域に置き廃棄すれば十分であろう。そうなれば、格段に核医学診療を受けることが可能になり、患者の受ける恩恵は格段に増えるはずである。せめてX線CT数の3分の1にシンチカメラ台数を普及させたいものである。患者の受ける恩恵は、計り知れないと思う次第である。

## b)診断部門

一般撮影装置の他に、X線CTは、東芝製Aquilion ONE 320列 2台を設置している。

MRIは、GE製DiscoveryMR 750W(3T)、2台とSigna HDxt Optima(1.5T)が設置されて

いる。

その他、脳卒中・循環器病用のハイブリッド手術室には、血管造影撮影装置も設置されている。

## c)治療部門

がん診療センターのために、リニアックは2台設置されており、Varian社製CLINAC iXとAccuray社製Tomotherapyである。

RALSはNucletron B.V.社製マイクロセレクトロンHDR-3Rが設置され、どの部門も充実した内容と見受けられた。

スタッフは現在4人(図4)で、織内先生の他に、治療部は部長の吉田大作先生(以前小生が在職していた埼玉医科大学総合医療センター放射線科に勤務したことがある)と渡辺俊一先生、診断の清水淳史先生である。今のところ診断レポート作成は外注されているそうであるが、順次スタッフは充実されるようである。

## 《おわりに》

恵まれた環境の中に新設された新病院を訪問することが出来て、大変勉強になり、また熱気に満ちた職員の方々にお会いして感銘を受けました。

合歓の花 かがよう病舎 佐久平

夏浅間 PETセンター すがすがし(雪月花)

そして、この病院が、佐久地域のみならず長野県の代表的病院になることを確信して、訪問記を終えます。



図3 最新型のSPECT/CT装置, Symbia T6。

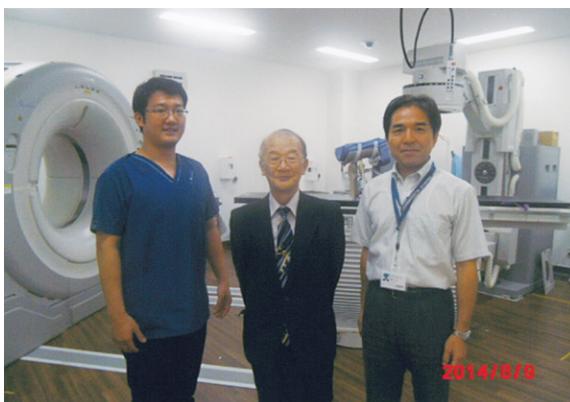
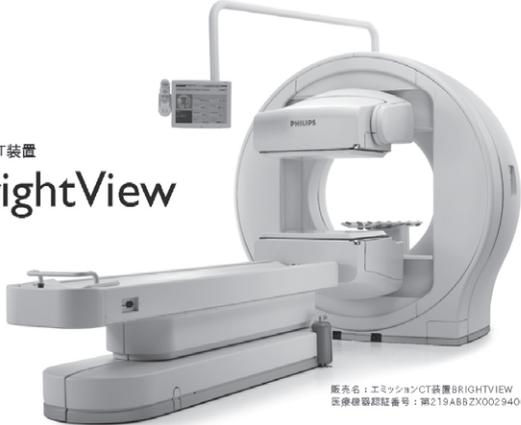


図4 向かって右から、織内昇先生、筆者、吉田大作先生。



**SPECT装置**  
**BrightView**

販売名：エミッションCT装置BRIGHTVIEW  
医療機器認証番号：第219A8BZX00294000号

**HITACHI**  
Inspire the Next

**クローズアップテクノロジー**  
被検者との距離による空間分解能の劣化を低減し、高画質を得られます。

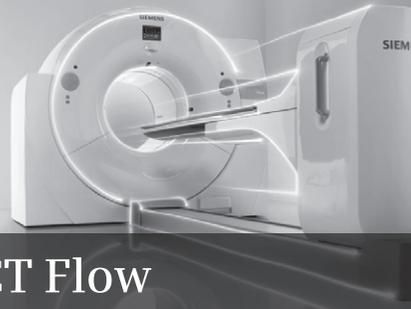
**ワークフロー**  
先進的デジタル技術が、画像処理の高速化と優れた操作性を提供します。

**ピンポイントディテクター**  
大視野・薄型設計と高い基本性能を実現、快適な検査環境を創りだします。

**株式会社日立メディコ**

URL [www.hitachi-medical.co.jp](http://www.hitachi-medical.co.jp) 〒101-0021 東京都千代田区外神田4-14-1 秋葉原UDX

**SIEMENS**



**Biograph mCT Flow**

PET・CT

Answers for life.

X線CT組合わせ型ボジトロンCT装置 バイオグラフmCT  
認証番号:221A08ZX00015000

## 核医学装置QC用線源

装置のデータ精度に心配ありませんか？

**ガンマカメラ検出器  
精度管理用線源**



**<sup>57</sup>Co 370MBq**

**PET検出器用校正線源**



**<sup>68</sup>Ge**

**ドーズキャリブレーション用  
チェック線源**



**<sup>68</sup>Ge 37MBq**

---

お問合せ・ご注文は

公益社団法人  
**日本アイソトープ協会**  
Japan Radiokotope Association  
医薬品・アイソトープ部 放射線源課

〒113-8941  
東京都文京区本駒込2-28-45  
TEL:03-5395-8031 FAX:03-5395-8054

製品輸入元

**株式会社 千代田テクノル** *TECHNOL*

〒101-0021  
東京都千代田区外神田2-16-2 第2DICビル 12階  
TEL:03-3252-1690 FAX:03-5297-3865  
URL:<http://www.c-technol.co.jp>

for one more smile



遺伝子組換えヒト型甲状腺刺激ホルモン製剤 薬価基準収載

## タイロゲン<sup>®</sup> 筋注用 0.9mg

ヒトチロトロピン アルファ(遺伝子組換え)筋注用凍結乾燥製剤

生物由来製品／処方せん医薬品注)

注) 注意—医師等の処方せんにより使用すること

効能・効果、用法・用量、禁忌を含む使用上の注意等については、添付文書をご参照ください。

 **Thyrogen<sup>®</sup>**  
thyrotropin alfa for injection

【製造販売元・資料請求元】

**genzyme** ジェンザイム・ジャパン株式会社 くすり相談室

A SANOFI COMPANY 〒163-1488 東京都新宿区西新宿三丁目20番2号 TEL:0120-255-011 FAX:03-6301-4045 <http://www.genzyme.co.jp/>

2013年4月作成



# 心筋虚血をより簡便に 評価するために

放射性医薬品／心臓疾患診断薬・心機能診断薬・副甲状腺疾患診断薬 毒薬\*・処方箋医薬品注)

## カーディオライト® 第一/注射液 第一

放薬基:ヘキサキス(2-メトキシイソブチルイソニトリル)テクネチウム(<sup>99m</sup>Tc)注射液 調製用/注射液 薬価基準収載

注)注意-医師等の処方箋により使用すること。

### 効能又は効果

1. 心筋血流シンチグラフィによる心臓疾患の診断
2. 初回循環時法による心機能の診断
3. 副甲状腺シンチグラフィによる副甲状腺機能亢進症における局在診断

### 用法及び用量

\*1. ヘキサキス(2-メトキシイソブチルイソニトリル)テクネチウム(<sup>99m</sup>Tc)注射液の調製

本品に、日局「過テクネチウム酸ナトリウム(<sup>99m</sup>Tc)注射液」185～740MBq(1～3mL)を加えて振り混ぜ、95～99℃で15分間加熱した後、室温で15分間放冷する。

#### 2. 心筋血流シンチグラフィによる心臓疾患の診断

通常、成人には、(調製後の\*)本品370～555MBqを静脈より投与し、30分以降にガマカメラを用いて心筋血流シンチグラムを得る。または、心電図に同期させてデータ収集を行い、心筋血流シンチグラムを得る。

#### 3. 初回循環時法による心機能の診断

通常、成人には、(調製後の\*)本品740MBqを肘静脈より急速に投与し、直後より心臓シンチグラムを得る。必要に応じ、収集したデータより駆出分面を算出する。また、心電図に同期させてデータ収集を行い、拡張末期像及び収縮末期像を得る。

#### 4. 副甲状腺シンチグラフィによる副甲状腺機能亢進症における局在診断

(ダブルフェーズ法)  
通常、成人には、(調製後の\*)本品370～740MBqを静脈より投与し、投与後5～15分(初期像)及び投与後2～3時間(後期像)に頸部及び胸部を撮像してシンチグラムを得る。必要に応じて断層像を追加する。  
(サブトラクション法)

過テクネチウム酸ナトリウム(<sup>99m</sup>Tc)又はヨウ化ナトリウム(<sup>123</sup>I)による甲状腺シンチグラフィを実施後、通常、成人には、(調製後の\*)本品185～600MBqを静脈より投与し、その10分後に撮像する。必要に応じて断層像を追加する。

なお、投与量は、年齢、体重及び検査方法によりそれぞれ適宜増減する。

<用法及び用量に関連する使用上の注意>

サブトラクション法実施時の甲状腺シンチグラフィは、過テクネチウム酸ナトリウム(<sup>99m</sup>Tc)又はヨウ化ナトリウム(<sup>123</sup>I)の添付文書を参照の上、以下の要領で実施する。

- 1) 過テクネチウム酸ナトリウム(<sup>99m</sup>Tc)を用いる場合:通常、成人には、日局「過テクネチウム酸ナトリウム(<sup>99m</sup>Tc)注射液」74～370MBqを静脈より投与し、頸部及び胸部の像を30分後に撮像する。
- 2) ヨウ化ナトリウム(<sup>123</sup>I)を用いる場合:通常、成人には、日局「ヨウ化ナトリウム(<sup>123</sup>I)カプセル」3.7～7.4MBqを経口投与し、頸部及び胸部の像を4時間後に撮像する。

### 使用上の注意

#### 1. 重要な基本的注意

診断上の有益性が被曝による不利益を上回ると判断される場合のみ投与することとし、投与量は最小限度にとどめること。

### 2. 副作用

承認前の臨床試験では、総症例782例中、副作用は447例(57.2%)に認められ、口内苦味感や金属臭446件(57.0%)、発熱1件(0.13%)であった。(承認時)承認後の使用成績調査では、5,196症例(高齢者2,701例、小児103例含む)中、副作用は1,062例(20.4%)に認められ、主な副作用は、口内苦味感や金属臭1,060件(20.4%)であった。

効能追加時の臨床試験では、総症例89例中、副作用は63例(70.8%)に認められ、主な副作用は、口内苦味感や金属臭60件(67.4%)、頭痛5件(5.6%)であった。(効能追加時)

以下の副作用は、上記調査において認められたもの、あるいは別途自発的に報告されたものである。

#### (1) 重大な副作用

まれにショック及び血管浮腫、呼吸困難等のアナフィラキシーがあらわれるとの報告があるため、観察を十分に行い、異常が認められた場合には適切な処置を行うこと。

#### (2) その他の副作用

	20%以上	0.1%～5%	0.1%未満
過敏症			蕁麻疹、そう痒感、顔面紅潮、発疹
循環器			ST変化、徐脈
精神神経系	口内苦味感 や金属臭		
消化器			嘔吐、嘔気、悪心
その他	頭痛		発熱、血管痛、全身熱感、浮腫感、 口渇、けいれん、意識消失、胸痛

#### 3. 高齢者への投与

一般に高齢者では生理機能が低下しているため、患者の状態を十分に観察しながら慎重に投与すること。

#### 4. 妊婦、産婦、授乳婦等への投与

妊婦又は妊娠している可能性のある婦人及び授乳中の婦人には、原則として投与しないことが望ましいが、診断上の有益性が被曝による不利益を上回ると判断される場合には投与すること。

#### 5. 小児等への投与

小児等に対する安全性は確立していない(使用経験が少ない)。

#### 6. その他の注意

(1) 初回循環時法及び心筋血流シンチグラフィをともに行う必要のある患者においては、初回循環時法を行った後、本品投与30分以降に心筋血流シンチグラフィを併せて行うことができる。

(2) 本品による副甲状腺シンチグラフィは、多腺性疾患において全ての病的副甲状腺を検出する能力には限界があることが知られている。

\*「カーディオライト® 第一」のみ

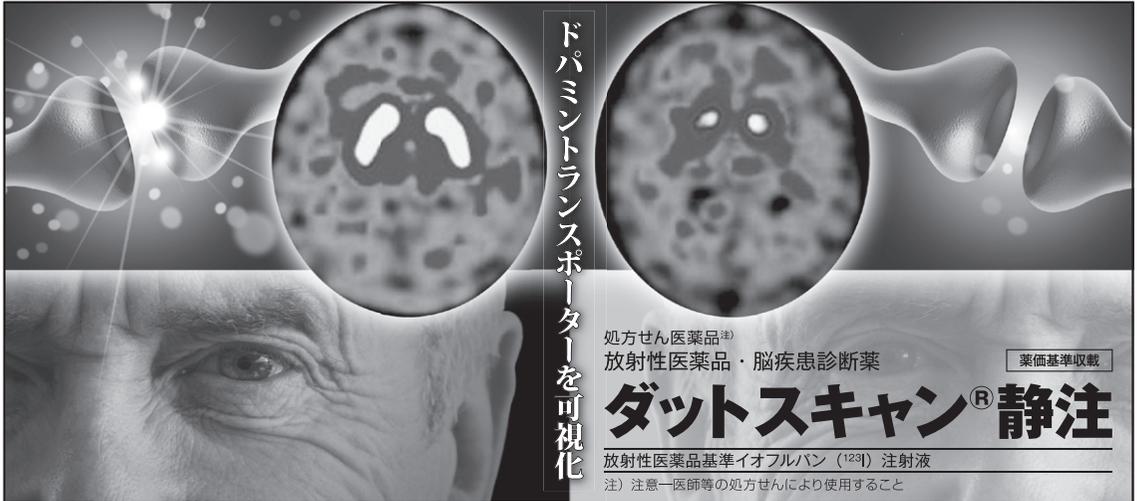
※ 詳細については添付文書をご参照下さい。

製造販売元

富士フイルム RIFAーマ株式会社

資料請求先: 〒104-0031 東京都中央区京橋 2-14-1 兼松ビル TEL.03(5250)2620  
ホームページ: <http://fri.fujifilm.co.jp>

2014年9月作成



処方せん医薬品<sup>1)</sup>  
放射性医薬品・脳疾患診断薬

薬価基準記載

# ダットスキャン® 静注

放射性医薬品基準イオフルバン (123I) 注射液

注) 注意—医師等の処方せんにより使用すること

## 禁忌(次の患者には投与しないこと)

本剤及び本剤の成分に対し過敏症の既往歴のある患者

### 効能又は効果

以下の疾患の診断におけるドパミントランスポーターシンチグラフィ  
・パーキンソン症候群 ・レビー小体型認知症

### 用法及び用量

通常、成人には本剤1バイアル(111~185MBq)を静脈内投与し、投与後3~6時間に頭部のシンチグラムを得る。

### 使用上の注意

#### 1. 慎重投与(次の患者には慎重に投与すること)

- (1) 重篤な肝機能障害のある患者〔血中に滞留することがある(「薬物動態」の項参照\*)。〕
- (2) 重篤な腎機能障害のある患者〔血中に滞留することがある(「薬物動態」の項参照\*)。〕
- (3) 飲酒に対し強い反応を示す患者〔本剤はエタノールを5%含有するため、アルコールの中枢神経系への影響が強くなるおそれがあるので、本剤を投与する場合には問診により適切かどうか判断すること。〕
- (4) 排尿障害のある患者〔膀胱部の被曝が増加することがある(「吸収線量」の項参照\*)。〕

#### 2. 重要な基本的注意

- (1) 診断は他の関連する検査結果や臨床症状等を併せた根拠に基づいて総合的に判断すること。
- (2) 診断上の有益性が被曝による不利益を上回ると判断される場合にのみ投与することとし、投与量は最少限度にとどめること。
- (3) 本剤の投与により過敏症反応を示すことがある。投与に際しては必ず救急処置の準備を行うこと。

#### 3. 相互作用

併用注意(併用に注意すること)

薬剤名等	臨床症状・措置方法	機序・危険因子
選択的セロトニン再取り込み阻害薬 —フルボキサミンマレイン酸塩 —パロキセチン塩酸塩水和物 —塩酸セルトラリン	線条体と背景組織における本剤の集積比が上昇する可能性がある。画像を評価する際に留意すること。	本剤は背景組織に発現するセロトニントランスポーターにも結合するため、背景組織における本剤の集積が低下する可能性がある。
中枢神経刺激薬—メチルフェニデート塩酸塩 三環系抗うつ剤—アモキシピリン 食欲抑制剤—マジンドール コカイン系製剤—コカイン塩酸塩 中枢興奮剤—メタンフェタミン塩酸塩	線条体における本剤の集積低下の原因となる可能性がある。画像を評価する際に留意すること。	線条体における本剤の特異的結合を競合的に阻害する可能性がある。

#### 4. 副作用

(症例提供: 順天堂大学医学部附属順天堂医院)

<国内臨床試験>

国内第Ⅲ相試験(全42例)において、副作用は認められなかった。

<海外臨床試験及び海外市販後データ>

海外臨床試験(全1064例)において、40例(3.8%)に副作用(臨床検査値の異常を含む)が認められた。主な副作用は、頭痛15例(1.4%)及び悪心8例(0.8%)であった。

##### (1) 重大な副作用

過敏症: 投与後局所反応(0.1%)、そう痒及び紅斑(頻度不明)等の過敏症があらわれることがあるので、投与後も観察を十分にを行い、異常が認められた場合には適切な処置を行うこと。

##### (2) その他の副作用

	1%以上	1%未満	頻度不明*
過敏症	—	—	過敏症反応
精神・神経系	頭痛	浮動性めまい、蟻走感	—
感覚器	—	回転性めまい	—
消化器	—	悪心、空腹、口内乾燥	—
その他	—	味覚異常、血腫、注射部位血腫	注射部位疼痛

\* 海外の市販後における報告のため頻度不明

#### 5. 高齢者への投与

一般に高齢者では生理機能が低下しているため、患者の状態を十分に観察しながら慎重に投与すること。

#### 6. 妊婦、産婦、授乳婦等への投与

妊婦又は妊娠している可能性のある婦人及び授乳中の婦人には、原則として投与しないことが望ましいが、診断上の有益性が被曝による不利益を上回ると判断される場合にのみ投与すること。

#### 7. 小児等への投与

小児等に対する安全性は確立していない(現在までのところ、使用経験がない)。

#### 8. 適用上の注意

- (1) 投与速度: 投与時に注射部位疼痛の起こる可能性を抑えるため、少なくとも15秒以上かけて本剤を静脈内に投与すること。
- (2) 撮像前後: 膀胱部の被曝を軽減させるため、撮像前後にできるだけ患者に水分を摂取させ、排尿させること。

### 包装

167MBq(2.25mL) / シリンジ 1本

\*その他の項目については添付文書をご参照ください。

®: 登録商標

資料請求先



日本メジフィジックス株式会社

〒136-0075 東京都江東区新砂3丁目4番10号 <http://www.nmp.co.jp/>

製品に関するお問い合わせ先

☎0120-07-6941

2013年12月作成

放射線診療研究会会長

小須田 茂

研究会事務 林 克己

〒359-8513 埼玉県所沢市並木3-2 防衛医科大学校 放射線医学講座

臨床核医学編集委員長

小泉 潔 (発行者、投稿先)

〒193-0998 東京都八王子市館町1163 東京医科大学八王子医療センター放射線科

TEL. 042-665-5611 FAX. 042-665-1796 E-mail: [kkoi@tokyo-med.ac.jp](mailto:kkoi@tokyo-med.ac.jp)

臨床核医学編集委員

百瀬 満(副編集委員長)、波田伸一郎、小須田 茂、戸川貴史、本田憲業、百瀬敏光

2014年11月20日発行