

NUCLEAR MEDICINE IN CLINIC

## 臨床核医学

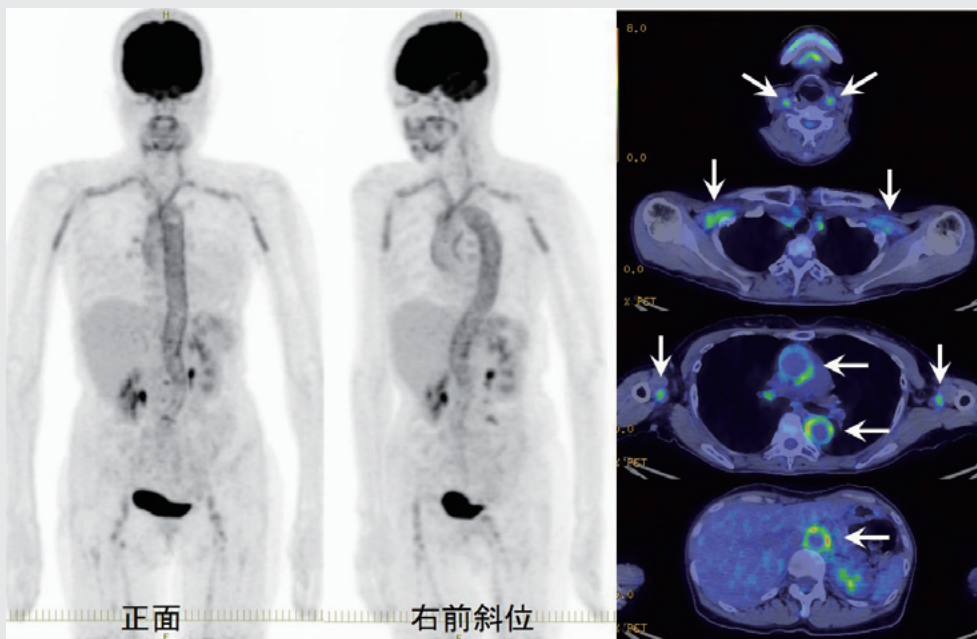
2018

Vol.51 No.4

7月号 49~64頁

放射線診療研究会

1968年創刊通算244号(奇数月刊行)

<http://www.meteo-intergate.com>(本誌論文検索用)*See Page 50*ホームページ・Online版 [www.rinshokaku.com](http://www.rinshokaku.com)

- [総説] FDG-PET/CTによる大血管炎の診断 ..... 50  
窪田 和雄
- [総説]  $^{123}\text{I}$ -BMIPP心筋シンチの臨床活用とその読影法 ..... 56  
百瀬 満
- [TOPICS from ANM]  $^{18}\text{F}$ -FDG PET radiomics アプローチ: 子宮頸がんにおける特徴量の比較とクラスタリング ..... 60  
辻川 哲也

## 総説

## FDG-PET/CTによる大血管炎の診断

窪田 和雄<sup>1)</sup> KUBOTA Kazuo 鷲野谷 利幸<sup>1)</sup> SAGINOYA Toshiyuki 鈴木 英二<sup>2)</sup> SUZUKI Eiji  
 山下 裕之<sup>3)</sup> YAMASHITA Hiroyuki

## 《はじめに》

FDGPET/CTによる大血管炎(Large vessel vasculitis; LVV)の診断については、この数年、診断成績、治療評価や予後予測、画像評価の方法、検査の注意点など多数の臨床研究が次々と発表されている。イギリス、フランス、ドイツでは承認されており、これらを根拠とする公知申請が日本でも行われ2018年3月承認された。我々は、興味ある症例を経験したので症例と共に臨床研究の現状について文献レビューを報告する。

## 《症例》

患者：55歳，女性。

主訴：38℃以上の5週間つづく発熱。他に、咳嗽、首～背中への痛み(動きは自由)、やせ(1.5ヵ月で約5kg減)がある。

既往歴、家族歴、環境・生活歴に特記すべきことなし。

現病歴：

X月X日歯科治療の最終日から38℃台の発熱があった。抜歯はしていない。2週間後A内科受診し胸部X-P異常なしとのことで、抗菌薬を処方された。2日後B病院受診、咳があることから胸部単純CTが施行されたが異常なく、CRP14.5mg/dLと高値であるが血算は正常だった。10日後、総合南東北病院受診、CRP13.6mg/dLと高値は持続するもWBCは正常であり、抗菌薬は中止された。熱源の精査を進めたが、心エコーでは疣贅等もなく、胸部・腹部単純CTでは異常所見はなかった。頸部の痛みがあることから、化膿性椎体炎などを疑い頸部MRIが施行されたが正常であった。血液培養も4回施行されたがすべて陰性、HIVや梅毒

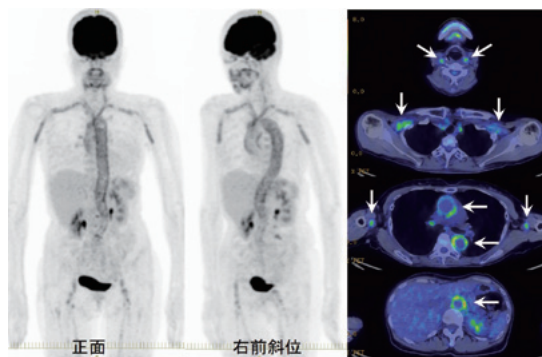


図1 症例のFDG-PET/CT画像、左MIP画像、右横断融合画像。総頸・鎖骨下・腋窩動脈、胸・腹部大動脈、大腿動脈に肝よりも高いFDG集積があり、大動脈炎症候群を強く疑う所見。

も陰性であった。身体所見に特記すべきものはなく、熱源は不明であった。不明熱の精査目的でFDG-PET/CTが施行された。

FDG-PET/CT所見：

(図1)に示す様に、総頸・鎖骨下・腋窩動脈、胸・腹部大動脈、大腿動脈までの大血管の壁に、SUVmax6.0程度の、肝よりも明らかに高いFDGの異常集積がみられた。側頭動脈、肺動脈には異常集積はなかった。他に、右肺門リンパ節に軽度の集積、腰椎の椎間関節にも軽度の集積がみられた。大動脈炎症候群を疑う所見であった。

臨床診断と経過：

大動脈炎症候群疑いにて膠原病科に紹介された。造影CTが施行され、大動脈弓から腹部大動脈壁の肥厚が確認された(図2)。血管の狭窄所見・症状はなかった。血液検査では、MPO-ANCA陰性、PR3-ANCA陰性、抗DNA抗体陰性、抗核抗体陰性、血清補体価CH50軽度上昇、IgG正常であった。また、血液培養や梅毒などの検査も陰性であ

1) 総合南東北病院 放射線科 〒963-8052 福島県郡山市八山田7丁目115番地

TEL：024-934-5322 E-mail：kkubota@cpost.plala.or.jp

Department of Radiology, Southern TOHOKU General Hospital.

2) 太田西ノ内病院 リウマチ科

3) 国立国際医療研究センター病院 膠原病科

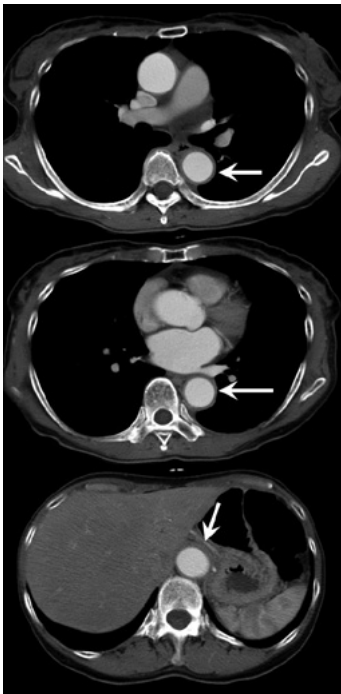


図2 膠原病科に紹介後に撮影された造影CT。胸部、腹部大動脈の壁肥厚があるが狭窄は認めない。

た(注：ANCA：抗白血球細胞質抗体，陽性の場合には小血管炎を疑う)。高安動脈炎(血管狭窄による症状無し)の臨床診断にて，プレドニン30mgが投与開始され，速やかに解熱しCRPの陰性化が得られた。その後，外来にて経過観察とプレドニン減量が進められている。

#### 《大血管炎についてと本症例の考察》

血管炎は，2012年のNorth Carolina大学Chapel Hill校におけるConsensus Conferenceによる分類，CHCC2012分類により分類される。炎症をおこした血管のサイズにより大・中・小に分類され，大血管炎(LVV)は高安動脈炎(TAK)と巨細胞性動脈炎(GCA)に分けられる。LVVは外膜の炎症から始まり，全層性の肉芽腫性の炎症，中膜への巨

細胞浸潤などがみられ，病型によりTAKとGCAに分けられている<sup>1)</sup>。TAKは日本人に多く，GCAは欧米に多い。日本のTAKの患者調査では男女比は1：8で女性に多く，20歳台がピークであるが高齢発症もみられる<sup>2)</sup>。TAKによる頸動脈の炎症により頸部の痛みや圧痛がしばしばみられ，これが診断のきっかけとなる例も報告され<sup>3)</sup>，頸動脈エコーによる血管肥厚の検出が診断に有用とされる。肺動脈の炎症による咳嗽や，肺動脈狭窄が生じる例も知られている<sup>4)</sup>。

TAKは，古くは脈無し病などと言われ，血圧の左右差などの症状が有名であるが，これらは炎症が長期続き血管狭窄を来した後の症状で，初期には非特異的な症状のみのことが多く，不明炎症や不明熱とされることが少なくない。炎症の活動期には，FDGPETにより高い感度で大血管の炎症を検出することができる。一方，TAK診断の基準とされるアメリカリウマチ学会(ACR)の1990年診断分類は(表1)に示す様に，ある程度進行し血管の狭窄・閉塞病変を形成する段階に至ってはじめて診断できる基準になっている。FDGPET/CTでは早期の病態を検出することができるため，GCAかTAKか，どちらか鑑別できない段階で早期診断され，大動脈炎症候群あるいはLVVとして診断されることが多い。日本の診断基準には狭窄症状だけでなく画像診断も含まれ，ACR1990とは異なり間口が広い印象があるが，詳細はガイドラインを御参照ください<sup>5)</sup>。

本患者は眼動脈や側頭動脈の所見はなくTAKの可能性が高いものの，一方で比較的高齢発症かつ血管狭窄症状もなく，extracranial GCA(頭蓋外巨細胞性動脈炎)の可能性は捨てきれず，鑑別が非常に難しい症例である。FDGPET/CTではLVVの検出は容易でも病型診断は難しい。GCAの側頭動脈炎の診断はFDGPET/CTでは脳の生理的集積が障害となる。更に，大血管に炎症を起

表1 米国リウマチ学会の診断基準

高安動脈炎分類基準：ACR1990年

項目

- 1 高安動脈炎と関連する症状や所見が40歳以下で出現
- 2 一つ以上の四肢，特に上肢で，運動時に筋肉の疲労感や不快感が増悪する
- 3 片側または両側上腕動脈の脈動の低下
- 4 両上肢間で収縮期血圧が10mmHg以上差がある
- 5 片側あるいは両側の鎖骨下動脈，あるいは腹部大動脈で血管雑音を聴取する
- 6 大動脈，主要分枝，四肢の中枢の大血管で動脈造影上の狭窄や閉塞を認める，変化は通常限局性または区域性。ただし動脈硬化，線維筋性異形成などによるものではない

\* 3項目以上で分類する。

Arend WP et al. The American College of Rheumatology 1990 criteria for the classification of Takayasu arteritis. *Arthritis Rheum.* 33:1129-34,1990

こす疾患には、IgG4関連大動脈炎、動脈硬化症、炎症性大動脈瘤、感染性大動脈瘤、梅毒、血管Behçet病など様々な疾患があり、慎重な鑑別診断が必要になる。また、ステロイド治療の前には、結核をはじめ潜在的な感染症を除外することが重要になる<sup>6)</sup>。

### 《大血管炎のFDGPET診断：文献レビュー》

(注：略語：AUC: area under the curve, PPV：陽性適中率, NPV:陰性適中率)

#### 1. 従来の一般的な評価

Treglia G. et al.<sup>7)</sup>によるシステマティック・レビューでは、FDG-PET, -PET/CTはLVVの初期診断、活動性評価、疾患の広がりへの評価に有用である。FDG-PET所見と血清学的な炎症指標の関係、治療評価については更なる研究が必要である。他の画像診断と比べ、FDG-PETのLVV診断の優位性は明らかであるが、免疫抑制治療中の評価や再発予測、血管合併症の評価に適していると言えない。と評価し、PETの再現性のある評価や診断基準が未統一であり、標準化が必要と述べている。

#### 2. 診断成績のメタ解析

Soussan M et al.<sup>8)</sup>によるメタ解析では、21論文(患者413人・対照299人)が評価された。対象患者の70%で血管に集積があり、GCA(4論文57人)では感度90%、特異度98%、TAK(7論文191人)では感度87%、特異度73%になるという。また、血管炎症の評価法として、肝よりも高い血管集積が良いが更に検討が必要とある。

Lee YH, et al.<sup>9)</sup>によるメタ解析は、8論文(患者170人、対照230人)を評価した。LVV全体では感度75.9%、特異度93%、AUC0.863、GCAでは感度83.3%、特異度89.6%、AUC0.884と報告され、FDGPET/CTはLVVの診断に良好な精度を示し、重要な役割を果たすと報告された。

#### 3. ステロイド治療の影響

Clifford AH, et al.<sup>10)</sup>はステロイド治療中のGCA患者のFDGPETについて報告した。GCA患者28人、対照28人を評価し、患者は平均11.9日間ステロイド服用していた。FDGPET/CTの感度71.4%、特異度64.3%、AUC0.75だった。血管のFDG集積スコアは、ステロイド服用中でも大部分の患者で対照より高い、しかし感度・特異度は従来報告よりも低かった。

Imfeld S, et al.<sup>11)</sup>はGCA患者68人、対照35人に

ついて、動脈/肝のSUV比および視覚評価で検討した。大動脈弓より上部の血管の評価で最も高い診断能があり、大動脈、腸骨動脈、大腿動脈の診断能はこれよりも低かった。視覚評価は、SUV比との相関は悪く精度が低い。全体の感度77%、特異度75%であったが、10日以上プレドニゾン治療は有意にPET/CTによる検出感度を低下した(p=0.009)。

これらの最近の診断研究、および後述の治療評価の研究でも明らかのように、ステロイド治療により大血管炎のFDG集積は速やかに低下する。診断目的のFDGPETは、ステロイド治療前が原則である。

#### 4. CRP、疾患の活動性とPET

Gomez L. et al.<sup>12)</sup>はTAKにおけるCRPとFDG集積の関係についてメタ解析を行った。33報のTAK研究から9報(患者210人)を選択し評価したところ、FDG集積とCRPに有意の相関5報、傾向あり1報、相関なし3報だった。疾患活動性については有意の相関6報、傾向あり1報、相関なし2報だった。FDGはCRPや疾患活動性とは全体に弱い相関があると結論された。前向き研究による、独立したbiomarkerとしてのFDGPETの評価が必要と報告された。

#### 5. PET画像の評価方法

少し古くなるがWalter MA, et al.<sup>13)</sup>の4点スケールを用いた評価方法は、古典的ではあるが最新の報告でも用いられスタンダードと考えられる。本研究はLVV(GCA/TAK 26人、対照26人)の大動脈のFDG集積を視覚評価し、0：集積無し、1：軽度集積あり(肝より低い)、2：中等度集積(肝と同等)、3：高集積(肝より高い)、と0から3まで4段階に分類評価する。感度60%、特異度99.8%、PPV99.7%、NPV67.9%、正診率78.6%となり、スケールとCRP,ESRが有意の相関を示した。CRP<12あるいはESR<12の時感度は50%以下であるのに対し、CRPが高値の時は感度95.5%、ESR高値の時感度80.7%であった。

Puppo C, et al.<sup>14)</sup>のシステマティック・レビューでは、19論文(患者442人GCA + PMR or GCA、対照535人)を評価した。大多数の論文で定性的評価が行われ、感度は低いの特異度は定量的評価より高かった。また、半定量的評価として、大動脈弓の大動脈/血液プール比が最も正確と報告された。



Stellingwerff MD, et al.<sup>15)</sup>は、GCA患者：ステロイド未12, 有6, 対照3の小規模な研究であるが、視覚評価と半定量法を比較し、最も正診率が高いのは視覚評価で、血管>肝に加えて、大血管のdiffuse uptakeパターンを評価した場合であると報告した。

#### 6. 治療評価：国立国際医療研究センター病院の報告

Muto G. et al.<sup>16)</sup>の報告は、患者設定に臨床の現場の状況を反映しようと試みている。50歳以上の不明炎症(CRP2.5mg/dL以上)および不明熱の患者124人中88人をFDG-PET/CTと造影CTで評価した。88人の最終診断は、膠原病35, 感染21, 悪性腫瘍13, 大血管炎(LVV)13, 感染性動脈炎2, その他2, 不明2であった。LVV13人のステロイド治療前後のFDG集積を、先述の0~3の4点スケールと、罹患血管セグメント数の掛け算で示したPETスコア、およびSUVmaxで評価した。造影CTは大動脈の壁厚を2時, 6時, 10時の3か所で計測した平均および、壁厚と半径の比で評価した(図3)。対照はLVV以外の不明炎症の患者11人である。(表2)に示す様に、治療前の

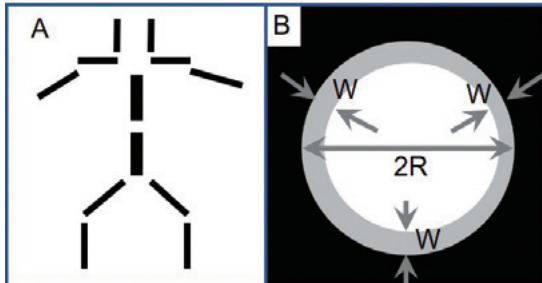


図3 大血管炎のFDG-PET/CT(A)と造影CT(B)の評価方法。図3Aに示す様に、大血管を、総頸動脈、鎖骨下動脈、腋窩動脈、胸部大動脈、腹部大動脈、総腸骨動脈、大腿動脈の7つのセグメントに分け、各セグメントのFDG集積スコア(0~3まで4段階)を合計する。左右については、高い方のみを採用する。つまり最高点は $3 \times 7 = 21$ 点になる。SUBmaxも測定した。造影CTでは、Bに示す様に、大動脈の2時, 6時, 10時の3か所の壁厚(w)の平均と、半径(R)に対する%,  $W/R(\%)$ を求めた。

LVVはSUVmax, スコア, 壁厚, 壁厚比いずれも対照より有意に高いが、CRPは差がない。ステロイド治療後には、LVVのFDG集積; SUVmax, スコアが著明に低下するだけでなく、壁厚, 壁厚比は対照と差がないレベルまで低下している。CRPは正常レベルに低下しているが、FDG集積はまだ対照よりも高い、という結果であった。まとめると、50歳以上の症状に乏しい不明炎症・不明熱の患者の10.5% (13/124)にFDGPET/CTでLVVが診断され、ステロイド治療でFDG集積が低下するだけでなく、動脈壁の肥厚が改善した。つまり、FDGPET/CTで、LVVの早期診断、早期治療を行うことにより、血管狭窄の予防が可能になると期待された。

#### 7. 治療効果予測

Dellavedova L, et al.<sup>17)</sup>は未治療のPETの定量評価と、LVVの臨床的予後が一致すると報告した。対象はFUO/IUOでPETを施行した46人、内ステロイド未治療のLVVが17人である。動脈のFDG集積を腫瘍PETで用いられている2種の新しい定量法で評価した。Volume of increased uptake (VIU)これはmetabolic tumor volumeに相当し、Volumeを決める閾値は、各患者の0.92x肝SUVmaxとした(この閾値はROC解析で求めた)。Total lesion glycolysis (TLG)これはVIUと平均SUVの積である。治療経過を観察した結果、予後良好9人と、再発や合併症へ進行した8人の治療前のPETに有意差があった。PETの指標は、 $SUVmax < VIU < TLG$ の順に差は明瞭だが、いずれも有意の差であった( $p < 0.05$ )。つまり未治療のLVV診断時のPETの、FDG集積の程度と広がり度で予後予測が可能であり、TLGによる定量的評価がベストの指標であった。

Grayson PC, et al.<sup>18)</sup>ではスコアによる視覚評価でも予後予測が可能であることを示している。臨床的に活動性のLVV56人と対照59人のPETを評価し活動性のLVVの検出感度は85%, 特異度83%

表2 大血管炎の治療前後の、CRP、大動脈壁のFDG集積と動脈壁の壁厚の変化。

	N	FDGPET/CT			造影CT	
		CRP	SUVmax	PETスコア	壁厚mm	W/R(%)
Control*	11	7.83 ± 4.0	1.95 ± 0.32	0.3 ± 0.5	2.6 ± 0.3	19.4 ± 1.4
LVV 治療前	13	6.56 ± 3.65	3.85 ± 1.47	11.9 ± 5.1	3.6 ± 0.6	23.0 ± 4.0
LVV 治療後#	13	0.14 ± 0.27	2.62 ± 0.80	5.6 ± 4.0	2.6 ± 0.6	17.5 ± 4.7

\* LVV以外のIUOの患者 #PSL投与量 $27.3 \pm 10.9$ mg/Day  
CRP, SUVmax, PETスコア, 壁厚mm, W/R%のすべてで治療前と後で有意差が認められた。

Muto G, et al. Rheumatol Int 2014;34(11) 1545-54.より編集。

であった。一方、臨床的に寛解のLVVでも58% (41/71)で陽性であり、寛解期のPETで陽性の患者は陰性に比べ、15ヵ月の経過観察で再発を起こしやすかった。(45% vs 11%,  $p=0.03$ )これにより寛解期のPET陽性は、将来の臨床的再発と関連すると結論された。本研究は、動脈全体のFDG集積のスコアの合計で評価された。大動脈を4セグメント(上行、弓部、胸部、腹部)、主幹動脈を11セグメント(無名動脈、頸動脈、鎖骨下、腋窩、腸骨、大腿動脈)に分け、従来の0~3の4段階スケールで各セグメントの合計(15x3=45が最高点)を算出している。

#### 《大血管炎(LVV)のFDG-PET/CTまとめ》

1. LVVは、発熱、体重減少、頸部痛、咳嗽など様々な非特異的な症状で発症し、早期診断が困難である。不明熱、不明炎症の原疾患として、若年だけでなく50歳以上にも一定の割合でLVVがある。
2. FDGPET/CTにより早期診断が可能であり、早期治療により血管合併症の予防が期待できる。
3. LVVのFDGPET/CTは、診断、治療評価、予後予測に有用である。また、炎症指標、疾患活動性とある程度の相関があり、定量指標、視覚評価など種々の評価法が行われている。ステロイド治療に敏感であり、診断目的のFDGPET/CTは未治療で実施するのが原則である。
4. 注意事項：FDGPET/CTはLVVの炎症像を鋭敏に検出するが、FDGPET/CTによる早期診断ではGCAかTAKかの鑑別診断が困難なことが少なくなく、大動脈炎症候群あるいはLVVとされる場合がある。また、様々な炎症性疾患も同様に大血管に炎症を起こすため、慎重な鑑別診断が必要になる。

#### 《2018年FDG-PET/CT保険適応》

「血管炎：高動脈炎等の大型血管炎において、他の検査で病変の局在又は活動性の判断のつかない患者に使用する。」「なお、高動脈炎等の大型動脈炎の診断に用いる<sup>18</sup>F-FDG製剤については、当該診断のために用いるものとして薬事承認を得ている<sup>18</sup>F-FDG製剤を使用した場合に限り算定する。」上記が公表されており現時点では、日本メジジクス社のFDGスキャン注、のみが該当し、自動合成装置は承認されていない。大きな前進で

あるが、メリットの多い早期診断に言及はなく薬剤も限定され、課題をのこす承認という印象である。

(注1：本症例は、第32回福島県核医学研究会2017年7月1日郡山市にて発表した。本報告の内容の一部は、2018年1月18日低侵襲画像診断・治療研究会第15回セミナー藤田保健衛生大学病院にて発表した。本症例は“核医学融合画像の基礎と臨床”に掲載された。転載許可承認済み。注2：窪田、鷺野谷、鈴木は本症例の診療に従事した。窪田は文献調査とレビュー、執筆を行った。山下はリウマチ専門医の立場から校閲した。)

#### 《参考文献》

- 1) 日本リウマチ学会編 “リウマチ病学テキスト第2版”，高安動脈炎 p 242-247, 診断と治療社2013
- 2) 平成10年度厚生省難治性血管炎研究班 報告書
- 3) Hayakawa I, Kunimatsu J, Watabe R, et al. Value of carotid artery tenderness for the early diagnosis of Takayasu arteritis. *Intrn Med* 51:3431-3434,2012
- 4) 山科順裕, 山本 匡, 早川佳代子, 他。慢性咳嗽を主訴とした大動脈炎症候群の1例。仙台市立病院医誌 24 : 89-94, 2004.
- 5) 厚生省難治性血管炎研究班 “血管炎症候群の診療ガイドライン(2017年改訂版)” 2018/3/23 [www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2017\\_isobe\\_h.pdf](http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2017_isobe_h.pdf)
- 6) 山下裕之 “膠原病徹底考察ガイド” 第14章 膠原病疾患におけるFDG-PETの応用。日本医事新報社 2016.
- 7) Treglia G, Mattoli MV, Leccisotti L, Ferraccioli G, Giordano A. Usefulness of whole-body fluorine-18-fluorodeoxyglucose positron emission tomography in patients with large-vessel vasculitis: a systematic review. *Clin Rheumatol*. 2011 Oct;30(10):1265-75.
- 8) Soussan M, Nicolas P, Schramm C, et al. Management of Large-Vessel Vasculitis With FDG-PET A Systematic Literature Review and Meta-Analysis. *Medicine*

- 2015;94(14): e622
- 9) Lee YH, Choi SJ, Ji JD, Song GG. Diagnostic accuracy of 18F-FDG PET or PET/CT for large vessel vasculitis: A meta-analysis. *Z Rheumatol*. 2016 Nov;75(9):924-931.
- 10) Clifford AH, Murphy EM, Burrell SC, et al. Positron Emission Tomography/Computerized Tomography in Newly Diagnosed Patients with Giant Cell Arteritis Who Are Taking Glucocorticoids. *J Rheumatol*. 2017 Dec; 44(12): 1859-1866.
- 11) Imfeld S, Rottenburger C, Schegk E, et al. [<sup>18</sup>F] FDG positron emission tomography in patients presenting with suspicion of giant cell arteritis-lessons from a vasculitis clinic. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2017 Nov 8. doi: 10.1093/ehjci/jex259.
- 12) Gomez L, Chaumet-Riffaud P, Noel N, et al. Effect of CRP value on 18F-FDG PET vascular positivity in Takayasu arteritis: a systematic review and per-patient based meta-analysis. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2017 Aug 30. doi: 10.1007/s00259-017-3798-x.
- 13) Walter MA, Melzer RA, Christian Schindler C, et al. The value of [18F]FDG-PET in the diagnosis of large-vessel vasculitis and the assessment of activity and extent of disease. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2005;32:674-681
- 14) Puppo C, Massollo M, Paparo F, et al. Giant cell arteritis: a systematic review of the qualitative and semiquantitative methods to assess vasculitis with 18Ffluorodeoxyglucose positron emission tomography. *Biomed Res Int*. 2014; 2014: 574248. doi:10.1155/2014/574248
- 15) Stellingwerff MD, Brouwer E, Lensen KJ, et al. Different Scoring Methods of FDG PET/CT in Giant Cell Arteritis: Need for Standardization. *Medicine (Baltimore)*. 2015 Sep; 94(37): e1542.
- 16) Muto G, Yamashita H, Takahashi Y, et al. Large vessel vasculitis in elderly patients: early diagnosis and steroid-response evaluation with FDG-PET/CT and contrast-enhanced CT. *Rheumatol Int* 2014; 34(11) 1545-1554.
- 17) Dellavedova L, Carletto M, Faggioli P, et al. The prognostic value of baseline [18]F-FDG PET/CT in steroid-naïve large-vessel vasculitis: introduction of volume-based parameters. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2016 Feb; 43(2): 340-8.
- 18) Grayson PC, Alehashemi S, Bagheri AA, et al. Positron Emission Tomography as an Imaging Biomarker in a Prospective, Longitudinal Cohort of Patients with Large Vessel Vasculitis. *Arthritis Rheumatol*. 2017 Nov 16. doi: 10.1002/art.40379.

# 総説

## $^{123}\text{I}$ -BMIPP 心筋シンチの臨床活用とその読影法

百瀬 満<sup>1) 2)</sup> MOMOSE Mitsuru

### 《はじめに》

$^{123}\text{I}$ -BMIPP ( $\beta$ -methyl-p-iodophenyl-pentadecanoic acid, 以下 BMIPP) 心筋シンチが実地医療現場に登場して早25年が経過した。筆者はこの心筋トレーサの登場から心臓核医学分野に携わり、様々な臨床例を経験してきた。しかし、医療の現場ではこのトレーサを十分活用しているとは言えない。本総説では BMIPP をどのように臨床の場で利用し、読影・診断していくかを解説したい。

### 《心筋内トレーサ分布が示す正常と病理》

BMIPP は側鎖脂肪酸に I-123 を標識した薬剤で、心筋内で脂肪酸と同様の機序で心筋内に取り込まれ、その後一部は  $\alpha$  酸化や  $\beta$  酸化などの影響を受けるが、主にトリグリセライドプール (TG pool) に貯留する<sup>1)</sup>。心筋細胞は高度あるいは長期の虚血に陥ると脂肪酸の心筋への貯留が減少し、その取り込み異常は血流異常より早期に且つ高度に起こる<sup>2)</sup>。強い虚血のエピソードが起こると、最低でも 1-2 週間は脂肪酸取り込み障害が残るため、BMIPP により過去の虚血エピソードを観ることができる (memory imaging)<sup>3)</sup>。BMIPP の取り込み低下は虚血関連では心筋梗塞、冠攣縮、労作性狭心症で認められるが集積異常は虚血重症度と相関すると考えて良い。図 1 に虚血発作 (無症候を含む) と BMIPP 集積異常の関係について図示した

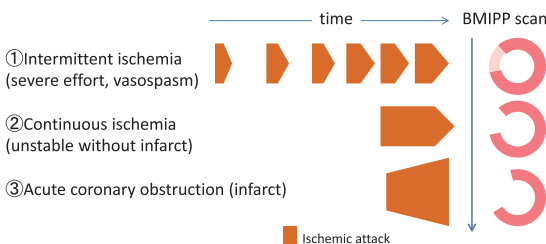


図1 虚血心で BMIPP が集積異常を呈する病態

ので参考にされたい。

心筋細胞障害を伴う心筋症やサルコイドーシス、心筋炎などでも BMIPP 集積異常が指摘されている。以下に疾患別の BMIPP の診断と意義について解説する。

### 《BMIPP による虚血性心疾患の鑑別診断》

#### 1. 急性冠症候群 (ACS: acute coronary syndrome)

ACS は不安定狭心症や急性心筋梗塞といった高度の心筋虚血を起こす病態である。1 回の発作であっても虚血の程度が高度であるため心筋細胞内の脂肪酸の取り込みは低下する。急性期に血行再建術が行われれば血流は改善するが脂肪酸の取り込みが遅延するために血流代謝乖離が起こる<sup>4, 5)</sup>。虚血が軽度であれば 2 週間程度で集積が改善することがあるが梗塞に至れば集積異常は持続する。梗塞心筋の血流代謝乖離は血行再建後 6-12 ヶ月程度でほぼ消失すると言われており<sup>6)</sup>、梗塞部は非乖離欠損として残存する。虚血と乖離の程度、病態との関連について図 2 に示した。また、急性心筋梗塞では急性期の乖離の大きさと血行再建後の壁運動改善の程度が正相関すると報告されている<sup>5)</sup>。

ACS で診断が最も難しいのが、冠動脈造影で有意狭窄が見いだせない場合である。しかし心電

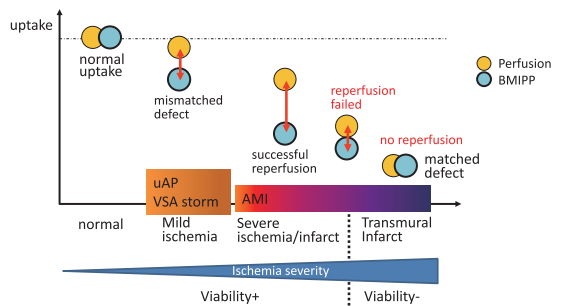


図2 ACS 各虚血重症度における心筋血流画像と BMIPP 集積の関係

1) 東京女子医科大学 画像診断学・核医学講座 〒162-8666 新宿区河田町8-1

TEL : 03-3353-8111 FAX : 03-5269-7531 E-mail : momose.mitsuru@twmu.ac.jp

Dept. of Diagnostic Imaging and Nuclear Medicine, Tokyo Women's Medical University

2) 百瀬医院 内科・循環器内科



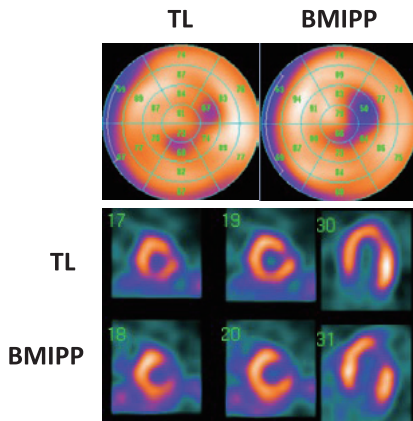


図3 ACSの一例  
心尖前側壁に局限したBMIPPの欠損像があり、TLと明らかな乖離を認める。

図変化や左室収縮不全が残るほどの高度な虚血のエピソードがあればいいBMIPPで集積低下が認められる。図3は心電図変化(陰性T)を伴う胸部症状があり、ACSが強く疑われ緊急冠動脈造影を行ったが有意狭窄を見いだせなかった。CKは1280(MB162)まで上昇し、急性心筋梗塞と診断された。慢性期にアセチルコリン冠注による冠攣縮誘発試験を行ったが陰性であった。BMIPPとTL2核種同時シンチを行ったところ、心尖前側壁に欠損像を認め、血流代謝乖離を認めた。造影所見を見返してみると#12が完全閉塞しておりシンチの欠損像に一致した。末梢病変では造影でも見落とされることがあり、BMIPPシンチはACSの確定診断として有効である。一過性の冠血栓閉塞によるACSも少なくなく、造影では証拠がつかめなくてもBMIPPでは責任病変に沿った欠損像が認められれば確定診断として良いであろう。

## 2. 冠攣縮性狭心症(VSA, vasospastic angina)

BMIPPのVSA検出感度は60-70%とされ、他の非侵襲的診断法と比較しても診断能はかなり高い<sup>7)</sup>。ちなみに運動負荷心筋シンチはVSA検出感度が20%程度で低い。なぜならVSAは冠血管の有意狭窄はなく、発作時のみ攣縮が起こる。そのため運動誘発性の発作であれば通常の負荷シンチで虚血を検出できるがその頻度は低い。VSAでBMIPP集積が低下する機序として繰り返す虚血発作が原因とされている。胸痛発作の頻度は少なくとも、実は発作期には無症候の発作を繰り返していることが多い。この虚血エピソードの積算がBMIPPの集積低下として反映されている(図1

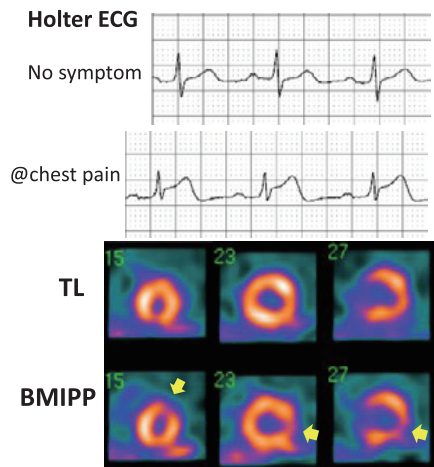


図4 冠攣縮性狭心症の一例

①)。つまりVSAにおけるBMIPPの集積異常はその発作の重症度を反映した画像と判断してよいであろう。図4にホルター心電図でST上昇を伴った胸痛発作が確認された症例を提示した。VSAのBMIPP集積異常は軽微な症例が多い。血流シンチと併せて診断されたい。

## 3. たこつぼ心筋症

本疾患は心筋虚血ではないが、突然の胸痛で発症、心電図で冠性Tが出現することからしばしばACSとの鑑別を要する。原因不明だが高度のストレスにさらされることで発症することが多く、カテコラミン心筋症とも言われる。一般に左室心尖部を中心とする広範な一過性無収縮が起こるが、心筋逸脱酵素CKは500 U/Lを越えることはまれで、最終的に心筋障害を残さない。BMIPPは病初期に高度な欠損を認め、壁運動の改善はBMIPPの改善とほぼ並行して認められる<sup>8)</sup>。2週間以内では大きな血流代謝乖離を示すのが特徴である。図5に症例を提示した。7日目のスキャンではBMIPPは広範に欠損像があり、血流シンチと大きな乖離があるが、46日目には血流は正常化、BMIPPは軽度異常が残るが大きく改善している。本症の前壁心筋梗塞との鑑別はその欠損範囲にある。極座標上の欠損パターンを図6に示した。たこつぼは心尖部を中心とした同心円上の欠損を呈するのに対して、前壁梗塞では心尖部に対して非対称性である。また、その後の経過で血流欠損が遷延する場合には梗塞を第一に考える。

## 《虚血心を疑うBMIPPシンチ読影の注意点》

BMIPPの集積異常は図1で示したように過去

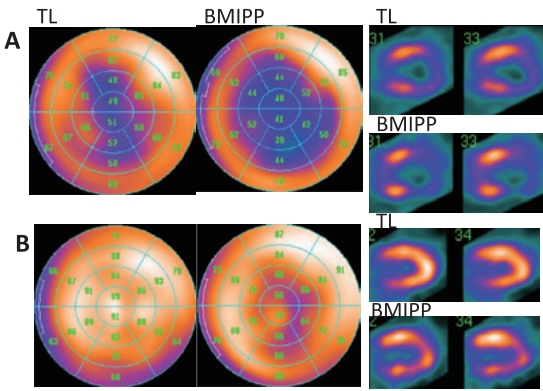


図5 たこつぼ心筋症の一例  
A. 発症7日目のTL,BMIPP2核種シンチ; B.発症46日目.

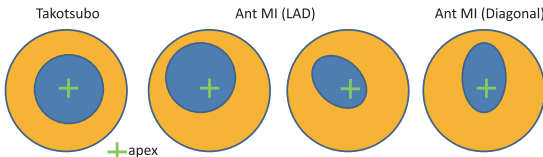


図6 極座標表示上のたこつぼ心筋症と前壁梗塞の欠損パターンの違い

の様々な虚血エピソードが影響するため、病歴や現症を知った上で読影することが望ましい。例えば心筋梗塞ではどこの領域なのか、発症が3ヶ月前なのか1年前なのか、血行再建が成功しているのかどうか、など情報がないと現在の所見が過去の虚血に影響されているかどうかを判定できない。読影には血流シンチとの比較が必要である。SPECTではどうしても減弱の影響などアーチファクトが少なくない。下後壁についてはBMIPPがエネルギーの高い<sup>123</sup>Iを用いていることから<sup>201</sup>Tl(TL)より集積が低ければ異常、TLの方が低ければ減弱と判定できる。女性では前壁の減弱があり、同様に2核種による判断が可能である。

《BMIPPによる慢性心不全の鑑別診断》

心不全の治療にはその原因となる心疾患の同定が必要である。特に無症候性心筋梗塞や虚血性心筋症などは血行再建術によりその後の心イベント抑制が期待出来る。また、近年注目されている心サルコイドーシスも初期診断が難しい。これらの鑑別にBMIPPが有用である。

以下に鑑別点を中心に解説する。

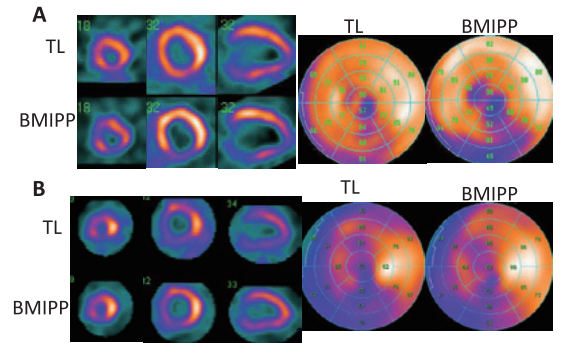
1. 虚血性心筋症(ICM)と拡張型心筋症(DCM)

負荷血流シンチも鑑別に有用であるが、高度な心不全を伴う場合は負荷検査が困難である。BMIPP,Tlの2核種同時収集を行い、両トレーサのミスマッチスコアが大きい場合はICMの可能

性が高い<sup>9)</sup>。血流画像のみでは鑑別が難しい例が多い。本検査による鑑別能はミスマッチスコアが3以上(17領域に分けてスコア化した合計の両トレーサの差)を虚血と判定すると、その感度、特異度は70%, 80%であった(未発表データ)。ちなみにDCM様の左室不全を示す高血圧性心不全(HHD)は局所の欠損が乏しく、血流代謝乖離もない。但しDCMの中でも後側壁を中心に欠損が見られ、軽度の乖離を伴う場合、慢性心筋炎後心筋症が強く疑われる。慢性心筋炎の診断は核医学検査のみでは難しく、gadolinium造影心臓MRI検査で鑑別することが望ましい<sup>10)</sup>。図7にICMとDCMの一例を提示した。

2. 心臓サルコイドーシス

本症は慢性肉芽腫性炎症により局所の心筋障害を来す疾患で、しばしば房室ブロックの原因となる前壁中隔基部~中隔が好発部位として上げられるが、他の様々な領域にも障害が起こりうる。BMIPPは病初期には異常を示さないが、病期の進行とともに血流より広範に欠損像を呈する。心



A, ischemic cardiomyopathy; B, dilated cardiomyopathy

図7 慢性心不全のBMIPPによる鑑別  
A(ICM)は心尖部と下壁にBMIPPで欠損像があり、同領域に一致した冠動脈狭窄病変を認めた。B(DCM)は左脚ブロックがあるためか中隔を中心とした欠損像があるが、血流代謝乖離は認めず。

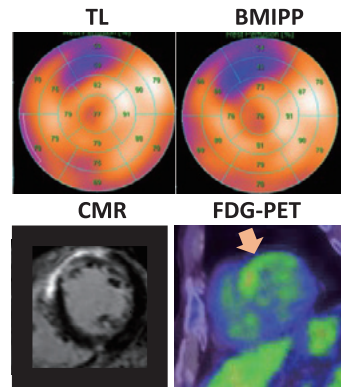


図8 心サルコイドーシスの画像所見

サルコイドーシスが臨床上疑われた症例の検討では、ミスマッチスコアはBMIPP,Tl単核種のスコアに比べて診断能が高く、4以上を陽性とした場合、感度74%、特異度80%であった<sup>11)</sup>。図8に典型例を示した。CMR(心臓MRI)で心外膜側のLGE(ガドリニウム遅延造影像)を認め、BMIPPの欠損やFDG-PETの集積領域と一致していれば確実である。

### 3. その他の心筋疾患

心アミロイドーシスでは一般に局在性の強い病変はないため、BMIPP集積は均一で血流代謝乖離もない。拡張相肥大型心筋症は血流代謝ミスマッチがあり<sup>9)</sup>、心サルコイドーシスと鑑別が難しいことがある。同疾患はFDG-PETでも集積を示すことがあり、鑑別には診断ガイドラインを考慮することが望ましい。以前Churg-Straussと言われた好酸球性多発血管炎性肉芽腫症の心病変<sup>12)</sup>や不整脈源性右室心筋症の左室浸潤例も血流代謝乖離を認めることがある。こちらも鑑別には臨床所見や他の形態診断との対比が重要である。

### 《おわりに》

BMIPPシンチは虚血や心不全の原因が不明な場合の鑑別のための切り札となりうる。しかし、診断の際は臨床情報を必ず考慮し、必要に応じてさらなる検査で確定診断を下すことをお勧めする。

### 《参考文献》

- 1) Morishita S, Kusuoka H, Yamamichi Y, et al. Kinetics of radioiodinated species in subcellular fractions from rat hearts following administration of iodine-123-labelled 15-(p-iodophenyl)-3-(R,S)-methylpentadecanoic acid (123I-BMIPP). *Eur J Nucl Med* 1996;23: 383-9.
- 2) Kobayashi H, Kusakabe K, Momose M, et al. Evaluation of myocardial perfusion and fatty acid uptake using a single injection of iodine-123-BMIPP in patients with acute coronary syndromes. *J Nucl Med* 1998;39:1117-22.
- 3) Takeishi Y, Fujiwara S, Atsumi H, et al. Iodine-123-BMIPP imaging in unstable angina: a guide for interventional strategy. *J Nucl Med* 1997;38:1407-11.
- 4) Franken PR, Dendale P, De Geeter F, et al. Prediction of functional outcome after myocardial infarction using BMIPP and sestamibi scintigraphy. *J Nucl Med* 1996;37: 718-22.
- 5) Nakata T, Hashimoto A, Kobayashi H, et al. Outcome significance of thallium-201 and iodine-123-BMIPP perfusion-metabolism mismatch in preinfarction angina. *J Nucl Med* 1998;39: 1492-9.
- 6) Fukuoka R, Horita Y, Namura M, et al. Serial changes in glucose-loaded 18F-fluoro-2-deoxyglucose positron emission tomography, 99mTc-tetrofosmin and 123I-beta-methyl-p-iodophenyl-penta-decanoic acid myocardial single-photon emission computed tomography images in patients with anterior acute myocardial infarction. *Circ J* 2013;77:137-45.
- 7) Kawai Y, Morita K, Nozaki Y, et al. Diagnostic value of 123I-betamethyl-p-iodophenyl-pentadecanoic acid (BMIPP) single photon emission computed tomography (SPECT) in patients with chest pain. Comparison with rest-stress 99mTc-tetrofosmin SPECT and coronary angiography. *Circ J* 2004;68:547-52.
- 8) Matsuo S, Nakajima K, Kinuya S, et al. Diagnostic utility of 123I-BMIPP imaging in patients with Takotsubo cardiomyopathy. *J Cardiol* 2014; 64:49-56.
- 9) Ishida Y, Yasumura Y, Nagaya N, et al. Myocardial imaging with 123I-BMIPP in patients with congestive heart failure. *Int J Card Imaging* 1999;15:71-7.
- 10) Lurz P, Eitel I, Adam J, et al. Diagnostic performance of CMR imaging compared with EMB in patients with suspected myocarditis. *JACC Cardiovasc Imaging* 2012;5:513-24.
- 11) Momose M, Fukushima K, Kondo C, et al. Diagnosis and Detection of Myocardial Injury in Active Cardiac Sarcoidosis--Significance of Myocardial Fatty Acid Metabolism and Myocardial Perfusion Mismatch. *Circ J* 2015;79:2669-76.
- 12) Shikama N, Nakagawa T, Takiguchi Y, et al. Assessment of myocardial perfusion and fatty acid metabolism in a patient with Churg-Strauss syndrome associated with eosinophilic heart disease. *Circ J* 2004;68:595-8.



## <sup>18</sup>F-FDG PET radiomics アプローチ：子宮頸がんにおける特微量の比較とクラスタリング

<sup>18</sup>F-FDG PET radiomics approaches: comparing and clustering features in cervical cancer

Ann Nucl Med. 2017 Nov;31(9): 678-685.

辻川 哲也<sup>1)</sup> TSUJIKAWA Tetsuya Rahman, Tasmiah<sup>1)</sup> 山本 真<sup>2)</sup> YAMAMOTO Makoto  
 山田 しず桂<sup>2)</sup> YAMADA Shizuka 津吉 秀昭<sup>2)</sup> TSUYOSHI Hideaki 清野 泰<sup>1)</sup> KIYONO Yasushi  
 木村 浩彦<sup>3)</sup> KIMURA Hirohiko 吉田 好雄<sup>2)</sup> YOSHIDA Yoshio 岡沢 秀彦<sup>1)</sup> OKAZAWA Hidehiko

### 《背景・研究目的》

子宮頸癌は組織学的に扁平上皮癌(SCC)と非SCC(NSCC)に分類される。SCCは多角・紡錘形細胞+中心ケラチンにより細胞間結合が強いのに対し、NSCCは様々な大きさや細胞質の細胞体からなる腺組織の集合体であり細胞間結合がSCCと比べて弱い。

FDG PETは癌の診断や予後評価に有用であり、近年SUV等の集積強度の指標のほかMTVやTLGといった代謝体積に関する指標の有用性が示されている。我々は子宮頸癌組織別のPET予後予測因子を検討し、SCCではMTVやTLGが、NSCCではSUVが予後予測に有用であることを報告し、その違いはSCCとNSCCの組織間レベルの構造的不均質性に起因する可能性を示した(Rahman et al. *Medicine* 2016)。

PETテクスチャ解析は、腫瘍内のFDG集積分布から不均質性に関する多数の特微量を取り出す方法である。一方、ヒートマップは多数のデータをカラー表示化し視認性を向上させる図式表示法であり、階層的クラスタ分析と合わせて特に多数のゲノムやタンパクを扱う分子生物学の分野で用いられる(genomicsやproteomics)。このようなomicsアプローチは近年画像診断の分野にも広がり、radiomicsと呼ばれる。

我々はFDG PETテクスチャ特微量が子宮頸癌の組織構造を反映するとの仮説を立てた。本研究の目的は以下の2つ。①どのPETテクスチャ特

微量が頸癌組織型の差を反映するかを調べる。②頸癌患者におけるPETテクスチャ特微量相互の関連性をヒートマップとクラスタ分析を用いて視覚的に評価する。

### 《対象・研究方法》

対象は術前にFDG PET/CT検査を受けた子宮頸癌患者(FIGO: IB-IVA期)83名(SCC:62例, NSCC:21例)。まず腫瘍の最大SUVの40%を閾値とするVOIを設定し、テクスチャ解析を行った。VOI内の画像ボクセルを離散値化するため、64 bins(サンプリングbin幅=0.5 SUV)を用いた絶対的リサンプリング法を用いた(Orlhac et al. *PlosOne* 2015)。続いて、SUVヒストグラム、normalized grey-level co-occurrence matrix (NGLCM)、neighborhood gray-tone difference matrix (NGTDM)により1次、2次、高次テクスチャ特微量をそれぞれ抽出した。

18種類のPET特微量を組織間で比較検討した。次にデータを標準化したのちヒートマップ+階層的クラスタ分析を行った。本研究では非特異的フィルタリングによる特微量の除外は行わず、解析した全PET特微量を用いてヒートマップと樹状図を作成した。

### 《結果》

SCCとNSCC間には腫瘍径に有意差を認めた(SCC:平均4.9cm, NSCC:3.5cm,  $p=0.02$ )。特徴

1) 福井大学高エネルギー医学研究センター 〒910-1193 福井県吉田郡永平寺町松岡下合月23-3

TEL : 0776-61-8434 FAX : 0776-61-8170 E-mail : awaji@u-fukui.ac.jp

Biomedical Imaging Research Center, University of Fukui, Fukui, Japan

2) 福井大学医学部産科婦人科学

3) 福井大学医学部放射線医学



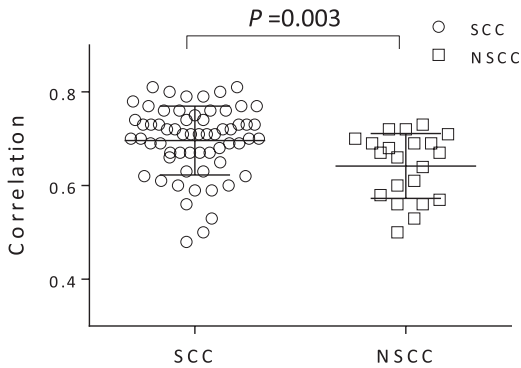


図1

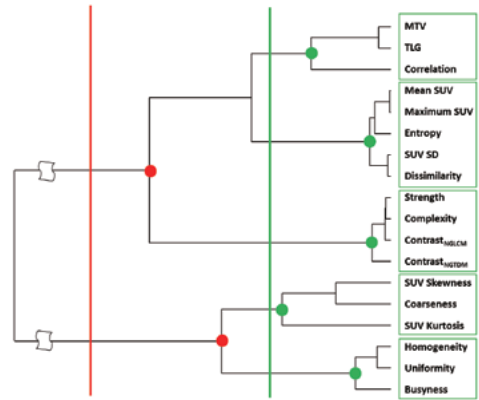


図3

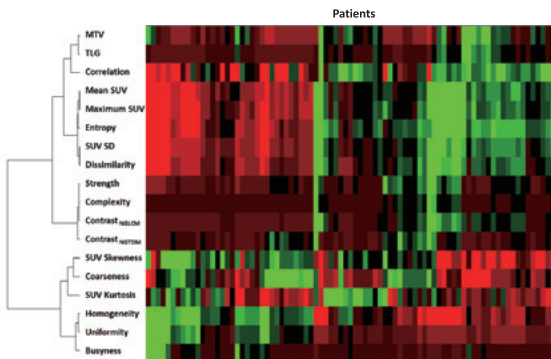


図2

量については、NGLCM由来のcorrelationが唯一SCCとNSCC間で差を認めた。SCCはNSCCよりも高いcorrelationを示した(SCC:  $0.70 \pm 0.07$ , NSCC:  $0.64 \pm 0.07$ ,  $p=0.0030$ ) (図1)。その他の特徴量には組織間で差を認めなかった。

ヒートマップとPET特徴量の樹状図を図2に示す。ヒートマップは低値から高値に向かって赤→黒→緑色で表示した。階層的クラスタリングは傾向が似る特徴量を近くに配列する。図3は図2から樹状図のみを取り出し、赤色で大きな2つのクラスター、緑色でさらに細かいクラスターを示した。correlationはMTV・TLGと同一クラスターにあるが、それらとの相関は強くなく比較的独立した特徴量であった。一方、SUVs, entropy, SUV SD, Dissimilarityが不均質性を強めに反映するクラスターに、Homogeneity, Uniformity, Busynessが均質性を反映するクラスターに分類された。

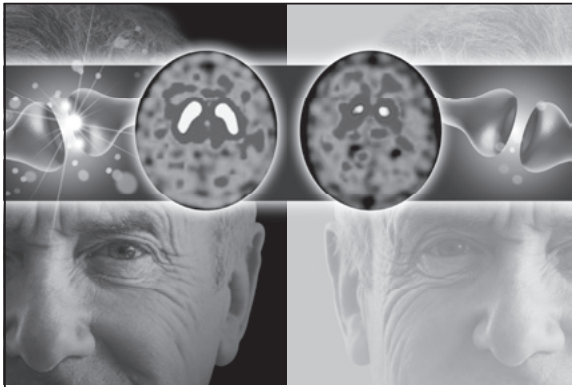
### 《考 察》

correlationは1画像ボクセルが空間的に連続するボクセルとどの程度関連するかを示す特徴量であり、SCCで高くNSCCで低い結果から、PET

テクスチャ解析が組織の特徴を反映しうる可能性が示された。さらにヒートマップとクラスタ解析により、各特徴量の関連を視覚的に確認できた。本研究でのcorrelationは、他の特徴量と比べてバラツキが小さく安定し、かつ比較的独立した特徴量であった。今後はAIの発達により複数の特徴量を組み合わせた最適な疾患鑑別モデルや予後予測モデルの構築が可能になるとと思われる。

### 《結 論》

PETテクスチャ特徴量は子宮頸癌の組織構造の違いを反映しうる。将来、PET radiomicsアプローチは特徴量相互の関連性を明らかにし、正確な診断・予後予測モデルの作成や治療ストラテジーの決定に用いられると思われる。



nihon  
medi+physics

処方箋医薬品<sup>※1</sup>  
放射性医薬品・脳疾患診断薬

薬価基準収載

# ダットスキャン® 静注

放射性医薬品基準イオフルパン (123I) 注射液

注) 注意—医師等の処方箋により使用すること

®:登録商標

※効能・効果、用法・用量、禁忌を含む使用上の注意等は添付文書をご参照ください。

(症例提供: 順天堂大学医学部附属順天堂医院)



資料請求先

日本メジフィジクス株式会社

〒136-0075 東京都江東区新砂3丁目4番10号

製品に関するお問い合わせ先 ☎ 0120-07-6941

弊社ホームページの“医療関係者専用情報”サイトでSPECT検査について紹介しています。

<http://www.nmp.co.jp>

2015年1月作成

## 核医学装置QC用線源

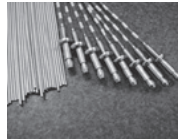
装置のデータ精度に心配ありませんか？

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  
JRIA 日本アイソトープ協会  
Japan Radioisotope 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**

〒113-8681  
東京都文京区湯島1-7-12 千代田御茶の水ビル  
URL: <http://www.c-technol.co.jp>  
e-mail: [ctc-master@c-technol.co.jp](mailto:ctc-master@c-technol.co.jp)

### 編集後記

循環器内科を標榜しているため私の外来では胸部症状や息苦しいなどの症状を主訴に来院される方が多い。特に働き盛りの40-50歳代が目立つが、メンタルクリニックなどを併診している患者さんも少なくない。聞けば日常の仕事のストレスや残業の疲れで気が病んでいるという。必要な心臓関連の検査を行うが症状に直結する所見は見つからず、異常なし、とお話すると安心するためか症状は改善している。世間では、先月末に衆議院で「働き方改革法案」が可決された。残業時間の上限規制や、正社員と非正規の不合理な待遇差を解消する「同一労働同一賃金」が導入されるという。しかし利潤追求する資本主義社会の中で、この労働者に味方する法案がすんなり雇用者に受け入れられる保証はない。世の中が今まで通り時間を気にせず受けるサービスを要求し、安さだけを売りにする薄利多売の経営を推すようなことがあれば労働時間の削減やストレスの解消には至らないであろう。ゆとりのある生活を保障するためには日常の過剰なサービスに“No”という社会を確立していく必要があるのではないだろうか。

(編集委員長)



放射性医薬品・神経内分泌腫瘍診断薬

処方箋医薬品\*

薬価基準収載

# オクトレオスキャン® 静注用セット

Octreoscan® Injection

インジウムペンテトレオチド (<sup>111</sup>In) 注射液 調製用

\*注意—医師等の処方箋により使用すること。

## 【禁忌(次の患者には投与しないこと)】

本剤の成分に対し過敏症の既往歴のある患者

### 【効能又は効果】

神経内分泌腫瘍の診断におけるソマトスタチン受容体シンチグラフィ

### 【効能又は効果に関連する使用上の注意】

神経内分泌腫瘍(NET)であってもソマトスタチン受容体(SSTR)を発現していない場合は検出できないことに留意すること。また、インスリンノーマについてはSSTRの発現が他のNETに比べて少ないため、本剤により検出できない場合があることに留意すること。

### 【用法及び用量】

#### 1. インジウムペンテトレオチド(<sup>111</sup>In)注射液の調製

バイアルAの全量をバイアルBに加えて振り混ぜた後、常温で30分間放置する。

#### 2. ソマトスタチン受容体シンチグラフィ

通常、成人には本品111MBqを静脈内投与し、4時間後及び24時間後にガンマカメラを用いてシンチグラムを得る。必要に応じて、48時間後にもシンチグラムを得る。投与量は、患者の状態により適宜増減する。

必要に応じて、断層像を追加する。

### 【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)

腎機能障害を有する患者(本剤は主に尿中に排泄されるため、被曝線量が増加する可能性がある。)

### 2. 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に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。
- オクトレオチド酢酸塩等のソマトスタチンアナログによる治療が行われている患者においては、本剤の腫瘍への集積が抑制され、診断能に影響を及ぼす可能性が考えられるため、オクトレオチド酢酸塩等の休薬を検討することが望ましい。なお、休薬することにより離脱症状が発現する可能性があるため、休薬の要否及び休薬期間は、患者の状態及び使用製剤を考慮して決めること。休薬する場合は、患者の症状の変化に十分注意すること。

### 3. 副作用

承認前の臨床試験における安全性評価対象症例(国内第Ⅲ相試験+国内追加第Ⅲ相試験)63例中、副作用は7例(11.1%)8件に認められ、主な副作用は、潮紅2件(3.2%)、ほてり2件(3.2%)であった。

また、海外で行われた臨床試験における安全性評価対象症例365例中、副作用は1例(0.3%)に潮紅、頭痛、各1件が認められた。

#### その他の副作用

以下のような副作用があらわれた場合には、症状に応じて適切な処置を行うこと。

	0.1～5%
精神・神経系	頭痛
血管障害	潮紅、ほてり
その他	熱感、ALT増加、AST増加

#### 【承認条件】

医薬品リスク管理計画を策定の上、適切に実施すること。

\*その他の使用上の注意等は添付文書をご参照ください。

製造販売元

**富士フイルム RIファーマ株式会社**

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

TEL 03(5250)2620

輸入先：Mallinckrodt Medical B.V.(オランダ)

2015年12月作成

# Canon

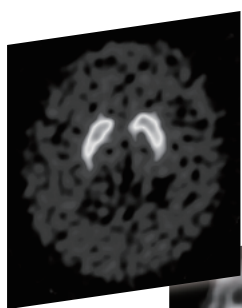
## 4倍の実効感度

従来の汎用装置\*に対して、三つの検出器で1.5倍、ファンビームコリメータで2倍、3D-OSEM再構成で1.3倍、合計4倍のデータ収集効率を実現。高画質イメージング、短時間イメージング、さらに動態イメージングへの応用が可能です。

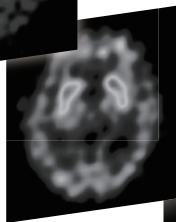
\*二検出器型・LHERコリメータ・FBP再構成を想定。

## 7mmの空間分解能

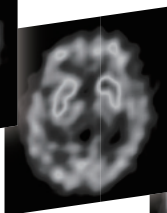
データ収集効率と空間分解能はトレードオフの関係。優れたデータ収集効率を有するからこそ、SPECT分解能7mmの超高分解能ファンビームコリメータが実用可能です。PETに迫る高分解能イメージングを追求します。



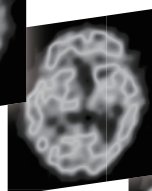
3H



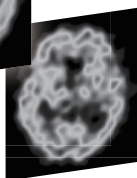
16 min



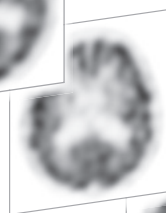
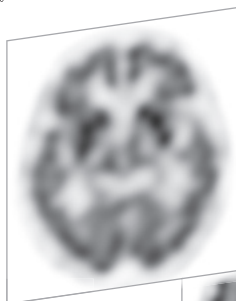
14 min



6 min



1 min



最高のSPECT画像を『GCA-9300R』で。

# GCA-9300R™

To meet your demand for the highest quality.

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



キヤノンメディカルシステムズ株式会社 <https://jp.medical.canon>

東芝メディカルシステムズ株式会社は、2018年1月に「キヤノンメディカルシステムズ株式会社」へ社名変更いたしました。

Made For life

放射線診療研究会会長

橋本 順

〒259-1193 神奈川県伊勢原市下糟屋143 東海大学医学部専門診療学系画像診断学

臨床核医学編集委員長

百瀬 満 (発行者, 投稿先)

〒162-0033 杉並区清水2-5-5 百瀬医院 内科・循環器内科

TEL. 03-5311-3456 FAX. 03-5311-3457 E-mail: momose.mitsuru@twmu.ac.jp

臨床核医学編集委員

井上優介, 内山眞幸, 波田伸一郎, 高橋美和子, 橋本 順, 丸野廣大,

南本亮吾, 百瀬敏光

2018年7月20日発行