

NUCLEAR MEDICINE IN CLINIC

臨床核医学

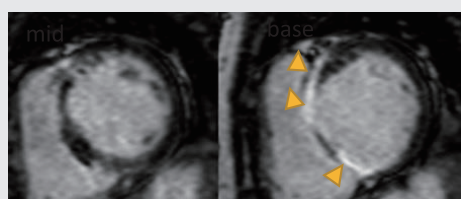
2021

Vol.54No.4

7月号 49~64頁

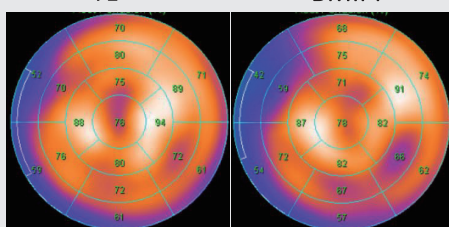
放射線診療研究会

1968年創刊通算262号(奇数月刊行)

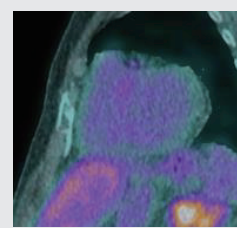
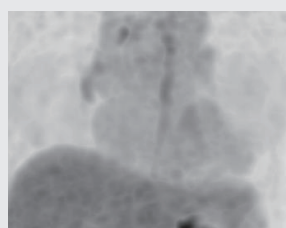
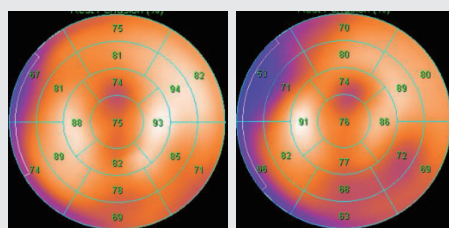
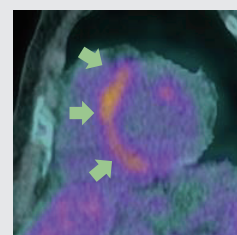
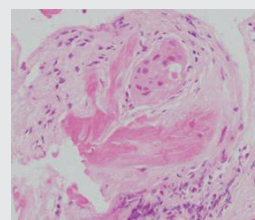
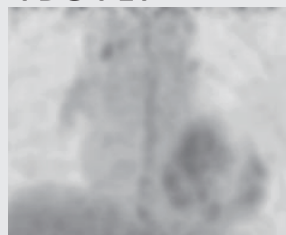
<http://www.meteo-intergate.com>(本誌論文検索用)

TL

BMIPP



FDG-PET



See Page 53

ホームページ・Online版 www.rinshokaku.com

[症例クイズ] 解答編(第921回 放射線診療研究会 報告)	50
須山 淳平	
[教育講座] ガイドラインだけではわからない心臓サルコイドーシスの診断と治療	53
百瀬 満	
[連載] 医療未来学から覗く未来の医療	
Vol. 3. 「人間拡張」がもたらす生と死の変化	58
奥 真也	
[コラム] 日本のエネルギーの将来について	61
飯沼 武	

症例クイズ

解答編(第921回 放射線診療研究会 報告)

須山 淳平¹⁾ SUYAMA Jumpei 岡崎 隆²⁾ OKAZAKI Takashi 橋本 順³⁾ HASHIMOTO Jun
 鳥井原 彰⁴⁾ TORIIHARA Akira 岩淵 雄⁵⁾ IWABUCHI Yu

前号では、第921回放射線診療研究会に行われた症例検討会で出題した問題を掲載しています。

【出題1】(出題：岡崎隆先生)

問題1(5)

問題2(2)(3)(4)

問題3(3)

問題3の設問の各疾患の代表的な病変部を表1にまとめる。

本問題は多発性内分泌腫瘍Ⅰ型(MENⅠ)の症例であった。MENⅠの疾患の特徴を表2にまとめる。

問題1の設問については、図1では、甲状腺両葉に境界不明瞭で、造影効果が異なる腫瘍性病変を認める。甲状腺左葉外側にも小さな腫瘍が認められ、副甲状腺腺腫が考えられる。図2では、両側副腎の小結節病変が認められる。図3のダイナミック造影CTでは、脾体尾部に動脈相より強く

今号で以下に解答および解説を提示いたします。

均一に造影される複数の結節病変が認められ、同様な造影効果をきたしている。以上より考えて、(5)に合致する所見で、MENⅠ型に合致する所見である。詳細は表2に述べられている。画像上はMENⅡ型に相当する選択枝(3)が最も鑑別を要することになる。問題2の設問では、MENⅠ型の病変を描出検査が問われている。副甲状腺、脾内分泌腫瘍、副腎腺腫に集積する核種ということで(2),(3),(4)が正答となる。実施に施行されたソマトスタチン受容体シンチ(図4,5)では、脾臓の結節性病変に明瞭な異常集積を認め、NETに矛盾しない所見であった。

脾臓の神経内分泌腫瘍(pancreatic neuroendocrine tumor; pNET)は、大部分が孤立発生であり、4.3%がMENⅠ型を背景に出現する¹⁾。ガストリノーマの症例のうち16.3%はMENⅠを背景に発生し、Zollinger-Ellison症候群による難治性消化管潰瘍

表1 問題3の選択枝に該当する疾患と合併する疾患について

- 1 結節性硬化症
心臓横紋筋腫、てんかん、顔面血管線維腫、脳腫瘍(上衣下巨細胞性星細胞腫)、腎血管筋脂肪腫、女性：肺リンパ管平滑筋腫
- 2 神経線維腫Ⅰ型(NF1)
カフェオレ斑、神経線維腫、皮膚病変、骨病変、眼病変、脳脊髄腫瘍(視神経膠腫、毛様細胞性星細胞腫など)、unidentified bright object(UBO)、消化管間質腫瘍(GIST)、褐色細胞腫、悪性末梢神経鞘腫、学習障害など
- 3 多発性内分泌腫瘍Ⅰ型(MENⅠ)
- 4 多発性内分泌腫瘍Ⅱ型(MENⅡ)
甲状腺髄様癌、副腎褐色細胞腫、副甲状腺機能亢進症
- 5 von Hippel-Lindau病
脳脊髄血管腫、網膜血管腫、腎細胞癌、副腎褐色細胞腫、脾腫瘍(脾嚢癌、ラ氏島腫瘍)、精巣上体嚢胞など

表2-1 多発性内分泌腫瘍Ⅰ型(MENⅠ)のまとめ

- ・ 2つ以上の内分泌腺に腫瘍を認める腫瘍症候群のⅠ型。
 - ・ MENⅠが原因遺伝子とされている常染色体優性遺伝疾患。家族性発症以外に散発例もある。原因遺伝子は11番染色体長腕上に位置する蛋白meninをコードしているがん抑制遺伝子(家族例では90%、散発例では50%に変異あり)。
 - ・ 発生頻度：1人/3万人程度。
 - ・ 副甲状腺、下垂体、脾臓・消化管内分泌腺を主要3組織として複数の臓器に腫瘍発生を認める。
 - ・ 本邦での罹病率
下垂体94.4%、脾臓49.6%、脾臓・消化管内分泌腺58.6%
- 診断基準：以下のうちいずれかを満たすもの
1. 原発性副甲状腺機能亢進症、脾消化管内分泌腫瘍、下垂体腺腫のうち2つ以上を有する。
 2. 上記3病変のうち1つを有し、一度近親者(親、子、同胞)にMENⅠと診断された者がいる。
 3. 上記3病変のうち1つを有し、MENⅠ遺伝子の病理性変異が確認されている。

1) 杏林大学医学部放射線医学教室 〒181-8611 東京都三鷹市新川6-20-2
 TEL：042-247-5511 FAX：042-276-0361 E-mail：suyama@ks.kyorin-u.ac.jp

Kyorin University School of medicine.

2) 平塚市民病院放射線診療科

3) 東海大学医学部専門診療学系画像診断学

4) 国保旭中央病院PET画像診断センター

5) 慶應義塾大学放射線科学教室

を発生する。

膵臓・消化管NETの82%は単発性腫瘍であるが、MEN1に合併するものでは、多発症例が多く、単発性は26.1%である。ガストリノーマや多発膵腫瘍症例は、MEN1に合併するものを考慮し、全身検索が望ましい¹⁾。なお、pNETは、von-Hippel Lindau病、神経線維腫症1型、結節性硬化症にも合併するので本疾患に特異的ではないため注意が必要である。

《参考文献》

- 1) 戸島史仁ほか. 腫瘍性病変 臨床放射線11. 2016;1433-1437
- 2) 本田浩ほか. 肝胆膵のCT・MRI

表2-2 MEN1に合併する疾患について

副甲状腺腫瘍

- ・副甲状腺4腺のびまん性あるいは結節性過形成が多い。
- ・40歳で90%、50歳までにほとんど100%合併する。
- ・血清PTHや血性Caの高値が著明となる。

膵内分泌腫瘍

- ・ガストリノーマ(40%)、インスリノーマ(10%)、非機能性腫瘍(20%)。
- ・低頻度：グルカゴノーマ、VIPやソマトスタチン産生腫瘍。
- ・微小腫瘍の多発が多い。
- ・ガストリノーマ：十二指腸・膵頭部に多く臓器転移やリンパ節転移を生じやすい。機能性では頻度が特に高い。

下垂体腫瘍

- ・発症平均年齢：30歳。下垂体腺腫が多い。
- ・プロラクチン(20～40%)、GH(5%)、同時産生(5%)、非機能性(5%)。

その他

- ・副腎皮質腺腫を比較的高頻度に認める。
- ・胸腺カルチノイド(男性、転移しやすい)、気管支カルチノイド。

【出題2】(出題：鳥井原彰先生)

当初右上葉肺癌が疑われ、病期診断目的で施行したFDG-PET/CTで多発リンパ節転移、骨転移が疑われた他、右上顎や前立腺にも限局した異常集積を認めた症例である。その後喀痰細胞診および経気管支肺生検が施行され、右肺上葉腫瘍は原発性肺腺癌の診断となった。また、右上顎歯肉病変についても生検が施行され、肺原発腺癌の転移と組織学的に診断確定された。前立腺病変についてはPSAが2.085 ng/mlと低値であり、泌尿器科診察でも前立腺癌は否定的と判断された。

その後肺癌に対する標準化学療法が著効し、4か月後のFDG-PET/CTでは原発巣と前立腺の集積を残し、異常集積はほぼ消失した。さらに8か月後にFDG-PET/CTを再検し、原発巣の集積のさらなる減弱、前立腺の集積の消失を認めた。経過におけるFDG-PET/CTの全身MIP正面像(図

11)、原発巣および前立腺のFusion画像(図12)を示す。組織診断は得られていないが、化学療法に対する反応性から前立腺の集積についても肺癌の転移であったものと臨床的に判断された。

〈解答〉問題1：なし、問題2：(1)(5)、
問題3：(3)(5)

問題1は正しい診断を下すのではなく、症例検討会の参加者の意見を募ることを意図したものであった。回答は(3)あるいは(5)が多かった。

口腔内の転移性腫瘍は2019年7月開催の症例検討会でも取り上げられた¹⁾。口腔における転移性腫瘍の発生頻度は1%程度とされ、肺癌の口腔領域への転移は骨と軟部組織でほぼ同数とされる^{1,2)}。口腔領域の転移を伴う悪性腫瘍症例で原発巣よりも口腔転移が先に診断されることは少なくないが、約3割程度である^{2,3)}。口腔転移の原発巣として

図11

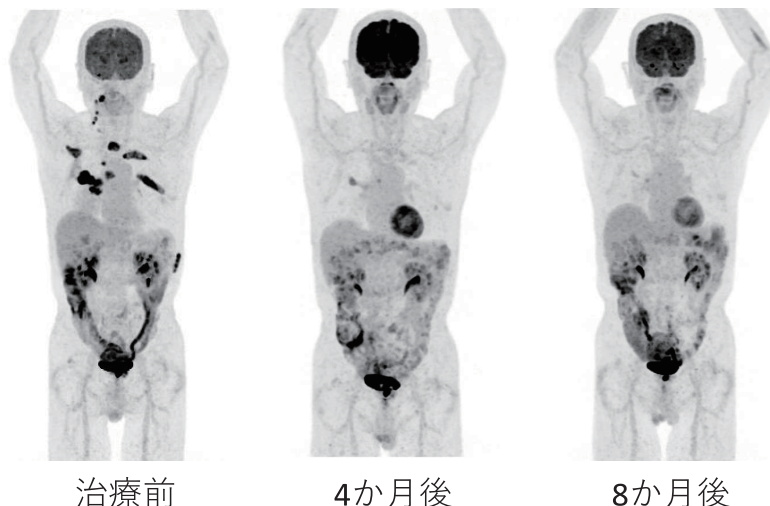
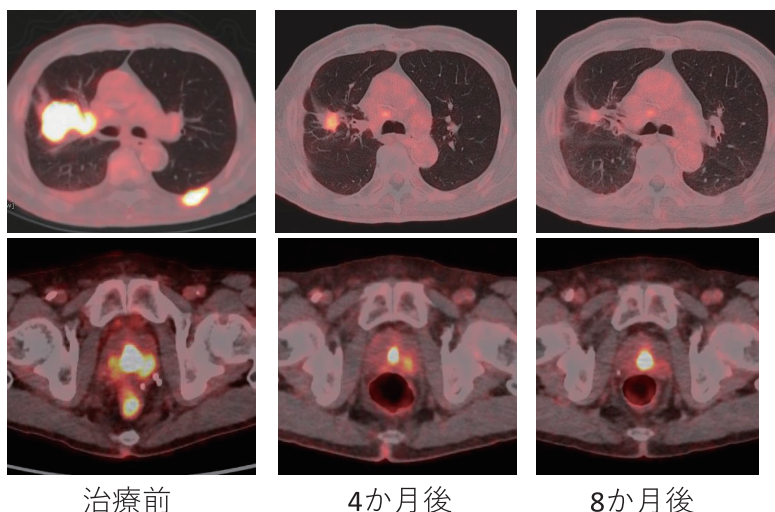


図12



男性では肺癌が最多、女性では乳癌が最多である²⁾。口腔転移を来す肺癌で最も多い組織型は腺癌である³⁾。以上から問題2の正答は(1)および(5)となる。

近年 TURP 後の患者で尿道外に FDG 集積を認めた症例が報告された⁴⁾。出題者も TURP 施行後の尿道外に FDG 集積を認めた症例を経験しており、この例では複数回のがん検診で再現性をもって集積が確認され続けていた(画像は非提示)。症例を蓄積した上での検討が望ましいが、TURP 後の尿道外集積は今回の出題症例のように経時的に減弱することはない可能性がある。

PSA は前立腺癌の有用な腫瘍マーカーであるが、低値(4.0 ng/ml 以下)の症例でも前立腺生検を行うと15.2%の症例で癌が検出されたという報告がある⁵⁾。偶然発見された前立腺の限局性 FDG 集積が生検で前立腺癌の診断に至る割合は62%としたメタアナリシスがある⁶⁾。悪性腫瘍の剖検例で前立腺に転移性腫瘍を認める割合は3%とした報告があり、一般的に想定されているよりは高頻度の印象である⁷⁾。⁶⁸Ga-PSMA-11 は前立腺癌の診断目的で使用される PET 製剤であり、2020年12月に米国 FDA で承認された。本邦でも今後使用可能となることが期待されるが、肺癌を含め他疾患にも集積を認めることがあり⁸⁾、生検の代用とはなり得ない。以上から問題3の正答は(3)および(5)となる。

《参考文献》

1) 須山淳平, 福島賢慈, 橋本順ほか. 症例クイズ解答編(第916回放射線診療研修会報告). 臨床核医学 2020;53:2-4

- 2) Hirshberg A, Berger R, Allon I, et al. Metastatic tumors to the jaws and mouth. Head Neck Pathol. 2014 Dec;8(4):463-74.
- 3) Kirschnick LB, Schuch LF, Cademartori MG, et al. Metastasis to the oral and maxillofacial region: A systematic review. Oral Dis. 2020 Aug 13.
- 4) Hekimsoy T, Gorur GD, Isgoren S, et al. Urinary Reflux Into the Prostate Gland and Seminal Vesicles: A Potential Pitfall in ¹⁸F-FDG and ⁶⁸Ga-PSMA PET/CT. Clin Nucl Med. 2020 Jul;45(7):536-537.
- 5) Thompson IM, Pauler DK, Goodman PJ, et al. Prevalence of prostate cancer among men with a prostate-specific antigen level < or =4.0 ng per milliliter. N Engl J Med. 2004 May 27;350(22):2239-46.
- 6) Bertagna F, Sadeghi R, Giovannella L, et al. Incidental uptake of 18F-fluorodeoxyglucose in the prostate gland. Systematic review and meta-analysis on prevalence and risk of malignancy. Nuklearmedizin. 2014;53(6):249-58.
- 7) Havva Erdem. Secondary Tumors of the Prostate. Journal of Urological Surgery. 2019;6(4):339-342
- 8) Pyka T, Weirich G, Einspieler I, et al. ⁶⁸Ga-PSMA-HBED-CC PET for Differential Diagnosis of Suggestive Lung Lesions in Patients with Prostate Cancer. J Nucl Med. 2016 Mar;57(3):367-71.

【出題 3】(出題：岩渕雄先生)

問題 1 (3)

問題 2 (4)

当初施行された Tl-BMIPP 2 核種同時収集

SPECT では、MIP 像にて BMIPP の肝臓への生理的集積が確認され、薬剤注射や撮像の不備の影響は考えにくく、患者側因子による BMIPP の無集積の所見と考えられた。運動負荷心筋血流シンチについて局所血流低下を認めず、心拡大や壁厚の異常は無いにも関わらず、BMIPP シンチはびま

んに低下しており、通常の虚血・梗塞や変性疾患による集積は考えにくい所見であった。したがって問題1の段階では(1)よりは(3)が考えやすい所見と思われる。その後施行された、FDG-PETでは積極的にサルコイドーシスを示唆する異常所見は認められなかった。以上の画像所見からは(4)のCD36欠損症が最も考えられた。

CD36は血小板、単球、マクロファージ、脂肪細胞の細胞膜に存在する糖蛋白であり、日本人の約3%に認められる。そのうち血小板と単球等でCD36が欠損するType Iは日本人で約0.3%程度である。CD36は心筋にも発現し、Type IのCD36欠損症患者の心筋組織では長鎖脂肪酸アナログBMIPPの取り込みが欠損する。CD36欠損症患者の心筋における長鎖脂肪酸の取り込み障害と心筋症や心不全との関連を示した報告は多いが、その関連に関しては明らかにはなっておらず、コンセンサスは得られていない^{1,2)}。

マウスによる検討ではCD36ノックアウトマウスには、心臓にエネルギーの障害や機能の障害は生じないことが報告されており、CD36欠損症では心機能は低下しないことが示唆されている³⁾。

CD36欠損症の患者群では、長鎖脂肪酸の受容体機能の低下により代償性に心筋への糖の摂取が亢進するものため、15時間以上の絶食下で心筋には¹⁸F-FDGの高度な集積認められる報告がある(図13)⁴⁾。一方で本症例では、心筋へのFDGの集積は認められず、その原因については不明であるが、長鎖脂肪酸とブドウ糖以外に心筋に取り込まれる中鎖あるいは短鎖脂肪酸やケトン体がエネルギー源とされているのかもしれない。実際、CD36ノックアウトマウスでは血漿中のケトン体濃度が高値であったとの報告もある⁵⁾。CD36欠損症によるBMIPPの集積パターンは撮影する日により変動があることも報告されており⁶⁾、日によって脂肪酸代謝と糖代謝が変動している可能性が考慮された。

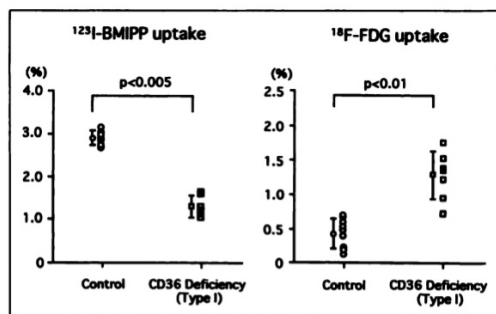


図13 CD36ノックアウトマウスでのBMIPPとFDGの集積の比較(文献(4)より)

CD36の欠損により、BMIPPの集積が低下し、FDGの集積が亢進している。

《参考文献》

- 1) Tanaka T, Sohmiya K, Kawamura K. Is CD36 deficiency an etiology of hereditary hypertrophic cardiomyopathy? *J Mol Cell Cardiol.* 1997 Jan;29(1):121-7.

- 2) 橋爪 俊和, 林 泰, 阪井 康仁ら. BMIPP心筋シチチ無集積およびI型CD36欠損を呈した心不全の. *医療* 54(10):453-456, 2000.
- 3) Kuang M, Febbraio M, Wagg C, et al. Fatty acid translocase/CD36 deficiency does not energetically or functionally compromise hearts before or after ischemia. *Circulation.* 2004 Mar 30;109(12):1550-7.
- 4) Fukuchi K, Nozaki S, Yoshizumi T, et al. Enhanced myocardial glucose use in patients with a deficiency in long-chain fatty acid transport (CD36 deficiency). *J Nucl Med.* 1999 Feb;40(2):239-43.
- 5) Nakatani K, Watabe T, Masuda D, et al. Myocardial energy provision is preserved by increased utilization of glucose and ketone bodies in CD36 knockout mice. *Metabolism.* 2015 Sep;64(9):1165-74.
- 6) Ito K, Sugihara H, Tanabe T, et al. A patient with type I CD36 deficiency whose myocardium accumulated ¹²³I-BMIPP after 4 years. *Ann Nucl Med.* 2001 Jun;15(3):271-6.

教育講座

ガイドラインだけではわからない心臓サルコイドーシスの診断と治療

Diagnosis and treatment of cardiac sarcoidosis not known by the guideline alone

百瀬 満 Mitsuru Momose

Keywords : FDG-PET, isolated cardiac sarcoidosis, BMIPP

《はじめに》

2016年に心臓サルコイドーシス(心サ症)の新たなガイドラインが作成されたが、その契機となったのが画像診断の進歩である。特に放射性薬剤のFDGを用いた心臓PET検査は心サ症の診断や治療に革命的な役割を果たしている。この新たな診断基準により、これまで診断が確定できずにいた多くの症例が心サ症と診断され、早期に治療を受けることが可能となった。しかし、FDG-PETの検査法と結果の解釈、治療開始後の画像検査の使い方など、臨床現場ではガイドラインだけではわかりにくい点が数多く残されている。本稿では筆者が、東京女子医科大学附属病院で数多くの心サ症のPET検査を実施し、画像の読影、画像解析、臨床像との対比を行った経験から、心サ症が疑われてから治療に至るまでどのようにアプローチすれば良いかを私見を交えて述べる。

尚、診療ガイドラインについては下記URLで

紹介されているので参照頂きたい¹⁾。

https://www.j-circ.or.jp/old/guideline/pdf/JCS2016_terasaki_h.pdf

《心サ症の病態と画像診断》

心サ症は原因不明の肉芽腫性疾患で、心筋内に炎症細胞が浸潤することで心筋細胞の障害をきたす病態である。症例により炎症浸潤の程度は異なるものの、治療を行わないと致死性不整脈の出現や高度の心筋障害による心不全がおり、予後不良である。新たな診療ガイドラインではこれらの心筋細胞への炎症浸潤の存在を画像化できるFDG-PETや初期の心筋障害を発見できる心臓MRIが早期診断のツールとして大変重視されている。表に診断基準を抜粋して紹介する。この中で診断基準(d)の⁶⁷Gaシンチについては感度が低く、FDG-PETでの診断をスタンダードとすると、感度36%と報告されている²⁾。また、当院で両者

表 心サルコイドーシス診断ガイドライン(2016年より抜粋・改変)

- | |
|--|
| <p>A. 心サルコイドーシスの診断基準 (2016 改変)</p> <p>1) 主徴候5項目中≥ 2項目陽性</p> <p>2) 主徴候5項目中≥ 1項目陽性 + 副徴候3項目中≥ 2項目陽性</p> <p>(1) 主徴候</p> <p>(a) 高度房室ブロックまたは持続VT</p> <p>(b) 心室中隔基部の非薄化または心室壁の形態異常(瘤, 非薄化, 肥厚)</p> <p>(c) 左室収縮不全(LVEF<50%) or 局所的壁運動異常</p> <p>(d) ⁶⁷Gaシンチグラム or FDG-PETで心臓への異常集積</p> <p>(e) 心臓造影MRIで心筋の遅延造影所見(LGE)</p> <p>(2) 副徴候</p> <p>(a) 心電図で心室性不整脈(non-susVT, 多源性or頻発するPVC), 脚ブロック, 軸偏位, 異常Q波のいずれかの所見</p> <p>(b) 心筋血流シンチで局所欠損</p> <p>(c) 心筋生検: 単核細胞浸潤および心筋間質線維化$\geq$中等度</p> <p>B 心臓限局性サルコイドーシスを疑う所見</p> <p>(1) 他臓器でサルコイドーシスの所見を認めない</p> <p>(2) GaシンチまたはFDG-PETで心臓以外の異常集積がない</p> <p>(3) CTで肺門縦隔リンパ節腫大(>10mm)を認めない</p> <p>1) 組織診断群: 心筋生検で心筋内に非乾酪壊死性類上皮細胞肉芽腫が認められる</p> <p>2) 臨床診断群: 心サルコイドーシス診断の主徴候の中で(d)を含む4項目以上陽性所見がある。</p> |
|--|

東京女子医科大学附属病院 画像診断・核医学科

百瀬医院 内科・循環器内科 〒167-0033 杉並区清水2-5-5 1F

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

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

Momose clinic, Cardiology and internal medicine

を比較した結果、 ^{67}Ga の陽性はFDGの高度陽性者($\text{SUV}_{\text{max}} > 10$)でのみ認められていた。従って、本症を疑った場合の検査としては安易に ^{67}Ga シンチを用いるべきではなく、PETが自施設にない場合にはPET保有施設に依頼することをお勧めする。

副徴候(b)心筋シンチによる局所欠損の検出により、心筋障害の程度を把握することができる。広範囲の欠損は末期の心サ症を示唆し、予後不良のサインである。図1に臨床経過と画像診断、病理との関連につきまとめた。FDG-PETは病初期の診断には非常に有用だが、末期になると活動性が低下して診断能は低下する。進行した心サ症ではSPECTによる局所集積低下やMRIの遅延造影(LGE)などを参考にして診断されたい。

《実臨床で心サ症の診断に至るプロセス》

心サ症を疑う臨床所見としては診断基準の主徴候に示される(a),(b),(c)があげられる。完全房室ブロック患者の11%に心サ症が見られたとの報告がある³⁾。同患者は人工ペースメーカを挿入されるとペースメーカーチェック外来のみ受診するケースが多く、心サ症であっても精査を受けずに悪化する例が少なくない。ペースメーカー手術の際に心サ症が除外されても、その後も心エコー検査を定期的実施し、心機能異常が出た時点で診断基準に沿った精査が必要である。心機能異常が出た場合の次の検査としては(d),(e)よりむしろ心筋SPECT検査(血流シンチや脂肪酸代謝イメージング)をお薦めする。心サ症では、BMIPPシンチの欠損像が血流シンチより広範囲で血流代謝乖

離があり、診断に有用である⁴⁾。MRIはペースメーカ挿入患者でも実施可能であるが、施設によっては困難な場合もあり、PETはSPECTで異常が出た症例にのみ実施することが望ましい。その他、VT/Vfや心不全を起こした症例の精査についての診断プロセスも図2で紹介したので参照されたい。また、心サ症の診断に際し、心臓以外のサルコイドーシスに特徴的な検査所見5項目注2項目以上を満たすこと¹⁾も確認することが肝要である。

《心サ症に対するFDG-PET検査法》

2018年に日本心臓核医学会は心サ症のためのFDG-PET/CT画像ガイドラインを日本語版⁵⁾、英語版⁶⁾で発行した。以下にガイドラインの概要を筆者のコメントを交えて紹介する。

1. 前処置

心筋の炎症をFDGで描出するためには心臓本来の生理的集積を抑制する必要がある。少なくとも検査前12時間の絶食時間を要する。可能であれば18時間の絶食時間を推奨するが絶食単独では生理的集積を認める例が少なくない。したがって、絶食前の食事内容として炭水化物制限食を併せて指導する。具体的には炭水化物が5g以下、可能であれば脂肪を多く含んだ食事を推奨する。脂肪食については十分なエビデンスはないが、理論上、脂肪摂取により心筋糖代謝が減少することが知られており、米国でも高脂肪食が検査の際に推奨されているという。筆者は患者の検査説明には献立の一例として塩胡椒で味付けした牛肉のステーキを勧めている。いずれにしてもこの前処置は正しい診断を下すために必須であることを患者に強く

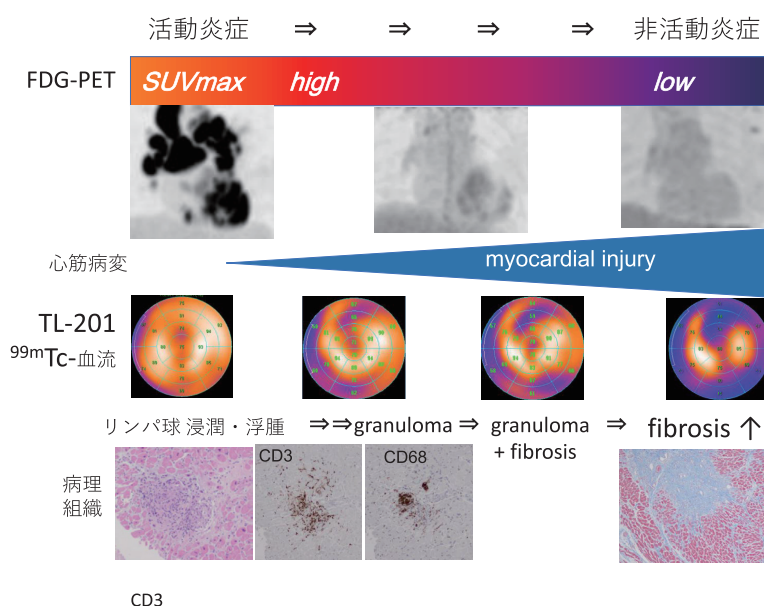


図1 心サ症の自然経過と病理・画像所見

説明し、遵守してもらうことが大切である。そのために当院では摂取可能な飲食と禁忌となる飲食内容をイラストで示し、説明に用いている(本誌HPコンテンツ内参照 <http://www.rinshokaku.com/contents/pdf/sec2/1.pdf>)。

2. 撮影方法

FDG-PETの投与量、撮影法については腫瘍PETに準じて行われる。全身像に加え、心臓のスポット撮影が必要で、1 bed 10分程度の撮影を追加する。その際注意が必要なのがPETとCTの位置ずれの問題である。この位置ずれを回避するためには両手を挙上させ、横隔膜の動きを制限するために腹部圧迫法を用いたり、CTの呼吸同期を行ったりすると良い。

3. 画像解析と評価

前処置が遵守されていたとしても心臓への生理的集積が見られることがある。それを判断する視覚的評価法が前述の画像ガイドラインに掲載されている。一般に局所への集積が強い場合(focal)には陽性と判断し、びまん性集積(diffuse)は代謝亢進による生理的集積と判断している。しかし、びまん性+局所集積(focal on diffuse)の場合、陽性と偽陽性が混在している可能性があり、MRIやSPECT画像も参照しながら評価すると良い。MRIであれば遅延造影領域、SPECTであれば欠損領域を中心にFDGが集積していれば陽性の可能性が高い。非炎症性心筋集積の原因として、虚血、心筋肥大、心不全、炎症性集積として心筋炎が挙げられる。これらは前処置が完ぺきであっても出現するので、画像パターンや心筋形態画像を参照しながら評価する必要がある。特に注意が必

要なのが肥大型心筋症で、前壁中隔基部のfocalな集積が心サ症と共通しているため注意が必要である。

心臓へのFDG集積を定量するために集積部全体にVOIを囲み、最も集積の高いPIXELカウントの標準集積値SUVmaxを測定する。また、腫瘍で算出しているように有意な集積領域の容積を求めるCMV(cardiac metabolic volume)、集積強度を加味したTLG(total lesion glycolysis)も炎症の活動性や領域の大きさを定量化する方法として推奨されており、治療効果の評価として参考になるかもしれない。

《心臓限局性サルコイドーシスについて》

表Bで示される診断ガイドにより心限局性サ症を診断するのだが、2)の臨床診断群で診断する際には、上記で記載したように、心サ症による炎症性集積かどうかについて十分な検討を行い診断することが必要である。肥大型心筋症にステロイド治療が行われたといったケースを耳にすることがある。

筆者が心限局性サ症の13例を非限局性14例と比較検討したところ、限局性で左室サイズが大きく($EDV\ 113 \pm 34$ vs. 85 ± 36 mL, $p < 0.05$)、心集積(SUVmax)が低値であった(4.51 ± 1.84 vs. 9.48 ± 4.93 , $p < 0.01$)。心サ症の自然経過として、左室障害が進行し、やがて炎症の活動性が低下してくることを考慮すると、心限局性サ症は比較的進行した時点で発見された活動性が低下過程にある症例と言えるかもしれない。発見時に他臓器の炎症がすでに鎮火しているために限局性として診断さ

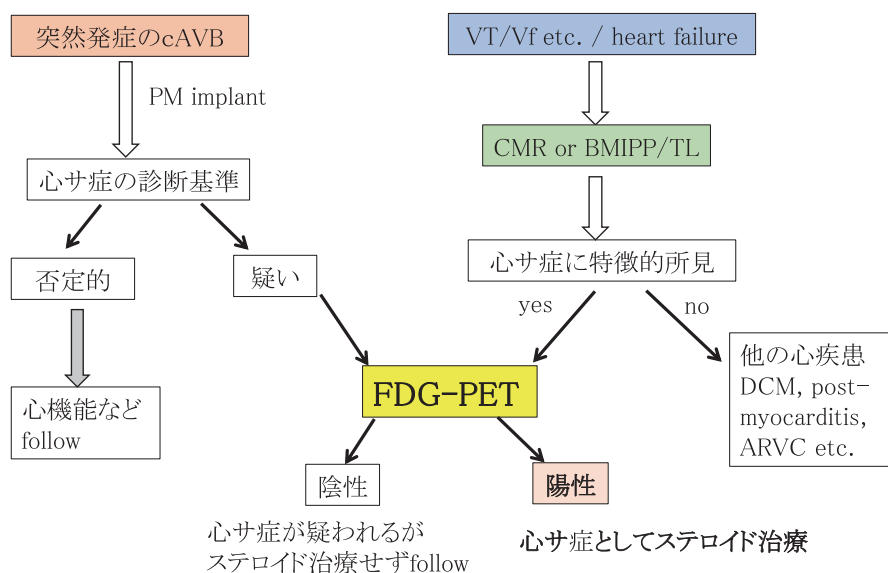


図2 心サルコイドーシス(心サ症)診断のためのプロセス

れる可能性がある。図3に筆者が経験した心限局性サ症の一例を提示する。68歳女性で画像診断から心サ症が疑われるも臨床的にも画像上も他臓器病変は指摘できなかった。心筋生検で図3Aのように肉芽腫性炎症所見が見られ、心限局性サ症と診断された。FDGの集積は比較的低く(SUVmax 3.15), 左室拡大もあり、心限局性サ症に特徴的所見と思われた。全身PET像でも他臓器に病変は見られなかった。BMIPP, TL2核種SPECTを実施したところ、前壁中隔基部に血流代謝乖離所見が見られ、心サ症に特徴的な画像所見であった。その後、ステロイド治療に反応し、心機能の改善が見られ、治療前に撮像したBMIPPの集積も改善が見られた。本症例にその後もFDG-PETでフォローしたところ、図3Bで示すように治療17ヶ月後に肺門縦隔リンパ節に集積が見られ、27ヶ月後には消失する経過を示した。心限局性サ症の定義として、縦隔肺門リンパ節腫脹がないという条件が示されている。本例もCT上リンパ節腫脹はないが、PETでサルコイド反応と思われる一過性の活動性を示したことから、心限局性と言っても心外組織の病変が潜在的に存在する可能性を示唆している。

その他の心限局性サ症例として心臓症状から始まる病態も指摘されている⁷⁾。房室ブロックや心室頻拍の発症を契機に発見されるが、このときに心臓以外に病変が見つからなくてもその後の全身の精査で現れてくる可能性があり、FDG-PETの定期的なfollowが必要と思われる。

《心サ症に対する薬物療法》

ガイドラインではプレドニゾロン(PSL) 1日30mgから開始し、2-4週間毎に5mgずつ減量していくレジメが推奨されている。2006年のガイドラインでは同じペースで5mgずつ減量しながら盲目的に5mgまで減量することが推奨されていたが、2016年ガイドラインではPETやGaシチの画像により活動性評価を確認しながら減量していく、としている。しかし、具体的にFDG-PETの結果による治療指針は明らかにされていない。当院ではFDG-PET検査を治療前、治療後6ヶ月毎に検査を実施、随時BMIPP-TL/Tc血流SPECTも実施し、FDGの心筋集積の増減を観察しながらPSLを調整した。その調整の方法は担当医師に任されたが、経過中の心イベント(致死性不整脈の発生、心不全、死亡)の発生とFDG集積(SUVmax)の関係を36例の心サ症患者を対象に調査した。その結果、心イベントを発生した群が直近のFDG-PETでSUVmaxが未発生群と比べ有意に高値であり(6.15 ± 3.94 vs. 2.76 ± 1.22 , $p < 0.001$), SUVmax 3.5を閾値としたとき、心イベント発生予測の感度、特異度は75%, 82%であった。この結果からPETを用いた経過観察中のPSLの調整において、心筋集積SUVmax > 3.5をPSLの増量する1つの目安にすると良いと思われる。PSLの副作用を考慮するならば1日10mg以下まで減量できなければメトトレキサートなどの免疫抑制剤の併用が望まれる。PSL以外の免疫抑制剤に関しては今後の研究が待たれるところである。

薬物治療以前に心サ症の予後予測因子として知

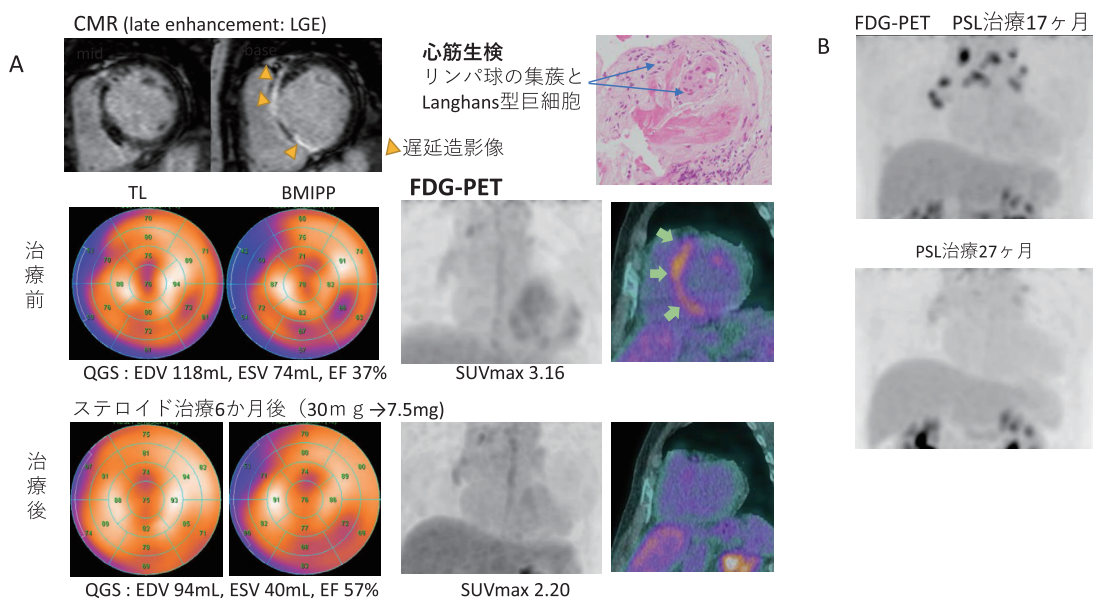


図3 心臓限局性サルコイドーシスが疑われた68歳女性

られているのが発見時の心筋障害の程度である。当院でもBMIPPの欠損スコアが心イベント例で有意に高値を示しており⁸⁾、スコアが高いほどPSLの維持量も高くなっていることから、心筋障害が進んでからの薬物治療ではPSLの需要量が増えると考えるべきである。

《おわりに》

心サ症の診断、検査法、検査結果の解釈、治療についてガイドラインの隙間を埋める形で述べた。心サ症は進行性の難治性心筋疾患であり、臨床現場で誤診し見逃すことにより、治療抵抗性になりやすい。なるべく早期発見早期治療をお願いしたい。画像診断についてはFDG-PETを診断目的だけでなく、経過中の治療指針として用いてもらいたい。また、BMIPPや血流SPECTは心筋障害のモニタリングに有効な武器であり、予後予測にも有用であることから、少なくとも治療前には必ず実施してもらおうと、薬物療法のみならず非薬物療法の必要性(致死性不整脈や心不全に対するデバイス治療の指針)を予測する上で役に立つであろう。

本稿を執筆するに当たり以下の先生方に協力を得た。

《謝 辞》

東京女子医科大学循環器内科	今村泰崇 先生
	渡邊絵里 先生
同 画像診断学・核医学分野	山本篤志 先生
	長尾充展 先生
同 病理診断科	宇都健太 先生

《文 献》

1)厚生労働省難治性疾患政策研究事業「特発性

心筋症に関する調査研究」班 2016年版 心臓サルコイドーシスの診療ガイドライン。

- 2) Okumura W, Iwasaki T, Toyama T, et al. Usefulness of fasting ^{18}F -FDG PET in identification of cardiac sarcoidosis. J Nucl Med 2004;45:1989-98.
- 3) Yoshida Y, Morimoto S, Hiramitsu S, et al. Incidence of cardiac sarcoidosis in Japanese patients with high-degree atrioventricular block. Am Heart J 1997;134:382-6.
- 4) 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.
- 5) 汲田伸一郎, 吉永恵一郎, 宮川正男, et al. 心臓サルコイドーシスに対する ^{18}F -FDG PET 検査の手引き 2018 年改訂. 2018.
- 6) Kumita S, Yoshinaga K, Miyagawa M, et al. Recommendations for (18)F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography imaging for diagnosis of cardiac sarcoidosis-2018 update: Japanese Society of Nuclear Cardiology recommendations. J Nucl Cardiol 2019;26:1414-1433.
- 7) Kandolin R, Lehtonen J, Graner M, et al. Diagnosing isolated cardiac sarcoidosis. J Intern Med 2011;270:461-8.
- 8) Yamamoto A, Nagao M, Watanabe E, et al. Prognosis and recurrence in cardiac sarcoidosis: Serial assessment of BMIPP SPECT and FDG-PET. J Nucl Cardiol 2021.



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
 製品に関するお問い合わせ先 ☎ 0120-07-6941

nihon
medi+physics

処方箋医薬品[※]
 放射性医薬品・骨疾患診断薬

薬価基準収載

クリアボーン®注

放射性医薬品基準ヒドロキシメチレンジホスホン酸
 テクネチウム ($^{99\text{m}}\text{Tc}$) 注射液

注) 注意-医師等の処方箋により使用すること

■効能・効果、用法・用量、警告・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。

®:登録商標

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。

<https://www.nmp.co.jp> 2019年11月作成

連 載

医療未来学から覗く未来の医療

Vol. 3. 「人間拡張」がもたらす生と死の変化

The future in medicine from a medical futurologist's perspective

Vol.3: Paradigm shift of life and death brought about by Human Augmentation Technologies.

奥 真也 OKU Shinya

医療未来学者・医師

Key Words : Virtual Reality, Augmented Reality, Human Augmentation

この連載では、「医療未来学」(medical futurology)の立場から2030年、そして2040年に実現すると思われる「未来の医療」の部品をご紹介します。3回目の今回は、コンピューターを使って人間という概念を広げていく世界観をお話します。

いきなり「人間拡張」というと面食らう人も多いかと思います。仮想現実(Virtual Reality, VR)や拡張現実(Augmented Reality, AR)と言われているうちはまだなんとなくわかるけど、人間を拡張されてもなあ、俺は俺だし、もう拡張しようはない、この腹回り以外には…というところでしょうか。でも、そういうあなたも、この記事を読んでも読んでいただければ、拡張の可能性にワクワクしていただけることと願っています。

《人間拡張とは》

まずは、情報工学者でソニーの研究所にも長くいらっしゃる東京大学情報学環・暦本純一教授の提唱する人間拡張の4要素をご覧ください(図1、出典「人間拡張が築く未来」暦本純一)。この図の中心にあるIoAとはInternet of Abilitiesで、IoT(Internet of Things、家電などあらゆるものがインターネット化することを指す語)とのアナロジーで作られた造語。人間の能力をありったけ拡張してしまおう、という提言です。人間を拡張する方向として4つ、身体、知覚、認知、そして、存在そのものも含まれている、としている点を興味深く思います。

このうち、上に向かっていく身体軸はまだ想像が付きやすいでしょうか。義手や義足などの昔からある身体補助具もそうですし、時計のように腕につけたり、指環のように装着したりして、人間の五感に代わっていろいろなセンシングを行ってくれるウェアラブルデバイスもこの範疇に入りま

す。

左側に向かうAR/VRの軸は、コンピューター技術が応用される分野としては、ここのところ最も活発なものでもあるし、先進事例を見た方も多いと思います。ARは「現実感を増す」ということであり、既に存在する信号や情報を増幅するもので、VRは「仮想的に現実を作り上げる」ということなので、もともとは存在しない信号や情報を存在する状況に昇華するものであるため、もとの発想は異なるものの、我々人間の視覚や聴覚などの五感を技術によって強化するという意味では相互に大きく異なるものではないと筆者は認識しています。こういった技術によって、本来は聞くことができないような遠くの小さな音や可聴域にない音(超音波)を聞けるようにするとか、見えるはずのない扉の向こう側の風景や身体の中の解剖が見えるようにするなどの実例をもとに想像してもらえるとよいと思います。

当然ながら、わかりやすい応用として、視覚障害者や聴覚障害者、あるいは高齢者に視聴覚情報を提供し、例えば視覚情報を皮膚感覚などに置き換える(感覚置換と呼ばれる)などが考えられるでしょうし、障害者や高齢者に限らずとも、一般に誰にでもその人が本来持ちえないレベルの情報を提供することが容易に実現できます。

下に向かう「認知」の拡張について、暦本教授は、「我々が何かを理解したり習得したり

するプロセスそのものを拡張する」と説明するのですが、一見何を意味しているのかわからないかもしれません。例えば、野球やゴルフなどのスポーツ選手が自分のフォームを映像で見ることによってフォームの欠点を理解することができるように、本来その人の持つ視覚情報(等)では実現しえない視点を「対外離脱的」に提供するものがこ

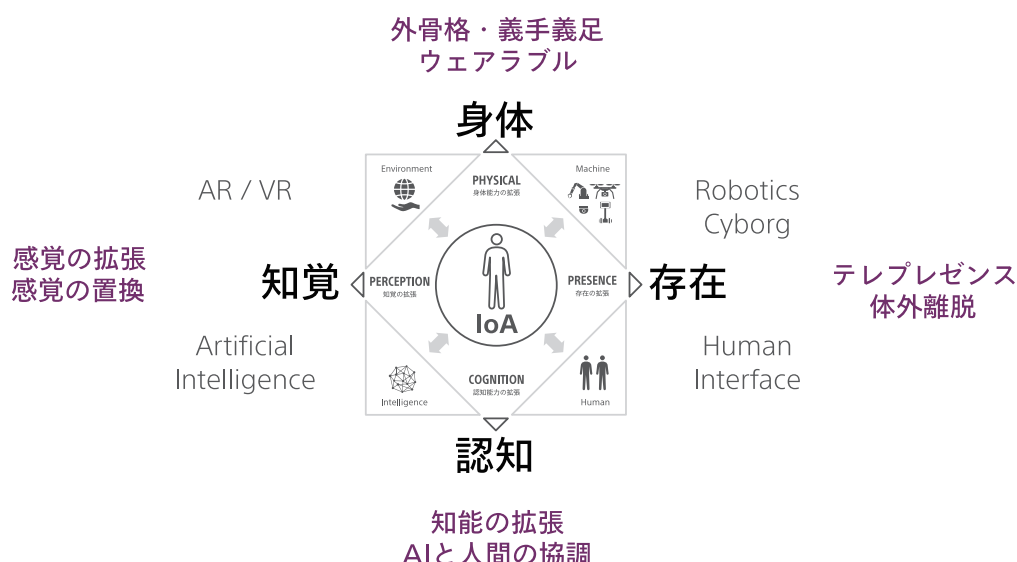


図1 人間拡張の4方向 (出典:「人間拡張が築く未来」)

れにあたります。つまり、本人の「目」や「身体」から離れた第三者の視線だということです。

右に向かう軸である「存在」の拡張とも相互に関連し、人間拡張することの本来的な意義を実現するために重要なものです。医療への応用に実際の使用シーンを求めながら、この点をもう少し詳しくお示ししたいと思います。

《医療への応用は始まっている？》

VRの普及という意味では、Facebook子会社であるフェイスブック・テクノロジーが開発するOculus(オキュラス)が、一歩先んじています。市販価格も最新機種のOculus Quest 2で3-4万円程度と手が届くものです。いまは、VRを用いたゲームソフトが優勢で、(囲碁以外の)ゲームをあまりやらない私にはピンとこないものもありますが、ゲームのシナリオ内に入り込めるいわゆる「没入感」は凄くて、これからの可能性を十分に感じさせるものです。

医療に応用するシーンはさまざまに考えられる



図2 認知症を体験するVR(出典: VR Angel Shiftサイトから)

のですが、すでに現実化しているVRの例としては、認知症の家族が、認知症患者さんから見えている世界を体験し、介助や患者さん理解のために役立てようとするVRがあります。これは、認知症患者さんが実際に生活している環境をVR技術で再現し、家族や介護専門職、一般のかたなどに体験してもらうというものです。国内外にいくつかのプロジェクトがありますが、比較的よくできているプロジェクトのサイトを示しておきます(VR Angle Shift <https://angleshift.jp/dementia/>) (図2)。

この認知症体験サイトはよくできているものではありますが、これを例として出すことに私なりの躊躇はあります。というのも、このくらいの応用が人間拡張技術の医療への応用の本線だとは全く思えないからです。

一旦医療から少し離れても、身体能力が落ちて旅行に行けなくなった人に好きな場所に旅行に行ったように体験できるVRも多くあります。コロナ禍でリアルな修学旅行ができなかった高校生がJTBなどのVRサービスでせめてバーチャル京都(バーチャル台湾、バーチャル北海道…)を楽しんだことはニュースにもなりました。また、3Dプリンターで歯応えや味が本当のステーキと同じような食事感を味わえる技術(ミートテック <https://meatech3d.com/>) (同社は自社の3D肉をMeat 2.0と呼んでいます)を用いて、単なる肉の提供だけでなく、歯が悪くなったり、嚥下の問題が生じてきたりする高齢者も含め、人生のどの時期でもよりリアルな食事体験をし続けられるようにするプロジェクトなども興味を惹きます。

《生と死の境目は変わっていく》

ちょっと違う視点の話ですが、このような人間拡張技術は、人間の生と死の境目も変えることにつながってくると思います。「人間らしく生きるには」、せめてこの範囲は、自力でやりたい、という思いは誰しもあると思います。「周りに迷惑をかけたくない」という表現は、高齢者からよく聞きます。この言葉が本心の吐露であるか、社会的な眩きであるかは人にもよるかもしれませんが、もし人間拡張の力を借りて、人間らしい活動を自分で続けられるようになれば、生をもっととことん楽しめるようになるのではないのでしょうか。

一方では、死ぬ直前に走馬灯のように人生を振り返ったり、その走馬灯を家族や仲間と共有したり、死んだ後の(自分が居なくなった後の)家族が自分を失っても強く生きていく様子(とか)を連ドラの予告編のように見ることもできるようになるかもしれません。そういうドラマを見たいかどうかは別として…

《人間拡張の未来形》

人間拡張理論の話に戻ります。IoAによって人間の範囲が拡大すると、その人ひとりの問題ではなく、人間相互間でタスクを分散したり、その分野が得意な人にタスクを委譲したりすることによって、全体の作業効率が格段にようになることは容易に予想できます。ちょうど、蟻や蜂が、それぞれの個人(じゃないか。個蟻?)のパフォーマンスを超えて、アリエないくらいのチーム力を発揮するようなことを思い浮かべてもらえればよいと思います。

その場に居ない他者の感覚を代行したり、遠隔地のロボットやひいては人間の感覚に入り込んだりまでの状況を成し遂げることによって、そのパフォーマンスはさらに拡大することが予想されています。20世紀後半のSF小説(William Gibson「Neuromancer」, 1984)にちなんでJack-inと暦本教授が呼ぶこの「他人に入り込む技術」までが実現できれば、皆さんがよくご存じの「ダビンチ」を用いた手術でも、その分野の医療の専門家が居ない遠隔地に発生した急病の患者さんを遠く離れた別の町に居る医師が執刀することをスムーズに行えることになると思うのです。これははもとと開発の経緯であったわけですが。

《今はまだおもちゃだけど…》

人間拡張の技術は、今後、医療の世界にも確実に押し寄せてきます。テクノロジーの進化を観察していると、最初はおもちゃ程度だったものが、数年で成長して一大プロジェクトになることを何度も経験しています。人間拡張技術から目が離せません。

今回は、治療アプリや、もう少し広く薬のDX(digital formation)化について、お話ししたいと思います。

《参考文献》

「人間拡張が築く未来」東京大学大学院情報学環紀要 情報学研究 N.100 暦本純一 https://www.iii.u-tokyo.ac.jp/manage/wp-content/uploads/2021/03/100_3.pdf

「未来の医療年表」講談社現代新書 奥真也

核医学装置QC用線源

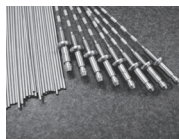
装置のデータ精度に心配ありませんか？

ガンマカメラ検出器
精度管理用線源



⁵⁷Co 370MBq

PET検出器用校正線源



⁶⁸Ge

ドーズキャリブレーション用
チェック線源



⁶⁸Ge 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 Radioisotope Association

医薬品・アイソトープ部 放射線源課 TEL: 03-5395-8031 FAX: 03-5395-8054

〒113-8941

東京都文京区本駒込2-28-45

製品輸入元

株式会社 千代田テクノロ **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

コラム

日本のエネルギーの将来について

飯沼 武 IINUMA Takeshi

QST放射線医学総合研究所名誉研究員（医学物理士）

《はじめに》

本稿で読者の皆様に知って頂きたいことは、日本の将来のエネルギーについてであります。とくにその基本となる電気です。私たちは職場や家庭でふんだんに電気を利用しておりますが、もし停電したら本当に困ってしまいます。私は日本のエネルギーの現状から将来の状況、とくに私たちの子孫が安心して暮らしていけるようなエネルギーを確保することを考えて見たいのであります。読者の皆様のご批判を頂きたい。

《日本のエネルギーの現状》

日本のエネルギーの現状についてご説明しましょう。我が国は極東の島国であること、また資源に乏しいことから、エネルギーの大部分を外国から輸入しています。日本のエネルギー自給率は2010年までは20%程度でしたが、2011年の福島事故以後、原発の長期停止の影響で7%に落ち込みましたが、最近では再生可能エネルギーの開発のお陰で2018年現在12%程度になっております¹⁾。輸入は石炭と原油ですが、多くを中東諸国に依存しております。

ドイツは福島以降、脱原発を唱え再生可能エネルギーの利用を主張しておりますが、我が国とは根本的に異なる事情があります。一つはドイツがEU内の国で送電網が整備されており、いざとなればいつでも電気を購入することができます、二つはドイツ国内に石炭が豊富にあり、それを利用することができます。ドイツは日本とはこんなに異なっており、参考にはならないことに留意しなければなりません。ただ、ドイツ国内でも現在のエネルギー政策に対する批判はあるようですが²⁾・・・隣国フランスはドイツと違い、原発の推進国であることはよく知られています。

次に、とくに日本では福島原発事故以後、原子力に対する拒否反応が強く表れています。その原因は放射線が少しでもあれば、発がんなどの有害なことがおこるという直線閾値なし仮説(LNT仮説)が人々の間で広く信じられているためだと思います。最近、LNT仮説に反対する論文が多

く出版されるようになりました³⁾。すなわち、低線量放射線には閾値があり、ある線量以下では有害な事象は発生しないだけでなく、むしろ益があるという説まであります。また、私たち人類は放射線、放射能と共存してきました、人類の最初の頃は今の10倍くらいの放射線が存在していたようです。私たちの身体の中にはK40というカリウムの放射性元素があり、ヒュUMANカウンターで計ると必ずK40のガンマ線が検出されるのです。ついでに申しますと、私たち日本人は一人当たり4ミリ・シーベルト/年の医療被ばくを受けております。これは世界一でありますし、1ミリ・シーベルト/年の線量限度の4倍にあたります。とくに医療におけるX線検査と福島の放射線とが違っている人がいるということを知ったことがあります。これは完全に同じです。

福島原発では放射線による死亡事故は0だったのに、避難関連死は2000人以上にのぼりました。原発は事故をおこさないことが前提ですが、もし起ったとしても福島程度でしたら、避難しなかった方がよかったです。この点がチェルノブイリ事故とは根本的に異なりなます、チェルノブイリでは放射線による死亡が発生しております。

《日本の将来のエネルギーについてー私見》

本節では私の意見を述べさせていただきます。皆様のご意見も是非、お聞かせ下さい。まず、エネルギー・ミックスについてですが、CO₂削減のためにも今話題になっている再生可能エネルギー(太陽光と風力)を利用することになりますが、これらの再生可能エネルギーは不安定なことが考えられます、今後蓄電技術の進歩によって状況は変化すると考えられますが、ベースロード電源として原子力や火力などが上げられます。

まず、火力はCO₂を放出するので好ましくありませんが、高効率のCO₂排出の少ない石炭火力を開発する必要があると考えます。もう一つは原子力発電です。原発は福島事故以後、すっかり悪者にされてしまいましたが、原子力エネルギーは核分裂によるものと核融合によるものがありますが、

このエネルギーは人類の将来にとって不可欠であります。原発は事故をおこさないように安全対策をとる必要があります、今後事故をおこしにくい原子炉の開発を目指すことが期待されますが、国民の放射線恐怖症の元になっているLNT仮説に対する考え方を直すことが私たち、放射線専門家の責任であると考えます。この二つをベースロード電源として、再生可能エネルギーを補っていきます。

エネルギー・ミックスの将来は技術の進歩によって変化するでしょうが、日本政府の見通しでは、2030年が石炭26%、天然ガス27%、石油3%、原子力20-22%、再生可能エネルギー22-24%となっております⁴⁾。私は将来、原子力の割合をもっと増やすことが必要と考えております。化石燃料はいずれ資源が枯渇する日がやってきますし、CO₂を排出する可能性があるからです。

原子力の将来性は国民の放射線に対する恐怖症を如何に減らすかにかかっていると思います。原子エネルギーは人類にとって必要不可欠なもので、とくに今後実用化されるであろう核融合のエネルギーは水素が原料ですので無尽蔵です。今後は放射線に対する考え方を改めてゆく必要があります。これには長い時間がかかることではありますが、どうしてもやり遂げなければならない課題です。しかし残念ながら、直線閾値なし仮説(LNT仮説)は専門家の間でも意見の一致がありません、専門家の研究と討論が必要です。

《おわりに》

福島原発事故10年にあたり、我々日本人の将来

のエネルギーについて、私見を述べました。日本は島国であること(電気を隣国から買えないこと)、資源がないことを考慮しますと、再生可能エネルギーのほかに、ベースロードの安定電源として原子エネルギーが必要であることをお伝えしました。勿論、原子力発電の安全性は十分に確保しなければなりません、一方で低線量放射線はそれほど怖くないことを国民の皆様にはわかって頂けるように我々も努力しなければなりません。

・本エッセイの内容に関連する利益相反事項はありません

《文 献》

- 1) 資源エネルギー庁「日本のエネルギー2020年度版」
- 2) 川口マーン恵美, 佐藤敏秀対談: 理想と現実のギャップに直面するドイツのエネルギー政策ー我が国がドイツから学ぶべきことー, ひろば498号; 3-32, 2020年(令和2年)1月
- 3) 須藤鎮世: 福島へのメッセージー放射線を怖れないで, 幻冬舎ルネッサンス新書130, 2017年2月
- 4) 資源エネルギー庁「第5次エネルギー基本計画」(2018年発表)

《謝 辞》

宍戸文男先生(福島県立医科大学名誉教授)に深謝いたします。参考文献の「ひろば」は先生から頂いたもので、東北エネルギー懇談会の広報誌です。

編集 後記

この記事を書いている7月初旬、東京オリンピックは数の制限はするが観客を入れての開催の方向だ。この数カ月、開催の是非について議論が続いていた。やれば東京の街は感染者が急増して医療崩壊するという専門家の意見が支配的で、反対意見の声はかき消されるほどである。しかし、オリンピックをやるやらないという新たなパラメータを追加して感染状況を予測することはより複雑だ。ワクチン接種が進む中、重症者の今後の推移も定かでない。専門家はこれまで過大な評価で、あまり予測が当たっていない。理由は、国民が日々公表される感染者数を見ながら行動を変えているからであろう。私もオリンピックを行えば本当に医療崩壊してしまうのか、全くわからない。誰もわからないのに一方的な方向に進むのは大きな声に同調して突き進む一種のポピュリズムではないだろうか。50年に1回開催という貴重な機会を与えられ支えてきた大会関係者や出場を目指す選手たち、開催されれば感動・感激を与えられる国民の期待を無視して「ただのスポーツのお祭り」と叫ぶのはあまりに酷では無いだろうか。私は以前からオリンピックは今年行う、で計画を固定して対策を練るべきと考えていた。開催するというパラメータを固定して考える方が目指すところは明確になる。その結果、感染状況がどうなるか、私は研究者の端くれとしてそのデータを是非みてみたい。ワクチン接種と並行して行う個々の感染対策、国民の適切な自粛活動が実を結び、さらにオリンピックで日本人の活躍に感動し、成功に導かれることを願いたい。

(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（¹¹¹In）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（¹¹¹In）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 富山化学株式会社

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://fftc.fujifilm.co.jp

輸入先：Mallinckrodt Medical B.V.（オランダ）

2018年10月作成

Canon

それは未来を見据えた高画質。
PET-CTは、いまデジタルを纏う。



キヤノンメディカルシステムズは、将来にわたって幅広いニーズに応えるため、高画質と高い汎用性を併せ持つPET-CTを開発しました。

最新技術を惜しみなく投入することで高画質と低被ばくを実現するとともに、医療従事者の安全や病院経営まで貢献します。

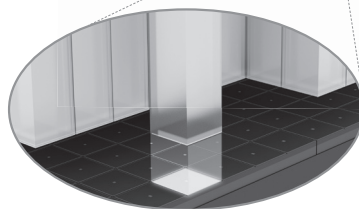
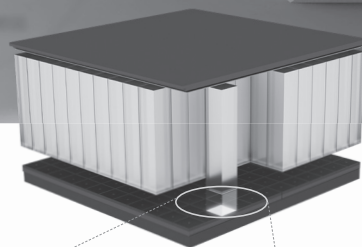
最先端の技術をもっと多くの人に、

新デジタルPET-CT Cartesion Prime 誕生です。

次世代デジタルPET-CT

Cartesion Prime

【販売名】 PET-CT スキャナ Cartesion Prime PCD-1000A 【認証番号】 301ACBZX00003000



New Digital PET Detector

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

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)

〒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, 汲田伸一郎, 高橋美和子, 橋本 順, 丸野廣大,

南本亮吾, 百瀬敏光

2021年7月20日発行