

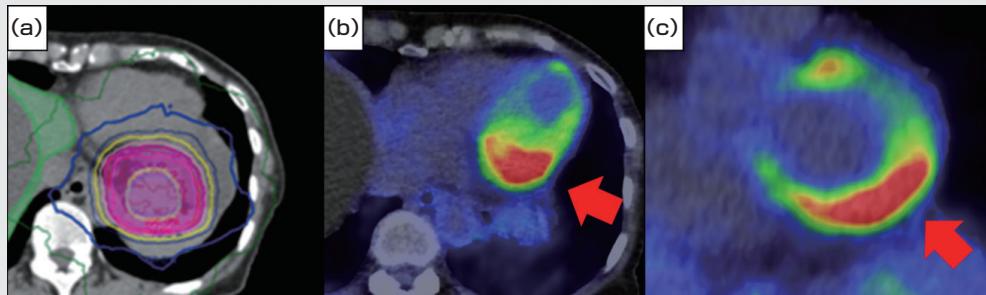
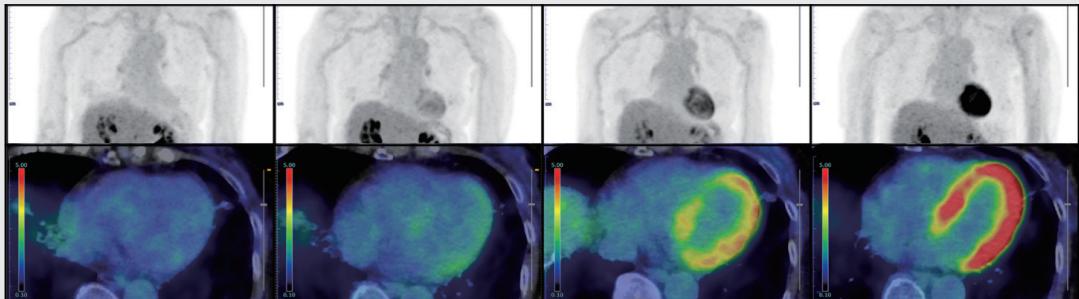
NUCLEAR MEDICINE IN CLINIC

2025
Vol.58 No.6

11月号 81~96頁

放射線診療研究会

1968年創刊通算288号(奇数月刊行)

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

See Page 86

ホームページ・Online版 www.rinshokaku.com

[症例報告] 鼻副鼻腔発生の軟骨肉腫の一症例 82

高橋 正輝

[総 説] Cardio-oncologyにおける画像診断とFDG PET/CTの可能性 86
真鍋 治[リレー講座] 特集 神経内分泌腫瘍の内用療法の導入及び現状
医学物理士によるPRRTのDosimetryについて 91
中村 哲志

症例報告

鼻副鼻腔発生の軟骨肉腫の一症例

A Case Report of Chondrosarcoma of the Nasal and Paranasal Sinuses

高橋 正輝¹⁾ TAKAHASHI Masaki 竹下 祐平¹⁾ TAKESHITA Yuhei 須山 淳平²⁾ SUYAMA Jumpei
 荻生 怜奈¹⁾ OGII Rena 高島 一²⁾ TAKASHIMA Hajime 横山 健一¹⁾ YOKOYAMA Kenichi
 刑部 こずえ³⁾ OSAKABE Kozue 鬼塚 裕美⁴⁾ ONIZUKA Hiromi 柴山 隆宏⁴⁾ SHIBAYAMA Takahiro
 柴原 純二⁴⁾ SHIBAHARA Junji

Key words : ¹⁸F-FDG PET/CT, chondrosarcoma, head and neck tumor

はじめに

軟骨肉腫は軟骨の形成を特徴とする原発性骨悪性腫瘍であり¹⁾、骨肉腫に次いで頻度が高い²⁾。好発部位は大腿骨、骨盤骨・上腕骨・脛骨・肋骨であり、頭頸部での発生率は軟骨肉腫全体の1～12%と稀である²⁾。今回、稀な鼻副鼻腔発生の軟骨肉腫を経験した。頭頸部軟骨肉腫はその希少性や数十年に及ぶ分類の変化から画像所見についての知見が少なく、文献的な考察を含め報告する。

症 例

患者：50歳台 男性

主訴：左眼の視力低下、霧視 鼻閉

現病歴：受診1年以上前から左眼の視力低下、霧視を、1か月前から鼻閉を自覚した。近医眼科を受診したが原因は判然とせず、精査目的に当院を紹介受診した。

既往歴・家族歴・血液検査：特記事項なし

眼科的診察にて有意所見は認めず、精査目的に各種画像検査が施行された。

非造影CTでは鼻腔および篩骨洞の内腔に膨隆する径4.2×4.3×3.8cmの分葉状腫瘍を認めた。腫瘍は全体に筋肉よりわずかに低吸収を呈しており、綿状、輪状、弧状の石灰化を伴っていた。鼻中隔の破壊性変化や周囲骨壁の菲薄化も認めた(図1)。

MRIでは、脳実質と比較しT1WIにてわずかな低信号、T2WIで等～高信号が混在していた。高b値の拡散強調像で高信号を認めず、ADC mapでは全体に高信号を呈した(図2)。造影にて辺縁優位の不均一な増強効果を認めた。また、腫瘍内部には石灰化を示す低信号や骨髓脂肪を示唆する信号を示す領域も認められた。

¹⁸F-FDG PET/CTでは腫瘍辺縁優位に不均一に軽度の集積(SUVmax 5.8→8.1)を認め、造影MRIでの辺縁優位の増強効果に概ね一致して見えた(図3)。不均一で局的に強い異常集積を認め、周囲進展傾向の強い悪性腫瘍と考えられる。その他に明らかな異常集積は認められず、リンパ節および遠隔転移は認めなかった。



図1 非造影CT横断像にて膨隆性に発育する腫瘍性病変を認め、内部に綿状(a)、弧状(b上矢印)、輪状(b下矢印)の石灰化がそれぞれ認められる。

1) 杏林大学医学部放射線医学教室 〒181-0004 東京都三鷹市新川6-20-2

TEL : 0422-47-5511 E-mail : masaki0821@ks.kyorin-u.ac.jp

Department of Radiology, Kyorin University School of Medicine

2) 杏林大学医学部付属杉並病院放射線科

3) 杏林大学医学部耳鼻咽喉科学教室

4) 杏林大学医学部病理学教室

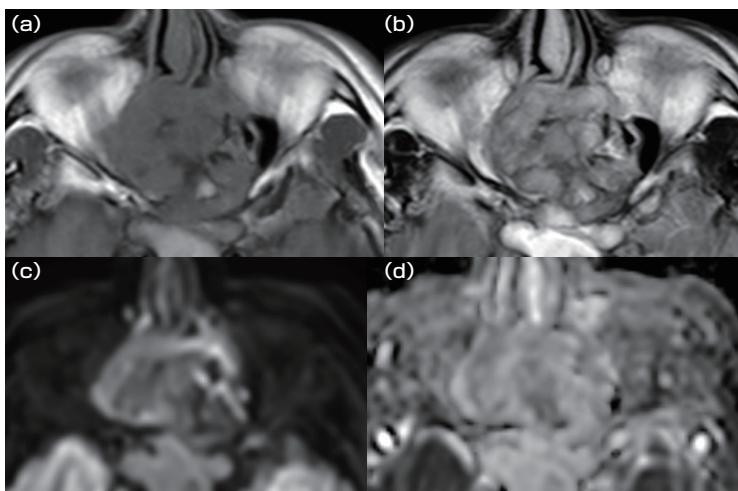


図2 (a)T1WI(b)T2WI(c)DWI b=700(d)ADCmap
T1WIおよびT2WIで軟骨基質が含む豊富な水分を反映した信号を呈する分葉状腫瘍を認める。DWI b=700およびADCmapにて拡散制限を認めず、高いADC値(概算で $2.1 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$)を呈した。

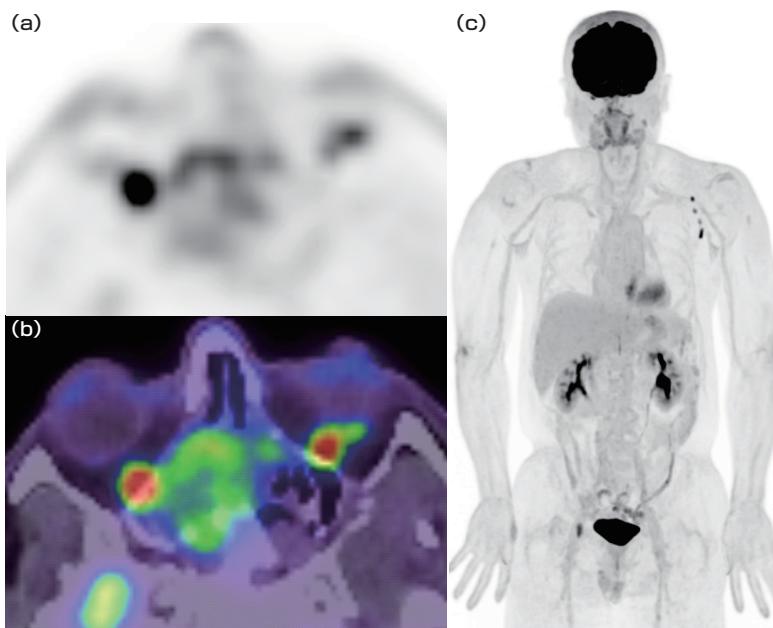


図3 ^{18}F -FDG PET/CTでは辺縁優位に軽度のFDG集積を認めた(SUVmax=5.8→8.1)(a,b)。遠隔転移は認めなかった。左腋窩にリンパ節の反応性腫大にFDG集積を認めた(c)。

《経過》

本症例は、当初は鼻腔・篩骨洞発生という局在から嗅神経芽腫が考慮された。また、ポップコーン状の石灰化や、高いADC値等の特徴的な所見からは軟骨肉腫も鑑別として挙げられた。膨隆性の発育形態や拡散制限を伴わないことから高悪性度の腫瘍は否定的であった。また、 ^{18}F -FDG PET/CTでも高悪性度を示す高度なFDG集積は認められず、軟骨系腫瘍としては矛盾ないものと考えられた。その後、右鼻腔より生検が施行され、

低悪性度の軟骨肉腫に矛盾しない所見であった(図4)。これらの結果を総合して軟骨肉腫Grade 1相当と診断された。造影MRI検査では、腫瘍進展を示す境界不明瞭な造影効果が広範に認められ、頭蓋内では硬膜浸潤が疑われた。また、神経症状も呈しており、切除困難の判断で重粒子や陽子線治療目的に転院となった。

《議論》

軟骨肉腫は軟骨成分の前駆細胞である軟骨遺残

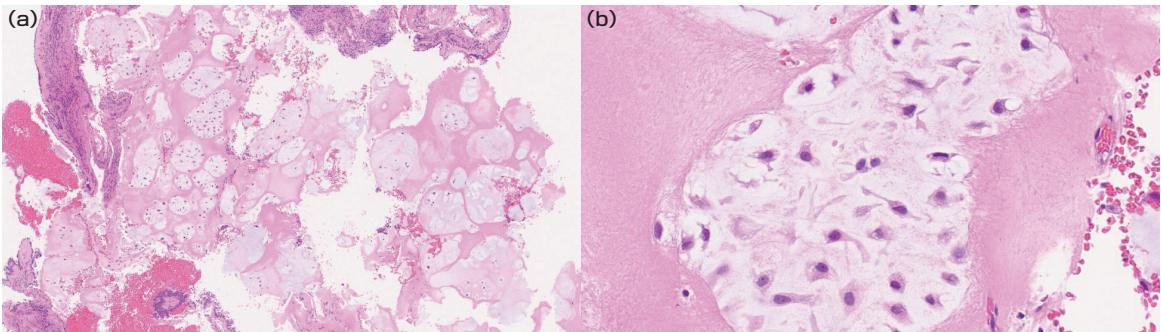


図4 HE染色弱拡大(a)強拡大(b) 異型硝子軟骨様組織の分葉状増殖が観察され基質は類粘液変化を示す。軽度の核腫大とクロマチン增量を呈する異型軟骨細胞が比較的疎に増殖し二核細胞も認める。核分裂像や類骨形成は認められない。

物および間葉系組織から発生する悪性腫瘍である¹⁾。WHO分類(2020)では、通常(中枢)型・続発性・骨膜(表在)型・明細胞型・間葉型・脱分化型の6つのサブタイプに分類されている³⁾。骨外性粘液型軟骨肉腫については、典型的には軟骨分化を欠き、むしろ粘液基質を伴うことから独立した軟部腫瘍として位置づけ直された³⁾。悪性度分類としては、低悪性度/Grade 1(G1)、中悪性度/Grade 1(G2)、高悪性度/Grade 3(G3)と分類される³⁾。なお、軟骨肉腫G1と、軟骨形成性腫瘍に含まれる異型軟骨腫瘍(Atypical cartilaginous tumor(ACT))とは発生部位により区別され、前者は骨盤や椎骨、顔面骨などの体幹骨に発生したものであり悪性、後者は四肢骨に発生したものであり中間悪性群としている³⁾。

軟骨肉腫の画像診断について、CTは腫瘍内部の特徴的な石灰化の検出に優れ、MRIは周囲軟部組織の反応性変化の有無が検出でき進展範囲を把握するのに有用である⁴⁾。

軟骨肉腫の大半を占める通常型軟骨肉腫G1に典型的な画像所見については、骨透亮像と骨硬化像が混在し、輪状、弧状、綿状の石灰化を認め、辺縁部で骨の波打ち像(endosteal scalloping)や腫瘍の緩徐な発育を反映した骨のリモデリングを認める^{4,5)}。また、軟骨基質を反映してCTでは低吸収、MRI T1WIでは低~等信号、T2WIでは高信号を示し、多結節状の形態を示す^{4,5)}。造影後TIWIではほとんどの場合不均一な増強効果を示す⁵⁾。線維血管束を反映して辺縁優位に造影効果が見られることが多い^{4,5)}。また、拡散制限を示さずADC高値を示すことが知られている⁶⁾。G2/3においては粘液様基質、壊死、出血などにより様々なパターンを示す⁴⁾。また、軟骨肉腫の大きさは組織学的悪性度と密接な相関関係にあり、G2/3軟骨肉腫の大部分(79.3%)は最大径が5cm以上であり⁷⁾、周囲組織への浸潤徵候を認めた場合は軟骨肉腫である可能性が非常に高いとされる⁸⁾。

¹⁸F-FDG PET/CTは悪性度分類の補助、遠隔転移の確認、生検部位の決定に有用である。悪性

度分類については、SUVmaxは腫瘍の悪性度とともに上昇すると仮定され⁹⁾、メタアナリシスによると SUVmax により良性軟骨腫瘍及び軟骨肉腫G1と、軟骨肉腫G2/3とを明確に区別できるとされている⁶⁾。このことは病理組織学的診断にも当てはまる¹⁰⁾。

治療は軟骨肉腫G1およびG2/3いずれも広範切除が推奨される。放射線療法や化学療法の有効性は限定的であるが、骨盤、脊椎、頭頸部などで治療が試みられている¹¹⁾。

本症例では、病変の局在は典型的でないもののCTで特徴的な石灰化を認めたことや、MRIの信号強度からは、軟骨肉腫に矛盾ない所見と考えられた。本症例では病理組織学的には、G1であったが、¹⁸F-FDG PET/CTではSUVmax 5.8と、過去の報告と比較するとG2もしくはG3に相当する値であった^{9,12,13)}。当施設ではデジタルPET/CTを実行しているため、過去の文献と比較し高値を示していた可能性が考えられた。

《結語》

鼻副鼻腔領域発生軟骨肉腫の稀な症例を経験した。CT、MRIでは軟骨肉腫に比較的特徴的な所見が認められた。¹⁸F-FDG PET/CTの所見は悪性腫瘍に合致しており、広がりとFDG集積の強さ、不均一さ等は軟骨肉腫の特徴を反映した所見と考えられた。

《参考文献》

- Razek AA, Huang BY. Soft tissue tumors of the head and neck: imaging-based review of the WHO classification. Radiographics. 2011;31:1923–54.
- Som PM, Curtin HD. Head and neck imaging e-book. Elsevier Health Sciences; 2011.
- World Health Organization Editorial Board. WHO Classification of Tumours Editorial Board. WHO Classification of Tumours: Soft Tissue and Bone Tumours.

- 5th ed. Vol. 3. Lyon: International Agency for Research on Cancer; 2020:320-372.
- 4) 松本純一, 谷本光音, 村上智洋(編). 骨軟部疾患の画像診断 第2版. 東京: 南江堂; 2018;361.
- 5) Choi, YJ, Han, SS, Lee, C, et al. CT and MR imaging findings of head and neck chondrosarcoma. Oral Radiol 40, 242–250 (2024).
- 6) Yeom KW, Choudhri AF, Roberts TD, et al. Diffusion-Weighted MR Imaging: Distinction of Skull Base Chordoma from Chondrosarcoma. AJNR Am J Neuroradiol. 2013;34(5):1056–1061.
- 7) Zhang Q, Xi Y, Li D, et al. The utility of 18F-FDG PET and PET/CT in the diagnosis and staging of chondrosarcoma: a meta-analysis. J Orthop Surg Res. 2020; 15:229.
- 8) Qingyu Z, Yongming X, Dong L, et al. Christopher DM, Fletcher JA and Krishnan U. WHO classification of tumours of soft tissue and bone. International agency for research on cancer 4th edition Lyon. 2013: 110-111.
- 9) Feldman F, Van HR, Saxena C, et al. 18FDG-PET applications for cartilage neoplasms. Skelet Radiol. 2005;34(7):367–374.
- 10) Errani, C.; Tsukamoto, S.; Ciani, G.; Donati, D.M. Chondrosarcoma: A Clinical Review. Diagnostics 2022, 12(10), 2432.
- 11) 橋爪立雄, 井原慶紀, 烏取孝安(編). 骨・軟部腫瘍 臨床・画像・病理 改定第3版. 東京: 南江堂; 2020;106-109.
- 12) Brenner W, Conrad EU, Eary JF. FDG PET imaging for grading and prediction of outcome in chondrosarcoma patients. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2004;31(2):189–195.
- 13) Lee FY, Yu J, Chang SS, et al. Diagnostic value and limitations of fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography for cartilaginous tumors of bone. J Bone Joint Surg Am. 2004;86(12):2677–2685.

Canon



次世代デジタル PET-CT

Cartesision Prime

Luminous Edition

[一般的名称] X線CT組合せ型ポジトロンCT装置
[販売名] PET-CTスキャナ Cartesision Prime PCD-1000A
[認証番号] 301ACBZX00003000

G000101

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

総 説

Cardio-oncologyにおける画像診断とFDG PET/CTの可能性

Imaging diagnosis in Cardio-oncology and the potential of FDG PET/CT

真鍋 治¹⁾ MANABE Osamu 相川 忠夫²⁾ AIKAWA Tadao 玉木 長良³⁾ TAMAKI Nagara
 反町 真祐子⁴⁾ SORIMACHI Mayuko 真鍋 徳子¹⁾ OYAMA-MANABE Noriko

Key Words: FDG, PET, cardio-oncology

《Cardio-oncologyとは》

日本における死因統計では、「悪性新生物(がん)」が第1位、「心疾患」が第2位を占めており、これら二大疾患は国民の健康における最重要課題である。両者は、喫煙、高血圧、糖尿病、肥満といった生活習慣病に起因するリスク因子を共有するだけでなく、最大の共通危険因子として「加齢」を有している点が特徴的である。高齢化が急速に進行する日本においては、がんと心血管疾患の発症リスクは重複しやすく、がん患者における心血管イベントの臨床的重要性は今後ますます増大することが予想される。

近年、がん治療は手術、化学療法、放射線治療に加え、分子標的治療薬や免疫チェックポイント阻害薬の登場により飛躍的な進歩を遂げ、がんの制御率および生存率は大きく向上している。その結果、「がんサバイバー」と呼ばれる、がんの診断後も長期にわたって生存する患者が年々増加している。一方で、アントラサイクリン系抗悪性腫瘍薬による心筋障害、HER2阻害薬による心不全、放射線治療後に発症する冠動脈疾患や弁膜症、さらには免疫チェックポイント阻害薬による心筋炎など、治療関連心血管毒性(cancer therapy-related cardiovascular toxicity: CTR-CVT)が数多く報告されており、がん治療の進歩と裏腹に、心血管合併症が新たな臨床課題として浮上している¹⁾。

実際、がんサバイバーの死因にはがんの再発や二次がんに加え、心血管疾患が大きな割合を占めしており、治療関連毒性への対応は極めて重要である。このような背景のもとに発展しつつある腫瘍循環器学(cardio-oncology)は、がん治療に関連する心血管障害を予防、早期診断、治療することを目的とした学際的かつ新興の分野である。がん

患者やがんサバイバーは、共通する生活習慣病リスク因子に加え、がん治療そのものによる心毒性の影響も受けることから、心血管疾患の発症リスクが高まる²⁾。したがって、がんと循環器疾患のリスクを一体的に捉え、治療関連心血管障害の予防、早期診断、適切な管理を通じて、がん治療の安全性を高め、長期的な予後を改善することが、cardio-oncologyの根幹をなす役割である。

《Cardio-oncologyにおけるFDG PETの役割とその可能性》

Cardio-oncologyにおける心血管病変の評価に関して、実臨床では心エコー、心臓MRI、CTといった非侵襲的画像診断モダリティが中心的な役割を果たしており、それぞれが心機能、構造、冠動脈や全身の血管病変の評価法として確立されている。一方、¹⁸Fluorodeoxyglucose (FDG) positron emission tomography (PET)は、がん診療における腫瘍代謝評価の標準的手法でありながら、心毒性の評価や心血管リスク層別化における有用性はいまだ確立されていない³⁾。

FDG PETは腫瘍代謝評価のゴールドスタンダードとして、多くののがん患者において施行される重要なモダリティである。その撮像範囲には常に心臓が含まれるにもかかわらず、FDG PETを中心評価に積極的に活用する意識は臨床現場でまだ十分に浸透していない。本来、FDG PETは「腫瘍のみを診る検査」ではなく、腫瘍と心臓を含めた各種臓器の代謝を同時に評価できるハイブリッド代謝画像法である。Cardio-oncologyの文脈においては、これらの所見が心毒性やその他の心疾患の早期検出に繋がる可能性があり、近年その臨床的意義に注目が集まっている。

心筋は代謝活動の高い臓器であり、通常は脂肪

1) 自治医科大学附属さいたま医療センター 放射線科 〒330-8503 埼玉県さいたま市大宮区天沼町1-847

TEL : 048-647-2111 FAX : 048-648-5188 E-mail : omanabe@jichi.ac.jp

Department of Radiology, Jichi Medical University Saitama Medical Center

2) 順天堂大学医学部附属順天堂医院 循環器内科

3) 京都医療科学大学

4) 獨協医科大学埼玉医療センター 放射線科

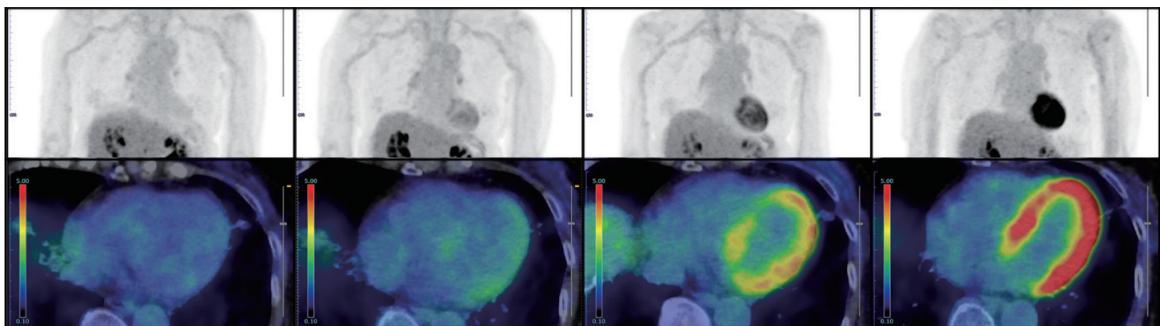


図1 同一患者における生理的心筋FDG集積の多様性

70歳代女性における4回分のFDG PET/CT画像。上段はmaximum intensity projection(MIP)像、下段はPET/CT融合画像のaxial像を示す。異なる時期に施行された4回のFDG PET/CTでは、心筋集積がない場合や、心筋に軽度もしくはびまん性の高度集積がみられる場合まで、同一患者内でも幅広いパターンを呈する。

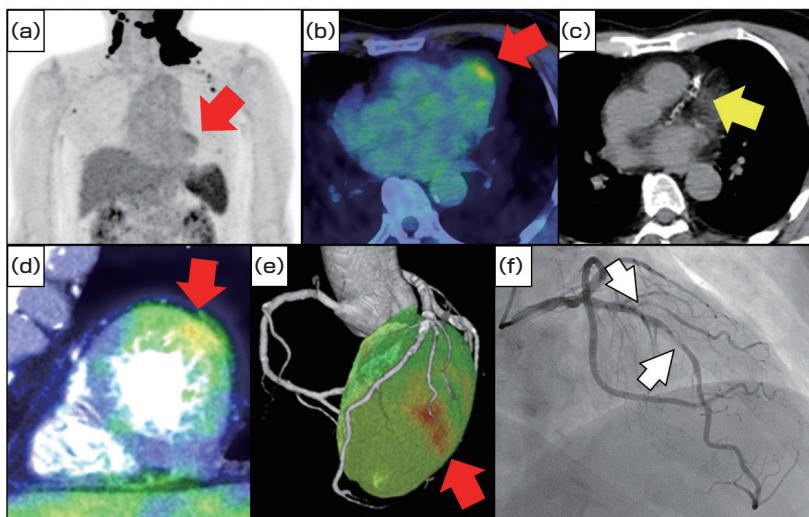


図2 FDG PETで偶発的に指摘された虚血性病変

(a) : MIP像, (b) : PET/CT axial像, (c) : PET/CTのCT像, (d) : 造影CTとPETのfusion short-axis像, (e) : 冠動脈CTとのfusion像, (f) : 左冠動脈の冠動脈造影。60歳代男性。悪性リンパ腫の病期診断目的に施行したFDG PET/CTにおいて、検査時には胸部症状を認めなかったが、左室前側壁に限局性的FDG集積(赤矢印)が観察された。CTでは左冠動脈に強い石灰化(黄矢印)を認め、虚血性変化が疑われた。冠動脈CTでは左下行枝および第2対角枝に有意狭窄あり、FDG集積は第2対角枝の灌流域に一致していた。冠動脈造影も冠動脈CTと同様に、左下行枝#7と第2対角枝に高度狭窄がみられた(白矢印)。

酸を主なエネルギー源としているが、摂食後や虚血状態では糖代謝へシフトしてFDG集積が増強される。このため、FDG PETでは特段の心筋抑制準備を行わない限り、心筋への生理的集積がしばしば観察される。腫瘍評価目的のPET/CTでは通常4-6時間前後の絶食で撮像されるが、この条件では心筋のFDG集積は抑えきれず、何らかの集積を生じることが多い(図1)。Norikaneらの報告では、心筋へのびまん性集積や集積がない患者(%)を除外した場合、非心疾患患者における生理的集積パターンは「basal-ring型」が20%、「focal型」が37%、「focal on diffuse型」が43%とされ、最も多くみられるのはfocal on diffuse型であった。また定量的評価では、中壁の集積が最も高く、基部は心尖部よりも強い集積を示した。

特に外側壁や心基部中隔に集積が目立ち、さらに乳頭筋への集積も少なからず観察されることが報告されている⁴⁾。このような分布の多様性は、虚血や炎症に伴う病的集積との鑑別を一層困難にする要因となる。したがって、FDG PET/CTにおける心筋集積を適切に読み解くためには、生理的集積の出現頻度や分布特性を理解した上で、患者背景(絶食条件やがん治療歴など)を踏まえた解釈が不可欠である。

FDG PET/CTにおいては、悪性腫瘍評価を目的とした撮像でも心筋への偶発的な異常集積がしばしば指摘される。その中でも冠動脈領域に一致する局所的な集積は虚血性心疾患を示唆し⁵⁾、同時にCT部分での冠動脈石灰化(CAC)評価を組み合わせることで、冠動脈疾患リスクの層別化に寄

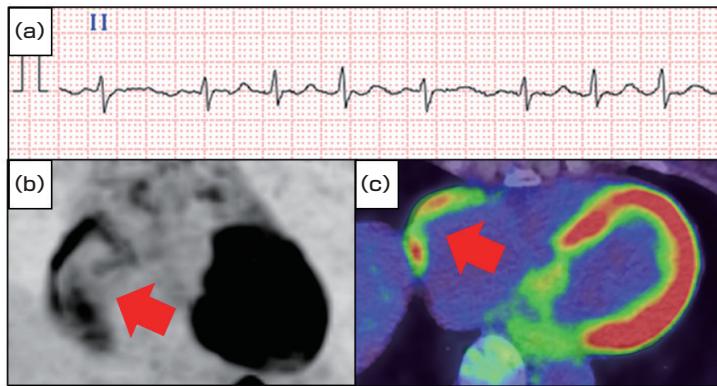


図3 心房細動(AF)による心房のFDG集積。

(a) : 心電図, (b) : MIP像, (c) : axial PET/CT像。左室心筋にみられるびまん性集積は生理的と考えられるが、右心房壁にFDG集積がみられ(赤矢印), AFの影響と考えられた。

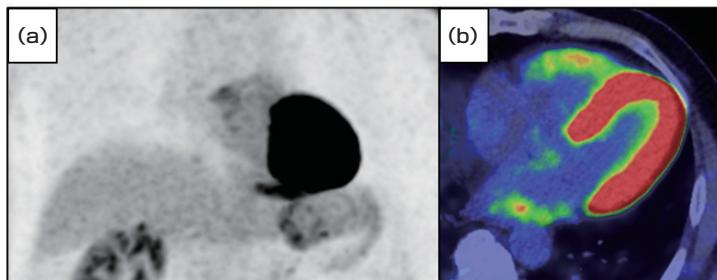


図4 左房にみられる生理的FDG集積

(a) : MIP像, (b) : PET/CT axial像。左室心筋にびまん性集積がみられる。右室および左房にも集積がみられるが、右房には集積はみられない。

与する可能性がある(図2)。実際、Zhangらは不安定狭心症疑い患者を対象に、心筋FDG集積(いわゆる虚血記憶)の存在や程度が主要心血管イベントの独立した予測因子となり、従来の臨床リスク因子やGRACEスコア、CACSを上回って予後予測能を改善することを報告している⁶⁾。したがって、腫瘍PET/CTで偶発的に冠動脈領域に一致する局所的FDG集積を認めた場合には、生理的集積との鑑別を慎重に行うとともに、潜在的な冠動脈疾患や心血管リスクと関連する可能性があり、注意を要する所見と考えられる。

さらに、PET/CTに含まれる非造影CT部分を活用したCAC評価の有用性も示されている。El-Sabbaghらはリンパ腫患者を対象に、化学療法前後でCACスコアを比較し、治療後に有意な石灰化の進行を認めたことを報告した⁷⁾。特に治療前に中等度以上の石灰化を有する患者で進行が顕著であり、化学療法関連心毒性の早期指標として位置づけられる可能性がある。

また、心房FDG集積と心房細動(Atrial Fibrillation; AF)との関連性も報告されている。メタ解析によると、左心房でのFDG集積はAFと有意に関連し、オッズ比は約14、右心房ではさらに強い関連性があり、オッズ比は50を超えるという⁸⁾。SantiらはLV機能低下例を対象とした解析で、AF患者

では右房のFDG集積が顕著であり、心房代謝が左右で異なることを示した⁹⁾。これは、心房筋における炎症や代謝基質の変化(脂肪酸酸化から糖代謝へのシフト)が関与していると考えられており、特に右房は線維化が少ないため、FDG集積が顕在化しやすい可能性があるとされている(図3)。またSinigagliaらは、心房FDG集積を有するAF患者では脳梗塞の既往が有意に多く、集積が脳梗塞リスクを予測する因子となり得ることを報告している¹⁰⁾。したがって腫瘍PET/CTなどで心房FDG集積を認めた場合、それは単なる偶発的所見ではなく、AFや心房リモデリング、さらには脳梗塞リスクに関わる重要な手がかりとなる可能性がある。ただし、読影においては注意が必要である。たとえば、左室心筋への強いFDG集積が認められる場合、右室心筋や左房にも二次的に集積が生じることがある(図4)。一方、右房における生理的FDG集積の頻度は比較的低いため、局所的な集積があれば異常として慎重に評価する必要がある。

放射線治療後の心筋におけるFDG集積は、心毒性の早期マーカーとして注目されている(図5)。基礎研究では、局所照射を受けた心筋で代謝基質のリモデリング(脂肪酸酸化から糖代謝へのシフト)、アポトーシス、線維化進展と関連したFDG

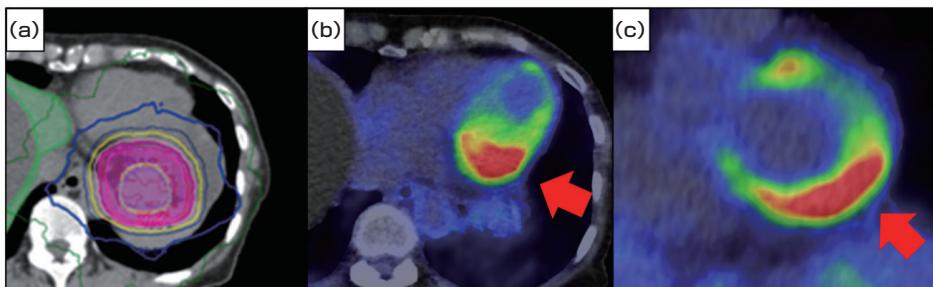


図5 放射線照射後に認められたFDG集積

(a)：放射線照射分布、(b)：FDG PET/CT axial像、(c)：FDG PET/CT short-axis像。

80歳代女性。胃形質細胞腫に対する放射線照射後、心筋と接する病変に照射が施行された。照射から約4か月後のFDG PET/CTでは左室心筋の中部から基部にかけて下側壁に放射線照射に一致した限局性のFDG集積あり、照射の影響が考えられる。

集積が報告されている¹¹⁾。臨床的にも、乳癌患者を対象とした解析で、左側乳癌に対する放射線治療後に、照射心筋領域のFDG集積が線量依存的に増加することが示されている¹²⁾。特に30 Gy以上の照射を受けた心筋でFDG集積が顕著に上昇し、その変化は治療終了後の早期に検出可能であった。時間の経過とともに集積はある程度減少するものの、治療前よりも高値を示し続けることが確認されている。この所見は、放射線治療後の心筋障害が早期の代謝変化から始まり、のちに構造的リモデリングや機能障害へ進展することを示唆する。したがって、胸部放射線治療後のPET/CTにおいて心筋FDG集積を認めた場合、それは将来的な冠動脈疾患、弁膜症、心膜炎などの晚期心血管合併症の予兆となり得る。腫瘍フォローのPET/CTを心血管リスク評価にも活用することは、cardio-oncology領域における新しい臨床的付加価値と考えられる。

また、心臓腫瘍や転移性病変の検出もFDG PET/CTの重要な応用の一つであり、心膜・心筋・心腔内の異常集積として腫瘍性病変を可視化し、腫瘍の局在・進展度評価や治療戦略決定に有用である。原発性心臓腫瘍は極めて稀であり、その約75～90%は粘液腫や線維弾性腫、脂肪腫などの良性腫瘍である。一方で悪性原発腫瘍は稀少で、心臓肉腫が最多、次いでリンパ腫や中皮腫が報告されている。これに対して転移性心臓腫瘍は原発性の20～40倍多く、剖検例では2～18%に認められ、原発巣としては肺癌、乳癌、リンパ腫、黒色腫、腎細胞癌などが代表的である。FDG PET/CTはこれら腫瘍性病変の検出に高い診断能を有し、近年のメタ解析では悪性病変の検出における感度は約89%，特異度は約83%と報告されている。また、SUVmaxは良性腫瘍と比較し悪性腫瘍で有意に高値を示し、代謝情報に基づく鑑別診断が可能である¹³⁾。

免疫チェックポイント阻害薬関連心筋炎を含むがん治療関連心毒性（Cancer Therapy-Related Cardiac Dysfunction; CTRCD）において、FDG PETはびまん性または局所的な心筋集積を通じ

て炎症を早期に検出できる可能性がある。心エコーナーや心臓MRIが現在の標準診断モダリティである一方で、FDG PETは代謝変化を鋭敏に捉えることができ、症候化前の前駆段階の異常を可視化し得る点で注目されている。実際、免疫チェックポイント阻害薬関連心筋炎ではパッチ状あるいはびまん性のFDG集積が特徴的であり、MRIのT2強調像や遅延造影所見と空間的に一致する例も報告されている¹⁴⁾。

FDG PETは、がんと心血管疾患のリスクが重なる患者群において、腫瘍と心臓を一度の撮像で同時に評価できるユニークなモダリティである。その利点は、がん治療と循環器疾患管理が交差するcardio-oncologyという学際領域において特に大きく、患者全体のリスク評価や治療戦略の最適化に貢献し得る。

今後、FDG PETをcardio-oncology領域において臨床的にさらに活用していくためには、いくつかの課題が残されている。第一に、心筋FDG集積パターンの標準化と分類を行い、生理的集積と病的集積を識別できる基準を確立する必要がある。第二に、臨床アウトカムとの関連性に基づいた予後指標を開発することが求められる。第三に、心エコーナーや心臓MRIといった他の画像モダリティとの統合的評価法を確立し、マルチモダリティの枠組みで心筋代謝を位置づけていく必要がある。こうした取り組みを通じて、FDG PETは腫瘍代謝評価に加え、治療関連心毒性や心血管リスクを可視化する新たな価値をもつモダリティへと進化していくことが期待される。

一方で、FDG PETの心筋評価には現状いくつかの制約がある。最大の問題は生理的FDG集積のバリエーションが大きく、病的炎症との識別が困難である点である。また、現在のPET/CT撮像プロトコルは腫瘍評価を前提として設計されており、心筋評価に最適化されていない（例：絶食時間、糖質制限、ヘパリン前処置の有無など）。さらに、心エコーナーや心臓MRIとの所見整合性や標準化も未だ十分に確立されていない。

加えて、新規トレーサーの可能性にも注目が集

まっている。⁶⁸Ga-DOTATOCなどのソマトスタン受容体トレーサーは心筋への生理的集積が低く、偽陽性を減らし得ると報告されている。また、⁶⁸Ga-FAPIのような線維芽細胞活性化タンパクを標的とするPETは、心筋線維化やリモデリングを早期に描出できる可能性が示されている¹⁵⁾。

《まとめ》

超高齢化社会において、がんと心血管疾患の双方を抱える患者が増加するなか、cardio-oncologyという新しい学際領域が確立しつつある。FDG PET/CTはこの分野における新たな可能性を秘めているが、生理的集積との鑑別や撮像前処置の標準化といった課題が依然として残されている。今後の発展には、モダリティ横断的な評価と臨床アウトカムの蓄積が不可欠であり、偶発的所見を見逃さないためにも生理的集積パターンの理解を深めることが極めて重要である。

《参考文献》

- 1) Lyon AR, López-Fernández T, Couch LS, et al. 2022 ESC Guidelines on cardio-oncology developed in collaboration with the European Hematology Association (EHA), the European Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ESTRO) and the International Cardio-Oncology Society (ICOOS). Eur Heart J. 2022;43(41):4229-4361.
- 2) Rakisheva A, Farmakis D, Attanasio A, et al. Prevention of cancer therapy-related cardiac dysfunction and heart failure in cancer patients and survivors. A Clinical Consensus Statement of the Heart Failure Association, the European Association of Preventive Cardiology of the ESC, and the ESC Council of Cardio-Oncology. Eur J Heart Fail. 2025 Jul 18. doi: 10.1002/ejhf.3753. Online ahead of print.
- 3) Tamaki N, Manabe O, Hirata K. Cardiovascular imaging in cardio-oncology. Jpn J Radiol. 2024;42(12):1372-1380.
- 4) Norikane T, Yamamoto Y, Takami Y, et al. Physiological myocardial ¹⁸F-FDG uptake pattern in oncologic PET/CT: comparison with findings in cardiac sarcoidosis. Asia Ocean J Nucl Med Biol. 2024;12(1):1-10.
- 5) Aikawa T, Naya M, Manabe O, et al. Incidental focal myocardial ¹⁸F-FDG uptake indicating asymptomatic coronary artery disease. J Nucl Cardiol. 2016;23(3):596-8.
- 6) Zhang F, Yang X, Chen Y, et al. Incremental prognostic value of ¹⁸F-fluorodeoxyglucose myocardial ischemic memory imaging for major adverse cardiovascular events in patients with suspected unstable angina. J Nucl Cardiol. 2024;42:102051.
- 7) El-Sabbagh A, Osman MM, Fesler M, et al. Chemotherapy-induced coronary arteries calcium score deterioration as detected with unenhanced CT portion of FDG PET/CT. Am J Nucl Med Mol Imaging. 2018;8(5):303-310.
- 8) Kassar A, Chamoun N, Haykal R, et al. Atrial FDG uptake and atrial fibrillation: A systematic review and meta-analysis. Heart Rhythm O2. 2025;6(4):417-423.
- 9) Santi ND, Wu KY, Redpath CJ, et al. Metabolic activity of the left and right atria are differentially altered in patients with atrial fibrillation and LV dysfunction. J Nucl Cardiol. 2022;29(6):2824-2836.
- 10) Sinigaglia M, Mahida B, Piekarski E, et al. FDG atrial uptake is associated with an increased prevalence of stroke in patients with atrial fibrillation. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2019 Jun;46(6):1268-1275.
- 11) Yan R, Li X, Song J, et al. Metabolic Changes Precede Radiation-Induced Cardiac Remodeling in Beagles: Using Noninvasive ¹⁸F-FDG (¹⁸F-Fluorodeoxyglucose) and ¹³N-Ammonia Positron Emission Tomography/Computed Tomography Scans. J Am Heart Assoc. 2020;9(18):e016875.
- 12) Jo IY, Lee JW, Kim WC, et al. Relationship Between Changes in Myocardial F-18 Fluorodeoxyglucose Uptake and Radiation Dose After Adjuvant Three-Dimensional Conformal Radiotherapy in Patients with Breast Cancer. J Clin Med. 2020;9(3):666.
- 13) Rizzo A, Viccaro V, Pavon AG, et al. [18F] FDG PET imaging in the differentiation of cardiac masses: an updated systematic review and dual Meta-Analysis of diagnostic performance and parameter variability. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2025 ;52(9):3379-3394.
- 14) Tong J, Vogiatzakis N, Andres MS, et al. Complementary use of cardiac magnetic resonance and 18F-FDG positron emission tomography imaging in suspected immune checkpoint inhibitor myocarditis. Cardiooncology. 2024;10(1):53.
- 15) Mikail N, Chequer R, Imperiale A, et al. Tales from the future-nuclear cardio-oncology, from prediction to diagnosis and monitoring. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2023;24(9):1129-1145.

リレー講座

特集 神経内分泌腫瘍の内用療法の導入及び現状 医学物理士によるPRRTのDosimetryについて Dosimetry of PRRT by Medical Physicist.

中村 哲志 NAKAMURA Satoshi 中市 徹 NAKAICHI Tetsu

Key Words: ^{177}Lu -DOTATATE, Dosimetry, PRRT

《はじめに》

本邦では、2021年6月より ^{177}Lu -DOTATATE（ルタテラ）を用いたペプチド受容体放射性核種療法（Peptide Receptor Radionuclide Therapy: PRRT）が保健承認され、当院では同年11月から治療を開始した。ルタテラは、8週間ごとに1回7.4 GBqの投与を最大4コース実施するが、腎機能や血液毒性などの患者の状態に合わせて適宜減量が可能である。現行のPRRTでは、一般的な放射線治療のように詳細な患者個別線量分布に基づく計画ではなく、主に臨床的状態に即した投与量調整によって行われている。しかし、これまでの報告から、PRRTにおける主な線量制限組織である腎臓線量評価の有用性や骨髄線量と血液毒性との関連^{1,2)}、さらには治療効果と線量・投与量との相関が明らかにされている³⁾。また、正常組織の線量は患者ごとに大きく変動することも示され、個別線量評価の重要性が示唆されている⁴⁾。さらに、患者個別の腎臓の線量評価に基づいて1コース当たりのルタテラの投与量を決定した海外の臨床試験においても、その有用性が報告されている¹⁾。そのため、今後は本邦においても核医学治療において線量評価の需要が一層高まり、適応判断や投与量の調整

が行われる可能性も考えられる。当院ではPRRTの線量評価を行うために、核医学治療線量評価ソフトウェアのSurePlan MRT™(MIM Software社)を導入し、各コースで撮影されたSPECT/CTの断層画像を用いた線量評価を実施している。

《PRRTのDosimetryのための準備》

SurePlan MRTでの線量計算には、 ^{177}Lu から放出されSPECT装置で測定可能な208 keVの γ 線の投影データから再構成された画像を使用する。当院には、SPECT/CT装置(SymbiaT6, SymbiaT16, Siemens Healthineers社製)が2台設置されており、いずれも使用されるため、装置毎に線量計算に必要な係数(クロスキャリブレーション定数・CT値-電子密度変換係数)を取得した。係数取得には ^{177}Lu を封入したファントム(NEMAファントムなど)や放射線治療で一般的に使用されているCT値-電子密度変換ファントムを用いた測定が必要であり、図1に示すように実施した。測定により得られた係数をソフトウェアに登録することで、SPECT再構成から線量評価までをSurePlan MRTで一元的に実施できる。さらに、SPECT画像のDICOMタグの情報を利用することで複数台の装

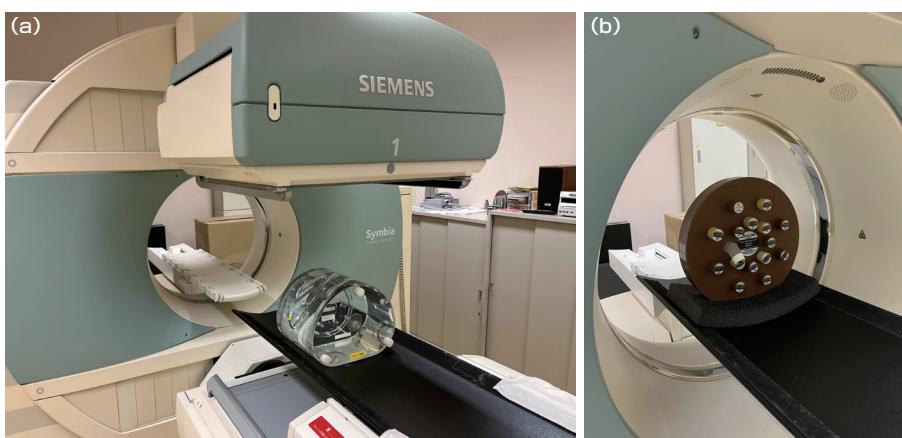


図1 (a) ^{177}Lu を封入したNEMAファントムによる測定 (b) CT-電子密度ファントムによる測定

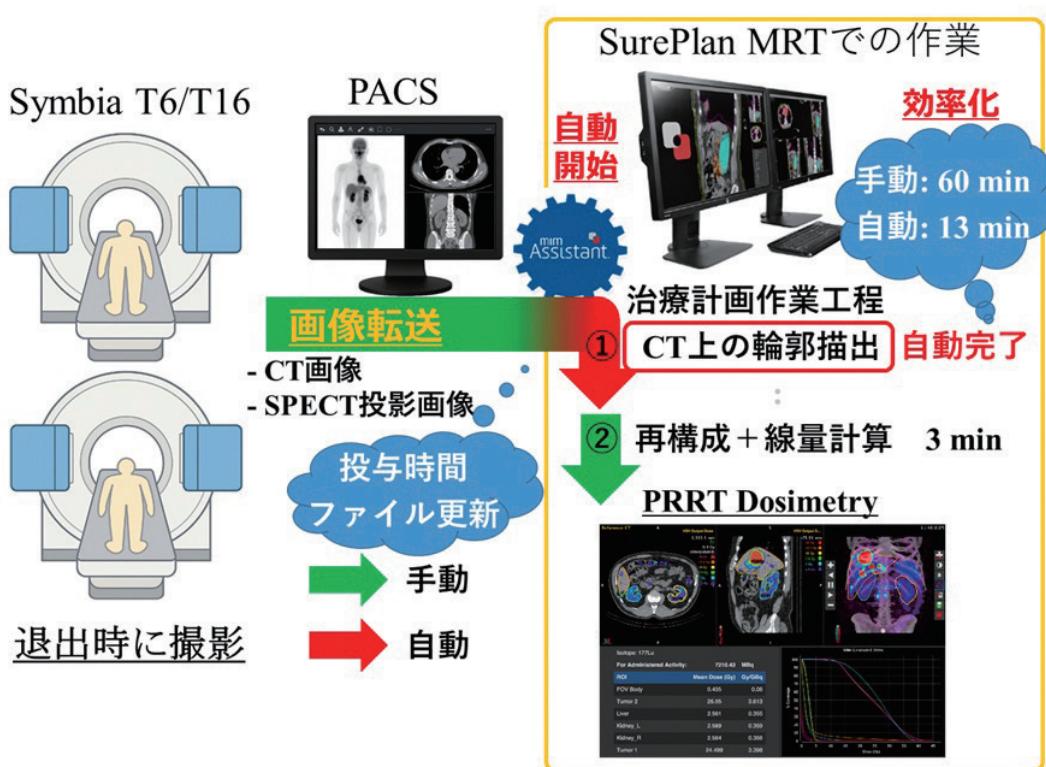


図2 国立がん研究センター中央病院のPRRTのDosimetryのワークフロー

置を弁別し、それぞれの装置の係数を利用した線量評価を実施している。

SurePlan MRTでのSPECTの再構成アルゴリズムは Ordered Subsets-Expectation Maximization (OSEM)を使用し、Triple energy window法による散乱補正やCT値に基づいたbi-linear関数による減衰補正等を行う。また、解像度補正やモーション補正なども対応可能である。さらに、当院の2台のSPECT/CT装置では薬剤の投与時間をDICOM情報として登録できなかったため、患者個々の治療回ごとの投与時間が記載されたファイルを別で用意し、そのファイルを患者IDなどから自動的に読み取って線量計算に反映できるようSurePlan MRT内のワークフローを当院の運用に合うように変更した。当院では、装置の稼働時間や労働力などの制限から、各コースで退出基準を満たした後に一度だけSPECT/CTを撮像するため、その画像上での線量評価が必要であった。そのため、一度の撮像で線量評価可能なHänscheid法により、時間積分放射能曲線下面積の推定を行い、体内線量分布評価を行えるようにシステム構築を行うとともに、各コースで複数回の撮像を行っている患者に対しても対応できるようにした。

《PRRTのDosimetry》

PRRTの線量評価には体内の薬剤動態を正確に反映させる必要があり、線量計算の精度は薬剤投

与からSPECT/CT撮像までの時間間隔や撮像回数に大きく依存する。また、撮像回数に応じて最適な時間積分放射能曲線下面積の推定法が異なるため、計算精度も変化する。当院では上記の通り、退出基準を満たした後に一度SPECT/CTを撮像し、その画像を用いて線量計算を行っている。そのため、得られた評価結果の解釈にあたっては線量計算の精度を十分に考慮する必要がある。当院の症例を用いた事前検討では、ルタテラ投与後からSPECTを撮像までの時間はおおむね24時間であった。この撮像のタイミングでのHänscheid法による腎臓の線量評価では、先行研究によると20～40%程度の過小評価が考えられる⁵⁾。また、腫瘍や肝臓、脾臓においても、有効半減期の影響から40～50%の過小評価が生じるとされる⁵⁾。そのため、その過小評価分を考慮しながら過去の臨床報告などを参考にして線量評価を実施している。

また、PRRTでは腫瘍内の集積の不均一性が報告されており、腫瘍や正常組織のいずれにおいても、より有用な線量指標を確立するためには平均線量などの指標も加味しながら、従来の放射線治療と同様に線量体積ヒストグラム(Dose Volume Histogram, DVH)による線量パラメータ解析が今後重要になると考えられる⁶⁾。また、核医学治療の発展に伴い、放射線治療後の再発腫瘍に対する治療やPRRTの再治療も想定され、それらの線量を合算して評価する必要性も生じると考えられる。その際には、正常組織の回復なども考慮した線量

評価法の適用や生物学的効果を取り入れた線量評価モデル(例: LQ モデル)の導入も望まれる。当院では、 CyberKnife での放射線治療後に PRRT による治療を実施したケースも経験しているため、 線量評価の重要性は今後さらに高まると考えられる。

《Dosimetry の効率化》

放射線治療では治療計画 / 線量評価の作業に診療報酬が認められているが、現状の PRRT の Dosimetry では収益を上げられないため、人員増加にはハードルが存在する。そのため、当院では可能な限りの線量評価の効率化を重視しつつ、 PRRT の Dosimetry を実施できるシステムを整備した。SurePlan MRT には、 Protégé AI という AI を用いた自動輪郭作成機能が搭載されており、 主要正常組織(腎臓、脾臓、肝臓、甲状腺、耳下腺、涙腺、骨、肺)の輪郭を CT 画像上で自動作成できる。当院では、全身 CT を FOV700 mm, スライス厚 1.5 mm で撮影しており、自動輪郭の作成に要する時間(cpu 時間)は 13 分程度である (Intel Xeon CPU E7-4890 v2@2.80GHz, 15 cores, 120 threads)。AI によって作成される輪郭の精度は、放射線治療専門医が作成する輪郭とほぼ同等な結果となり、 それぞれの輪郭を使用して実施した線量評価結果も同等であった。さらに、当院では、骨髄の評価を目的に SurePlan MRT に搭載されている機能を利用して、数分で骨髄を自動で囲むようにプログラミし、骨髄の自動輪郭作成にも成功している。また、SurePlan MRT では SUV ベースで半自動的に腫瘍を描出する機能なども備わっており、これらをうまく組み合わせることによって、さらなる効率化が期待できる。

加えて、SurePlan MRT には MIM Assistant による自動処理機能を有する。あらかじめ登録した作業を、決められたデータセットの受信などをトリガーとして自動的に作業を開始する機能である。また、一度に複数の指示が与えられたとしても、順番に処理を進めることができる。当院では、上記の Protégé AI や骨髄の自動輪郭作成について CT や SPECT の投影データを SurePlan MRT で受け取ったことをトリガーとして、作業を自動的に開始するように環境構築を行った。当院で実施している線量評価のフローを図 2 に示す。図 2 の通り、 PACS から SurePlan MRT に CT 及び SPECT の投影データが送信されると、上記の自動輪郭作成作業の実施やそのデータの保存までが一括して処理される。自動処理を行わない場合、線量評価に必要な作業は 60 分程度の時間を要していたが、自動輪郭作成機能を利用することで必要なスタッフの実作業時間は 10 分以内で終了することが出来るようになり、業務の効率化を図ることが出来た。

《おわりに》

当院で医学物理士の実施している PRRT の Dosimetry について紹介させていただいた。現状、

PRRT の Dosimetry には装置の稼働時間や人的リソースなどに制限があり、課題が残されている。そのため、当院では業務効率化などを意識するとともに、実運用に合わせて PRRT の Dosimetry ができる環境を整備した。ただし、PRRT に限らず、核医学治療の発展において Dosimetry の充実は重要な要素であり、その有用性は既に報告されている。今後、科学的エビデンスに基づいた臨床開発を進めるうえでも、Dosimetry の確立は不可欠と考える。さらに、線量評価を高精度化することで放射線治療と同様の精度向上が期待でき、その成果が診療報酬体系に反映される可能性も考えられる。そのため、Dosimetry の発展は、臨床上の課題解決にもつながると考えられる。

《文 献》

- 1) Sundlöv A, Gleisner KS, Tennvall J, et al. Phase II trial demonstrates the efficacy and safety of individualized, dosimetry-based ¹⁷⁷Lu-DOTATATE treatment of NET patients. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2022; 49(11): 3830-3840.
- 2) Blakkisrud J, Peterson AB, Wildermann SJ, et al. SPECT/CT Image-Derived Absorbed Dose to Red Marrow Correlates with Hematologic Toxicity in Patients Treated with [¹⁷⁷Lu]Lu-DOTATATE. J Nucl Med. 2024; 65(5):753-760.
- 3) Warfvinge CF, Gustafsson J, Roth D, et al. Relationship Between Absorbed Dose and Response in Neuroendocrine Tumors Treated with [¹⁷⁷Lu]Lu-DOTATATE. J Nucl Med. 2024; 65(7): 1070-1075.
- 4) Bodei L, Cremonesi M, Ferrari M, et al. Dosimetry of [¹⁷⁷Lu]Lu-DOTATATE in Patients with Advanced Midgut Neuroendocrine Tumors: Results from a Substudy of the Phase III NETTER-1 Trial. J Nucl Med. 2025; 66(3): 449-456.
- 5) Hänscheid H, Lapa C, Buck AK, et al. Dose Mapping After Endoradiotherapy with ¹⁷⁷ Lu-DOTATATE/DOTATOC by a Single Measurement After 4 Days. J Nucl Med. 2018; 59(1): 7581.
- 6) Emami B, Lyman J, Brown A, et al. Tolerance of normal tissue to therapeutic irradiation. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 1991; 21(1): 109-22.

編集後記

本年の臨床核医学は、3編のうち最後の稿を、伊藤公輝先生に監修いただきまして神経内分泌腫瘍の内用療法についての特集を掲載いたしました。

大変充実した内容でして、伊藤先生はじめご投稿いただいた先生方に感謝しております。私も大変勉強になりました。

来年は認知症のトピックについて、シリーズでお送りいたします。内容に関して良いアイデアがありましたら、是非教えてください。

また、症例報告の投稿を常に募集しておりますので、積極的に投稿していただきたいと思っております。

来年も雑誌臨床核医学をよろしくお願いします。

(編集委員長)

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



^{57}Co 370MBq

PET検出器用校正線源



^{68}Ge

ドーズキャリブレータ用
チェック線源



^{68}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 Radiotisotope Association

〒210-0821

神奈川県川崎市川崎区殿町3-25-20
放射線源課 TEL : 044-589-5002 FAX : 044-589-5006

製品輸入元

株式会社千代田テクノル

〒113-8681

東京都文京区湯島1-7-12 千代田御茶の水ビル

URL : <https://www.c-technol.co.jp>

e-mail : ctc-master@c-technol.co.jp



SPECTRUM
DYNAMICS MEDICAL

D-SPECT Series

CZT 半導体搭載心臓専用ガンマカメラシステム



販売名称／医療機器認証番号：
D-SPECT カーディオック スキャナー システム／225ADBX00049000
D-SPECT VISTA カーディオック スキャナースистем／303ADBX00054000
フルデジタル半導体全身用ガンマカメラ VERITON／230ADBX0011000
フルデジタル半導体全身用ガンマカメラ VERITON-CT／301ADBX00036000

Changing the Shape of Nuclear Medicine

VERITON Series

CZT 半導体搭載360度全身用ガンマカメラシステム



Spectrum Dynamics Medical Japan 株式会社
〒101-0047 東京都千代田区内神田1丁目5-13 内神田TKビル6階南
TEL: 03-5843-9304 FAX: 03-5843-9305
infoj@spectrum-dynamics.com
www.spectrum-dynamics.com



放射性医薬品／アミロイドイメージング剤 処方箋医薬品^(注)

薬価基準収載

アミヴィッド® 静注 AMYViD® Injection

放射性医薬品基準フロルベタピル (¹⁸F) 注射液

^(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、用法及び用量、警告・禁忌を含む使用上の注意等の詳細については、電子添文をご参照ください。

AMYViD®
Florbetapir F 18 Injection

アミヴィッド、AMYViDはAvid Radiopharmaceuticals, Inc. の登録商標です。



製造販売元
PDRファーマ株式会社

文献請求先及び問い合わせ先
〒104-0031 東京都中央区京橋2-14-1 兼松ビルディング
TEL 03-3538-3624

2024年6月改訂

COLOR IMAGING

Oc1ccc2sc(Nc3ccc(F)c(C)c3)cc2c1

Negative scan Positive scan

色で 診る

放射性医薬品・脳疾患診断薬
處方箋医薬品⁽¹⁾

ビザミル[®] 静注

放射性医薬品基準フルテメタモル（¹⁸F）注射液 ®：登録商標

注) 注意—医師等の処方箋により使用すること

**2024年11月改訂(第5版)
*2024年8月改訂(第4版)

2. 禁忌(次の患者には投与しないこと)

本剤の成分に対して過敏症の既往歴がある患者

***4. 効能又は効果**

- アルツハイマー病による軽度認知障害又は認知症が疑われる患者の脳内アミロイドベータplaquesの可視化
- 抗アミロイドベータ抗体薬投与後の脳内アミロイドベータplaquesの可視化

***5. 効能又は効果に関する注意**

(アルツハイマー病による軽度認知障害又は認知症が疑われる患者の脳内アミロイドベータplaquesの可視化)

アルツハイマー病による軽度認知障害又は認知症の発症前診断を目的として無症候者に対する本剤を用いたPET検査を実施しないこと。アルツハイマー病による軽度認知障害又は認知症の発症予測に関する有用性は確立していない。

6. 用法及び用量

通常、本剤1バイアル(120~370MBq)を静脈内投与し、投与後60~120分に撮像を開始する。

7. 用法及び用量に関する注意

撮像時間は、投与量、撮像機器、データ収集条件、画像再構成のアルゴリズム及びパラメータ等を考慮して決定すること。適切にバリテーションされたPET装置で撮像を行う場合、投与量185MBqにおける標準的な撮像時間は20分間である。

***8. 重要な基本的注意**

（効能共通）

8.1 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。

8.2 本剤を用いて撮像したPET画像の読影は、本剤を用いたPET検査に関する読影訓練を受けた医師が行うこと。

（アルツハイマー病による軽度認知障害又は認知症が疑われる患者の脳内アミロイドベータplaquesの可視化）

8.3 アルツハイマー病による軽度認知障害又は認知症の診断は、軽度認知障害及び認知症に関する十分な知識と経験を有する医師が、本剤を用いたPET検査所見に加えて、他の関連する検査結果や臨床症状等に基づき総合的に判断すること。

9. 特定の背景を有する患者に関する注意

9.5 妊婦

妊婦又は妊娠している可能性のある女性には、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。

9.6 授乳婦

診断上の有益性及び母乳栄養の有益性を考慮し、授乳の継続又は中止を検討すること。

9.7 小児等

小児等を対象とした臨床試験は実施していない。

9.8 高齢者

患者の状態を十分に観察しながら慎重に投与すること。一般に生理機能が低下している。

11. 副作用

次の副作用があらわれることがあるので、観察を十分に行い、異常が認められた場合には投与を中止するなど適切な処置を行うこと。

11.1 重大な副作用

11.1.1 アナフィラキシー(0.2%)

アナフィラキシーを起こすことがあるので問診を十分に行い、投与後は十分に観察し、顔面潮紅、呼吸困難及び胸部圧迫感等の症状が認められた場合には適切な処置を行うこと。

11.2 その他の副作用

	1～5%未満	0.5～1%未満
循環器	潮紅、血圧上昇	—
消化器	悪心	—
精神神経系	—	頭痛、浮動性めまい
その他	胸部不快感	—

14. 適用上の注意

14.1 薬剤投与時の注意

本剤の投与ルート内の残留を防ぐため、本剤の投与に引き続いて日局生理食塩液を急速静注する。

14.2 非臨床試験に基づく情報

遺伝毒性試験のうち、細菌を用いる復帰突然変異試験及びマウスリンゴーマTM試験において、代謝活性化系の存在下で陽性の結果であった。

15. その他の注意

15.2 非臨床試験に基づく情報

本剤は、医療法その他の放射線防護に関する法令、関連する告示及び通知等を遵守し、適正に使用すること。

20. 取扱い上の注意

本剤は、医療法その他の放射線防護に関する法令、関連する告示及び通知等を遵守し、適正に使用すること。

21. 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。

22. 包装

185MBq(2mL)[1バイアル]

24. 文献請求先及び問い合わせ先

日本メジフィジックス株式会社 メディカルインフォメーション担当
〒136-0075 東京都江東区新砂3丁目4番10号
0120-07-6941 (フリーダイヤル)

***25. 保険給付上の注意**

本剤は、効能又は効果として「アルツハイマー病による軽度認知障害及び軽度の認知症の進行抑制」を有する医薬品に係る厚生労働省の定める最適使用推進ガイドラインに沿って実施される、アミロイドPET検査に使用される場合に限り、保険適用される。

26. 製造販売業者等

26.1 製造販売元
日本メジフィジックス株式会社 東京都江東区新砂3丁目4番10号

弊社ホームページの“医療関係者専用情報”サイトで
PET検査について紹介しています。
<https://www.nmp.co.jp>

2025年4月改訂

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

須山淳平(発行者) 事務局長: 中西章仁 担当: 坂倉智紀, 安達優子

臨床核医学編集委員

編集事務局 〒181-8611 杏林大学医学部放射線医学教室

TEL. 0422-47-5511 FAX. 0422-76-0861 E-mail: nmkyorin@hotmail.com

井上優介, 内山真幸, 渕田伸一郎, 高橋美和子, 橋本 順, 丸野廣大, 百瀬敏光,
鳥井原彰, 岩渕 雄, 稲木杏吏, 伊藤公輝, 山崎香奈 2025年11月20日発行