

公益社団法人日本放射線技術学会

中国・四国支部 核医学研究会

第42回核医学夢工房プログラム

日時：平成31年7月7日（日）

会場：岡山大学 鹿田キャンパス

午前の部

【症例報告】（10：00～11：00）

座長 徳島大学病院

国金 大和

○「脳血流 SPECT と MRI-ASL 法で異なる血流情報を示した巨大脳動静脈奇形の1例」

島根大学医学部附属病院

上部 星雄 先生

○「メッケル憩室シンチグラフィが有効であった症例」

島根県立中央病院

矢田 俊介 先生

○「乳房専用 PET 装置導入時の初期トラブル」

セントヒル病院

木村 洋彦 先生

○「卵巣癌の経過観察を目的とした PET/CT 検査の1例」

JCHO 徳山中央病院

深見 光葉 先生

○「PET/CT で指摘された肝膿瘍を疑わせる1例」

鳥取大学医学部附属病院

福井 亮平 先生

【日常検査をレベルアップ！】

（11：00～12：00）

座長 高知医療センター

所谷 亮太郎

○「PET/CT あるあるーこれだけは知ってほ

しい実践入門編ー」

松江赤十字病院 放射線科部

陰山 真吾 先生

○「中国四国地域における SPECT/CT 運用実施アンケート調査報告」

山口大学医学部附属病院 放射線部

甲谷 理温 先生

午後の部

特別講演1「最新機器情報と核医学の国際化」（13：00～14：00）

座長 香川大学医学部附属病院

前田 幸人

○「Digital Photon Counting PET/CT 装置の可能性およびオランダ留学記」

北海道大学病院 医療技術部 放射線部門

孫田 恵一 先生

特別講演2「Theranostics（セラノスティクス）」（14：10～15：10）

座長 広島大学病院

高内 孔明

○「核医学と治療、核医学の治療ー最新情報と JSRT 班報告ー」

近畿大学高度先端総合医療センター

PET 分子イメージング部

花岡 宏平 先生

【症例報告】

脳血流 SPECT と MRI-ASL 法で異なる血流情報を示した巨大脳動静脈奇形の1例

島根大学医学部附属病院 上部星雄

Arterial spin labeling (ASL) は、造影剤を使用せず、動脈血を内因性トレーサとして用いるため、簡便で非侵襲的に脳灌流画像を得ることができる¹⁾。また ASL は、脳

灌流検査として広く用いられている脳血流 SPECT とよく比較され、両者の cerebral blood flow (CBF) の相関も報告されている²⁾³⁾。2 パターンの Post Labeling Delay (PLD) を用いた ASL 法により、脳血流予備能を簡単に評価できることも報告されている⁴⁾。しかし今回、脳血流 SPECT と ASL 法で異なる血流情報を示した巨大脳動静脈奇形 (AVM) の症例を経験したので報告した。

症例は 58 歳女性。頭痛のため近医を受診し、左後頭葉を主座とする AVM を認めたため、精査目的で当院脳神経外科に紹介された。AVM が発見される 6 年前から右の耳鳴り、3 年前から慢性頭痛を認めていたが、当院紹介時は特に異常所見を認めなかった。当院入院後、脳血管造影、脳血流シンチ、頭部 MRI、頭部 CT、脳波検査を行った。

脳血流シンチでは ^{99m}Tc-ECD を使用し、SPECT 像で左頭頂葉から後頭葉の集積低下を認めた。頭部 MRI の T2 強調画像では AVM

の異常血管が Flow void として認められ、その大きさは 6-7 cm に達していた。ASL は PLD を 1500 ms と 2500 ms とした 2 つのタイミングで撮像し、どちらのタイミングで左後頭も葉を中心に血流が上昇していると評価された。また PLD2500 ms の画像から AVM の血流のうっ滞も評価できた。Fig. 1 に本症例の MRA、T2 強調画像、ASL (PLD1500 ms、2500ms)、及び ECD SPECT の画像を示す。

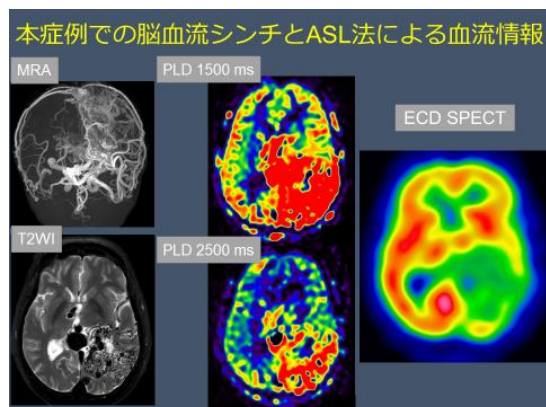


Fig. 1 本症例の異常血管像と脳血流シンチ及び ASL 法による血流情報

左頭頂葉から後頭葉の AVM 部において、脳血流 SPECT と ASL から得られた血流情報は相反する結果となった。

原理的に、脳血流シンチは、脂溶性で容易に血液脳関門を通過し、局所脳血流に沿って脳組織内に集積するトレーサの分布を観ている。今回用いた ^{99m}Tc-ECD はその一つで、血液脳関門通過後脳組織内に取り込まれ、エステラーゼの作用により酵素的分解を受けて水溶性化合物に代謝される。このため、血液脳関門通過性を失い、脳組織に保持される⁵⁾。ASL では、頸部領域に反転パルス印加し、ラベルされた動脈血のスピンの血流によって脳組織に分布した時相で撮像を行うことで、灌流の多寡を反映した信号が得られる。ラベルから撮像までの待ち時間を PLD と呼び、正常な皮質ではラベルされた血液は 1 秒程度で脳組織まで到達することから、通常 PLD を 1.5 秒程度とすれば、局所の灌流を反映した信号が得られる。しかし狭窄などによる血流速度の低下や側副路を介して灌流するなど血行動態が正常と異なる場合は、PLD1.5 秒ではまだラ

ベルが脳組織へ到達しておらず、低灌流域と評価される。そのため到達時間が遅い領域の血流評価には PLD を 2.5-3 秒に延長して撮像する必要がある⁶⁾。また原理上 ASL で高信号となるのは血流の多寡だけでなく、様々な要因によって影響を受ける⁷⁾。この要因で最も多いのは血管内のラベル化されたスピンの残存であり、ASL を読影する際には撮像原理と影響因子に留意しなければならない。

よって本症例における脳血流 SPECT の集積低下は、発達した AVM の異常血管によりトレーサを取り込む正常脳組織がなくなったためであると考えられる(Fig.2)。

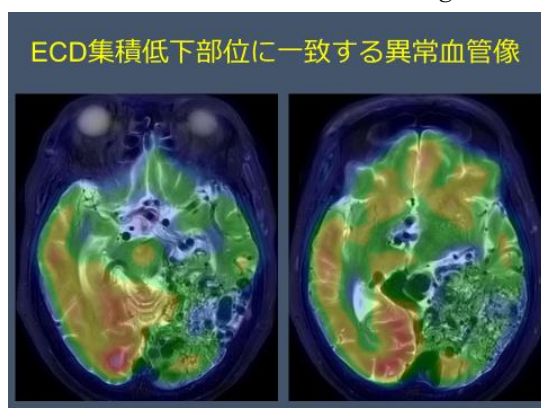


Fig.2 ECD 集積低下部位に一致する異常血管像

また ASL での高信号は、PLD1.5 秒 2.5 秒共にラベル化されたスピンの異常血管内にとどまっている状態を反映していると考えられる。

CT や MRI により AVM 周辺部の脳組織が残存していることが確認できた場合には、脳血流シンチは盗血現象の評価によく用いられる。本症例でも中大脳動脈の血流の多くが AVM に奪われており、その支配領域

の正常脳組織での盗血が評価できた(Fig.3)。

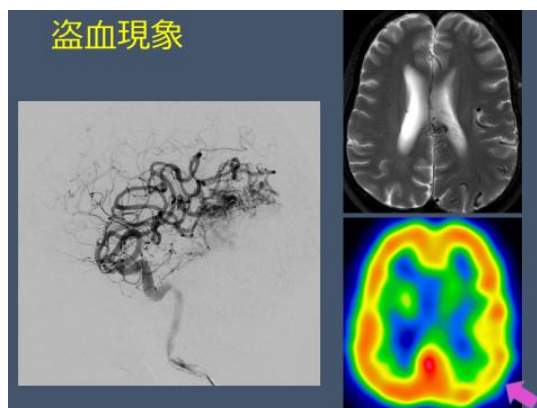


Fig.3 本症例で評価できた盗血現象

今回、脳血流 SPECT と ASL 法で異なる血流情報を示した症例を経験したので報告した。両者とも血流情報を得ることができるが、それぞれ反映しているものや画像への影響因子が違うため、原理や影響因子を理解したうえで情報とすることが大切だと学んだ症例だった。

参考文献

- 1) 篠原広行 断層映像研究会誌 41.3(2015):111-120
- 2) Kaneta T et al. BMC Neurol 2017 May 15;17(1):91
- 3) Noguchi T et al. Eur J Radiol 2011 Dec;80(3):e557-62
- 4) Haga S et al. Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases 25.1(2016):1-6
- 5) 久田欣一 最新臨床核医学 金原出版株式会社
- 6) 藤原康博 日本放射線技術学会誌 68.8(2012):1063-1070
- 7) Deibler AR et al. AJNR Am J Neuroradiol 2008;29(7):1228-1234

メッケル憩室シンチグラフィが有効であった症例

島根県立中央病院 矢田 俊介

胃粘膜には胃底腺という外分泌腺が存在し、その壁細胞からは胃酸 (HCl) が分泌されている。 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ は一価陰イオンである Cl^- と同様の動態を示し、胃粘膜の壁細胞より分泌されると考えられている。従って異所性胃粘膜は、 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 静注により陽性像として描出される。

異所性胃粘膜を有する疾患の代表的なものにメッケル憩室がある。メッケル憩室は臍腸間膜管の遺残物で、回盲便から 60 cm 以内の小腸の腸間膜付着面の対側に好発し、およそ 2/3 に胃粘膜を認める。

今回提示する症例は、上部・下部消化管内視鏡検査や CT 検査などの検査でも病変が鑑別されず、メッケル憩室シンチグラフィにて確定診断がなされた症例である。

症例は 13 歳男性、主訴は腹痛および下血、既往歴・家族歴はなく、元来健康な男児である。腹痛は 15 分程度持続、痛みのスコアである NRS は最大 4 程度でその後改善。腹痛のあとに血便が始まり、昨夜 1 回、受診当日に 3 回、合計 4 回の血便があり、消化管出血が疑われた。

血液検査、上部・下部消化管内視鏡検査、造影 CT 検査、腹部超音波検査が施行され、ヘモグロビンが低下しているものの、出血源が認められなかった。ポリープ、炎症性腸疾患、アレルギー性紫斑病、メッケル憩室などを鑑別に精査を行う方針となり、メッケル憩室シンチグラフィを行った。

メッケル憩室シンチグラフィを行った結果、骨盤内右側に異常集積を認めた (Fig. 1)。この結果により、造影 CT 検査の結果を再検討したところ、同部位にメッケル憩室を同定でき、手術にて摘出することになった。

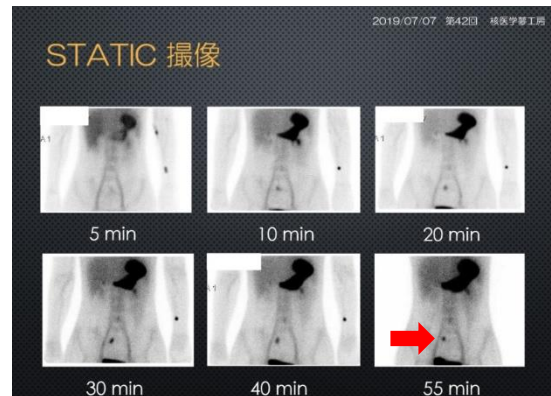


Fig. 1 メッケル憩室シンチグラフィ (骨盤内右側に異常集積を認める)

手術後には、ヘモグロビンも正常値に戻り、無事退院となった (Fig. 2)。現在は腹痛・下血等の再診はなく、当院での診療は終了となった。

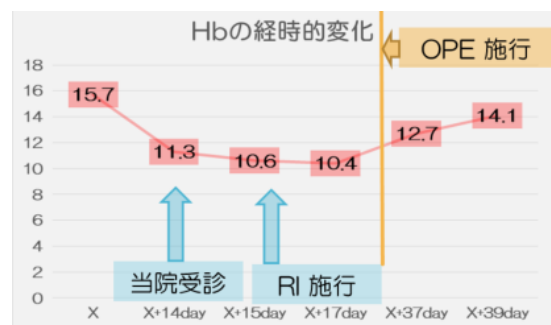


Fig. 2 ヘモグロビンの経時的変化

メッケル憩室シンチグラフィは、メッケル憩室の診断において信頼性の高い検査法であるが、大量出血または腸管の蠕動運動による放射性医薬品の希釈・流出や異所性胃粘膜を持たない症例では偽陰性となるこ

とも少なくない。

本症例においては、メッケル憩室シンチグラフィにより病変部を指摘でき、有用な検査であることが再確認できた。

乳房専用 PET 装置導入時の初期トラブル セントヒル病院 木村 洋彦

当院、今年 3 月末に島津社製の乳房専用 PET 装置 Elmammo Avant Class を導入した。乳房専用 PET 装置は平成 25 年 7 月から保険適応となっており、保険適応の条件として、PET/CT や PET/MRI 検査と合わせて同日に乳房専用 PET 検査を行うこととなっている。

Elmammo Avant Class の特徴は、装置の検出器がリング状に配置されており、腹臥位の体勢で乳房を筒の中に入れて込んで撮像を行うため、圧迫や固定による痛みはなく、呼吸や体動による影響や乳房の変形は少ないとされている。乳房専用の検出器を用いているので、高感度・高分解能で視野内均一に撮像が可能である。また、薬剤を追加で注射や薬剤の量を増やすなどする必要はないため被ばくが増えることはない。

当院のマンモ PET の検査プロトコルは PET 検査薬 18F-FDG を患者に静注し、60 分程度安静後の全身 PET 検査終了後にマンモ PET 検査を行っている。

装置導入時のトラブルは、高濃度乳腺の患者複数人で検出器の境目で濃度差が見られた (Fig. 1)。装置導入時でのファントム画像では境目は確認できなかったが (Fig. 2)、高濃度乳腺を模して 18F-FDG を通常より多く封入したファントムでは境目が確認

できた (Fig. 3)。島津製作所に連絡し原因調査を行ってもらったと、ノーマライゼーションに原因があることが分かった。

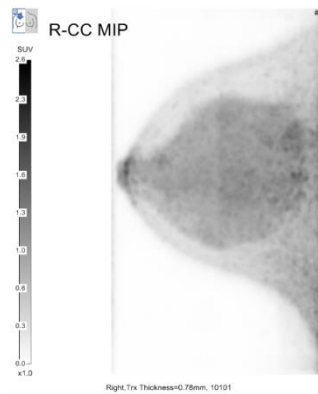


Fig. 1 検出器の境目で濃度差が見られた、40 歳代前半のボランティアの症例画像

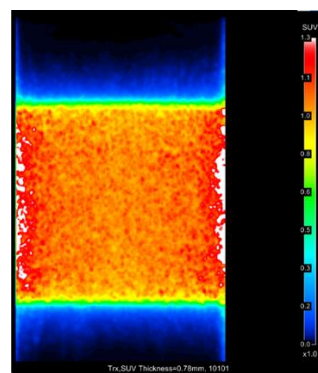


Fig. 2 装置導入時でのファントム画像

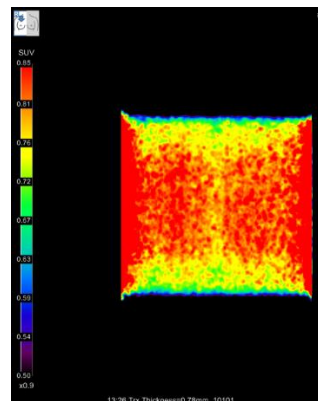


Fig. 3 高濃度乳腺を模して 18F-FDG を通常より多く封入したファントム画像

Elmammo Avant Class にはリング状に配置した検出器を2列搭載した装置と3列搭載した装置がある。当院の Elmammo Avant Class は検出器を2列配置した装置である。検出器を2列搭載した装置と3列搭載した装置ではノーマライゼーションのためのプールファントムの配置が異なる。装置導入時に行ったノーマライゼーション用の撮像のプールファントムの配置が検出器を3列搭載した装置の方法で行われていることが島津の調査でわかった。プールファントムを正しく配置した方法で再度撮影を行い、再設定を行った結果、以前では境目が見られていた高濃度乳腺の症例とファントムの撮像画像に境目は見られなくなった (Fig. 4) (Fig. 5)。

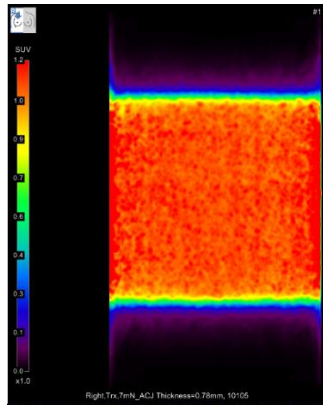


Fig. 4 ノーマライゼーション再設定後に撮像を行ったファントム画像

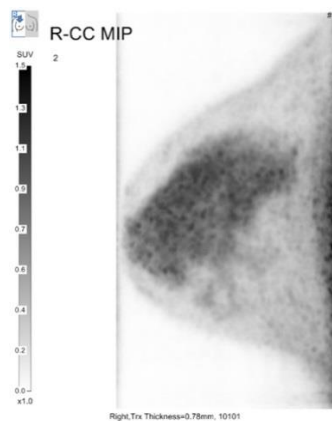


Fig. 5 ノーマライゼーション再設定後検査を行った40歳代前半の健診の症例

卵巣癌の経過観察を目的としたPET/CT検査の1例

JCHO 徳山中央病院 深見 光葉

患者は50代女性、左側上下顎から側頭部痛、発熱、頭痛、倦怠感を訴えており、左側上下顎痛より歯科を受診した。左側下顎6番の歯周病と診断され、抗菌薬を内服するも上記症状が改善しないため総合内科を受診した。卵巣癌の既往より、再発診断を目的にFDG PET/CT検査が施行された。PET/CTでは骨盤部に異常を認めなかったが、縦隔部大動脈に沿った高集積が認められた (Fig. 1)。

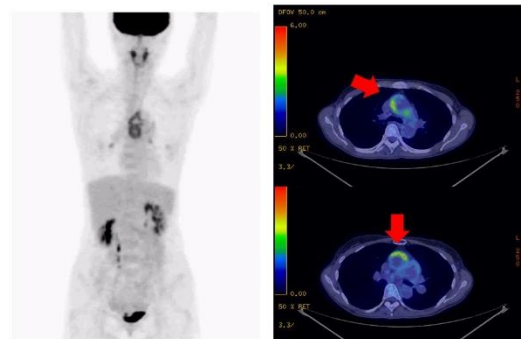


Fig. 1 縦隔部大動脈に沿った高集積が認められたFDG PET/CT画像

血管への集積上昇原因	
<ul style="list-style-type: none"> • 動脈硬化 • 手術後 • アーチファクト • 腫瘍塞栓 • 静脈・動脈血栓 • 人工血管 • 血管炎症候群 • 動静脈の穿刺後 	<ul style="list-style-type: none"> • 炎症性動脈瘤 • 解離性大動脈瘤 • 感染性動脈瘤 • 血管肉腫 • 炎症 <p>etc...</p>

Fig. 2 FDG の血管への集積上昇の原因

血管への集積上昇原因として Fig. 2 が挙げられる。

その他の検査所見では CRP と 1 時間赤血球沈降速度に異常が認められ (CRP 4.43 mg/dl、1 時間赤血球沈降速度 99 mm)、細菌培養検査は陰性であった。CT、MRI においても特筆すべき異常は認められなかった。

上記検査結果より、血管炎症候群が疑われた。

血管炎症候群とは血管の炎症のために、多臓器の虚血や出血による症状とともに炎症所見を呈する病気であり、罹患血管サイズにより大型血管炎、中型血管炎、小型血管炎に分類され、大型血管炎は高安病と巨細胞性動脈炎に分類される¹⁾。

鑑別診断を除外し、発熱、全身倦怠感等の症状と PET/CT 検査での大動脈への集積亢進より大型血管炎症候群と診断され、副腎皮質ステロイド剤が投与された。投与後の PET/CT 画像では大動脈への集積は低下していた。

PET 画像を用いた大型血管炎症候群の評価には臨床上使用されているものから、研究段階のものまで多くの方法がある²⁾ (Fig. 3)。

The FDG-PET interpretation criteria used in LVV		
Large vessel vasculitis	PET evaluation criteria	
Giant Cell arteritis / PMR	Visual analysis	Uptake pattern
		Grading
	Semiquantitative	Total vascular score
		SUV
		Target-to-Liver ratio
Takayasu arteritis	Visual analysis	Target-to-Liver ratio
		Target-to-blood pool
	Semiquantitative	Grading
		SUV
		Target-to-blood pool

Fig. 3 FDG PET を使用した大型血管炎症候群の評価指標

Stelingwerff らは異なる評価方法を用いて診断精度の検討を行った³⁾。肝臓を基準とした視覚評価による Grade 分類が最も精度良く、感度 83%、特異度 93%であった (Fig. 4)。半定量的指標を用いた評価では肝臓の SUV max と大動脈の SUV max の比を用い評価を行った場合が最も精度良く感度 72%、特異度 92%であった (Fig. 4)。これらの指標を参考に当症例でも評価を行った (Fig. 5)

Medicine DIAGNOSTIC ACCURACY STUDY		
OPEN		
Different Scoring Methods of FDG PET/CT in Giant Cell Arteritis		
Need for Standardization		
Mouna D. Stelingwerff, BS, Elizabeth Branson, MD, PhD, Karol-Jan D.F. Lemson, MD, Abraham Rutgers, MD, PhD, Suzanne Gracie, PhD, Kenneth S.M. van der Geest, MD, Andre W.J.M. Glasziou, MD, PhD, and Roemer H.J.A. Sluis, MD, PhD		
Visual grades method	Semiquantitative method	Cutoff
Visual Grades of Vascular FDG Uptake	SUV _{max} aorta	3.12
Grade 0 No vascular FDG uptake	SUV _{max} ratio aorta to liver	1.03
Grade I Vascular FDG uptake less than liver FDG uptake	SUV _{max} ratio aorta to superior caval vein	1.60
Grade II Vascular FDG uptake equal to liver FDG uptake	SUV _{max} ratio aorta to inferior caval vein	1.05
Grade III Vascular FDG uptake higher than liver FDG uptake	SUV _{max} ratio aorta to liver	
Cutoff point = Vascular FDG uptake higher than liver FDG uptake	Cutoff value = 1.03	
Sensitivity 83%	Sensitivity 72%	
Specificity 91%	Specificity 92%	

Medicine (Baltimore). 2015 Sep;94(37):e1542

Fig. 4 FDG PET を使用した大型血管炎症候群の評価指標の比較検討

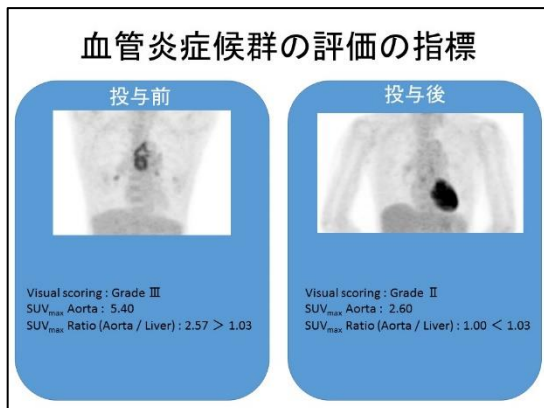


Fig. 5 当院における大型血管炎症候群の評価例

今回の症例では CT、MRI において異常が検出されず、PET/CT 検査の有用性が示唆された。また、PET/CT 検査における大型血管炎の評価指標について当院装置における Cutoff 値の算出が必要だと考えた。2018 年より大型血管炎症候群の診断において PET/CT 検査が保険適応となったことから今後このような検査が増加することが考えられる。

参考文献

- 1) 大型血管炎症候群の診断ガイドライン
- 2) Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2018 Jul;45(7):1250-1269
- 3) Medicine (Baltimore). 2015 Sep;94(37):e1542

PET/CT で指摘された肝膿瘍を疑わせる 1 例

鳥取大学医学部附属病院 福井亮平

FDG-PET/CT 検査は悪性腫瘍、またその転移検索などに用いられるが、大動脈炎が保険収載されたことからも明らかのように、炎症性疾患についても感度を有する。今回、PET/CT で肝膿瘍を疑わせたが、他モダリティでは指摘し得なかった症例を経験したので報告する。

症例は 60 代男性、20XX-1 年 12 月に胃癌 (cT4aN2M1 StageIV) の外科的手術を施行された。その後、造影 CT にてフォローされていた。20XX 年 3 月 20 日にフォローおよび転移検索目的で PET/CT を施行された。その際、肝 S4、S5 を中心とした斑状低吸収域を指摘された (Fig. 1)。SUVmax は早期相 6.5、後期相 6.4 であった。放射線科医師による読影は膿瘍形成を疑うため、US や造影による再評価を推奨された。同日の血液データは、WBC 6900 / μ l、総ビリルビン 0.9 mg/dL、AST 23 U/L、ALT 16 U/L、ALP 266 U/L、 γ -GTP 52 U/L、CRP 3.38 mg/dL であり、肝・胆道系酵素の上昇を認めず、CRP は軽度上昇であった。しかし、これより 1 週間前の 20XX 年 3 月 13 日に造影 CT を施行されたが、この CT 上では肝に異常は指摘されなかった。また、20XX 年 4 月 3 日には腹部 US が施行されたが、同様に、異常は指摘されなかった。その後、肝については無治療のまま経過している。

肝膿瘍は細菌性が最も多く、また、既往に悪性腫瘍例が多い¹⁾。身体所見としては、

発熱，悪寒，腹痛，嘔気等がある²⁾。CRP も上昇を認める（ある報告では平均 27 mg/dL³⁾）。加えて，画像所見の改善は遅いと報告されている⁴⁾。上記を鑑みると，本症例は肝膿瘍とは言い難い。

過去の文献を参考にすると，PET で肝膿瘍様な画像を呈する症例として肝蛭症や肉芽腫性膿瘍などが挙げられる^{5,6)}。しかし，いずれも短期間・無治療で消失する疾患ではないため，合致しない。これらに対し，Focal Hepatic Steatosis（限局性脂肪浸潤）と呼ばれる病態は，身体所見や血液データに著変が無く，また CT で低吸収像，PET で高集積を呈する⁷⁾。したがって，本症例に最も合致した疾患である可能性が高いが，画像所見しか無いため，確定診断することはできなかった。

今回，PET/CT のみで病変を指摘し得た症例を報告した。PET は炎症疾患も高感度に画像化できるが，他画像検査による早期の鑑別も必須である。

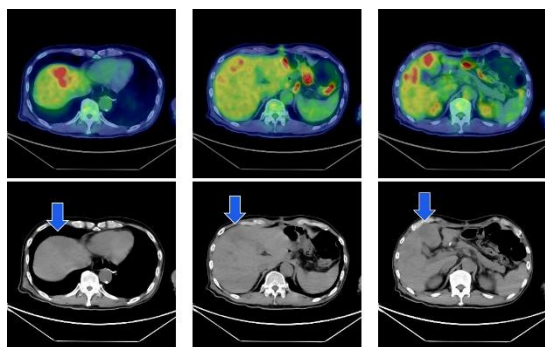


Fig.1 PET and CT images

1. Mohsen AH, et al. S.T.QJ Med, 95, 797-802, 2002.
2. Foo NP, et al. J Gastroenterol, 105(2), 328-35, 2010.
3. Hira PR, et al. Am J Trop Med Hyg, 65(4), 341-5, 2001.
4. Shama D, et al. Eur J Radiol, 74(1),

195-8, 2010.

5. 縄田涼平, 他. 山口医学, 67(2), 119-24, 2018.
6. 増田崇, 他. 日消外会誌, 41(11), 1941-5, 2008.
7. Rydzak C, et al. AJR, 1095-204, 2016.

【日常検査をレベルアップ】

PET/CT あるある

－これだけは知ってほしい実践入門編－

松江赤十字病院 放射線科部 陰山真吾

核医学研究会（第 42 回核医学研究会夢工房）では「PET/CT あるある－これだけは知ってほしい実践入門編－」と題し、FDG を用いた PET/CT 検査（FDG-PET）において、実践入門として経験的によく遭遇する事例や失敗した事例を基にこれだけは知ってほしいと考えている事を述べた。

まず FDG-PET 全般でよく遭遇する事例、失敗した事例を挙げた。例えばよく遭遇する事例は FDG-PET（核医学検査）において RI 薬剤を投与するために静脈ルート確保が必要であるが、ルート確保に時間がかかって検査がスムーズにいかないという事である。装置台数や検査件数にもよるが、FDG-PET は注射と次の注射の間隔がおおよそ 20～30 分で行いたい。それがスムーズにいくように RIS 等のシステムにルート確保困難であった、といったルート確保に関わる患者情報を残すことで次回以降に活かすことができると考えられた。また、失敗した事例は体重や身長、薬剤の投与量や投与時間といった SUV 算出に必要な値を間違えて入力する事である。入力する値を間違えると表示される画像は不適切な画像となる。

必ず検査ごとに手入力となるため、何度も確認することや、間違えた場合に修正できるようにしておくことが重要と考えられた。

次に FDG-PET の PET 画像での事例を挙げた。一例として、PET 画像の頭部（脳）画像は FDG の集積が多く、通常表示の濃度では真っ黒に表示され、濃度を変えないと病変等が分からないという事である。体幹部等に異常はないが、頭部（脳）の濃度を変えると頭部（脳）にだけ病変がある症例を経験した。よって PET 画像において頭部（脳）は濃度を変えて集積があるかないかチェックすることが重要と考えられた。

次に FDG-PET の CT 画像での事例を挙げた。FDG-PET は頭部～骨盤部と広い範囲を撮影する。当然その同様の範囲の CT を撮影する。よって CT 画像で色々な事が分かる。まず CT 画像だけで病変が見つかる事がある。気胸や慢性硬膜下血腫を見つけた例を提示した。文献¹⁾によると FDG-PET の際、予想外に一番多く検出した病変は気胸であった。各施設の運用によるが、FDG-PET は検査のみで帰宅することや、読影医がすぐに画像を見ない場合も考えられるため、CT 画像で肺野や頭部をチェックし、気になることがあれば医師に伝える事が重要と考えられた。次に CT 画像で分かる事は CT 画像で金属（高吸収体）が見つかる事がある。MRI を行う際には体内金属の確認が必須である。その確認として、FDG-PET の際の CT 画像を利用すると便利である。眼や顔に高吸収体を見つけた例や DIB キャップ装着を見つけた例を提示した。FDG-PET の際、広い範囲の CT 画像によって、検査に役立つ情報を得るこ

とができると考えられた。

最後に FDG-PET の際の CT 線量について文献²⁾を紹介した。中国四国地域の PET 施設におけるアンケート調査をしたところ、多くの施設で FDG-PET の際の CT 線量は通常の診断 CT に用いる線量より低線量であった。FDG-PET の際の CT 線量を決めたり、見直しをしたりする際の参考になると考えられた。

今回 FDG-PET において、実践入門として経験的によく遭遇する事例や失敗した事例を基にこれだけは知ってほしいと考えている事を述べた。明日からの検査に活かしていただけたら幸いである。

参考文献

- 1) Akira Toriihara Jpn J Radiol. 2017 Sep;35(9):539-545.
- 2) 前田幸人 日放技学誌 75.1(2019):62-67

中国・四国地域における SPECT/CT 運用実施アンケート調査報告

山口大学医学部附属病院 甲谷 理温

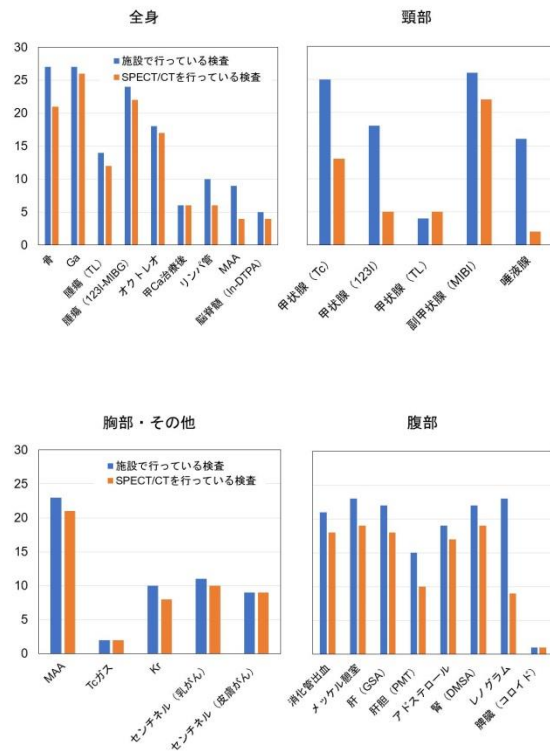
近年、single photon emission computed tomography (SPECT)装置は、computed tomography (CT)との複合装置である SPECT/CT へと機器更新される割合が増加している。SPECT装置における SPECT/CT装置の占める割合は、25%程度であるとの報告もある。

SPECT/CT の CT による高精度の減弱補正および Fusion 画像は、臨床において非常に有用であると報告されている。今回のアンケート調査は、中国・四国地域でどのように SPECT/CT が運用されているか調査

を行い、幅広く情報共有すること、また自施設の検査条件と他施設を比較することによって、運用方法および検査条件を見直すことを目的として行った。

以下にアンケート調査の結果を示す。このアンケート調査結果を客観的に見ていただくために敢えて私からの注釈を加えることは控えさせていただく。当日、特別講演のために来られた近畿大学の花岡先生のコメントのみ紹介する。

CT 撮像前の位置決め画像の取得は、可能な限り行うことが推奨される。その理由は、CT 撮像 (axial 画像取得) 前に金属チェックなどを行えるためである。特に問題となるのは、植え込み型除細動器 (implantable cardioverter defibrillator: ICD) のチェックが行えることである。ICD は、心臓ペースメーカー以上に電磁波影響による誤作動が発生する恐れがある。つまり CT 撮像による一定時間以上の連続 X 線照射によってオーバーセンシングが生じ、ICD の誤作動が生じる可能性がある。位置決め画像取得は、上記のインシデント (アクシデント) を回避する意味において重要である。

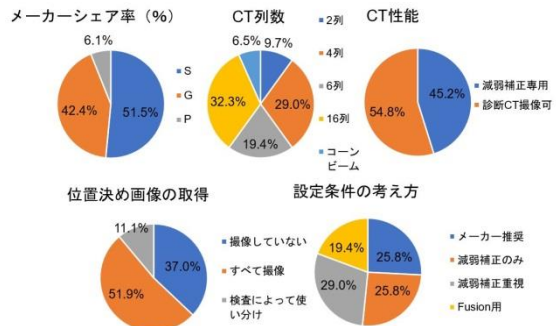
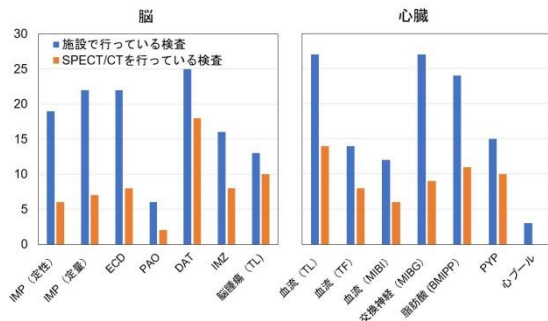


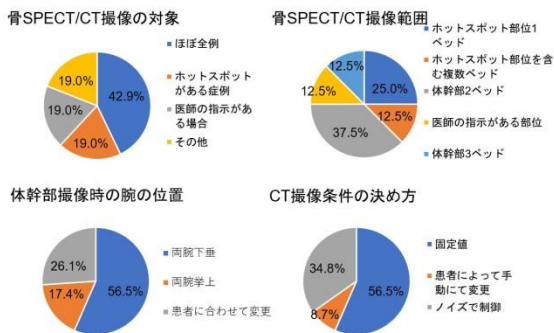
SPECT/CTが有用であると評価されている、または思われる検査

骨	9	心筋	5	PYP	1
センチネル (乳がん)	6	メタクル	3	リンパ管	1
Ga	6	アドスチロール	3	脳腫瘍TL	1
オクトレオ	6	腹部	3	脳脊髄 (In-DTPA)	1
センチネル (皮膚がん)	5	腫瘍	3	全身	1
MIBI (副甲状腺)	5	DAT	3	GSA	1
MAA	5	甲状腺Ca治療後	2	甲状腺	1
消化管出血	5	123I-MIBG (腫瘍)	2		

SPECT/CT導入後に増加した検査

骨	1	消化管出血	1
Ga	1	MIBI (副甲状腺)	1
心筋	2		





【特別講演 1】

「Digital Photon Counting PET/CT 装置
の可能性およびオランダ留学記」

北海道大学病院 医療技術部 放射線部門
孫田 恵一

○ Digital Photon Counting PET/CT 装置
の可能性

【はじめに】

近年の PET/CT 装置に関する大きなトピックスは、光検出器が従来の光電子増倍管からシリコンによる半導体を用いた光電子増倍器 (Silicon photomultiplier, SiPM) に置き換わった装置が商用化されたことである。本発表では、当院に導入された Philips 社製の SiPM 搭載型 PET/CT (Vereos) の特長を解説し、同装置で得られた最新の知見を通して、今後どのような期待や可能性が考えうるのか紹介する。

【Vereos の特徴】 *文中図は別資料を参照

図 1 に Vereos の概観写真を示す。先行機種である同社製 Gemini TF や Gemini GXL で採用されていた PET 部分と CT 部分が分離する形状ではなく、完全に一つの箱に入った

一体型となった。SiPM はガイガーモードで動作するアバランシェフォトダイオードをマルチピクセル化したものであり、直接ガンマ線を捉えるわけではなく、ガンマ線のエネルギーを吸収し光を放出するシンチレータを介し間接的にガンマ線を捉える光検出素子として検出器に実装されている。

CdTe などを用いた半導体 SPECT 装置のように、直接ガンマ線を捉えアナログ信号を出力している検出法とは異なることは留意する必要がある。Philips 社製 SiPM の特徴としては、リードアウト処理回路を直接半導体チップに接続することで A/D 変換器が不要であり、シンチレータからの光信号をダイレクトにデジタル値として出力する点が挙げられる (Digital photon counting PET/CT 装置という名称の由来)。シンチレータと SiPM の大きさを一致させることで (1 to 1 カップリング)、アンガー方式による位置同定が不要となり空間分解能の向上が期待できる。これにより、数え落とし低減、time-of-flight (TOF) 時間分解能の向上そして電気的ノイズの低減が期待できるとされている。図 2 に Philips 社製以外の SiPM 搭載型 PET/CT 装置を含めた性能比較表を示した^{1), 2), 3), 4), 5)}。Vereos は先行機種である Gemini TF と比較し、空間分解能、TOF 時間分解能などが向上していることが分かる。一方で、axial 方向の FOV が狭くなったために、システム感度は低くなっている。その他、先行機種と比較した特長として、PET の逐次近似再構成におけるパラメータの自由度が大きく拡大したこと、point spread function (PSF) 補正が可能に

なったことなどが挙げられる。Vereos で採用されている PSF 補正は、Richardson-Lucy 法を用いた画像復元手法に基づいた空間分解能補正法であり、ベイズの定理を利用した繰り返し型手法である。PET の欠点である parallax エラーの改善のみを考慮したものではないことに留意したい。詳細は文献 6 を参照されたい。

【ファントム画像】

図 3、4 にファントム画像を示す。デレンゾ・ファントム画像において、Vereos は最も小さな 4 mm φ のロッドを分離描出できるが、Gemini TF では分離できていないことが分かる。脳サイズ (20 cm φ) の円筒容器に 5 から 50 mm φ のホット球が封入されたファントムの画像では、最も小さな 5 mm φ のホット球は、Vereos の画像は Gemini TF の画像に比べて明瞭に描出できていることが分かる。3D 脳ファントムにおいても、Vereos の画像は Gemini TF の画像に比べて空間分解能の良い画像となっていることが分かる。さらに、球とバックグラウンドの比を 2:1 とした低コントラスト状態の NEMA ボディファントム画像において、Vereos は最も小さな 10 mm φ のホット球を描出できているが、Gemini TF では描出できていないことが分かる。いずれのファントム画像においても、Vereos は空間分解能および TOF 時間分解能の向上によって描出能が向上したものと考えられる。

図 5 は、Vereos と Gemini TF における計数率直線性のグラフを示す。Gemini TF では約 15 kBq/mL 程度の放射能から数え落と

しが発生する一方で、Vereos は高い放射能においても数え落としは無く直線性が良いことが分かる。

【臨床画像】

図 6 に Vereos で撮像した ¹⁸F-FDG 全身画像を示す。2 mm ボクセルの画像は 4 mm ボクセルの画像と比較してノイズが目立つものの、非常に小さな集積を明瞭に描出することができる (赤矢印)。Vereos は全てリストモードによる収集と画像再構成が可能であるため、収集時間を変化させた場合の画質変化を見ることができる。収集時間を 2.5 分/bed から 0.5 分/bed としても視覚的には大きな変化はなく、また SUV も大きな差は見られなかった。同じ投与量であれば収集時間を 80% 減らしても同じ画質が得られることを意味している。また、前述したように Vereos は計数率直線性が優れているため、収集時間と投与量が一次比例関係を示す。従って、収集時間の増減は投与量の増減としてシミュレートすることが可能である。同じ収集時間であれば投与量を 80% 低減しても画質が維持されることが示唆され、被曝線量も同様に 80% 低下することが分かった。

図 7 に Vereos で撮像した ¹⁸F-FDG 脳画像を示す。一見するとボクセルサイズによる違いはなさそうに見受けられるが、1 mm ボクセルの画像は脳のシワをより明瞭に描出できている。また、収集時間を変化させ画質変化を見たところ全身画像と同様に 80% の収集時間の減少、投与量 (被曝線量) の低減が可能となることが示唆された。特に、

今回提示した症例は小児であり、被曝線量の大幅な低減は大きなインパクトがあると思われる。

【まとめと応用】

本発表では、SiPM を搭載した最新型 PET/CT 装置の紹介をした。同素子を搭載した Philips 社製 Vereos では、空間分解能の向上、TOF 時間分解能の向上（実効感度、実効 SNR の向上）および数え落としの低減が可能である。これらの利点を活かし、診断精度の向上、精度の良い放射線治療計画、繰り返し検査への対応、正確な治療効果判定など多くの点で応用可能であると考えられる^{7), 8)}。

【COI】

本発表で使用した Philips 社製 Vereos PET/CT scanner は北海道大学と株式会社フイリップス・ジャパンとの共同研究に基づき貸与されたものである。

【引用文献】

1. Rausch I, et al. *J Nucl Med.* 2018. Ahead of print.
2. Haemich. *IVAM.* 2015.
3. Kolthammer JA, et al. *Phys Med Biol.* 2014;59:3843-59.
4. van Sluis, et al. *J Nucl Med.* 2019. Ahead of print.
5. Hsu DFC, et al. *J Nucl Med.* 2017;58:1511-8.
6. 孫田ら. *INNERVISION.* 2018;33:11.
7. Shiga T, et al. *J Nucl Med.*

2009;50:148-55.

8. Yasuda K, et al. *Int J Radiation Oncology Biol Phys.* 2013;85:142-7.

○ オランダ留学記

【はじめに】

平成 29 年 6 月 22 日から平成 30 年 6 月 6 日までの約 1 年間オランダ・アムステルダムにある VU University medical center (VUmc) の Adriaan Lammertsma 教授ならびに Ronald Boellaard 教授のもとへ留学する機会を得た。本発表では留学の経緯、留学先の紹介および研究生活について紹介した。尚、詳細は日本放射線技術学会誌 2018 年 12 月号に掲載されているので参照されたい。

【留学の経緯】

私は、2000 年に北海道大学病院へ入職後、一般撮影部門・CT 検査部門を経て 2002 年に核医学検査部門に配属された。核医学検査部門では、玉木長良教授（現・京都府立医科大学特任教授）のもとと精力的に研究が行われており、自身も配属は継続的に研究を行っていた。同教室では玉木教授の方針もあり、これまで多くの先生方が留学された。そのような中で、2016 年に医療機器メーカーとの大型共同研究契約に関するプロジェクトの話が持ち上がり、このプロジェクト遂行に向けて玉木教授より留学の提案がなされた。その後、すぐに当時の放射線部部长および藤田技師長らに相談し、最終的には”長期出張”という形で実現する運び

となった。

【留学先の紹介】

留学先については、研究プロジェクトに関連する幾つかの候補先があったが最終的には自らの判断で VUmc を選択した。VUmc はオランダ・アムステルダムにある総合大学である Vrije Universiteit Amsterdam (アムステルダム自由大学) の一角にある。1964 年に設立され、病床数は 750 床である。私がお世話になった Department of Radiology & Nuclear Medicine の研究室には、Lammertsma 教授を筆頭に、Boellaard 教授、放射線・核医学医師、物理士、ポスドク、大学院生等が所属しており、また薬剤師、血液内科医師など他科の方々も多く出入りしていた。Lammertsma 教授は、PET レセプターイメージングにおける簡便な定量化法を考案¹⁾されたことを始めとした PET 画像解析で大変高名な先生である。Lammertsma 教授は私が留学中の 2018 年 2 月末日をもって VUmc を退官されたため、それ以降お世話になったのが Boellaard 教授である。ヨーロッパにおける FDG-PET 撮像の標準化を推し進めたのが彼らのグループである²⁾。同研究室では、¹⁸F-FDG など一般的な PET 用放射性薬剤は勿論のこと、¹¹C-flumazenil、¹¹C-raclopride、¹¹C-DASB など合成することができる。また、¹²³I-iodozepam、¹²³I-MIBG、¹²³I-β-CIT などの ¹²³I SPECT 製剤も自前で合成できる。さらに日本では聞きなれない放射性核種である ⁸⁹Zr を使った抗体イメージングのための薬剤を合成することもできる。装置は、PET/CT 二台、PET/MR 一台 (全

て Philips 社製)、SPECT 装置数台 (Siemens 社製) および小動物用 PET/CT、PET/MR (nanoScan、それぞれ一台ずつ) が設置され、その他、サイクロトン、GMP 基準対応済みのホットラボなども有している。研究環境としては申し分のない施設であると言える。

【研究生活について】

普段の研究生活は特に縛りや拘束があった訳ではなく基本的に自由であり、8 時半過ぎに研究室へ入り 17 時ちょうどに研究室を出て帰宅する毎日であった。留学前の同時間帯は皆様と同じく臨床業務あるいは管理業務を行い、研究は 17 時以降の数時間しかできなかったことを考えると、朝から研究のみに没頭できる環境を幸せに感じつつ過ごしていた。研究室では Imaging methodology group に所属した。毎週火曜日、午前中 1 時間グループミーティングがあり、所属員による研究発表および討論が行われた。核医学に関する発表だけではなく、CT や MRI に関する発表もあった。多くの若手研究者の発表を聞いて大いに刺激となった。VUmc では、⁸⁹Zr-抗体標識画像を用いた研究を行った。ここでは内容の詳細については割愛するが、ファントムおよび患者データを用いてまずは第一段階として画像再構成条件の最適化を行った。⁸⁹Zr は半減期が約 78 時間と長いため、投与量を多くできない (通常 37 MBq 程度)。従って、カウント数が少なく画像再構成条件を工夫する必要がある。低カウントの場合は、同じ update 回数でも subset が異なると画質が

大きく変化することが分かった。最適化を含む関連研究は現在も進行中であり、近く論文化する予定である。

【最後に】

海外での一年間は自分にとってかけがえない大きな財産となった。最新の研究触れることができ、また多くの研究者と交流する機会があり、毎日が刺激的であった。今後は、ここで得た経験や知識を活かせるよう精進して参りたいと考えている。留学に際し多くの方々よりご支援を頂いたことに対して、この場をお借りして感謝申し上げたい。

【引用文献】

1. Lammertsma AA, Hume SP. *Neuroimage*. 1996;4:153-8.
2. Boellaard R, et al. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2010;37:181-200.

【特別講演 2】

核医学と治療、核医学の治療 最新情報と JSRT 班報告

近畿大学高度先端総合医療センター PET 分子イメージング部 花岡 宏平

2017 年 10 月に出された「第 3 期がん対策推進基本計画の閣議決定について」では、“国は、関係団体等と連携しながら、核医学治療について、当該治療を実施するために必要な施設数、人材等を考慮した上で、核医学治療を推進するための体制整備について総合的に検討を進める”と記されてお

り、核医学治療（RI 内用療法）の均てん化へ向けた取り組みが大きく進むことが予測される。本講演では、①退出基準の最新動向、②JSRT 班報告（国際動向調査）、③核医学技術と Dosimetry の項目に分け、同分野のトピックや、今後核医学分野の診療放射線技師に求められるであろう線量評価について紹介させていただいた。以下にキースライドを添付する。

1

本日の内容

核医学と治療、核医学の治療 最新情報とJSRT班報告

退出基準の最新動向

JSRT班報告(国際動向調査)

核医学技術とDosimetry

2

密封小線源治療の最新動向

診療用放射線照射器具	適用量または体内残存放射能 (MBq)	患者の体表面から1メートル離れた地点における1センチメートル線量当量率 (μ Sv/h)
ヨウ素 125 シード (前立腺に適用した場合) *1)	1,300→2,000	1.8→2.8

2019年1月より、退出基準が改正

なぜ変わったか？
なぜ変えることができたか？

3

ヨウ素125シードの問題点

ヨウ素125シードを永久刺入された患者の退出基準について

○ ヨウ素125シードの永久刺入による前立腺がんの治療は、欧米では日帰りが可能な治療となっている。一方、日本では通知により入院が必要とされており、厳しい退出基準があるために、患者に永久刺入できる個数に限界がある。前立腺肥大により前立腺が大きい患者には適用できず、男性ホルモンを使って小さくする等、何カ月か待たなければ治療できない現状であり、欧米とはかけ離れた現状がある。

退出基準とは？

厚生省HPより改稿

6

実行線量と線量当量

物理量：直接計測できる

放射能の強さ (Bq: ベクレル) 1秒間に変化する原子核の数 放射線粒子密度 (s/m²: フルエンス) 単位面積に入射する粒子の数	吸収線量 (Gy: グレイ) 物質 1 kg 当りに吸収されるエネルギー 照射線量 (X線、γ線対象) (C/kg) 空気 1 kg に与えられるエネルギー
---	---

物理量から定義

人の被ばく影響を表す線量：直接計測できない

防護量 等価線量 (Sv: シーベルト) 人の臓器や組織が個々に受ける影響を表す 実効線量 (Sv: シーベルト) 個々の臓器や組織が受ける影響を総合して全身への影響を表す	実用量 周辺線量当量 (Sv: シーベルト) 方向性線量当量 (Sv: シーベルト) 環境モニタリングにおいて用いられる防護量の近似値 個人線量当量 (Sv: シーベルト) 個人モニタリングにおいて用いられる防護量の近似値
---	---

4

退出基準

○ 診療用放射線照射器具を永久的に挿入された患者の退出について
(平成15年3月13日付け医業安第0313001号厚生労働省医業局安全対策課長通知)

3-1 放射能及び線量率による基準

医療法に基づいて診療用放射線照射器具を永久的に挿入された患者が病院内の診療用放射線照射器具使用室あるいは放射線治療病室等から退出する場合には、以下の(1)、(2)いずれかの基準を満たさなければならない。

(1) 適用量あるいは減衰を考慮した残存放射能に基づく基準
適用量あるいは減衰を考慮した残存放射能が表1に示す放射能を超えないこと。

(2) 測定線量率に基づく基準
患者の体表から1メートル離れた地点で測定された線量率が表1に示す1センチメートル線量当量率を超えないこと。

診療用放射線照射器具	適用量または体内残存放射能 (MBq)	患者の体表から1メートル離れた地点における1センチメートル線量当量率 (μSv/h)
ヨウ素125シード(前立腺に適用した場合)*1)	1,300	1.8
金198グレイン	700	40.3

1cm 線量当量率って？ 実行線量と何が違う？

7

実行線量と線量当量

○ I-125から放出されるガンマ線のエネルギーは荷重平均28.37keV (最大35.492keV) であり、当核エネルギー領域では1cm線量当量は実効線量に比べ2~3倍の過大評価となる。

図55 光子エネルギーの関数として表した、種々の照射ジオメトリにおける比E/H*(10)。
※ ICRP Publication 74 ((公社) 日本アイントープ協会発行の翻訳より)

5

実行線量と線量当量

○ 1cm線量当量

ICRU球
性別・年齢層におけるICRU球の質量 (ICRP: 線量当量率評価点)
元素組成: O:76.2%, C:11.1%, H:10.1%, N:2.0%
密度: 1

1cm線量当量は

- 測定できない防護量(実効線量等)の代わりに、線量計算ファントム(ICRU球:左図参照)を使用して測定器で測定する線量の基準としたもの。
- ICRU球の深さ1cmにおける吸収線量から次式により計算する。

$$H^*(10) = Q \cdot D$$

H*(10): 1cm線量当量
Q: ここでは深さ1cmにおける線量係数(放射線の種類による違いをL/EIの係数で、次式で与えられる)
D: ここでは深さ1cmにおける吸収線量

$$Q(L) = \begin{cases} 1 & L < 10 \text{ keV} / \mu\text{m} \\ 0.32E - 2.2 & 10 \leq L \leq 100 \text{ keV} / \mu\text{m} \\ 300/\sqrt{E} & L > 100 \text{ keV} / \mu\text{m} \end{cases}$$

L: 対象となる放射線のLET (線エネルギー付与)

国内法令における、外野被ばくの測定には**1cm線量当量(皮膚については70μm線量当量)**の使用を規定しており、1cm線量当量を外野被ばくによる実効線量とみなしている。

※画像の出典: (社) 日本アイントープ協会発行 「やさしい放射線測定」より

8

退出基準

現状

- 測定量に基づく患者自身による線量減弱を考慮した1cm線量当量を用いて保守的に介護者や一般公衆の被ばく線量を計算しており、1cm線量当量の性質から、過大評価になっている。

↓

対応方針

- 介護者や公衆被ばくの線量推定については実効線量を使用することとし、患者の退出時に測定する患者からの漏えい線量測定については1cm線量当量を使用することとし、公衆被ばく等を再計算する。
- その際、1cm線量当量を用いるときに考慮していた、患者自身による線量減弱は、実効線量を使用する場合も同様に考慮する。

→ 臨床上の適用は最大でも2,000MBqであるため、2,000MBqを上限として第三者の被ばく線量を推定した。

12

密封小線源治療の最新動向

診療用放射線照射器具	適用量または体内残存放射能 (MBq)	患者の体表から1メートル離れた地点における1センチメートル線量当量率 (μ Sv/h)
ヨウ素125シード(前立腺に適用した場合)*1)	1,300→2,000	1.8→2.8
金198グレイン	700	40.3→48.0

*1) 前立腺以外の部位にヨウ素125シードを適用する場合、当該部位における組織等の吸収を考慮して放射能と線量率を計算で求め、公衆及び介護者、患者を訪問する子供について抑制すべき線量の基準を遵守することとする。
 なお、適用量または体内残存放射能が1,300 [MBq]を超えるヨウ素125シード線源を挿入された患者の退出にあたって、患者の体表から1メートル離れた地点における放射線の量の測定は、トレーサビリティが明確な標準器によりヨウ素125線源の光子エネルギー範囲 (25~35keV) で校正された放射線測定器を用いることとする。

内用療法の退出基準はどう考える？

- 退出基準とは、放射性医薬品により治療を受けている患者を放射線治療病室等から退出させたとしても、当該患者が第三者へ与える放射線被ばくについて、

一般公衆の線量限度 ^{注1)} (病人を訪問する子供を含む) 介護者の線量拘束値 ^{注2)}	: 1mSv/年 : 5mSv/一行為
--	------------------------
- 退出基準には、第三者へ与える放射線被ばくを考慮して、患者の治療に使用した核種ごとの投与量又は体内残留放射能及び線量当量率を示している。
- 退出基準を満たした患者は放射線治療病室等から退出することができる。

注1) 線量限度とは、想定される状況において個人が被ばくする場合の、結実をならぬ(実効線量又は等価線量の値)である。
 注2) 線量拘束値とは、任意の線量を想定した場合における予期的な個人線量の制限値。ここでは、患者の介助者や介護者に適用され、介護者にあたって線量は厳しく定まることがないよう、厳しく線量を制限し、公衆に与えるために使用される個人線量限度に準じて設定される。

一般公衆の「内部被ばく」はどう考える？

内用療法の退出基準はどう考える？



内用療法の退出基準 (公衆の内部被ばく)の計算には「琵琶湖モデル」が用いられる

理由

- ・100を超える川が流れ込むが、淀川水系のみで出ている。
- ・関連地域における浄化水利用率が高い。

塩化ラジウムの公衆内部被ばく線量の推定

- ・ 淀川水系圏の²²³Raの総投与放射量 : 3.85 [MBq/回] × 6 [回/人] × 490 [人/年] = 11.32 [GBq/年]
- ・ 河川水中の²²³Ra濃度 : 0.01132 [TBq/年] ÷ 4.1 [TL/年] = 2.76 × 10⁻³ [Bq/L]
- ・ 一般公衆の、1人当たりの年間の²²³Raの摂取量 (1日2リットルの水を飲用すると仮定) : 2.76 × 10⁻³ [Bq/L] × 2 [L/日] × 365 [日/年] = 2.02 [Bq/年]
- ・ 1年間の内部被ばく線量の試算 : 2.02 [Bq/年] × 1 × 10⁻⁴ [mSv/Bq] = 2.02 × 10⁻⁴ [mSv/年] ≈ 0.20 [μSv/年]

1 × 10⁻⁴ [mSv/Bq]は、²²³Raを経口摂取した場合の実効線量係数)
 1年間における内部被ばく線量の0.20 μSvは、ICRP 勧告の公衆被ばくの線量限度である1年間につき1 mSvの5000分の1である。

退出基準に関する今後の動向

甲状腺癌の放射性ヨウ素(¹³¹I)内用療法における退出基準の見直し

- ・ アブレーション (ablation) → 1110MBqまでは外来で可能
- ・ 補助療法 (adjuvant therapy)
- ・ 治療 (treatment)

従来日本ではアブレーションと補助療法を一律にアブレーションと称して実施しており、その多くは補助療法であったと考えられる。
 最近公表された日本の甲状腺腫瘍診療ガイドラインでは、両者を区別し、米国のガイドラインに倣い補助療法には100mCi (3700MBq) ~ 150 mCi (5550MBq)の投与が推奨された。

核医学部会RI内用療法班 平成28年4月～



花岡宏平
 近畿大学高度先端総合医療センター
 前田貴雅
 放射線医学総合研究所
 宮司典明
 がん研究会有明病院画像診断センター
 坂口健太
 近畿大学医学部附属病院
 米山寛人
 金沢大学附属病院
 尾川松義
 横浜市立大学附属病院

内用療法班の役割

- 1) RI内用療法に関する国内外の状況を整理し、国際学会で行われている学術活動を把握する。
- 2) 適正使用マニュアルや法改正について、本学会としての責任ある精査を行うための体制作りについても検討する。
- 3) 得られた学術情報を核医学部会やセミナーを通じて会員に提供し、今後の学術研究活動に繋げていく。

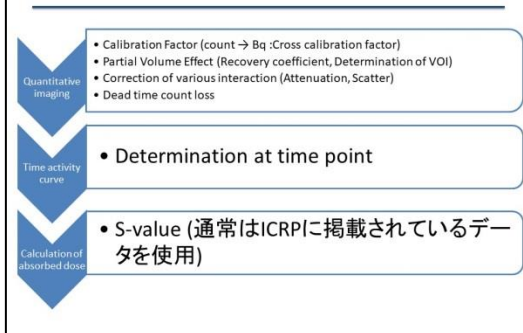
1 5

内用療法の線量評価目的

- 処方線量を満たす投与量を予測する
- 適応を判断する(分布の確認)
- 臓器の照射線量を推定する

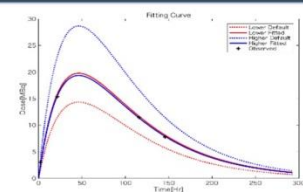
1 6

内用療法のDosimetryの流れ



1 7

新しい技術と内用療法



吸収線量(Gy) = 時間放射能曲線の下部分の面積(Bq·h) × S Value (Gy/Bq·h)

- 撮像のタイミングと収集方法の最適化
- S値の最適化 (詳細データの蓄積→合理化)

内用療法におけるDosimetryの不確かさを明らかにし、技術の均てん化や個別化医療への応用利用を目指す。