

核医学研究会（第38回核医学夢工房）

【午前の部】症例報告（核医学検査でわかる典型的な症例および珍しい症例）

座長 広島大学病院 高内 孔明

(1) うつ伏せ PET delay 撮像が有用であった症例

広島大学病院 小林 誠

FDG は尿排泄されるため、膀胱が高集積になる。また、CT 撮影後から PET 撮像を行うまでの間に排泄により膀胱の大きさや形が変化してしまうことがある。

今回は当院で経験した骨盤部の膀胱周囲に異常な集積を認めた症例に対して、うつ伏せでの delay 撮像を行った 2 症例を報告した。

1 例目は 60 歳代女性。子宮頸がんの術後 4 年。最近の血液検査で CEA の上昇を指摘された。その後の造影 CT 検査では明らかな異常は指摘されなかった。再発の有無、その他の病変の検索目的で FDG PET/CT を施行した。Fig.1 に early 画像を示す。膀胱の背側に下に凸状の集積を認めた。集積部位は術後の断端部と重なっており、術後断端部の再発が疑われた。そこで、膀胱の集積か再発かを判断するために delayed 撮像を施行した。追加撮像を行う際に膀胱の集積をなるべく小さくするために追加撮像の直前に排尿を行い膀胱と子宮頸部の位置を離す目的でうつ伏せでの検査を行った。Fig.2 にうつ伏せで撮像した delayed 画像を示す。膀胱の背側、術後断端部に結節状の集積を認めた。放射線科の所見には「膀胱背側に 15mm 大の集積 (SUVmax : 8.5) を認め再発病変を疑う。」と記載された。その後の細胞診により子宮頸がん再発が確認された。

2 例目は 50 歳代女性。乳癌の術後 9 年。エコー検査により胸骨傍 LN を指摘された。再発、転移の有無の確認目的で FDG PET/CT を施行した。Fig.3 に early 画像を示す。膀胱の背側に下に凸状の集積を認めた。集積部位は子宮頸部と重なっており、偶発的に子宮頸がんが発見された可能性が疑われた。そこで、膀胱の集積か子宮頸部の集

積を判断するために delayed 撮像を施行した。追加撮像を行う際に膀胱の集積をなるべく小さくするために追加撮像の直前に排尿を行い膀胱と子宮頸部の位置を離す目的でうつ伏せでの検査を行った。Fig.4 にうつ伏せで撮像した delayed 画像を示す。膀胱背側の集積は消失しており、early 画像での集積は膀胱の集積であったと考えられた。放射線科の所見には「子宮頸部あるいは腔内に SUVmax:6.1 の腫瘤様の集積を認めます。CT では腫瘤性病変ははっきりせず、腹臥位 delay で集積消失していることから、膀胱の集積だと考えます。」と記載された。

膀胱周囲に見られた疑わしい集積に対して、うつ伏せ delay 撮像を追加することにより正しい診断が得られたと思われる症例を報告した。FDG PET 検査では、膀胱は高集積となるため、周辺の臓器の集積と一体となって見えることがある。また、膀胱は時間の経過によって大きさが変化し、周辺の臓器の集積と間違えることがあるため、疑わしい集積を発見した場合には、うつ伏せ delay 撮像を追加することが有用であると考ええる。

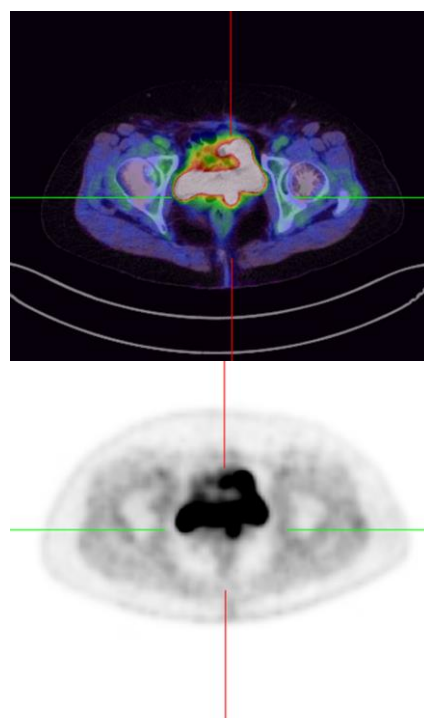


Fig.1 症例 1 early 画像

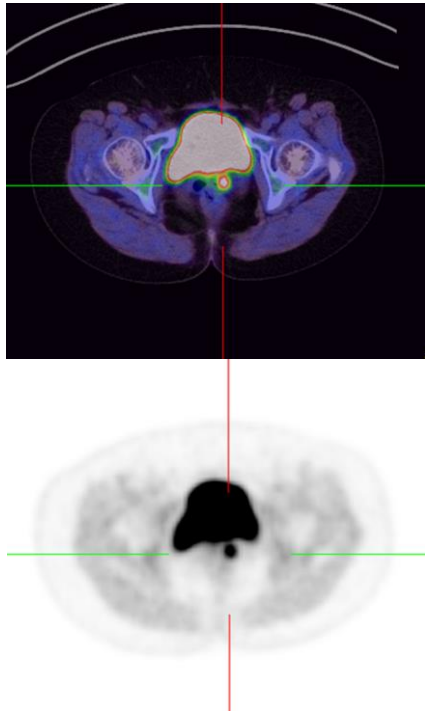


Fig.2 症例 1 delayed 画像

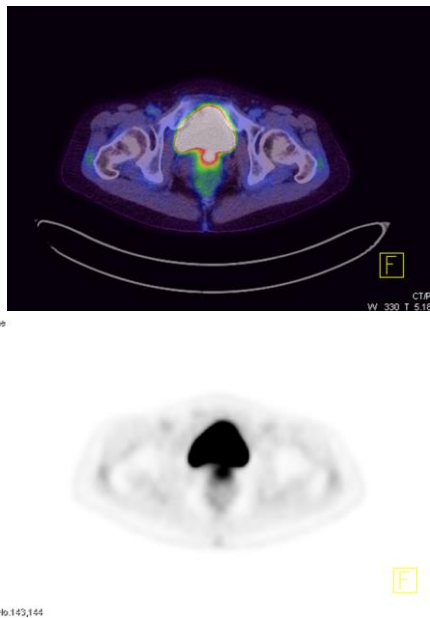


Fig.3 症例 2 early 画像

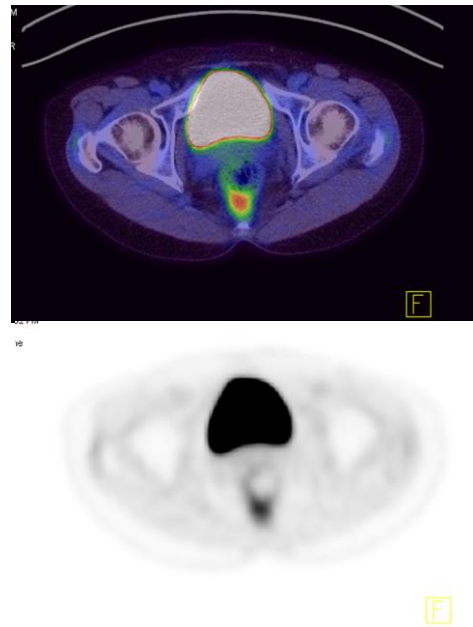


Fig.4 症例 2 delayed 画像

(2)筋のFDG集積と迷走神経反射症にてFDG-PET/CT遅延相を施行した1例

徳島大学病院放射線部 坂東 良太

徳島大学病院放射線診断科 音見 暢一

【筋のFDG集積】

FDG-PET/CTにて、FDGの静脈内投与側の小円筋に生理的集積を認めることが報告されている。FDGの投与側の肘の近くの橈尺間に集積を認める症例を多く経験することから、小円筋の集積以外にも、血管確保～FDG投与時の肢位や筋肉の使用などによるFDG投与に関連性のある集積があるのではないかと考えた。

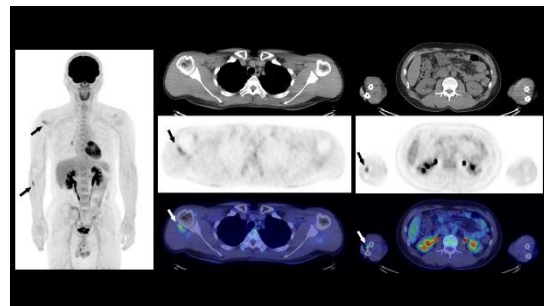


Fig.1 小円筋，肘の近くの橈尺間のFDG集積（同側上肢から投与）

FDGの静脈への投与側と、肩～上肢にかけての筋肉への生理的集積についてその関連性を評価する。2015年に当院で施行された1310件のFDG-PET/CT検査について投与側と肩～上肢の筋肉への生理的集積について後方視的に検討した。特に小円筋、肘の近くの橈尺間の集積とFDGの投与側との関連性について検討した。小円筋への集積は21.7%で認められ、肘近くの橈尺間の集積は14.8%で認められた。小円筋への集積の方がより高頻度で認められた。小円筋への集積は投与側で78.5%であり、肘近くの橈尺間の集積は投与側で83.0%であった。



Fig. 2 小円筋, 肘近くの橈尺間のFDG集積と投与側との一致度

ともに集積側と投与側との一致度は良かった。これらのことより、小円筋への集積、肘近くの橈尺間の集積はともに投与に関連した集積であると考えられる。小円筋は上肢の外旋に携わり、外転位では棘下筋よりも筋活動が大きいとの報告されている。FDG投与時の上肢の姿勢は、屈曲、外旋（回外）、外転位となると考えられるが、投与時の姿勢では小円筋の筋活動・関与が大きいことから、小円筋にFDGが集積すると推測される。肘関節の屈曲に作用する筋としては上腕二頭筋や上腕筋、腕橈骨筋があり、肩の外旋に作用する筋としては小円筋、棘下筋がある。前腕の回外に作用する筋としては上腕二頭筋と回外筋がある。集積している筋を明確にするには至っていないが、肘近くの橈尺骨間の集積の部位からはこれらの筋のうち回外筋が合致しそうである。投与側の上肢の姿勢では小円筋の他、回外筋な

どの筋の活動・関与が大きいことによる集積をみているのではないかと考えられた。

【迷走神経反射症にてFDG-PET/CT遅延相を施行した1例】

2007年1月から2014年12月までの8年間にFDG-PET/CT検査の静脈ライン確保時に迷走神経反射を生じた26患者のうち、迷走神経反射を生じなかったFDG-PET/CT検査を含む複数回のFDG-PET/CT検査を行っている16患者の副腎集積について検討した。

迷走神経反射を生じた検査時の副腎集積が、迷走神経反射を生じなかった検査時の副腎集積より有意に高く、迷走神経反射の際の副腎におけるカテコラミン産生・分泌による代謝の亢進によって副腎のFDG集積が上昇している可能性が示唆された。

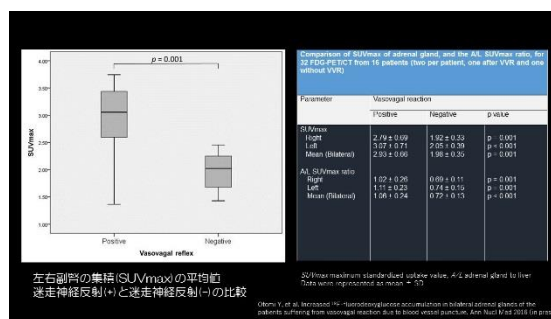


Fig. 3 左右副腎の集積(SUVmax)の平均値迷走神経反射(+)と迷走神経反射(-)の比較

症例。30歳代前半の男性で右足内果下部悪性黒色腫(pT1aN0M0)にて拡大切除と全層植皮術を行い、手術から約1年後にFDG-PET/CT検査を行った。検査当日、FDGの投与のための静脈ライン確保直後に気分不良となり、顔面蒼白、発汗、ふらつき、手指のしびれが出現した。臥床後、徐々に症状は改善し、ストレッチャー臥床のまま、FDGを投与した。1時間後（早期相）、2時間後（遅延相）にPET/CTを撮影した。迷走神経反射を生じた本症例では、早期相にて特に左副腎の集積が軽度亢進し、肝より高かった。

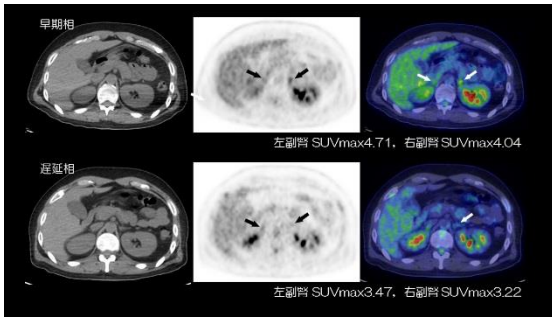


Fig. 4 迷走神経反射症例の早期相と後期相の左右副腎のSUVmax

担癌患者で副腎の集積が肝の集積より高い場合に転移陽性とした検討では、感度100%、特異度93.8%と報告されており、FDG-PET/CTは副腎病変の良悪性の鑑別に有用とされている。PETで偽陽性となる疾患としては、副腎腺腫や、結核、サルコイドーシスなどの炎症性病変、皮質過形成、神経鞘腫が報告されている。迷走神経反射を生じた場合も副腎のFDG集積が亢進すると報告したが、それも偽陽性の一因となると考えられる。これまで副腎病変の遅延相撮影などの多時相撮影を検討した報告はないが、遅延相での集積の上昇は悪性を示唆する集積パターンといった報告はなされている。本症例ではCTにて腫大や結節を認めない点から副腎転移などの悪性腫瘍の可能性は低いと考えられるが、遅延相での集積低下所見は悪性腫瘍をさらに否定する根拠となり得るものと思われる。遅延相が、迷走神経反射による副腎への集積亢進と副腎の悪性病変への集積亢進との鑑別に有用である可能性がある。

(3) 瘤形成を伴う冠動脈肺動脈瘻の治療に有用であった検査

松江市立病院 放射線部 実重英明

【背景】

冠動脈瘻は冠動脈と心腔や肺動脈などと直接交通する稀な疾患であり、冠動脈肺動脈瘻に瘤を合併する場合がある。

【目的】

今回、冠動脈造影検査を施行し冠動脈肺動脈瘻が

認められ、さらに瘻管に巨大な瘤が合併していた症例を経験した。冠動脈肺動脈瘻では、症状がある場合や瘤が合併する場合に外科手術やカテーテルによる治療が適応となる。本症例の治療手技選択に3DCTと負荷心筋シンチが有用であったので報告する。

【症例】

患者:80代女性

主訴:胸部圧迫感

現病歴:数日前からの労作時の胸部圧迫感を自覚し受診

既往歴:発作性心房細動,胃癌術後,鬱病

内服薬:パラバスタチン錠 10 mg, ラベプラゾール 10 mg

血圧:158/71mmHg, HR:38/分, SpO₂:98%(room air), 体温:35.6°C, 呼吸数 18/分, 心雑音(-), 肺野ラ音(-), 下腿浮腫(+), CRT:54%

【心臓エコー検査】

AoD:33mm、LAD:41mm、LVDd:57mm、LVDs:39mm、IVS:10mm、PW:10mm、EF:51%であり、LVの拡大と壁運動の低下が示唆され心臓カテーテル検査を行うこととなった。

【心臓カテーテル検査】

狭窄は無く、両冠動脈から異常血管が発生していた。LAD近位から肺動脈へ伸びる瘻管には動脈瘤が発生しており、LAD遠位でのflowの低下が疑われた。体肺血流比とshunt率を求めると、体肺血流比:1.3、shunt率:15%であった。

冠動脈肺動脈瘻を疑い、オペによる冠動脈肺動脈瘻の治療が考えられた。全体の把握のために3DCTの撮影、虚血の有無を評価するために薬剤負荷心筋シンチを行うこととなった。

【3DCT】

撮影使用機器、撮影条件はFig.1に示す。撮影範囲、方向は心尖部側から鎖骨下動脈が入るように尾頭方向で行った。

LAD:#6から発生した異常血管がLAD直下で瘤を形成しており、瘤内には血栓が存在していた。MPRを作成し計測を行うと、瘤径:26mm×26mm×25mm、LAD近位血管径:5.7mm×5.1mm、LAD遠位血管

径:3.5mm×3.1mm、瘤流入血管径:3.2mm×3.0mmであった。Fig. 2 に MPR 画像を示す。

VR を作成し、異常血管と瘤、正常な血管との位置関係を把握した。Fig. 3 に VR 画像を示す。

使用造影剤	イオパミドール370 100m l
生理食塩水後押し	30m l
注入レート	3.3ml/sec (ヨード量:22.2mg/kg/sec)
使用機器	Aquilion64CX 東芝
注入機	DualShot 根本杏林堂
管電圧	120 k V
管電流	400mA
スキャン速度	0.35sec
検出器	0.5mm×64
HP	11.2
再構成関数	FC14
フィルタ	3D-Q06
FOV	M (320mm)
撮影方向	尾頭方向

Fig. 1 使用機器、撮影条件 (3DCT)

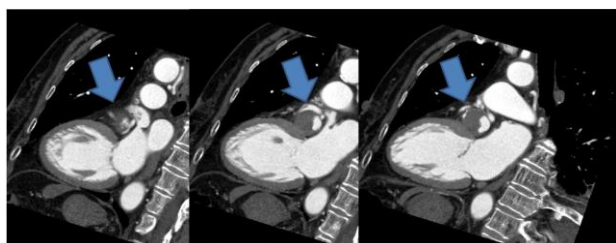


Fig. 2 MPR 画像

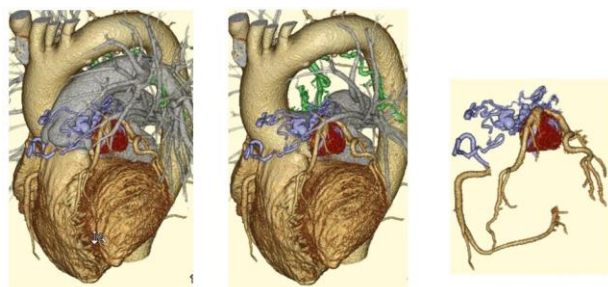


Fig. 3 VR 画像

【薬剤負荷心筋シンチ】

撮影使用機器、撮影条件は Fig. 4 に示す。薬剤負荷時胸痛の症状が発生した。画像上でも前壁心尖部の血流低下部位がみられ、REST 像では再分布がみられた。これは LAD 近位部の異常血管へいく血流が多く、LAD 遠位への血流が低下したと考

えられた。

薬剤負荷心筋シンチ画像は Fig. 5 に示す。

放射性医薬品	201TlCl
使用薬剤	アデノスキャン注60mg
使用機器	E-CAM SIEMENS
検出器の配列	180度対向
コリメータ	LEHR
エネルギーウィンドウ幅	166keV,幅15% 70keV,幅20%
回転モード	STEP&SHOOT
回転数	1回転
収集範囲	180度
収集マトリクス	64×64
収集STEP数	30view
サンプリング角度	6度
拡大率	1.45
ピクセルサイズ	6.6mm
前処理フィルタ	Butterworth cut off:0.55 次数:5
再構成法	FBP ; Ramp

Fig. 4 使用機器、撮影条件 (薬剤負荷心筋シンチ)

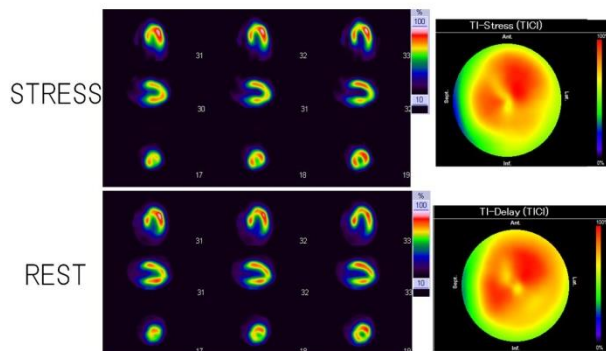


Fig. 5 薬剤負荷心筋シンチ画像

【治療手技選択】

3DCT で瘤が肺動脈に近く、手術が難しい位置であること。薬剤負荷心筋シンチで異常血管への盗血により、LAD 遠位部で虚血が起きていることが示唆された。そこで、瘤へ流入する異常血管にカテーテルを用いてコイル塞栓術を行うこととなった。

【治療結果】

LAD 近位部の異常血管にコイルを留置し、血流の遮断を行った。塞栓術後は造影剤の瘤への流入はなく、shunt 率は 1%と改善した。Fig. 6 に治療前画像、Fig. 7 に治療後画像を示す。

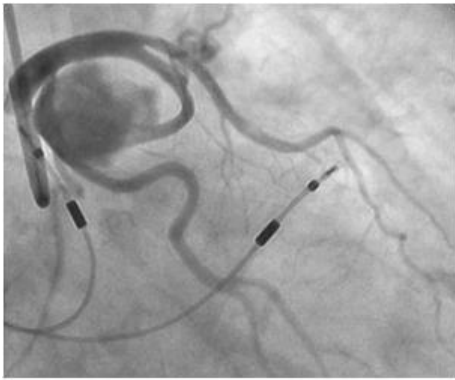


Fig. 6 治療前画像



Fig. 7 治療後画像

【まとめ】

冠動脈肺動脈瘻は稀な疾患であり、偶発的に発見される事が多い。形状、走行が複雑で異常血管や瘤を合併するため経過観察が重要である。複数のモダリティから画像を提供し、病態・形態を分かりやすく提供する事ができ、治療手技の決定に有用であった。

(4) 肺移植後に肺換気血流シンチグラフィを施行した閉塞性細気管支炎症候群の症例

岡山大学病院 中嶋 真大

閉塞性細気管支炎症候群 (Bronchiolitis Obliterans Syndrome : BOS) とは、臨床的な診断名であり、1993年に Cooper らが提唱した¹⁾。肺移植後の慢性拒絶反応の一形態と認識されている。病態は、末梢気道である細気管支が不可逆的に閉塞をおこし、進行する。BOS は、肺移植後の罹患率、死亡原因が高い重大な合併症²⁾であり、BOS の正確かつ、早期診断が重要である。そこで、国際心臓移植学会ガイドラインでは、肺機能検査である1秒率 (FEV1) を中心とした診断を推奨して

おり、FEV1 が基準値より 20%以上の低下をもって、BOS と診断される。しかし、FEV1 は、両肺を反映しており、局所的評価が困難である。そのため、局所的評価が可能である画像診断は重要である。BOS では、¹³³Xe-GAS 洗い出しの遅延がみられ、CT より早期に診断ができるとの報告がある³⁾。

当院では、¹³³Xe-GAS を使用していたが、使用できなくなったため、^{81m}Kr-GAS に変更した。そこで、今回、肺移植後に^{81m}Kr-GAS を用いた肺換気血流シンチグラフィを施行した BOS の症例を経験したので報告する。

肺換気シンチグラフィは、^{81m}Kr-GAS (185MBq)、肺血流シンチグラフィは、^{99m}Tc-MAA (185MBq) を使用した。肺換気、肺血流の正面像は、各々撮像を行い、SPECT/CT は、二核種同時撮像を行い、同様に、前斜位、側面、後斜位の撮像を行った。症例は、46 歳女性で、主訴は、肺移植後の咳嗽、喀痰。既往歴は、喘息。現病歴は、6 年前にびまん性汎細気管支炎、肺高血圧症のため、当院呼吸器外科にて、脳死両肺移植を施行した。

移植後の急性拒絶反応はなかった。移植1年後の、¹³³Xe-GAS を用いた肺換気シンチグラフィで洗い出し遅延を認めた。FEV1 の低下はなかった。BOS が疑われ、要経過観察になった。移植2年後の呼吸機能検査では、FEV1 の低下も認めた。これにより、BOS と診断された。移植5年後の¹³³Xe-GAS 肺換気シンチグラフィでも両肺尖部に洗い出し遅延を認めた (Fig. 1)。肺血流シンチグラフィでも同部位に集積低下を認めた。

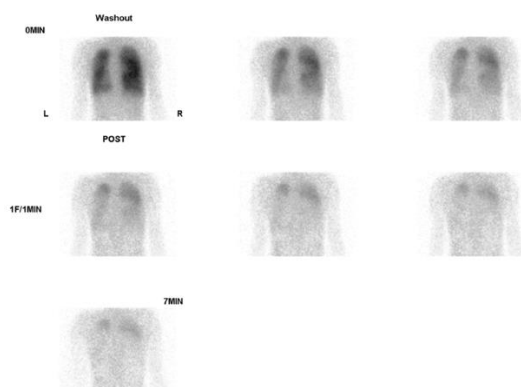
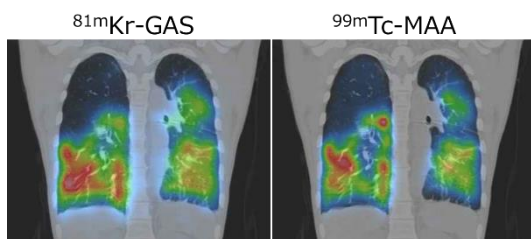


Fig. 1 移植5年後の肺換気シンチグラフィ

移植 6 年後の経過観察で、 ^{81m}Kr -GAS を用いた肺換気血流シンチグラフィをおこなった (Fig. 2)。

Fig. 2 移植 6 年後の肺換気血流シンチグラフィ



肺換気血流シンチグラフィとも両肺尖部で集積低下がみられた。肺換気血流シンチグラフィで両肺を主体とした不均一な分布を示しており、前回所見も考慮すると、BOS による変化と思われるとの放射線科医師による所見であった。一方、前日の CT 画像所見は、両肺に炎症後変化を疑う索状影、小結節が散在している。BOS を疑う肺実質低吸収や血管影の狭小化も指摘できないとのことであった。BOS は、末梢気道である細気管支が、不可逆的に閉塞する。 ^{81m}Kr -GAS は末梢気道まで流入するため、閉塞している場合は、集積低下になる。肺血流シンチグラフィは肺血流分布像であるが、末梢気道病変の換気障害を間接的に捉えているため、閉塞している場合は、集積低下になる。よって、肺換気は肺血流と同様な分布を示したと考えられる。

このことは、Hasegawa らの報告と一致した⁴⁾。画像診断に関する報告には、CT では呼気により、増強される Air trapping, mosaic pattern, 末梢の血管影の減少、縮小化、細気管支拡張がみられるとの報告がある⁵⁾。 ^{81m}Kr -GSA は、CT 所見が乏しい場合でも、集積低下がみられた。今後、FEV1 との関係等、検討する必要がある。肺移植後に ^{81m}Kr -GAS を用いた肺換気血流シンチグラフィを施行した BOS の症例を経験したので報告した。肺換気血流シンチグラフィの集積低下は、CT 所見が乏しい場合でも認められ、BOS の早期診断に寄与できる可能性がある。また、SPECT/CT 撮像を行うことで、集積低下部位を正確に特定できるため、非常に有用だと考えられた。

参考文献

- 1) Cooper, JD. et al. : J. Heart Lung Transplant., 12:713-716, 1993.
- 2) Yusen, RD. et al. : J. Heart Lung Transplant., 34:1264-1277, 2015.
- 3) Shinya, T. et al. : Ann Nucl Med. , 22:31-39, 2008.
- 4) Hasegawa, Y. et al. : Respiration. , 69:550-555, 2002.
- 5) Leung, AN. et al. : Chest. , 113:365-370, 1998.

(5) ^{123}I -MIBG を用いた典型的な多発性内分泌腫瘍症 2 型 (MEN2)

川崎医科大学附属病院 徳重祥也

【多発性内分泌腫瘍症 (MEN) とは】

多発性内分泌腫瘍症 (multiple endocrine neoplasia : MEN) とは、内分泌臓器や一部の非内分泌臓器に過形成や腺腫、癌を発症する病気である。また、常染色体優性遺伝性疾患でもあり、有病者の血縁者全員が発症の可能性があるため遺伝子検査も行わなければならない病気でもある。

MEN はいくつかの種類があり、MEN 1 型と MEN 2 型に分類される。MEN 2 型には MEN 2 A, MEN 2 B, 家族性甲状腺髄様癌 (familial medullary thyroid cancer : FMTC) の 3 種類がある。MEN2A では甲状腺髄様癌、副腎褐色細胞腫、まれに副甲状腺機能亢進症が発症する。

【症例】

本症例は 20 歳代女性、主訴は風邪による咽頭痛であった。近医を受診し甲状腺腫瘍を指摘され当院に紹介された。親族に甲状腺と副腎の手術歴あり、MEN 2 と診断されていた者もいた。検査結果を聞いた家族も受診し、甲状腺腫瘍を指摘された。

血液検査結果は CEA, カルシトニン高値であり甲状腺髄様癌を疑われた。さらに、カテコールア

ミン, アドレナリン, 尿中のアドレナリン, メタネフリン高値のため, MEN2による褐色細胞腫併発が疑われ, 画像検索が行われた.

CT・MRI で副腎腫瘍を認めたが副腎腫瘍は石灰化や出血を伴わず, 脂肪成分を含み, 造影で早期濃染しないことから, 褐色細胞腫としては非典型的と診断された. しかし, ^{123}I -metaiodobenzylguanidin(^{123}I -MIBG)では副腎への取り込みが認められたため褐色細胞腫と診断され, 腹腔鏡下両側副腎部分切除術が行われた.

【治療の流れ】

過去, MEN2による褐色細胞腫は副腎全摘手術が行われていた. しかし, 全摘を行った場合副腎で産生されるステロイドホルモンが体内で産生できなくなるため, 生涯ステロイドホルモンの服用が必要となり, 患者の quality of life(QOL)を低下させていた.

現在では ^{123}I -MIBG の集積がある副腎腫瘍に対し, 全摘ではなく, 可能な限り温存手術を行うことが推奨されている. ^{123}I -MIBG 集積がない副腎腫瘍や MEN2 の患者で副腎腫瘍をまだ発症していない者は, 予防的全摘は行わず生涯を通じて血液検査や ^{123}I -MIBG などの画像検索による注意深い経過観察が必要とされている.

【まとめ】

^{123}I -MIBG で副腎腫瘍に集積亢進した MEN2 による褐色細胞腫症例を提示した.

MEN2 患者における ^{123}I -MIBG による副腎シンチグラフィは手術適応の判断に極めて重要であり, 経過観察する際も ^{123}I -MIBG は有用であると考えられる.

【引用文献】

- 1, 五十嵐健人: 多発性内分泌腫瘍症 2 型 医療の進歩 日医大医会誌 11(1): 6-10, 2015
- 2, 成瀬光栄(代表者): 褐色細胞腫・パラングリオーマの診療ガイドライン 内分泌甲状腺外会誌 32(4): 243-245, 2015

3, 竹原浩介: 褐色細胞腫 内分泌甲状腺外会誌 31(3): 175-179, 2014

4, 櫻井晃洋(代表者): 多発性内分泌腫瘍症診断の手引き 日本内分泌学会ホームページ http://square.umin.ac.jp/endocrine/rinsho_juyo/index.html

核医学トピックス!!

座長 香川大学医学部附属病院 前田 幸人

(1)「アミヴィッド静注」のご紹介 富士フイルム RI ファーマ株式会社 学術企画部 金子 央賢

最近の研究により, アルツハイマー病 (Alzheimer's disease: AD) は実際に臨床症状が出現する以前から, 脳では様々な病理学的な変化が起こっていることがわかってきた。AD の病理として老人斑と神経原線維変化が報告されているが, この内老人斑はアミロイドβ 澱泊が主成分となり神経細胞外にプラークを形成する。本薬剤はこのアミロイドβ プラークに選択的に結合することで, アミロイドの蓄積の程度を追跡する事が可能である。

アミヴィッド静注 (一般名: 放射線医薬品基準 フロルベタピル (^{18}F) 注射液) は, 海外では「AMYVIDTM」としてイーライリリー・アンド・カンパニーが「脳内のアミロイドβ プラークの可視化」を効能として世界で初めて承認を取得した PET 検査用放射性医薬品である。国内においては 2016 年 12 月 19 日に製造販売承認取得した。

アミヴィッド静注の効能又は効果は「アルツハイマー型認知症が疑われる認知機能障害を有する患の脳内アミロイドβ プラークの可視化」であるが, 効能又は効果に関連する使用上の注意として, 「無症候者に対するアルツハイマー型認知症の発症前診断を目

的として本剤を用いた PET 検査を実施しないこと (アルツハイマー型認知症の発症予測に関する有用性は確立していない)」と記載されている。

用法及び用量は「フロルベタピル (^{18}F) として 370MBq を静脈内投与し, 投与 30 分後から 50 分

後までに撮像を開始する。撮像時間は 10 分間とする。」となっており、投与から最短で 40 分で撮像する事が可能である。また、薬剤の取込み後 30 分から 60 分は画像コントラストが安定しているため、柔軟なスケジュールを設定する事が可能であり、また撮像に失敗した場合は再度撮像を行う事が可能である。

副作用については「国内臨床試験において、55 例中 1 例(1.8%)に副作用(倦怠感)が認められた。海外臨床試験においては、496 例中、副作用は 15 例(3.0%) 19 件に認められ、主な副作用は頭痛 5 件(1.0%)であった。以下のような症状があらわれた場合には、症状に応じて適切な処置を行なうこと。」と報告されている。

神経病理学的診断をスタンダードとした際の定性的評価の診断能が A β PET 画像と病理組織学的評価の関連性について評価を目的に実施されている(米国第Ⅲ相臨床試験)。

試験デザインは多施設共同、評価者盲検試験、対象を剖検コホート 152 例、試験方法はフルルベタピル(¹⁸F)注射液 370MBq を静脈内投与し、投与 50 分後から 10 分間撮像により画像を得る事で実施されている。この内 PET 撮像から 24 ヶ月以内に剖検した 59 例における PET 画像の定性的評価による診断能は、感度 92%、特異度 100%、正確度 95%であり、判定基準である「神経病理学的診断をスタンダードとした際の PET 画像の視察読影による定性的評価の診断能が、感度及び特異度ともに 80%以上」が達成されている。

現在、アミヴィッド静注の上市に向け準備を進めている。

*アミロイドイメージングは保健未適応である(2017年7月現在)

(2)去勢抵抗性前立腺がんの α 線治療

- Ra-223 の実際 -

川崎医科大学附属病院 阿部俊憲

【塩化ラジウム(Ra-223)注射液について】

塩化ラジウム(Ra-223)注射液(以下 Ra-223)は、

去勢抵抗性前立腺癌(castration resistant prostate cancer: CRPC)の骨転移治療薬である。Ra-223 の投与放射線量は、体重あたり 55kBq で算出され、4 週間間隔で最大 6 回まで、投与を行う事が可能である。

Ra-223 は、骨転移などの骨代謝の亢進した領域に集積し、 α 線を放出する。 α 線は、1)高 LET 放射線で高い生物学的効果、2)酸素増感比が低い、3)細胞周期依存性が低い、4)飛程が非常に短く、集積場所以外への他臓器への放射線障害が極めて低い特徴がある。

【当院における Ra-223 治療の流れ】

当院は、Ra-223 治療を院内マニュアルに沿って行っている。泌尿器科から Ra-223 治療を希望された CRPC 患者は、核医学診療部に紹介され治療が開始される。

核医学医師は、投与基準(下痢、悪心、嘔吐、便秘の有無)を確認する。また、骨髄抑制のある患者では骨髄抑制が増強するおそれがある為、好中球数、血小板数、ヘモグロビンの値が基準値を満たしているか確認を行う。Ra-223 の注文は、体重と投与予定日を記入した用紙を製造会社に FAX にて発注する。

Ra-223 治療日の朝、Ra-223 は他の RI と同様に A 型輸送物としてダンボール箱に梱包され届けられる。Ra-223 を収納している鉛容器は、他の RI 薬品を収納している鉛容器より軽量である。Ra-223 のバイアルは、ガラス製である。(Fig.1) Ra-223 の放射線量測定は、キュリーメータの校正定数を確認して計測を行う。



Fig.1 塩化ラジウム(Ra-223)注射液

Ra-223 治療開始前は、必ず核医学専門医師による問診を行っている。問診内容は、骨転移による疼痛の有無、副作用発現状況の有無、投与基準値を満たしている事を確認する。

分注後、核医学医師は、注射漏れが無い事を確認しながらゆっくりと Ra-223 を患者に投与する。

Ra-223 治療患者の退出基準は、『放射性医薬品を投与された患者の退室について』(医政地発 0511 第 1 号)で示されている。Ra-223 の 1 回投与当たりの最大投与量は、12.1MBq と定められている。診療放射線技師は、退出時に電離箱を用いて患者の体表面から 1 メートルの点における線量率測定を行い、退出記録簿に測定値を記入する。

Ra-223 によって汚染されたものは、可燃物、難燃物、不燃物、バイアルも分別させずにまとめて「オレンジ色の RI 廃棄物収納容器」入れ、保管破棄する。(Fig.2)



Fig.2 Ra-223 廃棄物収納容器

Ra-223 治療後の効果判定については、骨代謝マーカーとして alkaline phosphatase (ALP) の値、骨シンチグラフィ撮影後にボーンナビ解析で算出される bone scan index (BSI) を用いて評価を行っている。

【まとめ】

当院における Ra-223 治療の流れを提示した。核医学診療部は、骨転移を有する CRPC 患者における Ra-223 治療を安全に行う為に院内マニュアルの作成を行い、院内での体制を整えている。

診療放射線技師の役割は、医療法その他の放射線防護に関する法令、関する告示及び通知を遵守し、Ra-223 を適正に取り扱う事である。

【参考文献】

塩化ラジウム(Ra-223)注射液を用いる内用療法の適正マニュアル(第 1 版) 日本医学放射線学会, 日本核医学会, 日本泌尿器科学会, 日本放射線技術学会, 日本放射線腫瘍学会

(3)中性子捕捉療法 (BNCT) における核医学技術 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

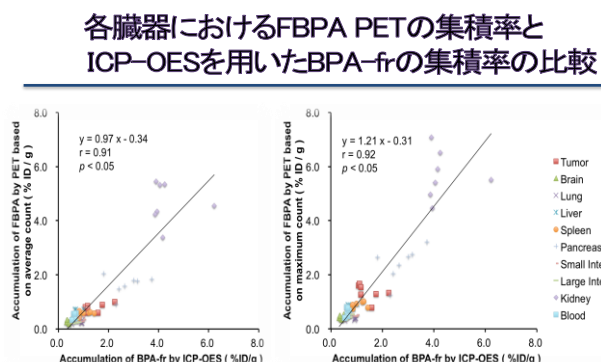
ホウ素中性子捕捉療法 (Boron Neutron Capture Therapy : BNCT) は、熱外中性子とホウ素 (10 B) の核反応によって放出される極短飛程のアルファ粒子とリチウムの反跳核によってがん細胞を破壊する治療法である。これにはホウ素化合物が腫瘍に選択的に蓄積しなければならない。粒子の殺細胞効果は非常に大きいので強い抗腫瘍効果が認められている。現在、国内の複数の施設で研究が行われており、悪性脳腫瘍、頭頸部がん、悪性黒色腫 (皮膚がんの一種) では有効性が確認されている。更に肝臓がん、肺がんへの応用研究が進んでいる。

現在、治療には borono-phenylalanine (BPA) がホウ素薬剤として主に用いられており、BPA の集積を事前に予測するために 4-borono-2-[F-18]fluoro-L-phenylalanine (FBPA) を用いた陽電子断層装置 (Positron Emission Tomography、以下 PET) 検査が BNCT の適応あるいは治療計画に用いられているが、今後 BNCT が適応を拡大し臨床に応用されるためには、より正確なホウ素濃度の測定法の確立が必要とされている。

本講演では、腫瘍を移植したラットを用い、FBPA 投与後の PET/CT で得られる情報を解析することで、BPA 投与後の組織内ホウ素濃度に対して定量的評価を行った研究に関して報告した (図 1)。PET 画像の特性を正しく理解することや、定量的の担保、各種補正方法の検証や呼吸同期収集といった新技術の活用が求められることが予測される。

BNCT は未だに治療法が確立されていない悪性脳腫瘍などの難治性がんや再発がんの治療法として期待されている。同分野において核医学技術が果たすべき役割は大きい。

図1 FBPA と BPA の各臓器における集積率



FBPAとBPA-frは化学構造・投与量の違いがあるにもかかわらず各組織への集積率はFBPAとBPA-fr間で有意な相関を認めた。

参考文献

Practical calculation method to estimate the absolute boron concentration in tissues using ^{18}F -FBPA PET. Watabe T, Hanaoka K, Naka S, et al. 2017, Ann Nucl Med.

FBPA PET in boron neutron capture therapy for cancer: prediction of (^{10}B) concentration in the tumor and normal tissue in a rat xenograft model. Hanaoka K, Watabe T, Naka S, et al. 2014, EJNMMI Res.

【午後の部】

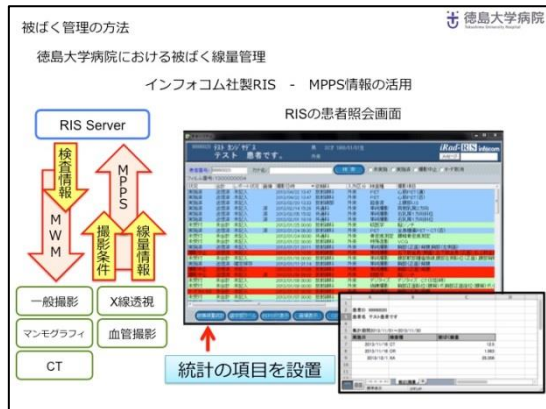
座長 松江赤十字病院 陰山 真吾
核医学における DRL—基礎講演—

(1)実臨床における DRL の活用

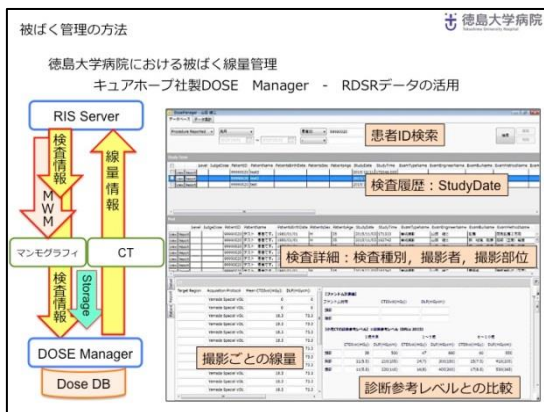
徳島大学病院 山田 健二

診断参考レベルは、国際放射線防護委員会 (ICRP) の Publication 73 (Radiological Protection and safety in Medicine)でその使用が勧告された。これは Publication 60 (1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection)において意図的に使われ、かつ制御下にある放射線の医学利用に関する防護体系の基本的要素として挙げられた「行為の正当化」「防護の最適化」「個人線量限度の適応」の3つのうち「防護の最適化」を実現するための1つのツールである。診断参考レベルは患者の線量または投与放射能のレベルが異常に高い状況を確認するために用いる。ある手法が対応する診断参考レベルを常に超えることが見つかった場合、防護が十分最適化されているかどうかを調べるためにその手法と装置をその施設で検討し、もし十分最適化されていない場合は線量低減のための措置を取るべきであるとされている。診断参考レベルを用いる際に重要なのは、それは医学の良否の境界線を設けるものではなく、線量限度や拘束値とは何の関わりもないことを理解しておくことである。その数値は、国や地域の患者で観察された線量分布のあるパーセンタイル値として初期値が決定され、ときどき見直される。本邦における診断参考レベルは、平成27年6月にJ-RIME (<http://www.radher.jp/J-RIME/>)より策定され通称DRLs2015として公表された。CT、一般撮影、乳房撮影、歯科撮影、IVR(Intervention Radiology)、核医学のモダリティに対してアンケート調査の結果から初期値を75パーセンタイル値として数値を公表している。ただし現状において線量と画質の最適化が成されている乳房撮影は95パーセンタイル値、IVRは82パーセンタイル値を採用している。最適化が進むにつれてこれらは経時的に見直される予定である。DRLs2015の公表を受け、我々は防護の

最適化を目標として自施設の線量とDRLs2015を比較するのだが、様々なモダリティより線量を取得し管理する方法が必要かつ重要となる。徳島大学病院ではこれまでMWM(Modality Worklist Management)-MPPS(Modality Performed Procedure Step)通信を活用し、RIS(Radiology Information Systems) Serverで装置が出力可能な撮影条件、撮影線量を管理してきた。

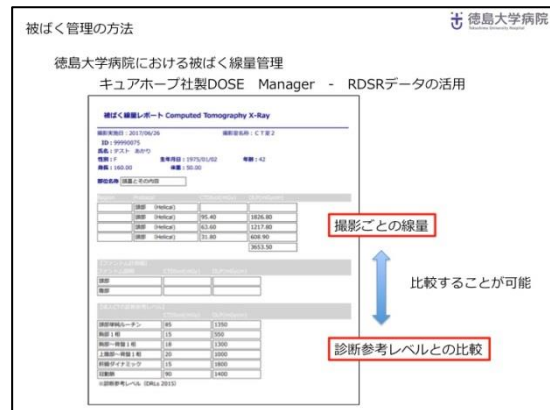


しかしDICOMにおいてMPPSによる線量管理をリタイヤする旨が公表されたこと、RDSR(Radiation Dose Structure Report)における線量管理を推奨していることを受け、RDSRによる線量管理方法を模索している状況である。



このRDSRは構造化形式を有し、モダリティ「SR」で画像データと同様に扱えるDICOMファイルである。

患者情報や撮影条件、線量等様々な情報を有し大変有用であるが、新しい規格のためにRDSRの出力が不可能な機器や柔軟な対応ができない機器もまだ多く存在し、機器メーカーの協力も必要となる。しかしながら有益な情報は多く、様々な統計情報を取得することで自由な二次利用が期待できる。



また被ばく線量管理に関しては近年DICOMよりPatient RDSR規格が公表された。この規格は患者の臓器線量による被ばく線量管理や撮影装置の位置情報、患者の位置情報を有することで、さらなる二次活用が可能であることが述べられている。当然これらの情報は撮影装置等より出力される情報であるために、正確であるかどうかの検証は必要であるが、このような規格を利用して線量情報を管理しDRLs2015と比較することが現実的であると私は考えている。

DRLs2015と比較することで線量と診断に必要な画質の程度を見直し、最適化を検討することは我々診療放射線技師の責務である。世界から医療被ばく大国と言われる本邦は、誰でも安価に放射線検査を受けることができる素晴らしい医療大国でもある。当然ながら検査数も他国に比べて多いため、線量と画質の関係を検討するデータは多い。そのため医療被ばくの最適化をはかり世界に医療被ばくの指針を発信できる可能性が十分にある。我々、診療放射線技師の知識や技術が世界の放射線防護のレベルを上げることを共に目指していただきたい。

(2)「PET/CT 検査の DRL～CT 線量に関する考え方の違いを考察する～」

広島大学病院 高内 孔明

1. 背景

医療被ばく研究情報ネットワーク(J-RIME)は『DRLs2015』を発表し各モダリティが意識すべき診断参考レベル(Diagnostic Reference Level: DRL)の線量を提示した。しかし、その中に核医学で使用される PET/CT 検査や SPECT/CT 検査などの複合機は含まれていなかった。当研究会は、昨年より PET/CT 検査における CT 撮影線量の診断参考レベルについて検討を開始した。PET/CT 検査における CT 撮影線量は、当研究会の調査で施設間により異なる実態であることが判明してきた。そこで我々は PET/CT 検査の CT 撮影線量の最適化のために新たな研究として中四国全体でアンケート調査を行うこととした。本番アンケート前に、広島県にて先行アンケートを実施し、会員からの意見を聴衆する。

2. 目的

本研究の目的は、中国・四国地域の PET/CT 装置導入施設を対象に、PET/CT 検査における CT 撮影線量に関する実態と施設の撮影条件決定の考え方についてアンケート調査を行い、総括的な DRL を決定することである。その前段階として意見聴衆のため広島県にて先行アンケートを実施する。

3. 方法

本アンケートでは単に DRL を算出するのではなく Fig.1 に示す様に考え方毎に DRL を算出する。

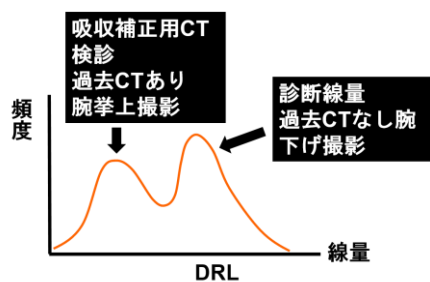


Fig.1 PET/CT 検査の CT 線量の考え方と画質の違い

違い

DRL の算出方法は通常の CT 検査の DRL と同じ方法を用いた。対象は広島県で PET/CT 装置を有する全ての施設と主研究施設とした。

4. 結果

全 11 施設中 9 施設から回答が得られた。各施設の線量設定は Table1 と Table2 に示す。また、本件アンケートで得られた CTDIvol と DLP の DRL を Fig.2 および Fig.3 に示す。

Table.1 GE 施設の線量設定

施設	H	A	B	F
管電圧 (kV)	120	120	120	120
AEC設定値 (mA)	Noise Index : 20.0 mA Range Min:40 Max:200	Noise Index : 30.0 mA Range Min:10 Max:50	Noise Index : 20.0 mA Range Min:10 Max:50	Noise Index : 20.0 mA Range Min:10 Max:120
管球回転速度 (sec/rot)	0.6	0.6	0.6	0.6
ピッチファクタ	0.994	1.625	1.75	1.75
撮影検出器列数 (例0.5mm*64列)	0.625mm*64列	2.5mm*8列	1.25mm * 16列	1.25mm * 16列
融合画像用CTの再構成アルゴリズム	ASIR	FBP	FBP	FBP
融合画像用CTの再構成関数	Standard	SOFT	SOFT	SOFT
融合画像用CTのスライス厚 (mm)	3.75	3.75	3.75	3.75
融合画像用CTの撮影FOV (mm)	500	500	500	500

Table.2 SIEMENS 施設の線量設定

施設	C	K	M	I	N	E	G
管電圧 (kV)	120	120	120	130	120	120	120
AEC設定値 (mA)	Quality reference mAs : 80	Quality reference mAs : 100	Quality reference mAs : 100	Quality reference mAs : 60	Quality reference mAs : 200	Quality reference mAs : 80	Quality reference mAs : 80
管球回転速度 (sec/rot)	0.5	0.6	0.5	0.8	0.5	0.5	0.5
ピッチファクタ	1.4	0.8	1.0	1.15	1.3	1.5	1.2
撮影検出器列数 (例0.5mm*64列)	0.6mm*64	0.5mm*64	1.2mm*16	5mm*2	0.6mm * 20	0.6mm * 20	0.625mm * 64
融合画像用CTの再構成アルゴリズム	FBP	FBP	FBP	FBP	FBP	FBP	SAFIRE Strength3
融合画像用CTの再構成関数	B30f Medium smooth	B30f Medium smooth	B36f Medium smooth	B40f Medium smooth	B30f Medium smooth	B30f Medium smooth	B30f Medium smooth
融合画像用CTのスライス厚 (mm)	3	5	5	8	3	3	5
融合画像用CTの撮影FOV (mm)	500	500	500	500	400	400	450

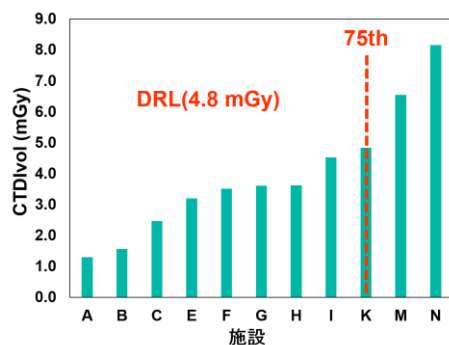


Fig.2 広島県の PET/CT 検査の DRL(CTDIvol)

核医学における DRL—特別講演—
「核医学領域の DRL に関する考え方と
これから」

茨城県立医療大学 對間 博之

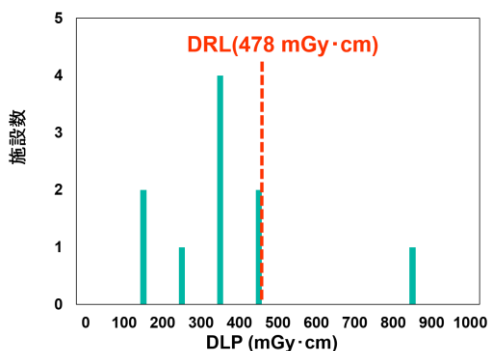


Fig.3 広島県の PET/CT 検査の DRL(DLP)

5. 考察

本結果で得られた DRL を他国の PET/CT の DRL と比較した (Fig.4)。広島県の線量設定は低い傾向にあった。この理由は日本の CT 装置保有割合が他国と比較して非常に多く、PET/CT 検査を受ける前に複数回の CT 検査を受けている患者がほとんどであり、融合画像として用いるための CT 線量が抑えられていると考えられる。しかし、中には過去画像が存在しない患者もいることから、今後はこの線量で真に有益な画質が得られているかを検討する必要があると考えられる。

DRL DRL	CTDIvol mGy	DLP mGy cm
広島	4.8	478
オランダ ^{※1}	5.5	
フランス ^{※2}	8.0	750
欧米 ^{※3}	9.8	
Japan DRLs2015 CT (胸部～骨髄)	18	1300

※1 AJR Am J Roentgenol. 2013 Aug;201(2):257-63. doi: 10.2214/AJR.12.10495
 ※2 Radiat Prot Dosimetry. 2012 Dec;152(4):334-8. doi: 10.1093/rpd/ncs066. Epub 2012 May 14.
 ※3 J Nucl Med. 2016 Feb;57(2):238-41. doi: 10.2967/jnumed.115.160465. Epub 2015 Nov 12.

Fig.4 他国と国内 CT の DRL の比較

6. まとめ

本結果で得られた経験や意見を基に、中四国全体の DRL アンケートを行っていきたい。

【はじめに】

医療行為における患者の被ばく防護には、「行為の正当化、防護の最適化、個人の線量限度」の 3 原則がある。このうち、診断参考レベル (Diagnostic Reference Level; DRL) は、防護の最適化に関する有効なツールである。2015 年には日本で初となる『最新の国内実態調査結果に基づく診断参考レベルの設定』、いわゆる DRLs2015 が公表された。この DRLs2015 は、医療被ばく研究情報ネットワーク (J-RIME) が多くの学協会と協力して取りまとめた成果である。そのうち、核医学領域の調査は日本核医学会を中心に行われ、日本核医学技術学会、日本診療放射線技師会のほか、日本放射線技術学会も参画している。

【DRLs の基本的な考え方】

DRLs の基本的な考え方として、診断に用いられる放射線による確率的な影響に関する防護の最適化が対象であるため、放射線治療や確定的影響に関しては対象とならない。また、あくまで防護の最適化のための有効なツールであり、DRLs で示された値は個人の線量や各施設の診療の良し悪しを評価する指標ではない。さらに、それらは線量限度や線量拘束値といったものと区別される必要がある。

DRLs で使用される指標のうち、代表的なのが線量の分布の 75% タイル値であり、核医学領域でも様々な検査について、DRL 値 (MBq) として記載されている。この 75% タイル値のほか、分布の約 50% あたりになる概念として「達成可能線量 (Achievable Dose; AD)」や 25~75% の幅を示す「診断参考レンジ (Diagnostic Reference Range; DRR)」がある。(Fig.1)

DRLで使用される値

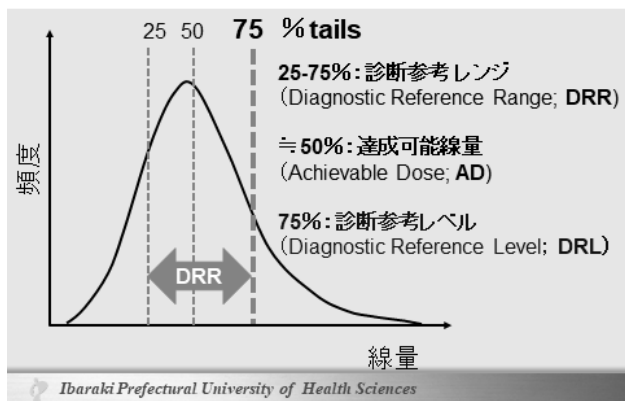


Fig.1 DRLで使用される評価指標

一般的に、75%タイル値より線量の多い施設が自施設の線量を見直すことにより、最適化が図られることになるが、実際には、線量が極端に低い施設においても見直しは必要である。DRLsではその線量における診断能については、直接的には言及していないが、装置の違いや施設により診断に必要な画質が異なる実態を考慮すると、DRRのような幅を有した指標も重要であると考えられる。

【DRLの課題】

DRLs2015は公表されたが、装置の進歩や防護の最適化が進むにつれ、当然、DRLsの見直しが必要となってくる。また、実際に臨床現場に取り入れようとするとなかなか課題に気づく。そこで、それらの課題のうち、核医学に関連するものを以下のように取り上げて考えてみた。

1. 実投与量の測定および推定
2. 線量指標の見直し
3. 複合装置のCTによる線量

1. 実投与量の測定および推定

DRLでは、核医学領域の指標である投与放射能 (MBq) は実際に体内に入った実投与量で示される。しかし、DRLs2015の分布を見る限り、放射性医薬品の検定量で示されていると思われるデータが多くみられる。一方、検定量で回答する背景に実投与量の測定の煩雑さがある。また、実

投与量を正確に算出するために行われるシリンジ内の残放射能の測定に関しては測定による被ばくや汚染のリスクをどう考えるかについても議論があるところだ。さらに、実投与量を管理するシステムとして Modality performed procedure step (MPPS) のような仕組みがないことも実投与量のデータを集約できない一因であると考えられる。

2. 線量指標の見直し

核医学領域のDRL値は「MBq」で求められている (Fig2)。「MBq」は標準体型の投与量として、国内での比較だけならば直感的でわかりやすい。しかし、国際的なデータと比較するうえでは、想定している標準体型が異なるため、単純には比較できない。

DRLs2015で使用されている線量の種類と単位

対象モダリティ	線量指標	単位
CT	CTDIvol	mGy
	DLP	mGy·cm
一般撮影	入射表面線量	mGy
マンモグラフィ	平均乳腺線	mGy
口内法×線撮影	患者入射線量 (PED)	mGy
Interventional Radiology	IVR 基準点線量率	mGy/min
核医学検査	実投与量	MBq

Fig2 DRLにおける各モダリティの線量指標

2016年に出されたDRLのDraftにおいては、「The Commission recommends the establishment of weight-based administered activities (MBq/kg) for all types of nuclear medicine…」とあり、線量指標を「MBq」から「MBq/kg」へ変更する流れがある。

この流れにおいては日本が世界で最も対応しづらい国のひとつになると予想される。その原因は、シリンジ剤の普及である。シリンジ剤は、バイアル剤に比べ、体重を考慮した調整が困難である。ただ、DRLs2015においてもFDG-PET検査では、すでに「MBq/kg」でのデータも提示さ

れているため、対応はできると考える。

今後の国際動向に合わせ線量指標を見直す必要が出てくるかもしれない。

3. 複合装置の CT による線量

DRLs2015 における課題として最も指摘されるのが SPECT/CT や PET/CT といった複合装置における CT の線量である。

複合装置の CT による線量は、核医学における内部被ばくに比べ、無視できない線量である。しかし、核医学検査における CT の撮影目的によって必要な線量は異なるため、単純な集計だけではその実態を見ることはできない。

そこで、日本放射線技術学会では学術研究班『核医学複合装置 (SPECT-CT, PET-CT) の CT 撮影線量と定量解析値の精度に関する多施設共同研究班』(班長: 飯森隆志) にて、全国的なアンケート調査を行って、2017 年夏の時点でデータの解析中であるが、撮影目的の分類については下記のようなデータを得ている。

●SPECT/CT における CT の撮影目的

減弱補正のみ	10.9%
減弱補正+融合画像	78.7%
減弱補正+融合画像+診断	10.3%

●PET/CT における CT の撮影目的

減弱補正のみ	1.2%
減弱補正+融合画像	72.7%
減弱補正+融合画像+診断	26.0%

【これからの DRL】

今後、DRL はさらに情報を集め、内容の見直しが行われる。それに伴い、ユーザーも最新の DRL を学び、有効活用していく必要がある。また、DRL の改善に寄与するような研究が実施されることも重要である。

そこで、今後の DRL のために必要な点について、核医学領域に着目して考えてみた。

1. 実投与量の情報収集
2. 画質および定量性の検証
3. 国際情勢との比較

1. 実投与量の情報収集

DRL の課題として、実投与量の測定を挙げたがその実投与量の情報を如何に集約するかも重要である。タブレット端末などを利用して、ベッドサイドで患者ごとの実投与量を算定し、同時にクラウドなどに作られたデータベースに情報を集約できるような仕組みを考えても面白い。

2. 画質および定量性の検証

DRL 値の算定のもととなる線量分布では、各データにおける画質は診療に耐えうるものであることが前提である。しかし、DRLs では個々の線量データにおける画質については吟味されない。

ただ、他のモダリティでは一般的に装置の感度が分かれば、線量は画質に比例するため、概ね画質も決定する。しかしながら、核医学検査においては、投与量と画質の間には画像収集条件があり、この収集条件次第で、画質は変化する (Fig.3)。つまり DRL 値と同じ放射線量を投与して常識的な撮像条件で撮像したものと、10 倍の投与量で、1/10 の時間で撮像したものが同等の画質になることもあり、投与量をコントロールするだけでは、防護の最適化につながらない。

被ばく線量と画質の関係(核医学検査)

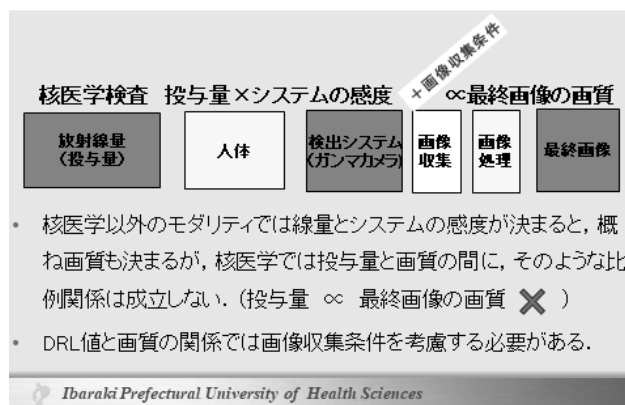


Fig.3 核医学検査における投与量と画質の関係

よって、核医学検査の DRL では画質の担保につ

いても考慮する必要がある。また、核医学の特長でもある定量値についても画質と同様に十分検討しなければならない。

3. 国際情勢との比較

DRLs2015 は日本で初めての National DRLs として重要な役割を持つ。しかし、防護の最適化をするためには、さらに国際情勢を見る必要がある。国内で最適化された投与量であっても、海外から見たら、最適化されていないものも存在する。一例として、²⁰¹TlClによる心筋血流シンチを挙げる。

IAEA が世界 65 か国を対象に実施した IAEA Nuclear Cardiology Protocols Cross-Sectional Study (INCAPS)のデータでは、²⁰¹TlClによる心筋血流シンチにおける実効線量として、世界平均で 10.0 ± 4.5 mSv、アジア平均で 11.4 ± 4.8 mSv となっている。一方、大塚、福地らの報告によると、日本国内での実効線量は 14.0 ± 5.5 mSv (平均投与量は 110.5 ± 10.6 MBq) であり、想定される標準体重が他の地域に比べ少ないのにも関わらず、日本は比較的多い実効線量となっている。

このように本当の意味での防護の最適化は、National DRLs だけを見ても理解できない。よって、国際情勢とも比較しながら、これからの DRLs を考えていく必要がある。

【まとめ】

防護の最適化に役立つツールである DRLs を有効活用することは大切である。ただし、DRLs を今後見直していくために、そのエビデンスとなるデータを、研究活動を通じて積み上げていくことが必要である。また、防護の最適化の前提として医療の質の担保が必要であるが、特に核医学領域では画質や定量性の担保は特に重要となる。また、今後は、Dosimetry を意識した研究が行われるようになるが、国内だけでなく国際的な発信力のある研究になるように核医学部会をはじめ関連組織がサポートしていければと考える。

【謝辞】

発表の機会を与えていただいた岩永 秀幸 支部長はじめ実行委員会の皆さま、そして、核医学研究会代表の見田 秀次 先生、高内 孔明 先生はじめ核医学夢工房の世話人の皆さま、座長の陰山 真吾 先生に感謝いたします。

また、データを纏めていただいた飯森 隆志 班長、三輪 建太 委員はじめ関係各位にも感謝の意を表します。

【参考文献】

1. Japan Network for Research and Information on Medical Exposures (J-RIME). Diagnostic reference levels based on latest surveys in Japan-Japan DRLs 2015.2015.<http://www.radher.jp/J-RIME/report/DRLhoukokusyoEng.pdf>.
2. International Commission on Radiological Protection (ICRP). Radiological protection and safety in medicine. ICRP Publication 73. Ann ICRP. 1996;26(2).
3. Watanabe H, Ishii K, Hosono M, et al. Report of a nationwide survey on actual administered radioactivities of radiopharmaceuticals for diagnostic reference levels in Japan. Ann Nucl Med 2016;30:435-44.
4. Einstein AJ, Pascual TN, Mercuri M, et al. Current worldwide nuclear cardiology practices and radiation exposure: Results from the 65 country IAEA Nuclear Cardiology Protocols Cross-Sectional Study (INCAPS). Eur Heart J 2015;36:1689-96.
5. Ryuto Otsuka, Narumi Kubo, Kazuki Fukuchi, et al. Current status of stress myocardial perfusion imaging pharmaceuticals and radiation exposure in Japan: Results from a nationwide survey. J Nucl Cardiol. 2017 Mar 28. doi: 10.1007/s12350-017-0867-2.