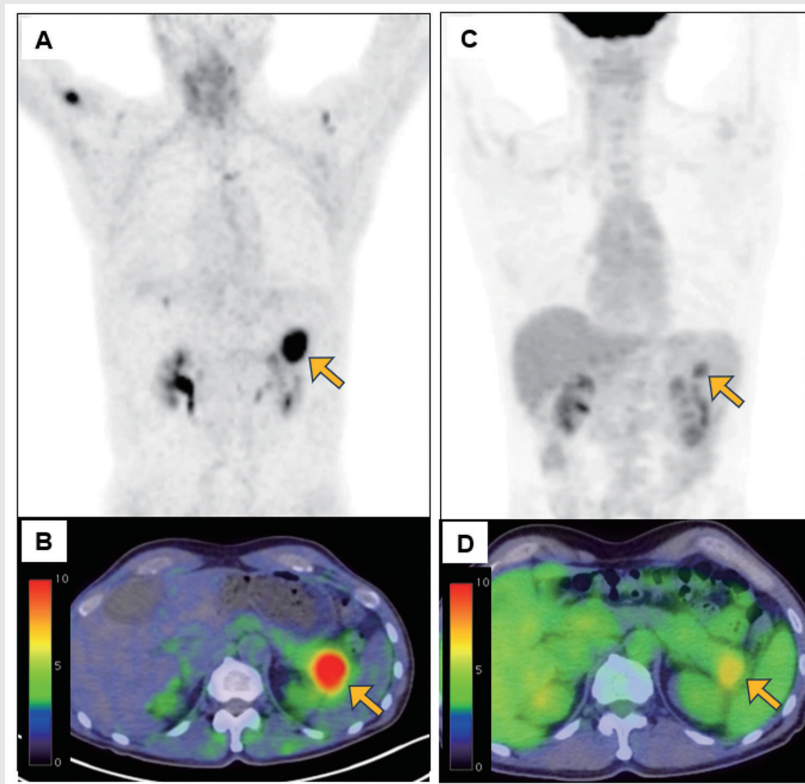


放射線診療研究会

1968年創刊通算279号(奇数月刊行)

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



See Page 38

ホームページ・Online版 www.rinshokaku.com

[症例報告] 集学的治療により無病生存を得たオリゴ肺転移を伴う 甲状腺未分化癌の1例	34
川本 晃史	
[トピックス] FAPI PETの概要とセラノスティクスへの展望	38
堀田 昌利	
[リレー講座] 専門医試験から学ぶ核医学の基礎と最近の話題 Vol. 11 安全取り扱い・関連法規・被ばく No1	41
稲木 杏吏	

症例報告

集学的治療により無病生存を得たオリゴ肺転移を伴う 甲状腺未分化癌の1例

A case of anaplastic thyroid carcinoma with oligo-pulmonary metastasis achieved disease-free survival with multidisciplinary treatment

川本 晃史^{1,2)} KAWAMOTO Terufumi 鹿間 直人¹⁾ SHIKAMA Naoto 福森 龍也³⁾ FUKUMORI Tatsuya
星 雅恵³⁾ HOSHI Masae 山田 哲³⁾ YAMADA Tetsu

Keywords : ¹³¹I scintigraphy, Anaplastic thyroid cancer, Oligometastasis

《はじめに》

甲状腺未分化癌(anaplastic thyroid carcinoma; ATC)は、頻度は1-1.5%と稀であるが、診断からの生存期間中央値は3.8か月、1年全生存率は18%と極めて予後不良の悪性腫瘍である^{1,2)}。今回、核医学検査が有用であり、集学的治療により無病生存を得たオリゴ肺転移を伴うATCの1例を経験したので報告する。

《症 例》

患者：78歳 女性

主訴：頸部腫大

既往歴：13歳で中耳炎、50歳で腎盂腎炎、60歳で胃潰瘍、63歳で骨粗鬆症、65歳で白内障

現病歴：X年11月、1週間以内の急な右頸部腫大で甲状腺腫瘍が疑われ、精査及び加療目的に紹介された。

身体所見：身長155cm、体重45kg、Performance

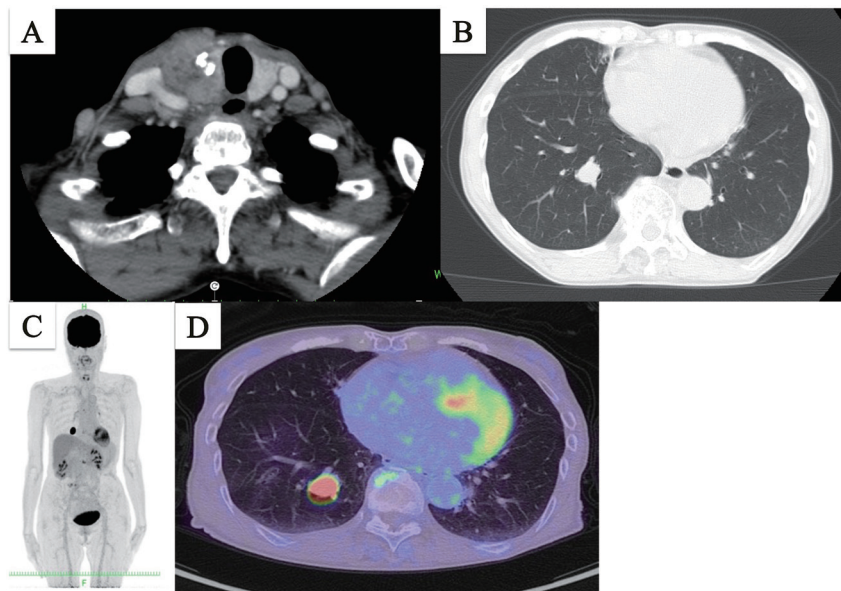


図1 CT及びFDG-PET/CT

- A：右甲状腺に石灰化を伴う48mm大の粗大な腫瘍を認めた。
B：右下葉に18mm大の孤立性腫瘍を認めた。
C：MIP像
D：肺腫瘍のみに異常集積を認めた。

- 1) 順天堂大学医学部 放射線治療学講座 〒113-8421 東京都文京区本郷2丁目1番1号
TEL：03-3813-3111 FAX：03-3816-0958 E-mail：t-kawamoto@juntendo.ac.jp
Graduate School of Medicine Department of Radiation oncology, Juntendo University
- 2) 金地病院 放射線科
- 3) 金地病院 外科

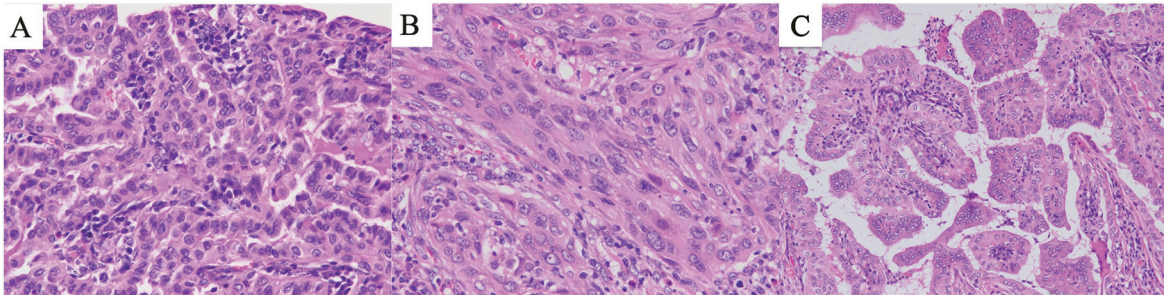


図2 甲状腺腫瘍及び肺腫瘍の病理組織像

- A：腫瘍細胞の核は淡明なスリガラス状に腫大，核溝や核内偽封入体が見られる乳頭癌の所見を認めた(400倍)。
 B：一部で紡錘形細胞や炎症細胞の浸潤が見られる未分化癌の所見を認めた(400倍)。
 C：淡明なスリガラス状の腫大核と好酸性細胞質を持つ腫瘍細胞が乳頭状構造をとって増殖浸潤する乳頭癌の所見を認めた。未分化癌の成分を認めなかった(200倍)。

Status 0, 体温36度, 血圧142/75mmHg, 脈拍86回/分・整, 頸部に腫大を認めた。

血液検査：WBC 4590/ μ l, Neut 2845/ μ l, Lymph 1230/ μ l, Hb 12.6g/dl, Plt 24.6 \times 104/ μ l, TSH 2.628 μ IU/ml, FT3 2.9ng/dl, FT4 1.4pg/ml, Tg <0.04ng/ml, TgAb >500U/ml, その他, 血液生化学的検査に特記すべき異常なし。

体幹部 computed tomography (CT)：甲状腺右葉に石灰化を伴う粗大な腫瘍, 右肺下葉に孤立性腫瘍を認めた(図1, AB)。

穿刺吸引細胞診：核は淡明傾向, 核形不整, 核溝, 核内細胞質封入体があり, 甲状腺乳頭癌(papillary thyroid carcinoma; PTC)の所見を認めた。一部の細胞で紡錘形細胞, 索状配列を示し, 多核化, 核異型の目立つATCの所見を認めた。

《臨床経過》

ATCと診断し, X年12月に甲状腺全摘術及び頸部リンパ節郭清術を施行した。最終病理診断はPTCの成分を伴うATCであった(図2, AB)。以上のことから, 術前の肺腫瘍と術後病理所見よりATC pT3bN0M1(肺)Stage IVCと診断された。

X年12月～X+1年1月に全頸部に対してweekly Paclitaxel(30mg/ m^2)併用(3投1休)の加速過分割照射(60Gy/40回)を施行した。Grade 3のリンパ球数減少と倦怠感により化学療法は3クール目で終了した。化学療法終了時の肺腫瘍は変化なく, その後1か月おきに症状及び画像フォローを施行したが, 術後1年経過時の肺腫瘍に変化は見られなかった。他病変の確認など全身精査目的にF-18 fluorodeoxyglucose-Positron emission tomography (FDG-PET)を施行したところ, 局所領域再発なく肺腫瘍のみに集積を認めた(図1, CD)。Standardized uptake value (SUV) maxは23.16であった。初診時よりATCの肺転移を疑っていたが, 原発性肺癌や良性腫瘍の可能性もあり, 診断を

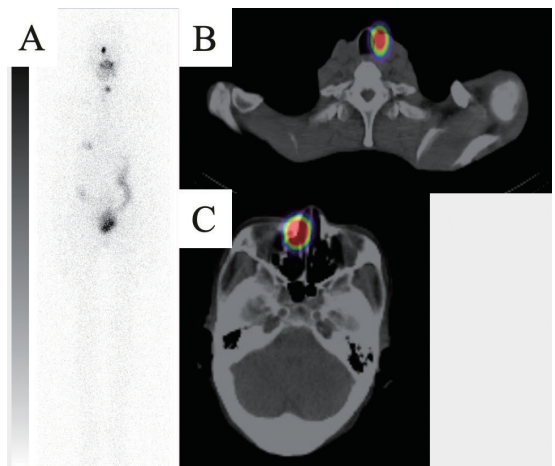


図3 131 Iシンチグラフィ
 A：全身シンチグラフィ
 B：左甲状腺床に異常集積を認めた。
 C：右鼻涙管に異常集積を認めた。

兼ねた外科的加療を行う方針となった。

X+2年5月に肺腫瘍に対する手術を施行した。右肺下葉部分切除を行い, 迅速組織診断に提出したところ, PTCの転移が疑われるが原発性肺癌も否定困難との報告であり, 右肺下葉切除とリンパ節郭清術を追加した。最終病理診断はPTCの所見であり, ATCの成分を認めなかった(図2, C)。

術後も定期的な画像フォローを施行し, 無再発で経過した。X+3年4月に診断目的の 131 Iシンチグラフィを施行した。検査14日前よりヨウ素制限を開始し, 検査2日前と1日前にヒトチロトロピンアルファの注射を行い, 治療当日に $Na^{131}I$ (10 mCi)の経口投与を行った。投与72時間後に全身を撮像した。撮像には高エネルギーコリメータを装着した角度可変二検出器型ガンマカメラ(シーメンス社製 Symbia T)を用いた。Whole bodyはMatrix size:256 \times 1024, Scan speed:10 cm/s, SPECTはMatrix size:256 \times 1024, Time/view:20sec, Number

of view:60, Orbit:-180°で撮像した。撮像後、左甲状腺床、鼻涙管への集積を認めたが、甲状腺癌の残存を疑う所見を認めなかった(図3)。初回手術から2年6か月経過して無病生存を認め、現在は近医で経過観察中である。

《考 察》

ATCは稀少かつ予後不良であり、これまで確立した治療戦略が示されていない疾患であったが、大規模データベース研究などから2018年に日本内分泌外科学会のガイドラインが改訂された³⁾。その中では「診断時の年齢が70歳以上」、「原発巣の広がりT4b」、「遠隔転移あり」、「1か月以内の急性増悪症状」、「5cmを超える大きな腫瘍径」、「WBCが $10,000/\mu\text{l}$ 以上」の6つが有意な予後不良因子として提示され、進行度と予後因子に応じた治療方針が示されている。本症例は3つのリスク因子があり、初診時には極めて予後不良であることが示唆されたが、集学的治療と転移巣が分化癌のオリゴ病変であったことで無再発生存が得られた。

Sugitaniらの未分化癌コンソーシアムからの報告によるとATCのうち、先行病変が存在しない、もしくは不明なものが70%、PTCが併存しているものが21%、濾胞性腫瘍が併存していたものが6%であったと報告されている²⁾。原発巣が未分化癌、転移巣が分化癌を呈した報告は過去に1例のみ報告がある⁴⁾。この報告は本症例の経過と異なり、PTCから転化したATCの術後5年目に、未分化成分を含まない乳頭癌が肺転移した症例であった。本症例では原発巣はPTCの併存があったことから原発巣の一部は未分化転化を起し、原発巣の分化癌成分のみが肺転移したと考えられた。

ATCに対する術後補助療法は根治手術可能であった場合に術後放射線治療や化学放射線療法が推奨されている³⁾。本症例は肺転移の急増大、増悪の際に備えて他の全身療法にすみやかに移行できるように、通常分割照射よりも2週間ほど短期で治療が完了する加速過分割照射を行った⁵⁾。化学療法に関しては国内前向き試験でweekly Paclitaxel ± 放射線治療は奏効率23%と全生存中央値6.7か月、1年生存率26.8%と一定の効果が得られており、本症例でも同様のレジメンを使用した⁶⁾。

オリゴ転移は、1995年にHellmanとWeichselbaumにより、限局性病変と広範な転移病変の中間の状態であり、転移能力が限定的であるため、原発巣が制御されている場合に転移病変に対する局所治療が有効となる可能性がある状態と提唱されている^{7,8)}。一般的に甲状腺癌の肺転移形式としては多発小結節あるいは粟粒状が多いが、孤立性転移も稀ながら認められる⁹⁾。また、高分化型やホルモ

ン産生能が残存している甲状腺癌は一般的に糖代謝が低い場合が多く、この場合は¹³¹Iが集積する傾向にあるとされる。一方、脱分化傾向を示す場合に¹³¹Iの集積が低下し糖代謝が亢進するとされている¹⁰⁾。このような腫瘍の脱分化傾向の程度による¹³¹IとFDGの集積の解離はflip-flop現象と呼ばれる¹¹⁾。これらの知見から本症例では肺転移治療前に¹³¹Iシンチグラフィーを施行していないものの、FDG-PETでの異常高集積を認めたことから腫瘍における¹³¹Iの集積が低下しており、肺転移は放射性ヨウ素内用療法抵抗性の可能性が高いことが推察された。本症例はFDG-PETでの良悪性の判断は困難であったが、孤立性の病変であること、また手術をしたことで悪性であることが診断できた。結果として、FDG-PETでオリゴ転移と判断し、局所治療をしたことと同義であり、臨床意義のある診断的治療であったと考えられた。

本症例ではその他の残存腫瘍の確認目的で¹³¹Iシンチグラフィーを行った。残存甲状腺組織のある右甲状腺床と鼻涙管に異常集積を認めた。甲状腺分化癌では術後正常濾胞細胞を除去するアブレーション目的で30mCiのNa¹³¹Iを投与する方法があるが³⁾、本症例は原発巣が未分化癌であることと、抗サイログロブリン抗体が陽性でありサイログロブリン値での経過観察が困難であることから、追加のアブレーション治療は行わなかった。鼻涙管自体にもsodium iodide symporterが発現しており、¹³¹Iが能動的に鼻涙管に取り込まれうる。稀な副作用として、鼻涙管の閉塞による流涙が報告されているが、繰り返し放射性ヨウ素内用療法が施行された症例に報告が限られている¹²⁾。

《結 語》

核医学検査が有用であり、集学的治療により無病生存を得たオリゴ肺転移を伴うATCの1例を経験した。本症例ではFDG-PET、診断的治療でオリゴ転移を判断し、¹³¹Iシンチグラフィーで残存腫瘍がないことを判断可能であった。ATCに対する術後化学放射線療法は有効であり、原発巣が制御可能となればオリゴ転移に対しては局所治療を検討すべきであると考えられた。

《謝 辞》

本研究はJSPS科研費JP22K07779の助成を受けたものです。

《参考文献》

- 1) Smallridge RC, Ain KB, Asa SL, et al. American Thyroid Association guidelines for management of patients with anaplastic thyroid cancer. *Thyroid* 2012;22:1104-39.

- 2) Sugitani I, Miyauchi A, Sugino K, et al. Prognostic factors and treatment outcomes for anaplastic thyroid carcinoma: ATC Research Consortium of Japan cohort study of 677 patients. *World J Surg* 2012;36:1247-54.
- 3) Ito Y, Onoda N, Okamoto T. The revised clinical practice guidelines on the management of thyroid tumors by the Japan Associations of Endocrine Surgeons: Core questions and recommendations for treatments of thyroid cancer. *Endocr J* 2020;67:669-717.
- 4) 松原 慧, 渡邊 元, 調枝 治, et al. 乳頭癌から転化した甲状腺未分化癌術後に, 分化癌として肺転移再発を来した1例. *日本呼吸器外科学会雑誌* 2021;35:176-81.
- 5) Wang Y, Tsang R, Asa S, et al. Clinical outcome of anaplastic thyroid carcinoma treated with radiotherapy of once- and twice-daily fractionation regimens. *Cancer* 2006;107:1786-92.
- 6) Onoda N, Sugino K, Higashiyama T, et al. The Safety and Efficacy of Weekly Paclitaxel Administration for Anaplastic Thyroid Cancer Patients: A Nationwide Prospective Study. *Thyroid* 2016;26:1293-9.
- 7) Hellman S, Weichselbaum RR. Oligometastases. *J Clin Oncol* 1995;13:8-10.
- 8) Niibe Y, Hayakawa K. Oligometastases and oligo-recurrence: the new era of cancer therapy. *Jpn J Clin Oncol* 2010;40:107-11.
- 9) Levi E. Carcinoma of thyroid with metastases to lungs. *N Y State J Med* 1975;75:1544-6.
- 10) Frilling A, Tecklenborg K, Gørges R, et al. Preoperative diagnostic value of [(18)F] fluorodeoxyglucose positron emission tomography in patients with radioiodine-negative recurrent well-differentiated thyroid carcinoma. *Ann Surg* 2001;234:804-11.
- 11) Khan N, Oriuchi N, Higuchi T, et al. PET in the follow-up of differentiated thyroid cancer. *Br J Radiol* 2003;76:690-5.
- 12) Sakahara H, Yamashita S, Suzuki K, et al. Visualization of nasolacrimal drainage system after radioiodine therapy in patients with thyroid cancer. *Ann Nucl Med* 2007;21:525-7.



放射性医薬品 /
骨疾患診断薬・脳腫瘍及び脳血管障害診断薬
処方箋医薬品^{注)}

テクネ[®] MDP 注射液 / キット

放射性医薬品基準メチレンジホスホン酸テクネチウム(^{99m}Tc)注射液 / 注射液 調製用 薬価基準収載

^{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」、「使用上の注意」等については電子添文をご参照ください。

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 TEL 03-3538-3624
〒104-0031 東京都中央区京橋2-14-1 兼松ビルディング

2022年3月作成

トピックス

FAPI PETの概要とセラノスティクスへの展望

FAPI PET: Diagnostic Potential and Future Perspective in Theranostics

堀田 昌利 HOTTA Masatoshi

Key words: FAPI, PET, Theranostics

《はじめに》

近年, PSMA (prostate specific membrane antigen) PETに代表されるように post-FDG PET 製剤の開発が進んでいる。PSMA PETは前立腺癌の病期診断や再発診断に有用であり, NCCN (National Comprehensive Cancer Network) など複数のガイドラインで推奨されている。また, PSMAはTheranosticsへの応用が可能であり, Lu-177標識による核医学治療 (radioligand therapy: RLT) がFDAにより承認されている。最近, 前立腺癌以外の悪性腫瘍を対象としたPET製剤として, FAPI (fibroblast activation protein inhibitor) が急速に注目を浴びている。PSMA同様にFAPIも核医学治療に応用可能であり, 期待が集まっている。本稿ではFAPI PETの診断能と核医学治療への展望に関して概説する。

《FAPIについて》

FAP (fibroblast activation protein, 線維芽細胞活性化タンパク質)は, DPP IV類似のII型膜貫通セリンプロテアーゼで, 悪性腫瘍, 間質性肺炎, 関節炎など様々な疾患の進行に関与している¹⁾。FAPは正常組織にほとんど存在しない一方で, 上皮系悪性腫瘍の90%で発現が確認されており, 癌細胞を取り囲むように存在する癌関連線維芽細胞

(cancer-associated fibroblasts: CAF)に発現している。CAFは癌細胞周囲環境 (tumor microenvironment) の形成に関与しており, 癌の増大・転移・治療抵抗性の原因となる。FAPIはFAPをターゲットとしたPET製剤であり, Ga-68製剤ではFAPI-04およびFAPI-46, F-18製剤ではFAPI-74が良く用いられる (表1) (図1)。FAPI-46はFAPI-04よりも tumor-to-background ratio (TBR)が高い²⁾。また, FAPI PETの普及の観点からは, F-18製剤 (F-18 FAPI-74)にアドバンテージがある。本邦においても大阪大学にてF-18 FAPI-74の臨床研究が行われている³⁾。

《FAPI PETを用いた悪性腫瘍イメージング：FDGとの対比》

FAPIは様々な悪性腫瘍に集積するため, FDGと良く比較される。FAPIはFDGよりもTBRが高く, 高コントラストで病変が描出される (図2)。また, 脳実質や腸管への生理的集積がほとんど認められない点から, 脳腫瘍や消化管癌の診断においてはFAPIに優位生がある。FAPIがFDGよりも優れた診断能を発揮する悪性腫瘍として, 頭頸部癌, 食道癌, 肺癌, 乳癌, 胃癌, 膵癌, 肝細胞癌, 胆管癌, 大腸癌, 腹膜播種, 原発不明癌などある²⁾。

表1 代表的なFAPI製剤/核種

FAPリガンド	診断用核種	治療用核種	特徴
FAPI-02	Ga-68	(-)	初期に開発されたFAPI PET製剤
FAPI-04	Ga-68	Y-90, Ac-225	最初に臨床応用されたFAPI PET製剤
FAPI-34	Tc-99m	Re-188	FAPI SPECT製剤
FAPI-46	Ga-68	Y-90 Lu-177	FAPI-04よりもTBRが高い
FAPI-74	Ga-68, F-18	(-)	F-18標識が可能なFAPI PET製剤
DOTAGA(SA.FAPI) ²⁾	Ga-68	Lu-177	2量体 FAPI PET製剤, 標的結合時間が長い

国立国際医療研究センター病院 放射線核医学科 〒162-8655 東京都新宿区戸山1丁目21-1

TEL : 03-3202-7181 FAX : 03-5273-5251 E-mail : m.hotta.11.11@gmail.com

National Center for Global Health and Medicine (NCGM)

カリフォルニア大学ロサンゼルス校 (UCLA) 核医学&セラノスティクス部門

University of California, Los Angeles (UCLA)

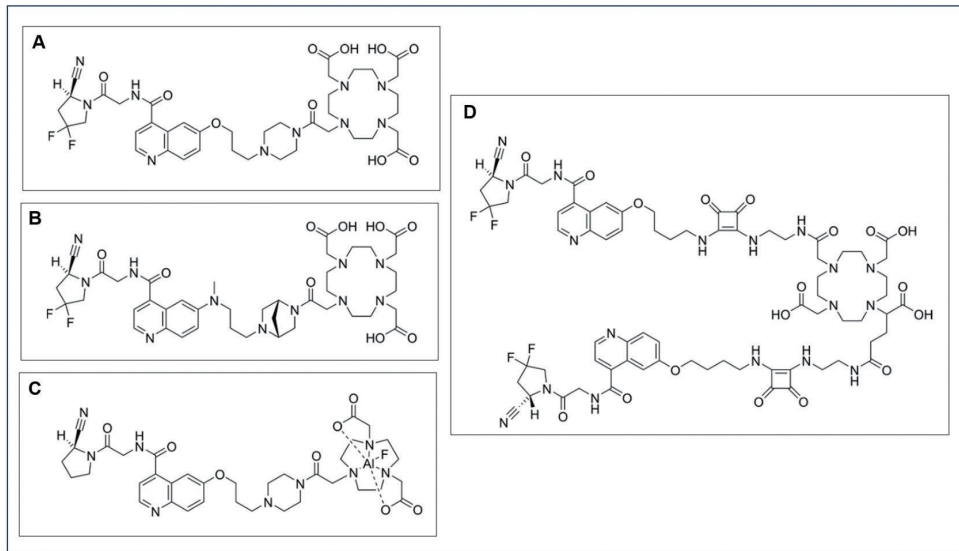


図1 FAPIリガンド (A: FAPI-04, B: FAPI-46, C: FAPI-74, D: DOTAGA. (SA.FAPI)²)

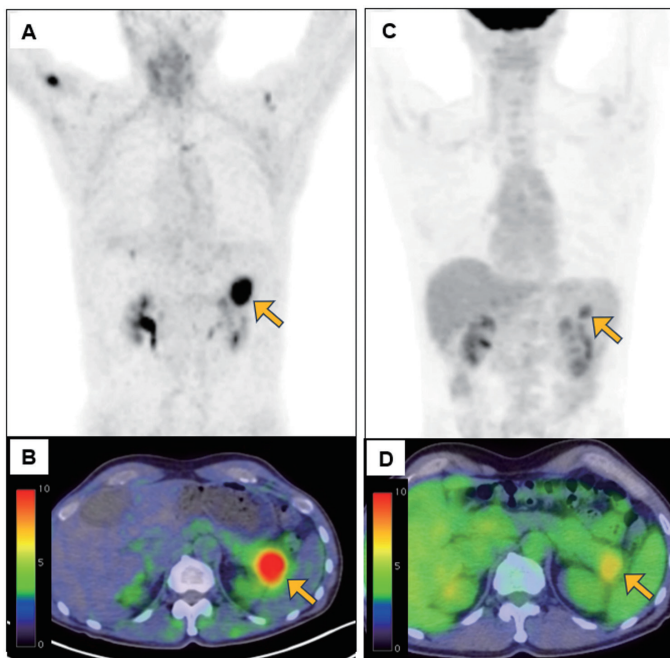


図2 65歳男性, 膵癌 (A: Ga-68 FAPI-46 PET MIP, B: Ga-68 FAPI-46 PET/CT, C: F-18 FDG PET MIP, D: F-18 FDG PET/CT)。FAPI PETではFDG PETよりも高コントラストに膵尾部癌が描出されている (A-D: 矢印)。

一方で、悪性リンパ腫や多発性骨髄腫では、FAPIの明らかな優位性は確認されていない。その他、甲状腺乳頭癌や腎細胞癌（淡明細胞癌）などへのFAPIの集積は低いため、その診断能は限定的である。現在、膵癌を対象としたGa-68 FAPI-46の第2相試験 (NCT05262855)、消化器癌 (肝細胞癌、胆管癌、胃癌、大腸癌、膵癌) を対象としたF-18 FAPI-74の第2相試験 (NCT05641896) が米国にて進行中である。

《FAPI PETを用いた非悪性腫瘍イメージング》

FAPはCAFのみならず活性化線維芽細胞にも発現しているため、悪性腫瘍以外にもリモデリング、慢性炎症、線維化など様々な病態に集積が認められる⁴⁾。画像診断時にはこれら非腫瘍性病変への集積はピットフォールとなりうる (例：食道炎 vs. 食道癌、退行性変化 vs. 骨転移、術後性変化 vs. 局所再発)。一方で、慢性炎症や線維化にFAPIが集積することを利用して、非腫瘍性病変に対するFAPI PETの応用も報告されている。具

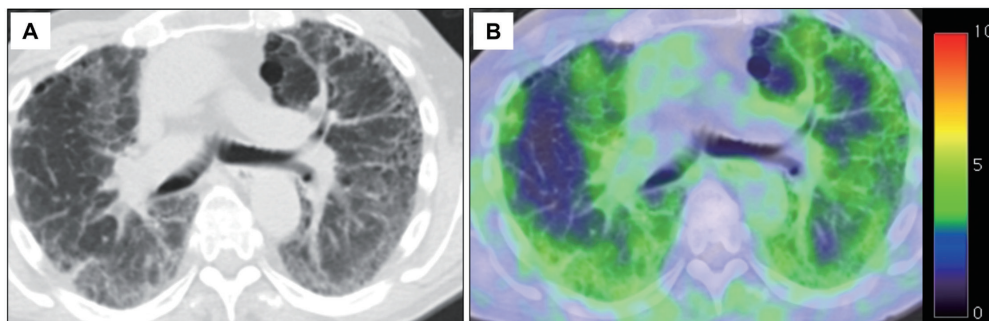


図3 68歳，男性。関節リウマチ合併間質性肺炎 (A: 胸部CT, B: Ga-68 FAPI-46 PET/CT)。両肺のすりガラス影や網状影に一致して，FAPI集積が認められる。

体的には，急性心筋梗塞，慢性間質性肺炎，関節リウマチ，炎症性腸疾患(クローン病)，肝硬変，腎硬化症，IgG4関連疾患などにおいて，FAPI PETの報告がある^{2,4)}(図3)。

《FAPを標的とした核医学治療》

PSMAを標的とした核医学治療(PSMA RLT)はその有効性が証明されている一方で，FAPを標的とした核医学治療(FAP RLT)は黎明期にあり，少数例での報告が散見されるのみとなっている。FAP RLTの標識核種としてはY-90, Lu-177, Ac-225などがあり，FAPI化合物としてはFAPI-04, FAPI-46, FAP-2286, DOTA.SA.FAPi, DOTAGA.(SA.FAPi)²などがある⁵⁾。乳癌や甲状腺癌，膵癌などの悪性腫瘍でFAP RLTの治療報告があるが，残念ながら十分な治療効果は確認されていない。新規薬剤のため末期癌患者が対象となっていることが理由の一つとして考えられるものの，それ以外にもFAP製剤のwashoutが早くターゲットへの結合時間が短いことが原因として挙げられている⁵⁾。これに対し，FAP製剤に環状ペプチドを結合させる(例：FAP-2286)，多量体にする(例：DOTAGA.(SA.FAPi)²)などの試みがなされており，これらの化合物は標的への結合時間が長くなることが確認されている⁶⁾。また，PSMA RLTが癌細胞に直接結合するのに対し，FAP RLTではCAFを標的にしているため，癌細胞への治療効果はcrossfire effectが主体となることも懸念点である。このため，免疫チェックポイント阻害薬など癌細胞を直接的な標的とする治療を併用することで，治療効果が高くなる可能性が示唆されている⁵⁾。

《おわりに》

FAPI PETは様々な悪性腫瘍を高コントラストで描出可能であり，腫瘍の種類によってはFDGを超える診断能を有している。また，腫瘍以外にも間質性肺炎などの線維性疾患の評価に有用であり，FDGが大血管炎の評価に使用されているように，

今後は線維性疾患の診断や活動性評価として用いられる可能性もある。FAPを標的とした核医学治療は発展途上だが，製剤の改良や他薬剤との併用などにより，より高い治療効果が得られる可能性がある。今後より多くのビデンスの蓄積が必要である。

《参考文献》

- 1) Fitzgerald AA, Weiner LM. The role of fibroblast activation protein in health and malignancy. *Cancer Metastasis Rev* 2020;39(3):783-803.
- 2) Mori Y, Dendl K, Cardinale J, et al. FAPI PET: Fibroblast Activation Protein Inhibitor Use in Oncologic and Nononcologic Disease. *Radiology* 2023;306(2):e220749.
- 3) Watabe T, Naka S, Tatsumi M, et al. Initial Evaluation of [(18)F]FAPI-74 PET for Various Histopathologically Confirmed Cancers and Benign Lesions. *J Nucl Med* 2023;64(8):1225-1231.
- 4) Hotta M, Rieger AC, Jafarvand MG, et al. Non-oncologic incidental uptake on FAPI PET/CT imaging. *Br J Radiol* 2023;96(1142):20220463.
- 5) Zhao L, Chen J, Pang Y, et al. Fibroblast activation protein-based theranostics in cancer research: A state-of-the-art review. *Theranostics* 2022;12(4):1557-1569.
- 6) Millul J, Koepke L, Haridas GR, et al. Head-to-head comparison of different classes of FAP radioligands designed to increase tumor residence time: monomer, dimer, albumin binders, and small molecules vs peptides. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2023;50(10):3050-3061.

リレー講座

専門医試験から学ぶ核医学の基礎と最近の話題

Vol. 11 安全取り扱い・関連法規・被ばく No1

Basic knowledge and recent topics of nuclear medicine learned from the certification examination.
Vol.11 Radiation Safety, Radiation-related Regulations and Radiation Protection (No.1)

稲木 杏吏 INAKI Anri

Key words: Radiation Safety, Radiation regulated Regulations, Patient Release, Radiation Control in the Medical Field

《はじめに》

本号及び次号では、安全取り扱い・関連法規・被ばくについて、近年の関連法令の改正も踏まえて論じる。本号では、関連法規について、核医学専門医認定試験の出題基準のうち「5. 放射線関連法規についての知識」として出題されている試験問題を参考として、必要な知識について提示したい。

《近年の放射線関連法令の改正》

近年、放射性同位元素等の規制に関する法律（RI法）および施行令、施行規則並びに医療法施行規則について数回の改正が行われている。これらの改正のうち、特に核医学領域において重要と考えられるものは以下の通りである。

1) 眼の水晶体の被ばく線量限度の引き下げ

眼の水晶体の等価線量限度については、2011年の「組織反応に関するICRP声明」いわゆるソウル声明において、その引き下げについて勧告がなされた。日本においては、2011年の福島第一原発事故の影響もあり、長らく勧告内容の国内法令への取り入れが行われなかったが、2018年に放射線審議会眼の水晶体の放射線防護検討部会において「眼の水晶体に係る放射線防護の在り方について」が取りまとめられ、RI法改正及び関係省庁に取り入れについての意見具申が行われた。これを踏まえ、厚生労働省において2018年末より行われた「眼の水晶体の被ばく限度の見直し等に関する検討会」、「医療放射線の適正使用に関する検討会」の議論の結果、電離放射線障害防止規則、医療法施行規則においても眼の水晶体の等価線量限度引

き下げに関する改正が行われた。改正後の実効線量限度及び等価線量限度は以下の通りである。

区分	実効線量限度	等価線量限度
下記以外の者	(1)5年間 100mSv (2)1年間 50mSv	眼の水晶体 150mSv 眼の水晶体 (1)5年間 100mSv (2)1年間 50mSv 皮膚 1年間 500mSv
女子	3月間 5 mSv (妊娠の可能性がない者、妊娠する医師がない旨を申し出た者、妊娠中の者を除く)	
妊娠した旨を申告した女子	内部被ばくについて 1 mSv (妊娠～出産まで)	腹部表面について 2mSv (妊娠～出産まで)
緊急作業時	100mSv	眼の水晶体 300mSv 皮膚 1 Sv

2) 放射性同位元素の定義の変更

医療法施行規則において規定される「診療用放射性同位元素」は、長らく承認済み医薬品と治験薬に限られ、先進医療、近年制定された臨床研究法に基づく特定臨床研究などで使用するRI薬剤を医療法下で利用できない問題があった。これらのRI薬剤について医療法下で利用できるよう、2019年に医療法施行規則改正が行われたが、RI薬剤のRI法からの除外規定がなかったため、RI法と医療法の二重規制状態が続いていた。2024年1月に施行された改正RI施行令及び関連の告示により、RI法における放射性同位元素の定義が変

国立研究開発法人国立がん研究センター先端医療開発センター機能診断開発分野
〒277-8577 千葉県柏市柏の葉6-5-1

TEL : 04-7134-6832 FAX : 04-7134-6832 E-mail : ainaki@east.ncc.go.jp

Division of Functional Imaging, Exploratory Oncology Research and Clinical Trial Center, National Cancer Center

更され、医療機関内にあるRI薬剤がRI法の適用から除外され、医療法のみでの管理(RI薬剤のみの使用ならば、RI法の許可を要さない。)が可能となった。

3)特別措置病室

¹³¹Iヨウ化ナトリウム治療の件数増加、¹⁷⁷Lu製剤の開発など、核医学治療を取り巻く状況は大きく変わりつつあるものの、放射線治療病室は初期投資や維持費が極めて高く、病床数は慢性的不足状態であった。この解決の一助とするため、適切な防護措置及び汚染防止措置を講じることにより、一般病床を一時的に放射線治療病室とすることができる「特別措置病室」の概念が法定化された。

特別措置病室の管理の要点は、①使用中は当該病室が放射線治療病室かつ一時的な管理区域であること、②使用後の特別措置病室の解除に際して、当該病室が管理区域の条件を満たさないこと、の2点である。ここで、放射線治療病室の条件、管理区域としなければならない条件を挙げる。

放射線治療病室の基準		(特別措置病室の場合)
濃度限度		
表面密度限度	医療法施行規則別表第5(表面密度限度)以下すなわち、 α線を放出する放射性同位元素 4 Bq/cm ² α線を放出しない放射性同位元素 40 Bq/cm ²	
空気中濃度限度	1週間の平均濃度が医療法施行規則別表第3第2欄(空気中濃度限度)以下 (ただし、患者の呼気による排泄が極めて少ない等の理由により、室内の空気中濃度が空気中濃度限度を明らかに下回る場合は排気設備を設ける必要がない。「特別な措置を講じた病室に係る基準、管理・運用及び行動規範に関するマニュアル」を参照。)	
構造設備基準		
遮へい構造	画壁の外側の実効線量が1 mSv/週以下	画壁の外側の実効線量が1 mSv/週以下(ただし、特別措置病室の場合は特別措置病室=管理区域であるため、実質的には管理区域の外部放射線の線量(1.3 mSv/3ヶ月)以下でなければならない。)
標識	放射線治療病室である旨を示す標識	出入口の付近に人がみだりに立ち入らないようにするための注意事項の掲示

内部の壁、床	突起物、くぼみ及び仕上材の目地等のすきまの少ないものとし、表面平滑で気体又は液体が浸透しにくく、かつ、腐食しにくい材料で仕上げる	放射性同位元素による汚染を除去しやすいもので覆うこと。
出入口付近の設備	放射性同位元素による汚染の検査に必要な放射線測定器	放射性同位元素による汚染の検査に必要な放射線測定器、放射性同位元素による汚染の除去に必要な器材及び作業衣
洗浄設備、排水設備	汚染の除去に必要な器材及び洗浄設備並びに更衣設備	(「特別な措置を講じた病室に係る基準、管理・運用及び行動規範に関するマニュアル」では、①トイレを設置し、②排尿は、管理区域内のトイレ、排水設備に連結する措置を行ったトイレ、一時的に設置した簡易トイレ又は蓄尿等により行うこと。)

管理区域の定義(下記を超えるおそれのある場所)	
表面密度	表面密度限度の1/10
空気中濃度	空気中濃度限度の1/10
外部放射線の線量	1.3 mSv/3ヶ月

その他、記帳の義務としては、診療用放射性同位元素の入手、使用及び廃棄に関する記録は1年ごとに閉鎖して5年間保存が法定されている(医療法施行規則第30条の23第2項)他、「特別な措置を講じた病室に係る基準、管理・運用及び行動規範に関するマニュアル」においては、特別措置病室に関する記録を2年間保管することを定めている。

4)退出基準

退出基準については、いわゆる退出基準通知である「放射性医薬品を投与された患者の退出について」(平成10年6月30日付け医薬安発第七〇号厚生省医薬安全局安全対策課長通知, <https://www.mhlw.go.jp/content/10800000/001063188.pdf>)を理解しておく必要があるが、近年の動向として、²²³RaCl₂及び¹⁷⁷Lu-オキソドトレオチド(DOTA-TATE)の製造販売承認により、これらの退出基準が追加された。また、甲状腺全摘術後の残存甲状腺破壊(アブレーション)治療について、従来の¹³¹I治療とは別に退出基準が定められ追加された。退出基準の基本的考え方は、国際放射線

防護委員会 (ICRP) 勧告及び国際原子力機関 (IAEA) の国際基本安全基準 (BSS) において定められている公衆被ばく1mSv/年、患者の介護する者の医療被ばく5mSv/行為、病人を訪問する子供は1mSv/年を下回ることを担保するものであるが、それに加えて国内法令で定められている入院している他の患者の被ばくの実効線量限度 (1.3mSv/3ヶ月) が担保されていることも計算で示されている。

退出基準は、以下の通り (1) 投与量に基づく退出基準、(2) 測定線量率に基づく退出基準、(3) 患者毎の積算線量計算に基づく退出基準が定められている。⁸⁹Sr、⁹⁰Y、アブレーション治療時の¹³¹I及び²²³Raについては、最大投与量において退出基準を満たしており、外来治療が可能である。なお、(3)については、関係学会が作成した実施要綱に従って治療を実施したうえで、患者毎に実効半減期やその他の因子を考慮して患者からの体表面から1メートルの点における積算線量を算出し、介護者が被ばくする積算線量は5ミリシーベルト、公衆については1ミリシーベルトを超えない場合は、積算線量の算出に関する記録を保存したうえで退出を認めるというものであり、それぞれの退出基準はあくまで事例 (退出時点で各要件を満たしていれば、その後の患者から受ける公衆及び介護者の被ばくを最大限考慮しても上記基準を満たす。)として挙げられている点に留意されたい。

放射性医薬品を投与された患者の退出・ 帰宅における放射線量	
治療に用いた核種	投与量または 体内残留放射線量 (MBq)
ストロンチウム-89	200 (最大投与量)
ヨウ素-131	500
イットリウム-90	1184 (最大投与量)

測定線量率に基づく退出基準	
治療に用いた核種	患者の体表面から1メートルの点における1センチメートル線量当量率 (μSv/h)
ヨウ素-131	30

患者毎の積算線量計算に基づく退出基準に 適合する放射線量の事例		
治療に用いた核種	適用範囲	投与量 (MBq)
ヨウ素-131	遠隔転移のない分化型甲状腺癌で甲状腺全摘術後の残存甲状腺破壊 (アブレーション) 治療	1110

ラジウム-223	骨転移のある去勢抵抗性前立腺癌治療	12.1 (1回の最大投与量) (72.6) (1治療あたりの最大投与量)
患者毎の積算線量計算に基づく退出基準に 適合する線量率の事例		
治療に用いた核種	適用範囲	患者の体表面から1メートルの点における1センチメートル線量当量率 (μSv/h)
ルテチウム-177	ソマトスタチン受容体陽性の神経内分泌腫瘍治療	18

なお ²²³RaCl₂、¹⁷⁷Lu-オキソドトロオチド (DOTA-TATE) 及びアブレーション治療については、それぞれ関係学会が作成した実施要綱に従って実施することが求められているので、それぞれの実施要綱又は適正使用マニュアルをよく理解する必要がある。実施要綱又は適正使用マニュアルは、以下のいずれかの URL を参照されたい。

- 1) 日本核医学会 HP : <https://jsnm.org/useful/nmt>
- 2) 日本アイソトープ協会 HP : <https://www.jrias.or.jp/report/cat4/list.html>

5) 診療用放射線の安全管理

2020年4月に施行された改正医療法施行規則により、医療機関においては診療用放射線に係る安全管理体制の構築が必要となった。施行通知 (平成31年3月12日付け医政発0312第7号厚生労働省医政局長通知) においては、①診療用放射線に係る安全管理のための責任者の設置、②診療用放射線の安全利用のための指針の策定、③放射線診療に従事する者に対する診療用放射線の安全利用のための研修の実施 (年1回以上)、④放射線診療を受ける者の当該放射線による被ばく線量の管理及び記録その他の診療用放射線の安全利用を目的とした改善のための方策の実施が求められている。

④の具体的内容としては、X線装置及び核医学における診断参考レベル (Diagnostic Reference Level: DRL) に基づく線量管理、線量記録、診療用放射線に関する情報の収集である。DRLは、患者が診療によって受ける線量について、診断や治療の目的を担保した上で最適化するためのツールであり、ある地域 (国) における放射線診療における患者の被ばく線量を医療機関から収集し、その75パーセンタイル値 (マンモグラフィについては95パーセンタイル値) である DRL 値を上回る医療機関については、それを下回るように照射線量

あるいは投与量の調節を試みるというものである。これにより、当該地域(国)における被ばく線量の最適化が可能となる。

《試験問題の解答》

前述の通り、放射線関連法令はここ数年で大きな改正があったため、過去5年間(第16回～第20回)の試験問題とその回答を掲載する。なお、解説については前章に記載がない内容のみ提示した。

1)放射線治療病室、特別措置病室、退出基準

第20回第19問

「医療法施行規則に定める適切な防護措置及び汚染防止措置を講じた治療病室」について誤っているのはどれか。1つ選べ。

- a. トイレを完備した個室である。
- b. 届け出後は一般病室としての使用は不可である。
- c. 安全管理の記録は患者退出後少なくとも2年間保管する。
- d. 部外者が立ち入らないように目につきやすい場所に注意事項を掲げる。
- e. 他室の患者の被ばくが実効線量として1.3 mSv/3ヶ月を超えないように措置を講じる。

回答 b

第20回第20問

核医学診断・治療の関係法規について、誤っているのはどれか。1つ選べ。

- a. 放射線治療病室の構造設備基準は画壁等の外側の実効線量が1.3 mSv/週以下である。
- b. ¹³¹I 投与後退出可能な1メートルの点における1cm線量当量率は30 μSv/h 以下である。
- c. 抑制すべき線量の基準として公衆については1mSv/年、介護者については5mSv/件である。
- d. ¹⁷⁷Lu-DOTATATE 投与後退出可能な1メートルの点における1cm線量当量率は18 μSv/h 以下である。
- e. 放射線治療病室から一般病室等に退出させる場合には、他の患者が被ばくする実効線量が3月間につき1.3mSv以下である。

回答 a

第19回第19問

¹⁷⁷Lu-DOTATATE 治療について誤っているのはどれか。1つ選べ。

- a. 関連学会が作成した実施要綱により実施する。
- b. 一回の投与量は7.4 GBq である。
- c. 8週間隔で最大4回まで投与する。
- d. 特別措置病室入室の隣室の実効線量を1週間につき1mSv以下とする。

- e. 退出基準は患者体表面から1メートル離れた点の1センチメートル線量当量率で18 μSv/h 以下である。

回答 d

d 室としての線量限度は正しいが、特別措置病室＝管理区域(1.3mSv/3ヶ月)であることに加え、他の患者の実効線量限度(1.3mSv/3ヶ月)である。

第17回第17問

塩化ラジウム(²²³Ra)の投与後1週間の注意事項として、誤っているものはどれか。1つ選べ。

- a. 使用後のトイレの洗浄は2回流すこと。
- b. 公共の場への外出は可能な限り控えること。
- c. 入浴はその日の最後に行うことが望ましい。
- d. 患者の尿に触れる可能性がある場合は手袋を着用すること。
- e. 出血の際には、トイレットペーパーでふき取り、トイレに流すこと。

回答 b

投与後1週間において公共の場への外出を控えるような記載があるのは¹⁷⁷Lu-オキソドトレオチドである。なお、アブレーション治療については、投与後3日間について旅行、移動、映画館、劇場及び社会的な行事への参加を控えるようにとの記載がある。

第17回第19問

核医学治療について、正しいものはどれか。1つ選べ。

- a. 介護者の線量拘束値は5mSv/件である。
- b. 公衆被ばくの線量限度は1mSv/件である。
- c. 甲状腺機能亢進症治療に用いられる外来での¹³¹I投与量は1.11 GBq 以下である。
- d. ¹³¹I投与後退出可能な1メートルの点における1cm線量当量率は10 μSv/h 以下である。
- e. 純β線放出核種である⁹⁰Yを用いた治療では、投与量に基づく退出基準が設定されていない。

回答 a

第16回第21問

法令に基づいた管理区域内に設置されている治療病室に入院することが必要となるのはどれか。1つ選べ。

- a. 甲状腺機能亢進症に対する¹³¹I内用療法
- b. 甲状腺癌の遠隔転移に対する¹³¹I内用療法
- c. 骨転移のある去勢抵抗性前立腺癌に対する²²³Ra 内用療法
- d. 甲状腺癌の甲状腺全摘後アブレーションのための¹³¹I内用療法
- e. 悪性リンパ腫に対する⁹⁰Y-イブリツモマブチ

ウキセタン内用療法

回答 b

2)被ばく防護(公衆被ばく、職業被ばく、介護者の医療被ばく)診療用放射線の安全管理

第20回第21問

医療法施行規則では、核医学診療を受ける患者の被ばく線量の記録を求めている。これを遵守するために、日本核医学会ではガイドラインを作成し記録が必要な項目を示している。この項目として誤っているのはどれか。1つ選べ。

- 放射性医薬品名
- PET/CT のCT 線量
- 放射性医薬品実投与量
- SPECT/CT のCT 線量
- 放射性医薬品残存放射線量

回答 e

第19回第17問

電離放射線障害防止規則第二章第五条に規定されている、放射線業務従事者の眼の水晶体の等価線量限度について、正しい記載はどれか。1つ選べ。

- 3年間について60mSvかつ1年間につき50mSvを超えない。
- 3年間について90mSvかつ1年間につき30mSvを超えない。
- 5年間について100mSvかつ1年間につき20mSvを超えない。
- 5年間について100mSvかつ1年間につき50mSvを超えない。
- 5年間について150mSvかつ1年間につき100mSvを超えない。

回答 d

第19回第20問

次のうち正しいのはどれか。1つ選べ。

- ^{223}Ra の表面密度限度 …………… 40Bq/cm²
- 女子の実効線量限度 …………… 3月間5mSv
- 水晶体の等価線量限度 …………… 1年間150mSv
- 実効線量限度 …………… 5年間100mSvかつ1年間20 mSv
- 妊娠中である女子の腹部表面の等価線量限度 …………… 1 mSv(妊娠の事実を知ったときから出産までの間)

回答 b

第19回第21問

核医学診療に関する安全管理について正しいのはどれか。1つ選べ。

- 等価線量は各臓器の実効線量から算出する。
- 皮膚の等価線量限度は年間500mSvである。

- 診断参考レベルでは医療被ばくの許容上限値が定められている。
- 管理区域内の空気中のRI濃度限度は平均濃度で判断してはならない。
- 人が常時立ち入る場合では1センチメートル線量当量が1.3 mSv/週を超えないようにする。

回答 b

a 等価線量とは、各臓器の被ばく線量を表すもので、各臓器の吸収線量に放射線加重係数を乗じたものである。実効線量は、各臓器の等価線量に組織加重係数を乗じたものの合計である。

e RI法においては、「常時立ち入る場所」について空気中濃度限度、表面密度限度及び遮へい物に係る線量限度が定められており、それぞれ放射線治療病室等の空気中濃度限度、表面密度限度及び遮へい構造に等しい。

第18回第19問

医療法施行規則の改正施行により、令和2年度より新たに生じた病院の管理者の責務はどれか。1つ選べ。

- 医療被ばくの線量管理
- 特殊健康診断の実施
- エックス線装置の届出
- 管理区域内の線量分布図の作成
- 医療スタッフの水晶体の線量計測

回答 a

第18回第21問

以下のうち、医療機関における放射線安全管理を規定していない法律はどれか。1つ選べ。

- 医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律(医薬品医療機器等法)
- 医療法
- 国家公務員法
- 放射性同位元素等の規制に関する法律(RI法)
- 労働安全衛生法

回答 a

医療機関における職業被ばくの防護については、医療法(医療法施行規則)、RI法(RI法施行規則)、労働安全衛生法(電離放射線障害防止規則)の他、国家公務員については国家公務員法(人事院規則10-5)に線量限度が定められている。

第17回第16問

放射性医薬品の安全取扱いに関する以下の記述について、正しいものはどれか。1つ選べ。

- ポケット線量計は、内部被ばくの評価に有効である。
- 患者の被ばくに関しては、線量限度が設定さ

れていない。

- c. 放射線医療従事者の被ばくは、医療被ばくに分類される。
- d. 外部被ばくの防止には、安全キャビネット内での作業が有効である。
- e. 放射性医薬品を投与された患者は、公衆被ばくの放射線源とはならない。

回答 b

第17回第20問

令和2年4月1日に公布された医療法施行規則の一部の改正で放射線診療従事者等の線量限度が引き下げられたのはどれか。1つ選べ。

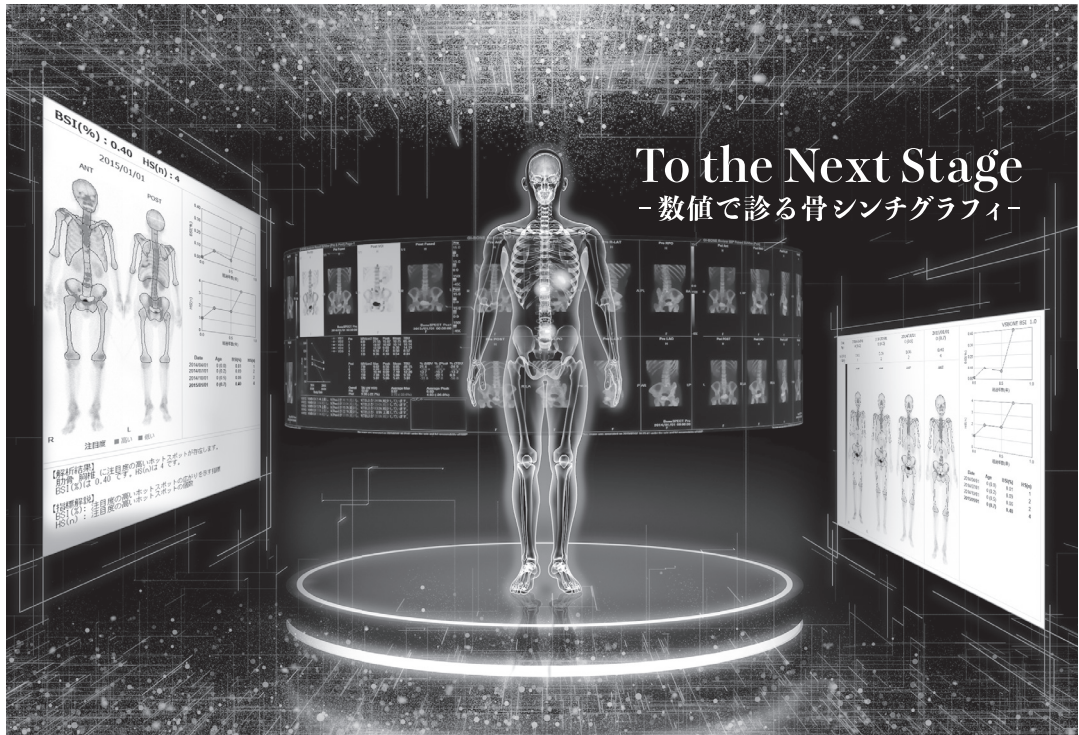
- a. 皮膚の等価線量限度
- b. 女子の3か月間の実効線量限度
- c. 眼の水晶体の等価線量限度
- d. 5年間の実効線量限度
- e. 妊娠中の女子腹部表面の等価線量限度

回答 c

編集後記

6年ぶりに日本核医学会の演題登録を行った。非常勤で週1回勤務している大学病院で症例をカルテで調べこみ、様々な解析を試みた結果、最終データにたどり着くことができた。データ解析は最もエキサイティングで、やっている間は数時間でもその世界に没頭する。6年前まではいつもやっていた作業を久しぶりに行うと、新鮮で研究意欲も戻ってくる。最も重要なのは結果の解釈である。研究しても論文にならないのはこの解釈と考察をする作業が大変だからだ。しかし、こういう作業を繰り返しやっていないと他人のデータに対する批判的な見方を体得できない。どの論文もガイドラインにも問題点は多く、特に、ガイドラインは数年たつと改訂になる。エビデンスの見方や使い方、自分の患者さんにそのまま当てはめてよいのかどうかは、自身が様々な研究を通して批判的精神が体得されることが必要と考える。画像診断に関して言えば、臨床研究を通して、画像が語る臨床的意義を理解することができるだろう。昨今、若い先生の研究離れが顕著であると聞いた。厚労省が実地臨床ばかりを推進し、専門医取得に長期間を要するように制度を改悪してしまったことも一因である。臨床を実地だけから学んでも数は限定され、実力も頭打ちになる。これから臨床医を目指す先生には、臨床研究を通してデータの解釈、臨床応用、予後への影響などを自分で解析し、数多く「悩む」ことの重要性を是非知ってほしい。

(編集委員長)



処方箋医薬品^{※1}

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

CLEARBONE® Injection

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 (^{99m}Tc) 注射液

注) 注意-医師等の処方箋により使用すること

®: 登録商標

2. 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

4. 効能又は効果

骨シンチグラムによる骨疾患の診断

6. 用法及び用量

通常、成人には555~740MBqを肘静脈内に注射し、1~2時間の経過を待つて被検部の骨シンチグラムを撮る。投与量は、年齢、体重により適宜増減する。

8. 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。

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にのみ投与すること。

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 ショック、アナフィラキシー(いずれも頻度不明)

呼吸困難、血圧低下、発疹等の異常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

	頻度不明
過敏症	発疹、そう痒感、顔面潮紅、発赤
消化器	嘔吐、悪心、食不振
循環器	チアノーゼ、血圧低下、徐脈、動悸
精神神経系	てんかん様発作、耳閉感、頭痛、めまい、ふらつき
その他	発熱、気分不良、冷汗、四肢しびれ

14. 適用上の注意

14.1 薬剤投与時の注意

骨盤部読影の妨害となる膀胱の描出を避けるため及び膀胱部の被曝を軽減させるため、撮像前後できるだけ排尿させること。

20. 取扱上の注意

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。

22. 包装

555MBq(1.5mL)[1シリンジ]、740MBq(2mL)[1シリンジ]

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
メディカルアフェアーズ部 メディカルインフォメーショングループ
〒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)

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

最新の詳しい情報は、電子化された添付文書をご参照ください。

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>

2022年6月改訂

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。

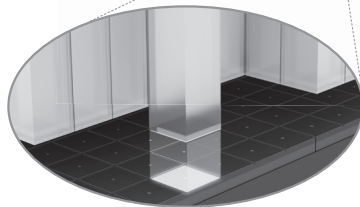
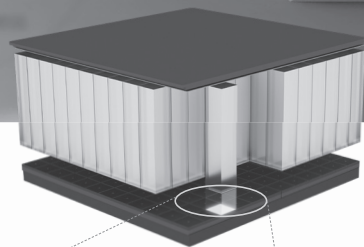
最新技術を惜しみなく投入することで高画質と低被ばくを実現するとともに、医療従事者の安全や病院経営まで貢献します。

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 1F 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, 内山真幸, 汲田伸一郎, 高橋美和子, 橋本 順, 丸野廣大, 百瀬敏光,

須山淳平, 鳥井原彰, 岩渕 雄, 稲木杏史, 伊藤公輝, 山崎香奈 2024年5月20日発行