

NUCLEAR MEDICINE IN CLINIC

臨床核医学

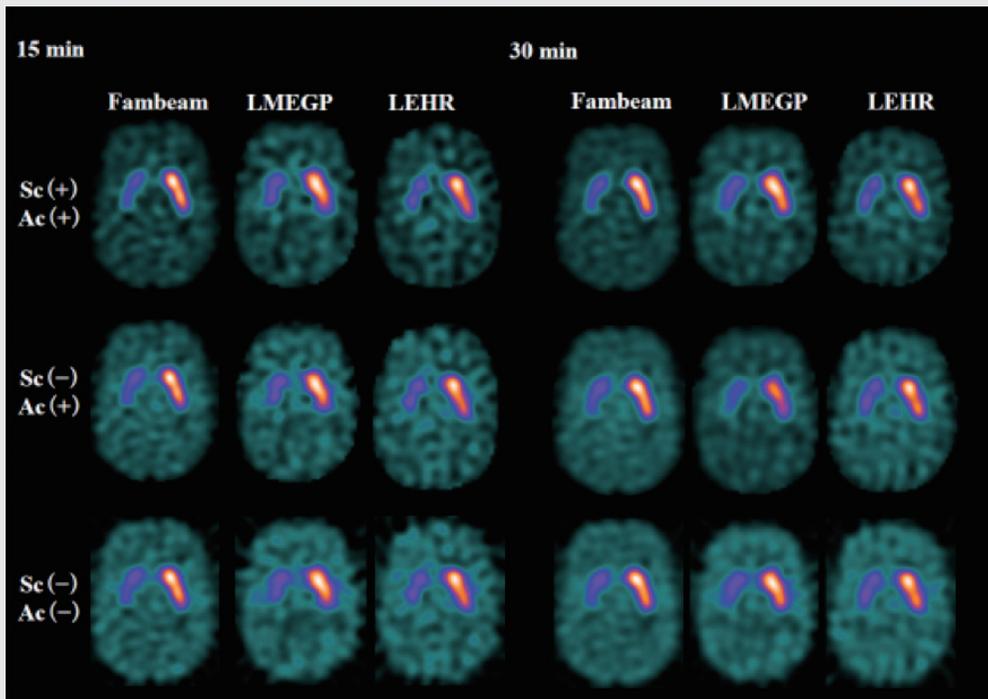
2015

Vol.48No.3

5月号 33~48頁

放射線診療研究会

1968年創刊通算225号(奇数月刊行)

<http://www.meteo-intergate.com>(本誌論文検索用)*See Page 38*

放射線診療研究会 会長就任のご挨拶	34
[TOPICS from ANM] 多発性骨髄腫の診断における ¹¹ C-4DST, ¹¹ C-MET, ¹⁸ F-FDG PET/CT検査の比較検討	35
[リレー講座] ドパミントランスポータシンチグラフィの基礎技術	
— 撮像条件, 画像処理法の違いが半定量的指標へ与える影響について —	38
第55回日本核医学会学術総会開催のご挨拶	43

放射線診療研究会 会長就任のご挨拶

橋本 順
HASHIMOTO Jun



このたび小須田茂先生の後任として放射線診療研究会の会長に就任することになりました。2016年には50周年を迎える伝統のある本会の責任者ということで自分にはやや荷が重いのですが、微力ながら会の発展に貢献できればと思っております。

運営に際して最も重視していることは診療研究会のコンテンツの充実であります。ここで言うコンテンツとは毎回の研究会での発表の内容と“臨床核医学”に掲載される記事の内容を意味します。近年、核医学の検査件数にはやや伸び悩みがあることが指摘されていますが、各地で行われる核医学の研究会の参加は概して好調です。これは会のプログラム作成担当の方々の工夫によるところが大きいと思います。他の臨床医学と同様に核医学でも専門化、細分化が進み、先進的な話題を盛り込むためには各領域をご専門とする先生のお知恵を拝借してプログラムを作成するのがいいと考えております。そこで毎回異なるプログラムコーディネータの先生に演題の選択をお願いする方式を採用することにし、“臨床核医学”では研究会での発表内容を積極的に盛り込むような記事作りを百瀬満編集委員長を中心をお願いすることにし

ました。会のコンテンツは研究会の命でもありますので、担当されるプログラムコーディネータの先生にはお手数をおかけしますがよろしく願いいたします。また発表を希望される場合にはわたしまでご一報ください。全体テーマが演題内容と合う回でのご発表をお願いすることになるかと思えます。

小須田先生が実行された技術系演題の導入とそれによる診療放射線技師の本会への参加の促進はとてもいいアイデアであり、今後も継続したいと考えております。異なる職種間で互いに刺激しあうことで、またあらたな発想も生まれると思います。情報交換、人的交流の場としてもご利用いただければと考えております。

最後に5年間にわたり当会の発展に多大な貢献をされた小須田先生に深謝いたします。不慣れな点も多いかと思いますが、放射線診療研究会から多くの優れた情報を発信することを目標に努力する所存ですので、今後ともご指導のほどよろしくお願いいたします。

多発性骨髄腫の診断における¹¹C-4DST, ¹¹C-MET, ¹⁸F-FDG PET/CT 検査の比較検討

Comparison of ¹¹C-4'-thiothymidine, ¹¹C-methionine, and ¹⁸F-FDG PET/CT for the detection of active lesions of multiple myeloma. *Ann Nucl Med.* (2015) 29 (3), 224-232

岡崎 百子¹⁾ OKASAKI Momoko 窪田 和雄¹⁾ KUBOTA Kazuo 南本 亮吾¹⁾ MINAMIMOTO Ryogo
 宮田 陽子¹⁾ MIYATA Yoko 諸岡 都¹⁾ MOROOKA Miyako 平井 理泉²⁾ HIRAI Risen
 萩原 将太郎²⁾ HAGIWARA Shotaro 三輪 哲義²⁾ MIWA Akiyoshi 伊藤 公輝³⁾ ITO Kimiteru
 石渡 喜一³⁾ ISHIWATA Kiichi 豊原 潤³⁾ TOYOHARA Jun 井上 登美夫⁴⁾ INOUE Tomio

《目的》

多発性骨髄腫(MM:multiple myeloma)は、Bリンパ球から分化した形質細胞の腫瘍である。症状としては、貧血を主とする造血障害、疼痛や高カルシウム血症を引き起こす溶骨性病変、腎障害等の臓器障害、易感染性などの多彩な臨床症状を呈する疾患である。多発性骨髄腫において、画像診断による評価も重要であり、形態学的画像検査として、単純X線写真、CT(computed tomography)、MRI(magnetic resonance imaging)などがある。

¹⁸F-FDG PET(¹⁸F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography)/CTは、糖代謝を評価する機能画像検査で、MMの最初のステージングに有用とされている。また、治療後評価にも有用であるという報告もある。

今回、新たなトレーサーである、アミノ酸代謝を評価する¹¹C-methionine(¹¹C-MET)、DNA合成を評価する[methyl-¹¹C] 4'-thiothymidine(¹¹C-4DST)を用いてMM患者にPET/CT検査を施行し、¹⁸F-FDG PETによる所見、CTによる溶骨性病変、骨髄吸引細胞診による病理検査と比較した。

《対象および方法》

2010年10月から2011年11月にMM、意義不明の単クローン性ガンマグロブリン血症(MGUS、

monoclonal gammopathy of undetermined significance)の患者64人に検査を施行した。男性40人、女性24人、平均年齢58.3歳、年齢幅33-84歳であった。21人は治療前、43人は治療後の再ステージングであった。すべての患者は、¹⁸F-FDG、¹¹C-MET、¹¹C-4DST PET/CTの3種の検査を1週間以内に施行した。36人の患者はその前または後1週間以内に骨髄の吸引細胞診を施行していた。この研究は倫理委員会の承認を得、被検者から書面でのインフォームドコンセントを得ている。

¹⁸F-FDG PET/CT検査では、対象症例は、5時間以上の絶食後、血糖値を測定した後、¹⁸F-FDGを経静脈的に5MBq/kg投与され、投与一時間後から1ベッドあたり2分のemission scanでPET撮像を開始した。撮像範囲は頭頂部から足先までの全身とした。¹¹C-MET、¹¹C-4DST PET/CTでは、¹¹C-METは20分後から、¹¹C-4DSTは40分後から、1ベッドあたり2分のemission scanでPET撮像を開始した。

全患者64人のうち、びまん性病変のない限局的な溶骨性病変のある患者24人の55か所の病変について、¹⁸F-FDG、¹¹C-MET、¹¹C-4DSTの集積を視覚的に評価した。それぞれの病変は、PET/CTにおける低線量CTで十分に大きさを評価することができるものであった(長径23.7±13.8mm)。

国立国際医療研究センター 放射線核医学科¹⁾ 血液内科²⁾

〒162-8655 東京都新宿区戸山1-21-1

TEL: 03-3202-7181 E-mail: epiciel324@gmail.com

Division of Nuclear Medicine, National Center for Global Health and Medicine

東京都健康長寿医療センター³⁾

横浜市立大学医学部付属病院 放射線科⁴⁾

全患者64人のうち、3種のPET/CTを施行した前または後一週間以内での骨髓吸引細胞診の結果のある36人について、吸引細胞診を行った部分である後腸骨稜への ^{18}F -FDG, ^{11}C -MET, ^{11}C -4DSTの集積を視覚的に評価した。そのうち11人は、溶骨性病変への評価を行った患者と同一であった。

International Myeloma Working Groupの診断基準によると、吸引細胞診にて形質細胞の割合が10%以上であると病理学的に活動性骨髓腫であり陽性であり、これが $^{\text{gold standard}}$ とされている。

吸引細胞診を行った後腸骨稜への集積は、視覚的にpositive(陽性), equivocal(中間), negative(陰性)で評価した。後腸骨稜以外に異常集積があっても、評価の対象とはしなかった。そして、感度、特異度、陽性的中率、陰性的中率、正診率を ^{18}F -FDG, ^{11}C -MET, ^{11}C -4DSTで比較した。

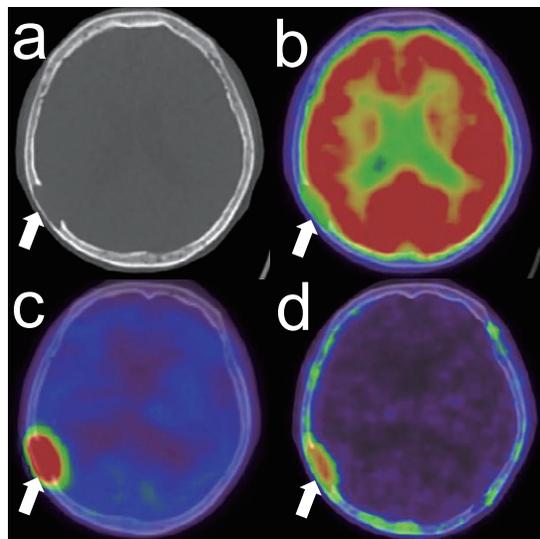
《結果》

表1は、24人の患者の55か所の病変についてまとめたものである。治療前、治療後ともにequivocalな病変は、 ^{18}F -FDGが、 ^{11}C -MET, ^{11}C -4DSTよりも多く認められた。 ^{18}F -FDGは、脳への生理的集積のために、頭蓋骨の病変の評価が難しかった。一方、 ^{11}C -MET, ^{11}C -4DSTは、脳への集積は低いため、頭蓋骨の病変を明瞭に指摘することができた(図1)。

表2は、骨髓吸引細胞診を行った患者の研究の結果である。ROC曲線下面積による検定では、 ^{18}F -FDGと ^{11}C -MET, ^{18}F -FDGと ^{11}C -4DSTの間に有意差が認められ、 ^{11}C -MET, ^{11}C -4DSTは ^{18}F -FDGよりも正診率が高かった。

また、骨髓穿刺で形質細胞が58%以上の症例では、どのPET検査でも後腸骨稜の集積は陽性で

図1



b, FDG ; c, MET ; d, 4DST
Ann Nucl Med. (2015) 29 (3), 224-232

あった。しかし、10%から30%の間では、 ^{11}C -MET, ^{11}C -4DSTの方が ^{18}F -FDGよりも陽性となる数が多かった。

《考察》

溶骨性病変への集積を比較する研究では、 ^{11}C -MET, ^{11}C -4DSTは、CTにおける溶骨病変への集積は、 ^{18}F -FDGよりも明瞭であった。 ^{11}C -MET, ^{11}C -4DSTは、骨髓穿刺の結果と比較した際の正診率が、 ^{18}F -FDGよりも高いという結果であった。MM病変への集積は、 ^{11}C -MET, ^{11}C -4DSTでは、 ^{18}F -FDGよりもequivocal(中間)の病変が少なかった。

このことから、 ^{11}C -MET, ^{11}C -4DSTは、陽性病変を ^{18}F -FDGよりも明確にとらえることができ

表1 CTの溶骨病変への ^{18}F -FDG, ^{11}C -MET, ^{11}C -4DSTの集積

	病変数				SUVmax		
	Positive	Equivocal	Negative	Total	Positive	Equivocal	Negative
治療前							
^{18}F -FDG	6	2	2	10	4.00 ± 1.63	1.98	1.55
^{11}C -MET	10	0	0	10	5.74 ± 2.15	-	-
^{11}C -4DST	8	0	2	10	15.8 ± 9.79	-	3.5
治療後							
^{18}F -FDG	27	8	10	45	3.20 ± 1.70	2.05 ± 0.28	1.55 ± 0.41
^{11}C -MET	39	3	13	45	5.01 ± 2.40	3.89 ± 1.87	2.19 ± 1.28
^{11}C -4DST	32	1	12	45	6.44 ± 3.07	4.25	3.39 ± 3.29

ると考えられ、 $^{11}\text{C-MET}$ 、 $^{11}\text{C-4DST}$ は、これらの病変の活動性の有無を評価するのに有用であると考えられた。四肢骨の末梢の病変への集積も、 $^{11}\text{C-MET}$ 、 $^{11}\text{C-4DST}$ では $^{18}\text{F-FDG}$ よりも明瞭に認められた。

今回の研究では、 $^{18}\text{F-FDG}$ 、 $^{11}\text{C-MET}$ 、 $^{11}\text{C-4DST}$ のいずれでも、MGUSでは集積は陰性であった。MMでは骨髄の形質細胞が10%以上であるのに対し、MGUSでは10%以下である。無症候性骨髄腫も、MGUSも一般的には治療はされないが、予後は異なっている。症候性MMに進展する前の期間が、MGUSと無症候性骨髄腫はそれぞれ81か月、23か月であり、MGUSの方が長い。ゆえに、無症候性骨髄腫とMGUSの診断をすることは有用である。

《結論》

$^{11}\text{C-MET}$ 、 $^{11}\text{C-4DST}$ は、MM病変の評価において、 $^{18}\text{F-FDG}$ よりも正診率が高く、有用性があると考えられる。

表2 ROC曲線下面積

	曲線下面積		差	
	$^{18}\text{F-FDG}$	0.681 (95% CI, 0.522-0.840)		
$^{11}\text{C-MET}$	0.814 (95% CI, 0.685-0.943)	vs. $^{18}\text{F-FDG}$ P = 0.02		
$^{11}\text{C-4DST}$	0.824 (95% CI, 0.705-0.942)	vs. $^{18}\text{F-FDG}$ P = 0.03	vs. $^{11}\text{C-MET}$ P = 0.81	

CI, Confidence Interval 信頼区間

Ann Nucl Med. (2015) 29 (3), 224-232

リレー講座

ドパミントランスポータシンチグラフィの基礎技術 — 撮像条件, 画像処理法の違いが半定量的指標へ与える影響について —

関本道治^{1,2)} SEKIMOTO Michiharu 加藤誠二³⁾ KATO Seiji 古山桂太郎²⁾ KOYAMA Keitaro
高橋美和子²⁾ TAKAHASHI Miwako 百瀬敏光²⁾ MOMOSE Toshimitsu

《はじめに》

核医学は、生理学的・生化学的機能を画像化することで病態評価が行われる。脳血流SPECTでは、脳内に取り込まれた放射性医薬品より放出される γ 線を体外より検出してSPECT画像を得ているが、収集条件、画像処理、画像表示に関して多くの設定が可能であり、施設ごとに違いがある。近年は、核医学画像の標準化に向けた研究も進められており、脳血流SPECTにおいても施設間による差異を少なくする取り組みが行われている。¹⁾

パーキンソニズム(振戦、筋固縮、動作緩慢、姿勢反射障害等)を呈する疾患は、数多くある。この原因として中脳黒質線条体ドパミン神経の変性脱落の関与を知ることは、疾患の診断のみならず予備能の評価や治療薬の選択に大きく影響する。これまでドパミン神経節前機能を評価するには、¹⁸F-fluorodopaや¹¹C- β CFTといった短寿命ポジトロン放出核種を用いたPET imagingにおける研究が主流であった。しかし、昨年¹²³I-ioflupane(ダットスキャン[®] 静注)を用いたSPECT製剤が保険診療に収載され、ドパミントランスポータ(DAT)シンチグラフィ(以下、DATシンチグラフィ)による中脳黒質線条体ドパミン神経機能の評価が可能となり²⁾、SPECT imagingを用いた検査が広く臨床現場で役立つことが期待されている。

¹²³I-ioflupaneはフェニルトロパン系のコカイン類似物質で、黒質線条体ドパミン神経終末部に多く存在しているDATに高い親和性を持つ。投与後、3～6時間後にSPECT装置により、画像化することで黒質線条体ドパミン神経の変性・脱落による節前機評価することができる。しかしSPECT

における線条体のイメージングは、放射線の減弱・吸収の影響を受けやすい脳の深部に位置すること、線条体自体が複雑な小構造であるため、部分容積効果を受けやすいこと、さらにDATの密度が低い部位への非特異的な集積により脳の輪郭抽出の精度が低下することなど、DATスキャン特有の問題が存在するため、データ収集から画像解析に至るまで様々な点について十分に検討する必要がある。

臨床における線条体の評価は、核医学専門医による視覚的判定にて行われているが、定量的指標を利用することで補助的な評価が可能となり、黒質線条体ドパミン神経機能の長期的な経過観察だけでなく、将来的には薬効評価への利用などが期待される。そこで本稿では、ガンマカメラやコリメータの種類、撮像時間、画像再構成法、減弱補正・散乱線補正に着目し、定量的指標への影響について線条体ファントムにおける評価結果を踏まえ概説する。

《画像再構成法》

投影データからSPECT画像を作成する画像再構成は、フィルタ補正逆投影法(Filtered Back Projection: FBP法)と逐次近似法のうち最尤推定-期待値最大化法(Maximum Likelihood Expectation Maximization: ML-EM法)や、その方法を高速化したOS-EM(Ordered Subsets Expectation Maximization)法が主に行われている。

FBP法は、投影データに再構成フィルタ処理を行った後、周波数空間にて逆投影を行い、逆フーリエ変換により再構成画像を得る方法である。再

1) 筑波大学 医学群 医療科学類 〒305-8575 茨城県つくば市天王台1-1-1

TEL・FAX: 029-853-5604 E-mail: sekimoto.m.ff@u.tsukuba.ac.jp

Medicine and medical sciences, University of Tsukuba.

2) 東京大学医学部附属病院 放射線科 Department of Radiology, The University of Tokyo Hospital.

3) 東京大学医学部附属病院 放射線部 Department of Radiological Technology, The University of Tokyo Hospital.

構成フィルタは、主にramachandran filter (Ramp filter)が用いられているが、前処理フィルタで十分に統計ノイズが除去できなかった場合には、高周波数領域を抑えたShepp & Logan filterなどが用いられる。

ML-EM法は、投影データがポアソン分布に従っているということより、線源分布を投影データから統計的に最も確からしいように推定する方法である。ML-EM法は、繰り返し演算を行うため、処理時間が長くなる欠点をもっていた。そこで、高速版であるOS-EM法の開発により計算時間が短くなったことで、臨床検査においても逐次近似法が利用可能となった。OS-EM法の利点としては、低カウント領域での信号雑音比(S/N比)が高いこと、高カウント領域で線状アーチファクトが軽減されること、再構成画像の画素値が負にならないこと、測定系で起こりうる物理的要因によるボケの補正が可能であること等が挙げられる。しかし、雑音に対する拘束がないため、逐次近似の回数とともに雑音が増加するため、逐次近似の回数を評価する必要がある。また、逐次近似の回数は、各施設により異なる。

《散乱線補正・減弱補正》

SPECT撮像は、 γ 線の体内構成成分による減弱や散乱線の発生による画像の劣化、およびコリメータ装着による深さ方向の空間分解能の劣化により、PET撮像に比して感度や空間分解能が劣る。そのため、減弱補正や散乱線補正が重要となる。ここでは、減弱補正と散乱線補正について簡潔に述べる。

減弱補正 (Attenuation correction; Ac)は、主にChang法やSorenson法が用いられている。これらは、人体を均一な吸収体として考え、ある一定の減弱計数を適応し、深部の低下するカウントを表面と同程度に引き上げて均一性を向上させる。汎用性は高いものの、頭部においては、脳実質より γ 線の吸収が大きく、部位により厚さが異なる不均一吸収体である頭蓋骨が存在するため、正確な補正が困難となる問題がある。

散乱線補正 (Scatter correction; Sc)は、収集時に複数のエネルギーウィンドウを設定し、それぞれのウィンドウのカウント値を利用するマルチウィンドウ法と、減弱係数分布から散乱線成分を推定するコンボリューション法がある。核医学で使用される γ 線のエネルギー領域において体内で発生した散乱線は、コンプトン効果が中心であり、光電ピークのエネルギーウィンドウ内にも混入する。散乱線はコントラストを低下させ、SPECTの定量性も損なわれるため、画質の向上、定量性

向上には減弱補正と同時に散乱線補正も重要とされている。今回は散乱線補正として、Triple Energy Window法 (TEW法)³⁾を用いた。

《定量的指標》

DATシンチグラフィの定量的指標として、線条体の特異的結合による放射能と非特異的結合による放射能との比が用いられる。この値は、一般的に式(1)より算出される。

$$\text{各領域の半定量的指標} = \frac{\text{線条体内の各ROIの平均カウント} - \text{BGの平均カウント}}{\text{BGの平均カウント}} \quad (1)$$

もっとも一般的な手法は、FDOPAなどのPET画像で実施されてきた部位ごとの評価法である。特異的領域として、尾状核頭、被殻前部、被殻後部に対応する部位に小さな関心領域(ROI)を置き、非特異的領域として後頭葉領域((1)式のBGに相当)に大きなROIを置いて、得られたカウント比から各領域の定量的指標が算出される。また、半自動解析法としては、BoltらによってSpecific binding ratio (SBR)⁴⁾が提唱され、現在、DaTView(日本メジフィジックス社製、AZE社製)を利用して算出可能である。これは、線条体の体積を11.2 mlとした前提条件のもと、線条体を十分含むVOI (Volume of Interest)を設定し、得られるカウントから非特異的結合に相当するカウントを引き算し、線条体のカウントを得て、算出する方法である。Bolt法は、線条体全体を三次元ROI (VOI)で囲む方法である。しかし、線条体におけるイオフルパンの取り込みは、臨床症状により低下部位が部分的に表れてくることがあるため、線条体の部分的な評価も必要と考えられる。そこで、DaTViewによる解析法とは別に、線条体内を尾状核、被殻前部、被殻後部に分けてROIを取り、(1)式を用いて半定量的指標を算出して定量的評価を行っている。当施設では、線条体内の各ROIは、ソフトウェア「Pmod」(Pmod Technologies Ltd.)を用いている。Pmodによる

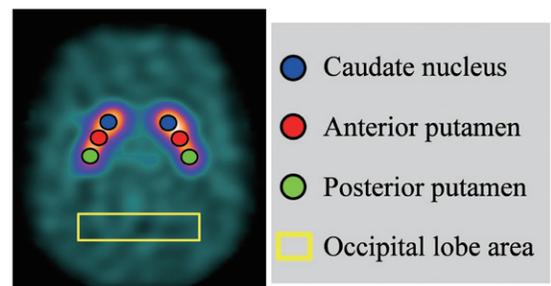


図1 PmodにおけるROIの配置

ROIの設定は、図1に示した方法⁵⁾で行い、ROIの大きさは、4 mm Φとした。Pmodによる各領域の半定量的指標は、Pmod_尾状核、Pmod_被殻前部、Pmod_被殻後部、また尾状核、被殻前部、被殻後部の平均値を算出したものとしてPmod_線条体と表記した。

《線条体ファントムを用いた評価》

① 2検出器と3検出器ガンマカメラによる評価

DATシンチグラフィは、臨床症例の撮像開始前に線条体ファントムを用いたファントム試験を行い、描出能を確認する必要がある。当施設でも臨床症例の開始前に線条体ファントムによる評価を行っている。当施設において、頭部SPECT撮像は、3検出器ガンマカメラGCA-9300A/PI (TOSHIBA社製)で行っており、DATシンチグラフィも該当する。しかし、一般的な臨床施設では、汎用性の高い2検出器ガンマカメラが普及しているため、ダットスキャン注のカメラ間の差異を把握しておくことが重要と考え、当施設で保有する2検出器ガンマカメラE.CAM(TOSHIBA社製)でも撮像を実施し、2検出器と3検出器ガンマカメラの双方による線条体ファントムの評価を行った。

線条体ファントム(NBS社製、日本メジフィジックス社から提供)は、特異的結合を示す左右線条体(1つ12 mL)部分と、線条体以外の非特異的結合を示す均一なバックグラウンド領域(約1,184 mL)から構成される。右線条体と左線条体とBGの放射能濃度比は、①8 : 8 : 1、②4 : 8 : 1、③2 : 8 : 1と設定した。

GCA-9300A/PIとE.CAMのDATシンチグラフィ撮像条件を表1、2に示した。E.CAMにおい

表1 GCA-9300A/PIの撮像条件

Collimator	LESHR - fanbeam N1
Radius [mm]	132
Matrix size	128 × 128
Zoom	1.0
Pixel size [mm]	1.72
Acq. Mode	Dynamic SPECT
Acq. Angle	4 degree
Acq. Time	3.5 min × 8 rotation

表2 E.CAMの撮像条件

Collimator	LMEGP, LEHR
Radius [mm]	140
Matrix size	128 × 128
Zoom	1.45
Pixel size [mm]	3.3
Acq. Mode	Dynamic SPECT
Acq. Angle	4 degree
Acq. Time	3.5 min × 2 repeat × 4 cycle

表3 GCA-9300A/PIの画像再構成条件

	Pre filter (Butterworth)	Scatter Correction	Attenuation Correction
FBP (Sc(+)/Ac(+))		TEW	$\mu = 0.146$
FBP (Sc(-)/Ac(+))	0.70 cycles/cm	—	$\mu = 0.07$
FBP (Sc(-)/Ac(-))		—	—

表4 E.CAMの画像再構成条件

	Pre filter (Butterworth)	Scatter Correction	Attenuation Correction
FBP (Sc(+)/Ac(+))		TEW	$\mu = 0.146$
FBP (Sc(-)/Ac(+))	0.65 cycles/cm	—	$\mu = 0.07$
FBP (Sc(-)/Ac(-))		—	—

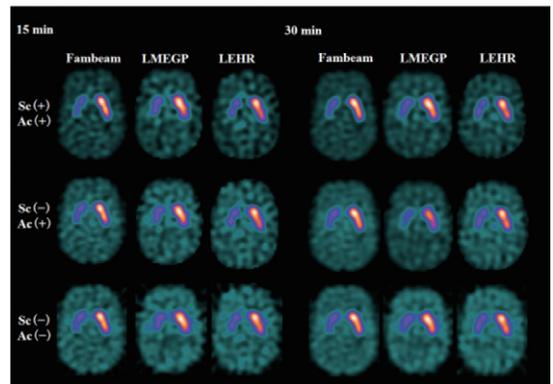


図2 GCA-9300A/PI(Fanbeam)とE.CAM(LMEGP, LEHR)で撮像した線条体ファントム(RI濃度比4:8:1)。左側が撮像時間15min, 右側が撮像時間30min. 上から Sc(+)/Ac(+), Sc(-)/Ac(+), Sc(-)/Ac(-)。

ては、LMEGPとLEHRのコリメータを有しているため共に比較を行った。処理条件として、散乱線補正および減弱補正を行ったもの(Sc(+)/Ac(+))、減弱補正のみ(Sc(-)/Ac(+))、補正なし(Sc(-)/Ac(-))の3種類に対して半定量的指標を評価した。詳細は、表3、4に示す。

図2にGCA-9300A/PI(Fanbeam)とE.CAM(LMEGP, LEHR)にて撮像した線条体ファントムの画像を示す。GCA-9300A/PIの画像は、E.CAMの画像に比べて少ないRI濃度まで視覚的に線条体が確認できた。また、撮像時間を短くした場合においてもGCA-9300A/PIの画像では、RI濃度の少ない線条体まで確認できた。しかし、E.CAMによる画像の場合、撮像時間を短くすることでRI濃度の少ない右線条体では形状が担保出来なくなり、BGとの識別が不明瞭となった。また、濃度の高い左線条体においても腹側から背側向かい分布が不均一になることが確認された。GCA-9300A/PIにおける3検出器およびFanbeamの有

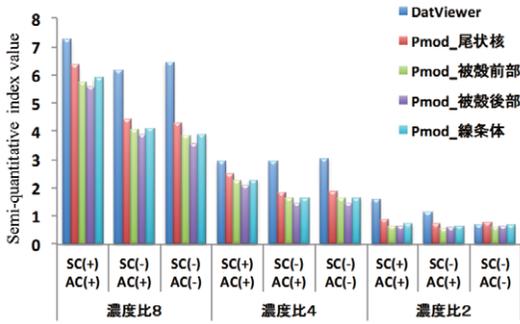


図3 GCA-9300A/PI(Fanbeam)の半定量値。撮像時間は30minで、縦軸は半定量値、横軸は各濃度比に対するSc補正、Ac補正の有無を示す。

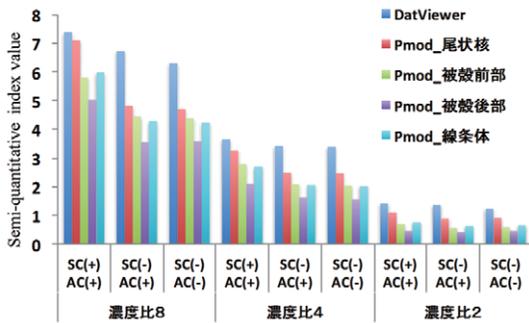


図4 E.CAM(LMEGP)の半定量値。撮像時間は30minで、縦軸は半定量値、横軸は各濃度比に対するSc補正、Ac補正の有無を示す。

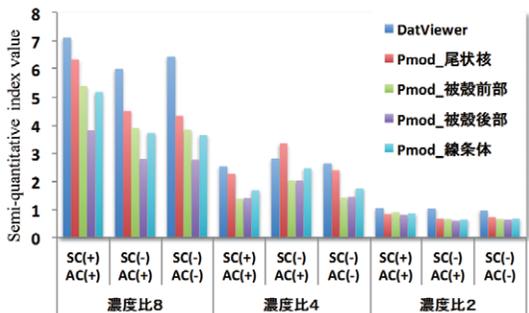


図5 E.CAM(LEHR)の半定量値。撮像時間は30minで、縦軸は半定量値、横軸は各濃度比に対するSc補正、Ac補正の有無を示す。

用性が示されたものと考えられる。

半定量値は、散乱線補正と減弱補正を行うことでRI濃度比に近い結果を示した。また、Fanbeamを用いることでバラツキが少ない傾向を示した。しかし半定量値は、ROIの取り方に影響を受けるため、ファントム試験による傾向を考慮しながら、臨床における半定量値を検討する必要があるものと考えられる。

表5 FBP法、OS-EM法の処理条件

Reconstruction	Pre filter (Butterworth)	Scatter Correction	Attenuation Correction
FBP (Sc(+)/Ac(+))	0.70 cycles/cm	TEW	$\mu = 0.146$
FBP (Sc(-)/Ac(+))		—	$\mu = 0.07$
FBP (Sc(-)/Ac(-))		—	—
OSEM (Sc(+)/Ac(+))	0.76 cycles/cm	TEW	$\mu = 0.146$
OSEM (Sc(-)/Ac(+))		—	$\mu = 0.07$
OSEM (Sc(-)/Ac(-))		—	—

②画像再構成による評価

線条体ファントムをGCA-9300A/PIにて30分のダイナミック収集を行い、散乱線補正および減弱補正を行ったもの(Sc(+)/Ac(+))、減弱補正のみ(Sc(-)/Ac(+))、補正なし(Sc(-)/Ac(-))の3種類に対して、FBP法、OS-EM法のそれぞれの画像再構成を行った。FBP法、OS-EM法の条件を表5に示す。得られた画像から、①と同様にROIを取り、半定量的指標の評価を行った。

FBP法、OS-EM法における線条体ファントムの画像を図6に、OS-EM法の半定量的指標の結果を図7に示す。Bolt法を用いて散乱線補正と減弱補正を行うことで線条体ファントム内のRI濃度比に最も近い結果を示した。散乱線補正と減弱補正を行うことで線条体と後頭葉領域とのコントラスト比が高くなり、半定量的指標においても高値を示したものと考えられる。しかし、Bolt法は、線条体全体をROIで囲むため、特定部位のRIの取り込みが少ない症例においても全体として平均化されてしまい、正常例の定量的指標と同等になることが考えられる。そのため、臨床においては尾状核、被殻前部および被殻後部など領域ごとにROIを設定することが有用と考えられるが、定量的指標のばらつきが予想されるため今後更なる検討が必要になるものと考えられる。

《まとめ》

画像再構成法、散乱線補正、減弱補正の違いにおけるDATシンチグラフィの半定量的指標の変化、そして、解析法の違いによる半定量的指標の変化について評価を行った。半定量的指標は、散乱線補正による影響が大きく、画像再構成や減弱補正による影響は比較的小さい。解析法の違いとして、部分的な線条体の半定量的指標に比してDaTViewにおける半定量的指標が高い傾向を示す。また、DaTViewの臨床上的の問題点の指摘およびその追加改善策として線条体の部位ごとの評

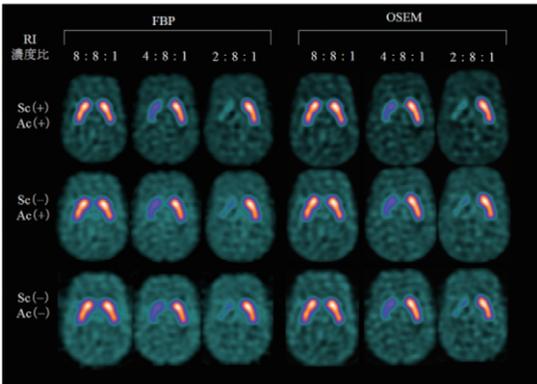


図6 画像再構成および処理条件の違いによる線条体ファントム画像。(GCA-9300A/PI fanbeam 30分収集)

評価の方向性を併せて説明した。

DATシンチグラフィは、黒質線条体ドパミン神経の脱落の有無を画像化する検査であり、視覚的評価だけでなく、定量的指標も重要な評価項目となる。しかし、定量的評価は、撮像・画像処理・解析による影響はもとより、解析者間の技術的なばらつきや機種間差など様々な要因が影響するため、施設ごとによく検証をした上で評価基準を定める必要がある。また、評価基準を定めることで再現性が高まるものと考ええる。

今後は、施設を超えた比較をするためにもDATシンチグラフィにおける定量的評価の標準化が重要である。年齢や性別を考慮したデータベースの構築とそれを用いた解析、さらなる解析の自動化が望まれるところであり、DATシンチグラフィの検査の質を向上させるためにも取り組むべき課題であると考ええる。

《参考文献》

1) 増田安彦, 長木昭男, 川淵安寿他. 臨床に役立つ基準画像の収集・処理・表示・出力のポイント. 核医学技術. 2008;28(1): 13-74.

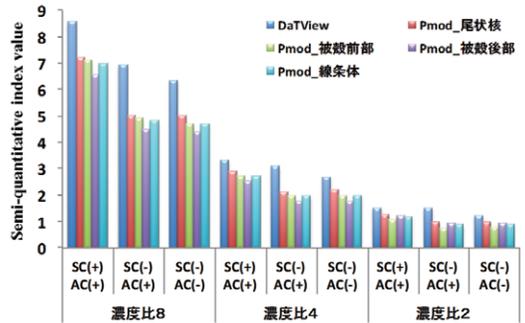


図7 OS-EM法を用いた画像再構成および処理条件の違いにおける半定量値の変化。(GCA-9300A/PI fanbeam 30分収集)

2) Neumeyer JL, Wang S, Gao y, al. N-omega-fluoroalkyl analogs of (1R)-2 beta-carbomethoxy-3 beta-(4-iodophenyl)-tropine (beta-CIT): radiotracers for positron emission tomography and single photon emission computed tomography imaging of dopamine transporters. J Med Chem 1994 ; 37 (11) : 1558-1561,

3) Ogawa K, Harada Y, Ichihara T, et al : A practical method for position dependent Compton-scatter correction in single photon emission CT. IEEE Trans Med Imag 10 : 408-412 , 1991

4) Tossici-Bolt L, Hoffmann SM, Kemp PM, et al. Quantification of [¹²³I]FP-CIT SPECT brain images: an accurate technique for measurement of the specific binding ratio. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2006 ; 33(12) : 1491-1499.

5) 医薬品医療機器総合機構. ゲットスキャン® 静注CTD第二部(モジュール2)2.7.1生物薬剤試験及び関連する分析法

第55回日本核医学会学術総会開催のご挨拶

「支え合いともに伸ばす」
 "Let's advance together
 by supporting each other"

第55回日本核医学会学術総会
 会長 小泉 潔
 KOIZUMI Kiyoshi



第55回日本核医学会学術総会を2015年11月5日(木)より7日(土)までの3日間、ハイアットリージェンシー東京(東京都新宿区)にて、第35回日本核医学技術学会総会学術大会との合同で開催させていただきます。東京での開催は2005年以来10年ぶりで、東京ならではの学術総会を目指し、首都圏のみならず全国の皆様のご支援ご協力をいただきながら開催の準備を進めています。

「支え合いともに伸ばす」を本会のテーマとし、いくつかの意味を込めています。核医学は臨床医学のみならず、分子生物学、生理学、生化学などの基礎医学とも深く関係し、また、薬学、物理工学、情報工学など医学以外の幅広い領域との連携も必須の分野です。招待講演やシンポジウムの内容においても、それを反映し、分子イメージング関連、新しい核医学画像装置や新しい放射性医薬品を用いた診断・治療などの成果と動向を提示させていただきます。

実際の核医学診療の現場では、医師および診療放射線技師のみならず、薬剤師、看護師、その他種々の職種の協働によって行われていることも「支え合いともに伸ばす」の意味を込めています。合同シンポジウムにおいて、核医学を取り巻く種々の職種による取り組みを討論します。核医学診療に携わる看護師もPETセンターなどを中心に増加しており、核医学看護フォーラムと銘打った特別企画を行います。また、例年と同様にジョイントプログラムとして「口腔顎顔面核医学フォーラム」も行います。

日本核医学会の国際交流も近年活発に行われて

おり、米国、欧州、中国などと支え合ってともに伸びることが期待されています。それを反映して、米国核医学会や欧州核医学会からの招待講演、および日中核医学交流会が行われます。

東京は全国からのアクセスが非常に良い地であり、多くの方々の参加を心からお待ちしています。

詳しくはこちら

URL <http://www2.convention.co.jp/nm2015/>

【主なプログラム】

I 合同特別講演

「東京オリンピック・パラリンピック開催に向けて」西谷武夫先生、平田竹男先生

II 招待講演・基調講演

- a. E. Gordon DePuey 先生
(Mt. Sinai St. Luke's and Roosevelt Hospital)
- b. 樋口隆弘先生(University of Würzburg)
- c. Andrei Iagaru 先生(Stanford University)
- d. Hossein Jadvar 先生
(University of Southern California)
- e. Val Lewington 先生(Kings College London)
- f. 蓑島 聡先生(University of Utah)
- g. Victor L. Villemagne 先生
(University of Melbourne)
- h. Rudolf A. H. Werner 先生
(University of Würzburg)
- i. Lisa Bodei 先生
(European Institute of Oncology)

東京医科大学八王子医療センター放射線科

〒193-0998 東京都八王子市館町1163

TEL: 042-665-5611 FAX: 042-665-1796 E-mail: kkoi@tokyo-med.ac.jp

Ⅲ 合同シンポジウム

- a. 「ともに伸ばす核医学」
- b. 「放射性医薬品投与量の見直しと撮像技術」

Ⅳ シンポジウム

- a. 「Tau PET imaging」
- b. 「ドパミントランスポーターイメージング」
- c. 「心臓専用半導体ガンマカメラの進展」
- d. 「神経内分泌腫瘍の診断と治療」
- e. 「非腫瘍性疾患のFDG-PET」
- f. 「分子イメージング；基礎研究から橋渡し研究まで」
- g. 「医療機器ソフトウェアの開発に必要な手順と標準化への道筋」

Ⅴ スポンサーシンポジウム

- 「核医学画像解析ソフトウェア update」

Ⅵ 特別教育講座

- 「英語プレゼンテーション講座」

編集
後記

今月号は、パーキンソニズムの鑑別のためのDATスキャンの技術的な検討、ANM誌から多発性骨髄腫のメチオニンPET, 4DST PETによる画像診断をテーマとして掲載しました。いずれの核種も臨床的有用性が期待できるものの、DATでは保険診療として多くの臨床例にすでに使用されており、エビデンスも蓄積しつつあります。ところがPET核種は保険適応外では限られた施設でしか使用できず、多くの症例のデータ構築も難しいのが現状です。メチオニンPETは私のところでも使用していますが、脳腫瘍に関してはすでに確立した診断法であり、脳外科医にとっても欠かせない画像診断になっています。さらに本報告のように骨髄腫への診断も有用なようです。保険診療となっても定着するのに10年はかかります。今後PET核種で有用性が見込めれば早急に保険診療への認可を検討してもらい、普及していくことを望みます。

(編集委員長)



SHIMADZU
Excellence in Science

これからの乳がん診断をサポートするために。

働き盛りの世代にやってくる乳がんの罹患率ピーク。
“乳がんから少しでも多くの女性が救われ、家庭や職場でいつまでも輝いてほしい”
という願いをこめて開発した全く新しい乳房検査装置、それが乳房専用PET装置
Elmammoです。
PET誕生当初から装置を開発するバイオニアとしての技術力。その全てをElmammo
に注ぎ込み、新たな臨床価値で乳房疾患の診断をサポートします。

※Elmammoの由来：“信頼”の花言葉を持つElm(ニレの木)とMamma(乳房)の造語です。



Elmammo

乳房専用PET装置【エルマンモ】

製造販売承認番号：226008ZX0008000

Image Breast Gently

やさしさから生まれた
女性のためのPET装置

本装置は、NEDO(独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構) 助成事業プロジェクト「悪性腫瘍等治療支援分子イメージング機器の開発」(平成18年~21年度)で開発されたプロトタイプを製品化したものです。

株式会社 島津製作所 医用機器事業部 604-8511 京都市中京区西ノ京高原則1 TEL (075)823-1271 www.med.shimadzu.co.jp

FUJIFILM
Value from Innovation

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 注意—医師等の処方箋により使用すること

テクネ® MDP注射液/キット

放射薬基：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]

※「効能又は効果」、「用法及び用量」、「使用上の注意」
等については添付文書をご参照下さい。

製造販売元

富士フイルム RIファーマ株式会社

資料請求先：〒104-0031 東京都中央区京橋2-14-1 兼松ビル TEL.03(5250)2620
ホームページ：http://ri.fujifilm.co.jp

2014年9月作成

未来の医療を
変えていく。
最前線に立ち
進むべき道へ。



日立の核医学ソリューション

HITACHI
Inspire the Next

PET/CT装置

Ingenuity TF PET/CT

Astonish TFとiDose4の高画質、低被ばく技術を両立したPET/CTシステムです。臨床現場のニーズに基づいた、低被ばくで最適化されたCT画質を体験してください。

製造販売元:株式会社フィリップスエレクトロニクスジャパン
販売元:株式会社日立メディコ
販売名:PET/CT装置 Ingenuity TF
医療機器認証番号:225ACBZX00063000

SPECT装置

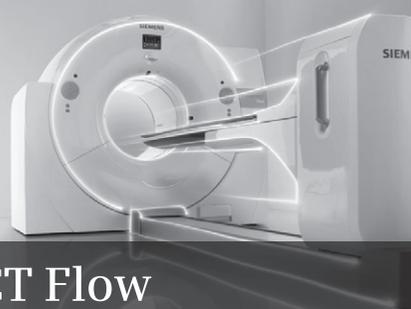
BRIGHTVIEW X with XCT

高性能なSPECTとX線CTを同一平面に配置したことで「より速く、より正確な」診断が可能です。柔軟性に優れた機能と信頼性の高い画像で、被検者の、操作者の、そして医師の、さまざまなご要望にお応えします。

製造元:Philips Medical Systems (Cleveland), Inc.
販売名:エミッションCT装置 BRIGHTVIEW X
医療機器認証番号:221ABBZX00204000

株式会社 日立メディコ www.hitachi-medical.co.jp

SIEMENS



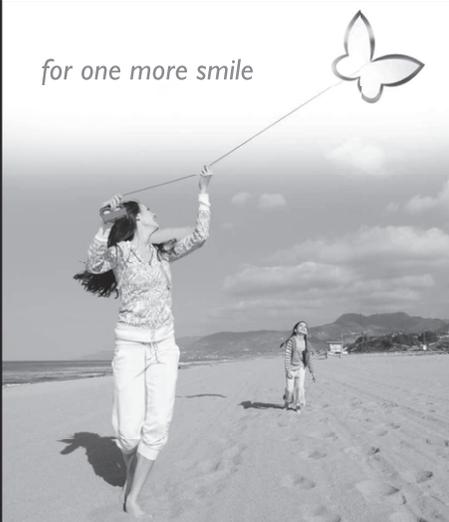
Biograph mCT Flow

PET・CT

X線CT組合わせ型ポジトロンCT装置 バイオグラフ mCT
認証番号:221ADBZX00015000

Answers for life.

for one more smile



遺伝子組換えヒト型甲状腺刺激ホルモン製剤 薬価基準収載

タイロゲン® 筋注用0.9mg

ヒトチロトロピン アルファ(遺伝子組換え)筋注用凍結乾燥製剤
生物由来製品/処方せん医薬品注)

注) 注意—医師等の処方せんにより使用すること

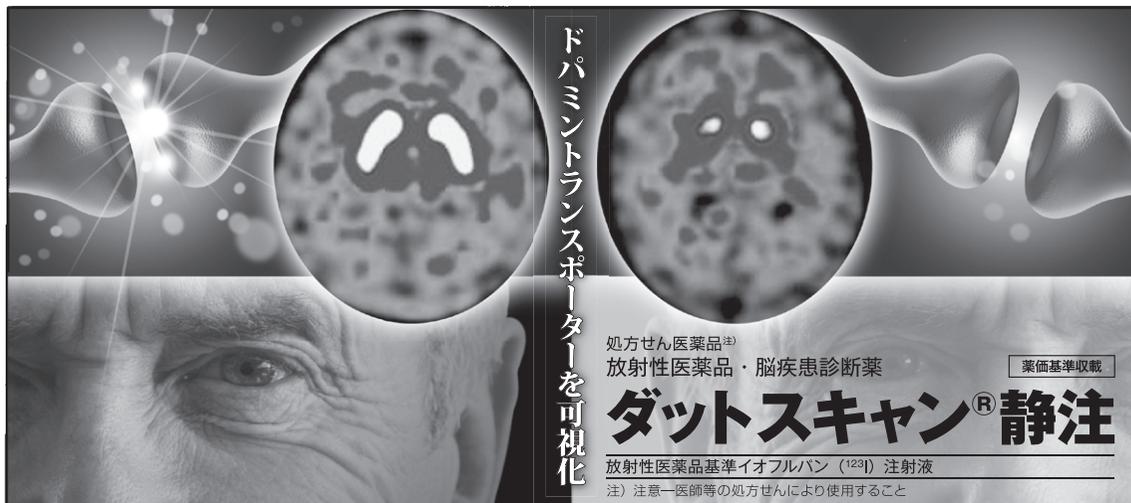
効能・効果、用法・用量、禁忌を含む使用上の注意等については、添付文書をご参照ください。



Thyrogen®
thyrotropin alfa for injection

【製造販売元・資料請求先】
genzyme ジェンザイム・ジャパン株式会社 くすり相談室
A SANOFI COMPANY 〒163-1488 東京都新宿区西新宿三丁目20番2号
TEL:0120-255-0111 FAX:03-6301-4045 <http://www.genzyme.co.jp/>

2013年9月作成



ドパミントランスポーターを可視化

処方せん医薬品^{※1}
放射性医薬品・脳疾患診断薬

薬価基準収載

ダットスキャン® 静注

放射性医薬品基準イオフルバン (123I) 注射液

注) 注意—医師等の処方せんにより使用すること

(症例提供: 順天堂大学医学部附属順天堂医院)

禁忌 (次の患者には投与しないこと) 本剤及び本剤の成分に対し過敏症の既往歴のある患者

効能又は効果

以下の疾患の診断におけるドパミントランスポーターシンチグラフィ
・パーキンソン症候群 ・レビー小体型認知症

用法及び用量

通常、成人には本剤1バイアル(111~185MBq)を静脈内投与し、投与後3~6時間に頭部のシンチグラムを得る。

使用上の注意

- 慎重投与 (次の患者には慎重に投与すること)
 - 重篤な肝機能障害のある患者 [血中に滞留することがある (「薬物動態」の項参照)。]
 - 重篤な腎機能障害のある患者 [血中に滞留することがある (「薬物動態」の項参照)。]
 - 飲酒に対し強い反応を示す患者 [本剤はエタノールを5%含有するため、アルコールの中樞神経系への影響が強くなるおそれがあるため、本剤を投与する場合には問診により適切かどうか判断すること。]
 - 排尿障害のある患者 [膀胱部の被曝が増加することがある (「吸収線量」の項参照)。]
- 重要な基本的注意
 - 診断は他の関連する検査結果や臨床症状等を併せた根拠に基づいて総合的に判断すること。
 - 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、投与量は最少限度にとどめること。
 - 本剤の投与により過敏症反応を示すことがある。投与に際しては必ず救急処置の準備を行うこと。

3. 相互作用 併用注意 (併用に注意すること)

薬剤名等	臨床症状・措置方法	機序・危険因子
選択的セロトニン再取り込み阻害薬 —フルボキサミンマレイン酸塩 —パロキセチン塩酸塩水和物 —塩酸セルトラリン	線条体と背景組織における本剤の集積比が上昇する可能性がある。画像を評価する際に留意すること。	本剤は背景組織で発現するセロトニントランスポーターにも結合するため、背景組織における本剤の集積が低下する可能性がある。
中枢神経刺激薬—メチルフェニデート塩酸塩 三環系抗うつ剤—アモキシピリン 食欲抑制剤—マシドロール コカイン系製剤—コカイン塩酸塩 中枢興奮剤—メタンフェタミン塩酸塩	線条体における本剤の集積低下の原因となる可能性がある。画像を評価する際に留意すること。	線条体における本剤の特異的結合を競合的に阻害する可能性がある。

4. 副作用

<国内臨床試験>
国内第Ⅲ相試験 (全42例) において、副作用は認められなかった。
<海外臨床試験及び海外市販後データ>
海外臨床試験 (全1064例) において、40例 (3.8%) に副作用 (臨床検査値の異常を含む) が認められた。主な副作用は、頭痛15例 (1.4%) 及び悪心8例 (0.8%) であった。

(1) 重大な副作用

過敏症: 投与後局所反応 (0.1%)、そう痒及び紅斑 (頻度不明) 等の過敏症があらわれることがあるので、投与後も観察を十分にを行い、異常が認められた場合には適切な処置を行うこと。

(2) その他の副作用

	1%以上	1%未満	頻度不明*
過敏症	—	—	過敏症反応
精神・神経系	頭痛	浮動性めまい、蟻走感	—
感覚器	—	回転性めまい	—
消化器	—	悪心、空腹、口内乾燥	—
その他	—	味覚異常、血腫、注射部位血腫	注射部位疼痛

* 海外の市販後における報告のため頻度不明

5. 高齢者への投与

一般に高齢者では生理機能が低下しているため、患者の状態を十分に観察しながら慎重に投与すること。

6. 妊婦、産婦、授乳婦等への投与

妊婦又は妊娠している可能性のある婦人及び授乳中の婦人には、原則として投与しないことが望ましいが、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。

7. 小児等への投与

小児等に対する安全性は確立していない (現在までのところ、使用経験がない)。

8. 適用上の注意

- 投与速度: 投与時に注射部位疼痛の起こる可能性を抑えるため、少なくとも15秒以上かけて本剤を静脈内に投与すること。
- 撮像前後: 膀胱部の被曝を軽減させるため、撮像前後にできるだけ患者に水分を摂取させ、排尿させること。

9. その他の注意

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。

包装

167MBq (2.25mL) / シリンジ 1本

* その他の項目については添付文書をご参照ください。

® : 登録商標

資料請求先

 日本メジフィジクス株式会社

〒136-0075 東京都江東区新砂3丁目4番10号 <http://www.nmp.co.jp/>

製品に関するお問い合わせ先

☎ 0120-07-6941

2014年5月改訂

TOSHIBA
Leading Innovation >>>

GCA-9300R™ 登場。

To meet your demand for the highest quality.

最高のSPECT画像を『GCA-9300R』で。



東芝メディカルシステムズ株式会社

本社 〒324-8550 栃木県大田原市下石上1385番地
<http://www.toshiba-medical.co.jp>

デジタルガンマカメラ GCA-9300R
認証番号：225ADBZX00120000

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, 投稿先)
〒162-8666 新宿区河田町8-1 東京女子医科大学 画像診断学・核医学講座
TEL. 03-3353-8111 FAX. 03-5269-9247 E-mail: momose.mitsuru@twmu.ac.jp
臨床核医学編集委員 井上優介, 波田伸一郎, 小泉 潔, 戸川貴史, 橋本 順, 本田憲業, 百瀬敏光

2015年5月20日発行