

## 平成 18 年度 ワーキンググループ報告

担当理事 畑澤 順

日本核医学会では、会員から提案された課題を行うワーキンググループに研究費を助成し、核医学の普及、活性化、啓蒙活動を行ってきました。本号では、平成 18 年度に行われた以下の 3 課題について研究成果の報告を掲載します。

課題：核医学用デジタルファントムの作成（日本放射線技術学会との共同企画）

代表：法政大学 尾川 浩一

課題：日本人における心筋 SPECT データの標準化

代表：金沢大学 中嶋 憲一

課題：癌診断および癌スクリーニング検査としての FDG-PET と拡散強調 MRI の有用性

代表：群馬大学 遠藤 啓吾

平成 8 年度にはじまったワーキンググループ研究は、その時々に必要な性の高いテーマが会員から提案され、グループ構成員の共同研究結果が最終報告として本誌に掲載されてきました。今後も会員の皆様から、必要な性の高い研究テーマをご提案いただき、活発な活動が行われることを期待しています。

## 核医学用デジタルファントムの作成

(日本放射線技術学会との共同企画)

代表：尾川 浩一(法政大学)

メンバー：大西 英雄(県立広島大学)

小野口昌久(金沢大学)

志田原美保(放射線医学総合研究所)

大屋 信義(九州大学病院)

本村 信篤(東芝メディカルシステムズ)

松本 政典(熊本大学)

片淵 哲朗(岐阜医療科学大学)

森 一晃(虎の門病院)

柳沢 正道(日本メジフィジックス)

栗原 英之(GE 横河メディカルシステム)

核医学診療の現場で用いられている SPECT 画像は多岐にわたり、これらの画像の画質はデータ収集に用いた機器、データ処理に用いたソフトウェア、そして画像処理を行った人の熟練度に応じて大きく変化する。特に、画像再構成のソフトウェア、前処理や後処理のフィルタなどが変わると、SPECT 画像の画質は大きく変化する。また、たとえ、同一のメーカーの SPECT 装置であっても、データ収集部の設計やコリメータの仕様が変われば画質が大きく変化する。さらに、誰が診断に供する画像の処理を行ったか、すなわち核医学に関する物理や診断の知識の豊富さも、最終的な画像の画質に大きな影響を与えることになる。

核医学診断に用いられるこのような SPECT 画像の質を保証し、この有用性をさらに高めるためには、(1) 精度よくガンマ線データを収集できるハードウェア、(2) 理論に基づいて正確な SPECT 画像を再構成するソフトウェア、(3) 核医学画像特有の問題を熟知し、その上で適正な再構成や補正のパラメータを設定できる操作者、の3つがそろわなければならない。ところが、多くの場合、データ収集装置および画像再構成ソフトを提供するメーカーは、その機器特有の仕様による再構成画像の限度見本のようなものは提供していない。また、さまざまな臨床環境での画像再構成やデータ

収集のガイドラインも明示しておらず、これらは臨床現場で実際に装置を使用している診療放射線技師や医師の力量にゆだねられているというのが実情である。一方、画像の再構成などでさまざまなパラメータを入力しなければならないオペレータ(診療放射線技師、放射線科医、内科医など)は、勤務の関係上、職場でローテーションとなっていたり、非常勤であることも多い。このため、核医学技術について必ずしも熟知していないこともあり、適切な判断のもとにデータ収集や画像再構成のパラメータ設定を行っているとは言い難い。

上記のことから、日本核医学会ではワーキンググループの活動として、「核医学用デジタルファントムの作成」という課題で、放射線技術学会ならびに核医学技術学会との共同のプロジェクトを立ち上げ、SPECT 画像の標準化活動を実施してきた。このプロジェクトは、国内のすべての診療施設での核医学画像の品質保証を目指したものであり、画質を評価するためのデジタルファントムを作成し、個々の装置のソフトウェアおよび入力パラメータを操作者自らが評価する環境を提供するというものである。このプロジェクトの今までの成果として、画質を評価できる最低限の仕様を組み込んだ物理評価用デジタルファント

ムを設計し、この投影データをモンテカルロ計算で作成した。そして、さまざまなパラメータを変えた再構成画像とともに解説をつけたマニュアルを作成し、インターネットなどを通じた配布を一部実施してきた。ワーキンググループの今年度の成果としては、臨床評価用の脳と心臓のデジタルファントムを作成し、このファントムに放射能を分布させ、ここから光子を放出させる光子輸送計算をモンテカルロ法を用いて実施した。脳ファントムの投影データの作成では、コリメータの種類、回転半径の大小、収集カウンターの大小などの基本パラメータを変化させた投影データを作成するのはもちろんのこととして、左脳、右脳の集積比も変えた投影データなども作成した。また、心筋のファントムに関しては正常な分布や心筋梗塞部を模した放射能分布に対して、コリメータの種類、回転半径の大小、収集カウンターの大小などの基本パラメータを変化させた投影データを作成した。同時に、肝臓への集積も模擬し、肝臓の集積が心筋画像に与える影響なども評価できるような投影データも作成した。これらの投影データを DICOM フォーマットとして、国内の臨床現場で主に使われているメーカーの核医学画像処理装置で再構成を行い、どのようにパラメータを設定するとどのような画質の SPECT 画像ができるかについてのマニュアルを現在作成中である。この最新の成果は 2008 年の核医学会学術総会の場で報告する予定である。

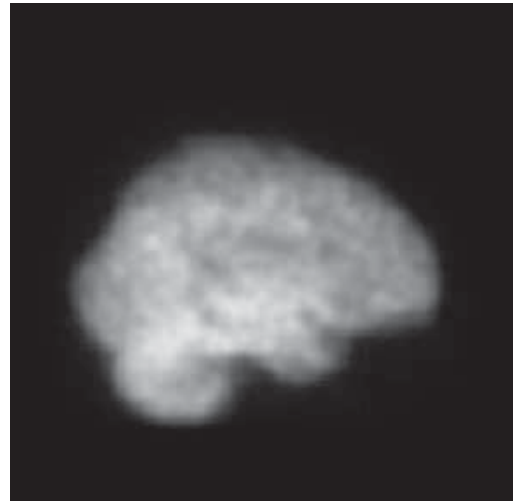


図 1 モンテカルロ法で計算した脳ファントムの投影データ

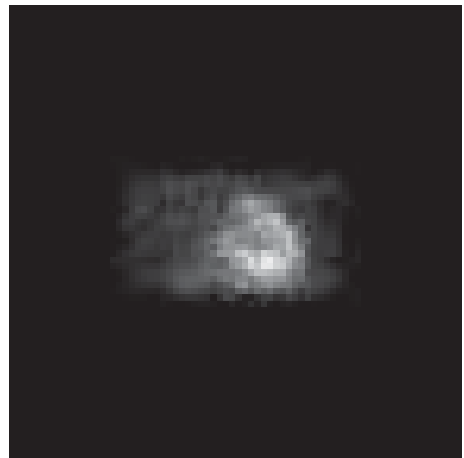


図 2 モンテカルロ法で計算した心筋ファントムの投影データ

## 日本人における心筋 SPECT データの標準化

代表：中嶋 憲一（金沢大学）

メンバー： 汲田伸一郎（日本医科大学）	石田 良雄（国立循環器病センター）
百瀬 満（東京女子医科大学）	橋本 順（慶應義塾大学）
森田 浩一，吉永恵一郎（北海道大学）	滝 淳一（金沢大学）
丸野 廣大（虎の門病院）	山科 昌平（東邦大学医療センター大森病院）
久保田雅博（東芝メディカルシステムズ）	高橋 宗尊（島津製作所）
小田川哲郎（シーメンス旭メディテック）	横塚 弘一（日立メディコ）
小川 昌美（GE 横河メディカルシステム）	

### 背景と目的

心筋 SPECT の解析には正常と考えられる対照を用いた標準データベースが不可欠であるが、国内ではこのような自施設の標準を備えている施設は少なく、米国で作成された標準をそのまま利用している施設もある。さらに、本邦の心臓核医学ガイドラインにも含まれる  $^{123}\text{I}$ -BMIPP と  $^{123}\text{I}$ -MIBG については、欧米でも共通の標準が作成されていない。本ワーキンググループの目的は、心筋 SPECT における日本人の標準 (JSNM2007 版心筋標準) を作成し、今後の国内外における心筋 SPECT 解析の日本人データベースとして提供することである。

### 活動の進行と成果

心筋血流 ( $^{201}\text{Tl}$ ， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI と  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -tetrofosmin) および  $^{123}\text{I}$ -心筋製剤 ( $^{123}\text{I}$ -BMIPP， $^{123}\text{I}$ -MIBG) の標準 SPECT データを、心疾患の可能性が低い対象から選定し、多施設より収集した。なお、このデータ収集に当たっては、各施設で倫理委員会や臨床試験管理委員会等の許可を得た。ついで、標準化のための技術的課題について検討を行い、異なるワークステーションから共通フォーマットで転送を行った。その後、SPECT 画像処理を共通の再構成ソフト (GE 社 Xeleris) および

QGS・QPS (Cedars Sinai Medical Center, 米国) を用いて行った。これらの標準データをもとに、性別、放射性医薬品、SPECT 回転範囲等を考慮した標準データベースを作成した。

心筋血流 SPECT については 326 症例のデータベースをもとに心筋血流標準を作成した。この過程において、QPS (gated SPECT 定量ソフトウェアの開発者である Guido Germano 氏の協力による研究版) を利用して標準の作成と特徴抽出を行った。同時に、Emory Cardiac Toolbox, 4 DMSPECT にも対応できるように、各開発者に協力を得た。

$^{123}\text{I}$ -BMIPP および MIBG についてもデータ収集を終了した。

### 今後の課題

本ワーキンググループで作成された標準データベースを各種の汎用ソフトウェアに搭載し、その妥当性を検証する予定である。

### 成果の報告

心筋血流 SPECT の標準に関連するデータの詳細や、標準データの特徴については、日本核医学会機関誌 *Ann Nucl Med* 2007 に報告した。

Creation and characterization of Japanese standards for myocardial perfusion SPECT: Database from the Japanese Society of Nuclear Medicine Working Group

Nakajima K, Kumita S, Ishida Y, Momose M, Hashimoto J, Morita K, Taki J, Yamashina S, Maruno H, Ogawa M, Kubota M, Takahashi M, Odagawa T, Yokozuka K.

*Ann Nucl Med* 2007; 21: 505–511

*Objective:* Standards for myocardial single-photon emission computed tomography (SPECT) adapted for a Japanese population have not been available. The purpose of this project was to create standard files approved by the Japanese Society of Nuclear Medicine and to make known the characteristics of the myocardial perfusion pattern of this population.

*Methods:* With the collaboration of nine hospitals, a total of 326 sets of exercise-rest myocardial perfusion images were accumulated from subjects with a low-likelihood of cardiac diseases. The normal database included a  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI/tetrofosmin myocardial perfusion study with 360-degree ( $n = 80$ ) and 180-degree ( $n = 56$ ) rotations,  $^{201}\text{Tl}$  study with 360-degree ( $n = 115$ ) and 180-degree rotations ( $n = 54$ ) and a dual-isotope study with 360-degree rotation ( $n = 27$ ). The projection images were transferred by DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) format and reconstructed and analyzed with polar maps.

*Results:* The projection data from multiple centers were successfully transferred to a common format for SPECT reconstruction. When the average values were analyzed using a 17-segment model, myocardial counts in the septal segment differed significantly between 180-degree and 360-degree rotation acquisitions. Regional differences were observed between males and females in the inferior and anterior regions. A tracer difference between  $^{99m}\text{Tc}$  and  $^{201}\text{Tl}$  was also observed in some segments. The attenuation patterns differed significantly between subjects from the United States and Japanese populations.

*Conclusion:* Myocardial perfusion data that were specific for the Japanese population were generated. The normal database can serve a standard for nuclear cardiology work conducted in Japan.

#### 付 記

本ワーキンググループの遂行にあたり以下の諸氏のご協力に感謝いたします。

福嶋善光 (日本医大), 犬伏正幸 (北大), 河野匡哉 (金沢循環器), 坂田和之 (静岡県立静岡がんセンター), 米山達也, 奥田光一 (金沢大), Guido Germano, Piotr Slomka, Geoff Pollard (Cedars Sinai Medical Center), Ernest Garcia (Emory University), Edward Ficaro (University of Michigan), 本村信篤 (東芝メディカル), 稲岡祐一 (島津製作所), 石川丈洋, 吉岡克則 (富士フイルム RI ファーマ), 加藤純一, 仁井田秀治 (日本メジフィジックス)

## 癌診断および癌スクリーニング検査としての FDG-PET と拡散強調 MRI の有用性

代表：遠藤 啓吾(群馬大学)

メンバー：織内 昇(群馬大学) 樋口 徹也(群馬大学)  
堀越 浩幸(群馬県立がんセンター) 渡辺 祐司(倉敷中央病院)  
落合 礼次(古賀病院 21) 那須 克宏(現 筑波大学 / 国立がんセンター東病院)

### 1. 研究目的

PET, PET/CT のみならず MRI の技術も進歩し、拡散強調 MRI は腫瘍を陽性像として表示することができるため、FDG-PET と同じように癌の画像診断として役立つのではないとも言われている。そこで悪性腫瘍患者を対象として FDG-PET と拡散強調 MRI の 2 つの画像診断法を比較検討することにより、それぞれの検査法の長所と限界をさぐり、FDG-PET の臨床的役割、臨床的有用性を確立させる。

### 2. 研究を必要とする背景

MRI 技術の進歩に伴って拡散強調画像が容易に撮影できるようになり、これまでもっぱら脳の診断に用いられてきたが、画質も良好になりつつある。拡散強調 MRI は、患者への放射線被ばくがなく全身の癌スクリーニング法としての応用や、さらには将来 FDG-PET に代わる可能性も考えられる。そこで最適の撮影法により撮影した拡散強調 MRI と FDG-PET を比較検討することにより、FDG-PET の役割、有用性、臨床的適応などを再確認することは、PET の将来にとっても有益であると考えられる。

### 3. 研究結果

拡散強調 MRI の癌診断能は、特に感度に優れており、小さい腫瘍でも検出できる。2 mm の大

きさまで検出可能である。しかし画像にゆがみが生じやすく、実際の位置とずれること、動きの速い心臓周辺の病変は描出できない。消化管腫瘍の診断は難しい。拡散強調 MRI の疾患特異性は低く、正常リンパ節も陽性像を示す。

悪性褐色細胞腫において MIBG を加えて、FDG-PET, 拡散強調 MRI の 3 つで比較したところ、4 mm の大きさの骨転移も見つかるなど拡散強調 MRI の検出感度が最も高く、FDG-PET, MIBG で検出できた病変はすべて拡散強調 MRI で陽性像として認められた。しかし PET における FDG の取り込みの強さと、拡散強調画像における信号強度を肺腫瘍を有する 24 例を対象として半定量的に比較したところ、FDG の取り込みと拡散強調 MRI との間には相関関係は認められなかった。FDG-PET が全身像として撮影されるのに対し、拡散強調 MRI の多くは限られた局所のみを撮影することが多く、なお課題が残されている。

これらの結果から拡散強調 MRI が FDG-PET 全身像に変わりうる可能性は低いと考えられる。

### 4. 結 論

- 1) 拡散強調 MRI の方が分解能が高く、小さい病変を見つけることができる。
- 2) 動きのある心臓周辺の病変は拡散強調 MRI で診断が難しい。FDG-PET 陽性、拡散強

調 MRI 陰性の腫瘍も認められ、すべての腫瘍が拡散強調 MRI で陽性となるわけではない。

- 3) それぞれに長所、短所があり、相補的に使われると思われる。
- 4) MRI 技術の進歩は目覚ましく、今後腫瘍特異的な PET 薬剤を含めた PET 技術のさらなる研究開発が不可欠である。

Report from JSNM working group 2006

Utility of FDG-PET and diffusion weighted MRI for the management of cancer patients and medical cancer checkup.

Keigo ENDO, Noboru ORIUCHI, Tetsuya HIGUCHI (Gunma University Hospital), Hiroyuki HORIKOSHI (Gunma Cancer Center Hospital), Yuji WATANABE (Kurashiki Center Hospital), Reiji OCHIAI (Koga Hospital 21), Katsuhiro NASU (Tsukuba University Hospital/National Cancer Center East Hospital)