

《技術報告》

3 検出器型 SPECT 装置のみによる ^{99m}Tc -HMPAO を用いた 非侵襲的局所脳血流測定

松田 博史* 柳下 章** 中辻 博*** 宮沢 正則***

要旨 3 検出器型 SPECT 装置（シーメンス社製：MULTISPECT3）のみによる ^{99m}Tc hexamethylpropylene amine oxime (^{99m}Tc -HMPAO) を用いた非侵襲的局所脳血流測定を施行するために特殊なベッドおよび測定プログラムを開発した。この脳血流測定法では大動脈弓と頭部の時間放射能曲線を同時に採取するために大視野カメラが必要である。本 SPECT 装置のカメラの視野は縦 31 cm、横 41 cm であるが、この対角線の長さを利用するために幅の狭い特殊なベッドを作製し、ガントリー内に斜めに入れることにより、大動脈弓と頭部の時間放射能曲線を同時に採取することに成功した。さらに、グラフ解析法による大脳半球平均の Brain Perfusion Index から Lassen らのコントラスト補正法を利用した局所脳血流量マップの作製までを一連に施行できるソフトウェアプログラムを開発した。この測定法は 3 検出器型 SPECT 装置のみで簡単に短時間で高解像度を保ったまま局所脳血流測定を行うことが可能であり、日常臨床上きわめて有用である。

（核医学 31: 991-994, 1994）

I. はじめに

われわれは、 ^{99m}Tc hexamethylpropylene amine oxime (^{99m}Tc -HMPAO) を用いた非侵襲的脳血流測定法を開発し、その精度および臨床的有用性を報告してきた^{1~4)}。本法は従来の SPECT 撮像に 2 分以内の RI アンギオグラフィを最初に追加するだけで簡便に局所脳血流量を算出することが可能である。しかし、脳と大動脈弓の時間放射能曲線を同時に採取する必要があり、日本人の場合、最低 38 cm の視野を有するカメラが必要である³⁾。最近開発された 3 または 4 検出器型 SPECT 装置は、頭部において高解像度の画像を提供してくれ

るもの、カメラは小視野であり、この装置のみでは本法を適用することができなかつた。しかし、今回われわれは Siemens 社製 3 検出器型 SPECT 装置 MULTISPECT3 を使用するにあたり、そのカメラが縦 31 cm、横 41 cm と比較的大きいことに注目し、その対角線を使用すべく、ガントリー内に斜めに入る特殊なベッドを作製した。さらに、本法を円滑に運用すべく、局所脳血流測定ソフトウェアプログラムを開発したので報告する。

II. 方 法

縦 2100 cm、横 40 cm (実際にガントリー内に入る先端部は、斜めに奥深く入れるため 16 cm まで短縮)、高さ 96.4 cm の特殊なベッドを作製し、Fig. 1 のごとく Siemens 社製 3 検出器型 SPECT 装置 MULTISPECT3 のガントリー内に斜めに挿入した。患者の右肘静脈に翼状針を留置し、三方活栓の一方から 370 MBq の ^{99m}Tc -HMPAO をボーラス注入し、他方から生食でフラッシュした (Fig. 2)。128×128 の画像マトリックスで頭部か

* 国立精神・神経センター武藏病院放射線診療部

** 東京都立神経病院神経放射線科

*** シーメンス旭メディテック株式会社

受付: 6 年 2 月 18 日

最終稿受付: 6 年 5 月 13 日

別刷請求先: 東京都小平市小川東町 4-1-1 (〒187)

国立精神・神経センター

武藏病院放射線診療部

松 田 博 史

ら上胸部の前面像を毎秒1枚で100枚採取した。データ採取後370MBqの^{99m}Tc-HMPAOを追加静注した。頭部には専用の枕を用い、さらに可能な場合には被験者に頸を下方に引いてもらうことによって頭部がカメラ視野内になるべく多く含まれるようにした。その後、SPECT撮像用ベッドに患者を移し、低エネルギー用高分解能平行コリメータを装着したMULTISPECT3にて投影データを採取した。投影データは128×128マトリックスサイズにて1カメラにつき120度24方向より、1方向につき50秒にて1.4倍拡大にて収集した。これらの投影データをShepp and Logan法にて再構成した。さらにChang法により吸収

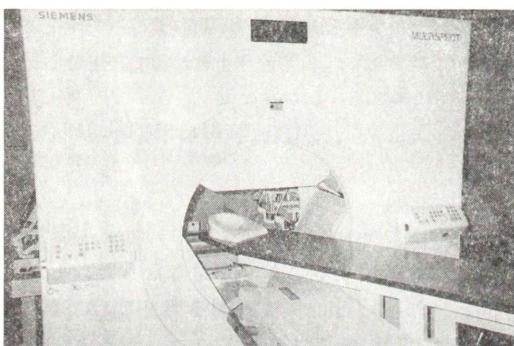


Fig. 1 Oblique insert of a specially designed bed to a gantry of a three-head SPECT system, Siemens, MULTISPECT3, for noninvasive regional cerebral blood flow measurements using ^{99m}Tc-HMPAO.

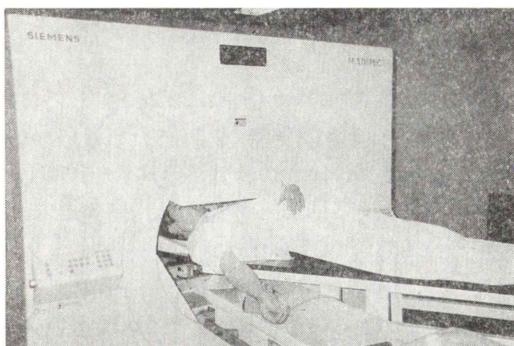


Fig. 2 Setting of a patient on the bed with establishment of venous access in the right cubital vein.

補正を行った。軸方向のピクセルサイズは3.4mmであり、2スライス加算して表示した。本SPECT装置の性能は、Kuikkaらの論文⁵⁾で詳しい。各カメラの均一性は全視野で3%前後に抑えられている⁵⁾。

今回、作製したグラフ解析による脳血流測定プログラムの手順は以下のとくである。なお、プログラムはパスカル言語を用いて、Siemens社製画像処理装置ICON上に作製した。

(1) 100枚のフレームデータを、フレームごとに最大値を求め、最適表示する。

(2) 体軸に斜めに撮像されているフレームデータを体軸に垂直になるように軸を設定し、回転させる。

(3) 大動脈弓の関心領域設定のために、適切な数枚のフレームを選択し、加算する。その後、大動脈弓に40-50ピクセルぐらいの任意形状の関心領域を設定し、100フレームでの1秒ごとの時間放射能曲線を得る。

(4) 脳の関心領域設定のために、適切な数十枚のフレームを選択し、加算する。その後、左右大脳半球に400ピクセル前後の任意形状の関心領域を設定し、100フレームでの1秒ごとの時間放射能曲線を得る。

(5) スムージング処理を行った大脳半球と大動脈弓の時間放射能曲線の間で、ピーク時間のずれを補正した後、グラフ解析法によりBrain Perfusion Index(BPI)を算出する^{1,2,4)}。さらに、以前報告した¹³³Xe吸入法により得られた脳血流量への換算式^{1,2)}を用いてBPIを脳血流量の絶対値に変換する。

(6) SPECT像において基底核レベルの数スライスを選び、全大脳、または、より均一な集積を示す大脳半球に関心領域を設定し、その再構成値の平均値を平均SPECTカウントとする。

(7) SPECT像をLassenらの補正式⁵⁾を用いてrCBF像に変換する。この際、参照部は全大脳、または、SPECT画像上、より均一な集積を示す大脳半球とし、その部位の血流量および平均SPECTカウントを補正式に代入する。なお、補

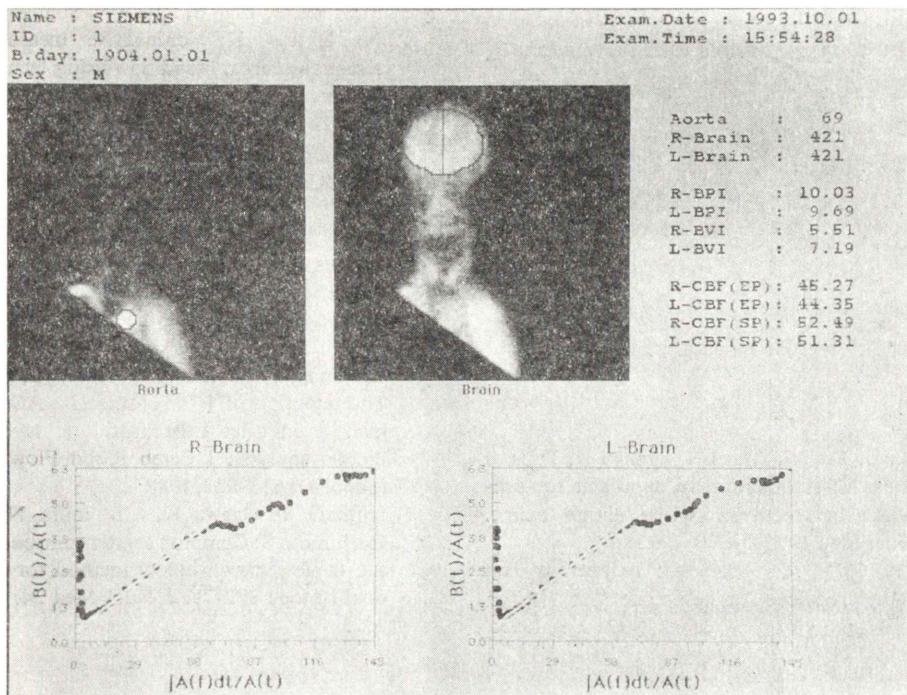


Fig. 3 Demonstration of a result of graphical analysis of time activity curves of brain and aortic arch.

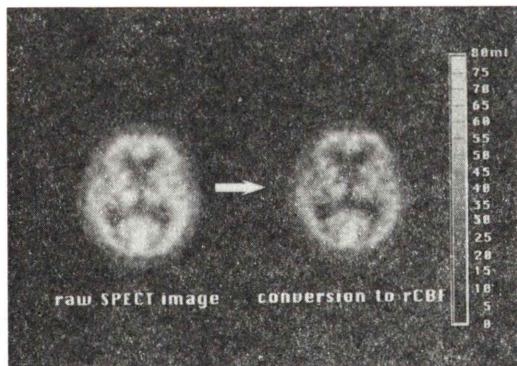


Fig. 4 An example of conversion of a raw SPECT image to a rCBF map after Lassen's linearization correction.

正計数 α は参考部の血流量より算出する³⁾.

(8) 脳血流量に応じた 16 段階のカラーまたはグレイマップを作製し、得られた rCBF 像を表示する。

III. 結 果

このプログラムにより得られたグラフ解析の結果 (Fig. 3), および Lassen らの補正前の SPECT 像と rCBF 像 (Fig. 4) の例を示す。

IV. 考 察

今回開発した方法により、3 検出器型 SPECT 装置のみでも ^{99m}Tc -HMPAO を用いた非侵襲的脳血流測定法が可能になった。しかし、この方法は比較的大視野のカメラを有するシーメンス社製の MULTISPECT3 のみに応用できるものである。現在まで成人 40 例に応用しているが、すべての症例において脳と大動脈弓の時間放射能曲線を同時に得ることが可能であった。また、今回使用した画像処理装置 ICON はパーソナルコンピュータである Macintosh 950 を基本として用いており、作製した脳血流測定プログラムはすべてマウスの

みによる操作で運用することができるためきわめて使いやすい。今後は Triple Energy Window 法による散乱線補正⁷⁾や、より厳密な吸収補正法を適用することにより、より精度の高い脳血流測定を目指したい。さらに、本法によりえられた rCBF と PET などによる他の測定法による rCBF との比較も今後必要であろう。

謝辞：本測定にご尽力いただいた東京都立神経病院診療放射線技師の方々に深く感謝します。

文 献

- 1) Matsuda H, Tsuji S, Shuke N, Sumiya H, Tonami N, Hisada K: A quantitative approach to technetium-99m hexamethylpropylene amine oxime. Eur J Nucl Med 19: 195-200, 1992
- 2) 松田博史, 利波紀久, 久田欣一: Technetium-99m Hexamethylpropylene Amine Oxime による簡便な非侵襲的脳血流定量化. 画像医学誌 12: 2-9, 1993

- 3) Matsuda H, Tsuji S, Shuke N, Sumiya H, Tonami N, Hisada K: Noninvasive measurements of regional cerebral blood flow using technetium-99m hexamethyl-propylene amine oxime. Eur J Nucl Med 20: 391-401, 1993
- 4) 辻志郎, 松田博史, 秀毛範至, 隅屋寿, 利波紀久, 久田欣一: ^{99m}Tc-HMPAO を用いた脳血流の簡便な定量的評価法—Patlak Plot 法における手技的、原理的考察—. 核医学 30: 499-506, 1993
- 5) Kuikka JT, Eskelin MT, Jurvelin J, Kiilinen H: Physical performance of the Siemens MultiSPECT3 gamma camera. Nucl Med Commun 14: 490-497, 1993
- 6) Lassen NA, Andersen AR, Freiberg L, Paulson OB: The retention of [^{99m}Tc]-D,L-HMPAO in the human brain after intracarotid bolus injection: a kinetic analysis. J Cereb Blood Flow Metabol 8 (Suppl 1): S13-S22, 1988
- 7) Ichihara T, Ogawa K, Motomura N, Kubo A, Hashimoto S: Compton scatter compensation using the triple-energy window method for single- and dual-isotope SPECT. J Nucl Med 34: 2216-2221, 1993

Summary

Noninvasive Regional Cerebral Blood Flow Measurements by ^{99m}Tc-HMPAO Using only Three-Head SPECT System

Hiroshi MATSUDA*, Akira YAGISHITA**, Hiroshi NAKATSUJI***
and Masanori MIYAZAWA***

*Division of Radiology and Nuclear Medicine, National Center Hospital
for Mental, Nervous, and Muscular Disorders, NCNP

**Department of Neuroradiology, Tokyo Metropolitan Hospital for Nervous Diseases

***Siemens-Asahi Medical Technologies Ltd.

A special bed and a new software program were developed for noninvasive regional cerebral blood flow (rCBF) measurements by ^{99m}Tc hexamethylpropylene amine oxime (^{99m}Tc-HMPAO) using only three-head SPECT system, Siemens MULTISPECT3. A large field gamma camera with a minimum of 38 cm-diameter is required for simultaneous acquisition of time activity curves of brain and aortic arch in this noninvasive method. A special bed with short width was designed and inserted obliquely into the gantry of the SPECT system to acquire both time activity curves of brain

and aortic arch with the use of diagonal length (51 cm) of a gamma camera with 31 × 41 cm width. Moreover a software program was developed for processing a series of the graphical analysis of time activity curves, Lassen's linearization correction of SPECT images, and drawing of a rCBF map. This noninvasive rCBF measurement using only MULTISPECT3 in a short period with high spatial resolution is quite useful for routine clinical studies.

Key words: ^{99m}Tc-HMPAO, SPECT, rCBF.