



Title	99mTc-PMT SPECTを使用した1回採血による有効肝血流量の測定
Author(s)	佐久間, 肇; 中川, 毅; 前田, 寿登 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1989, 49(1), p. 62-65
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/16553">https://hdl.handle.net/11094/16553</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## $^{99m}\text{Tc-PMT}$ SPECT を使用した1回採血による 有効肝血流量の測定

三重大学医学部放射線科

佐久間 肇 中川 豪 前田 寿登 中村 和義  
竹田 寛 平野 忠則 山口 信夫

（昭和63年5月10日受付）

（昭和63年7月19日最終原稿受付）

### Measurement of Effective Hepatic Blood Flow Using $^{99m}\text{Tc-PMT}$ SPECT and Single Blood Sampling

Hajime Sakuma, Tsuyoshi Nakagawa, Hisato Maeda, Kazuyoshi Nakamura,  
Kan Takeda, Tadanori Hirano and Nobuo Yamaguchi  
Department of Radiology, Mie University School of Medicine

---

Research Code No. : 706

---

Key Words : Hepatic blood flow,  $^{99m}\text{Tc-PMT}$ , SPECT,  
Uptake constant

---

Effective hepatic blood flow (EHBF) was measured from an uptake constant using single blood sampling and  $^{99m}\text{Tc-PMT}$  hepatobiliary SPECT data. After intravenous injection of 3 mCi (111 MBq) of  $^{99m}\text{Tc-PMT}$ , serial 1 min SPECT data were obtained for 7 minutes. A time activity curve (TAC) over the heart, that was normalized with the 5 minutes venous sample concentration (%/dose/ml), was used as a blood clearance curve ( $B(t)$ ). And a TAC of the whole liver, that was normalized with the injected dose of  $^{99m}\text{Tc-PMT}$  (%/dose), was used as a hepatogram ( $L(t)$ ). An uptake constant representing EHBF, was estimated from the Rutland's method  $L(t)/B(t)$  was plotted against  $\int B(t)dt/B(t)$ , and the slope of the least square fitted straight line was determined as the uptake constant. In 16 cases, significant correlation was obtained between the  $^{99m}\text{Tc-PMT}$  hepatic uptake at 5 minutes and the EHBF estimated from the blood clearance ( $r=0.85$ ,  $p<0.001$ ). While there was a much better correlation between the EHBF from uptake constant and the EHBF from blood clearance ( $r=0.95$ ,  $p<0.001$ ).

In conclusion, this analysis for uptake constant of  $^{99m}\text{Tc-PMT}$  SPECT data enables us to estimate EHBF with single venous sampling and in relatively short acquisition time. This method is thought to be very valuable in clinical practice.

#### 緒 言

肝血流量の測定法としては、ICG を使用し Fick の原理を用いる方法が標準的である。しかし、この方法は肝静脈へのカテーテル挿入を要し、臨床的に手軽に実施できる方法とはいえない。近年肝胆道シンチグラフィに  $^{99m}\text{Tc-N-pyridoxyl-5-methyltryptophan}$  ( $^{99m}\text{Tc-PMT}$ ) が広く使用され

てきているが、本剤は尿中排泄率が低く良好な 2 相性の血中消失曲線を示す<sup>1,2)</sup>。 $^{99m}\text{Tc-PMT}$  の血中クリアランスより求められる有効肝血流量は、全肝血流量のうち sinusoids に流入し肝細胞を実際に灌流する血流量を示す。肝硬変のような病的条件下では、全肝血流量は比較的保たれるのに対し、有効肝血流量は肝内シャントが増加するた

め、病態の重症度に応じて低下することが示されている<sup>3)</sup>。このように有効肝血流量は、全肝血流量そのものとは異なるが、肝細胞の機能をも含み高い臨床的価値を有するものと考えられる。腎においては<sup>99m</sup>Tc-DTPAとガンマカメラを使用してglomerular filtration rate (GFR)を測定する方法が多数提示されてきたが<sup>4)5)</sup>、肝においても有効肝血流量を簡便に求めることができれば臨床的意義は大きいと思われる<sup>6)</sup>。我々は7分間のSPECTと一回採血のデータを用い、uptake constantから直接有効肝血流量の測定を行った。本法による有効肝血流量と血中クリアランスによる値とを比較したところ、良好な相関が得られたので報告する。

### 対象と方法

#### (1) 対象

検討した対象は、正常対照8例と肝硬変症例8例の計16例である。

#### (2) データ収集と画像再構成

データ収集には、汎用コリメータを装備した東芝製の対向型ガンマカメラ GCA-70-AS型ECT装置とGMS-90型データ処理装置を用いた。3mCi(111MBq)の<sup>99m</sup>Tc-PMT(日本メジフィジクス社製、比放射能1.5mCi/mg)を肘静脈よりボーラス注入し、6回(5, 10, 15, 30, 45, 60分)の静脈採血を行った。<sup>99m</sup>Tc-PMT投与直後よりカメラを1分間で180度回転させ、0~1分、2~3分、4~5分、6~7分の投影データを収集した。Shepp & Loganのフィルタでconvolution法によるtransaxial imageの再構成を行い、Changの方法<sup>7)</sup>で吸収補正を行った。次に約0.1mCi(3.7MBq)の<sup>99m</sup>Tc-PMTを標準サンプルとし、キュリーメータで正確に投与量との比を計測した後、上述の患者データの収集と同じ方法でSPECTデータの収集を行い、再構成画像上におけるカウントを求めた。

#### (3) クリアランス法による有効肝血流量の算出

上述の<sup>99m</sup>Tc-PMT標準サンプルの1000倍希釈液と6回の採取血液を、ウェル型シンチレーションカウンタにて計測し、two compartment modelに基いて有効肝血流量を算出した。

#### (4) PMT 肝摂取率の計測

4~5分のSPECTデータの肝臓領域にROIを設定し肝のカウントを求めた。次いで脾臓領域にROIを設定し、単位領域当たりの平均カウントに0.812を乗じた値を、肝内血中バックグラウンドとして肝の各単位領域の値から減算した<sup>8)</sup>。投与<sup>99m</sup>Tc-PMT量と<sup>99m</sup>Tc-PMT標準サンプル量との比を、<sup>99m</sup>Tc-PMT標準サンプルのカウントに乘じて投与量のカウントを求め、<sup>99m</sup>Tc-PMT肝摂取率(%/dose)を算出した。

#### (5) Uptake constantによる有効肝血流量の算出<sup>9)</sup>

SPECTデータの心臓領域にROIを設定し、その時間放射能曲線を5分後の採血のカウントで%/dose/mlに正規化し血中カウント曲線B(t)とした。次に、全肝にROIを設定し、その時間放射能曲線を投与<sup>99m</sup>Tc-PMTカウントから%/doseに正規化し、ヘパトグラムL(t)とした。<sup>99m</sup>Tc-PMTの投与後肝からの排泄が始まるまでのヘパトグラムL(t)は、肝内血中バックグラウンドによるカウントと、肝に摂取された<sup>99m</sup>Tc-PMTのカウントとの和として表される。

$$L(t) = F \cdot B(t) + K \int_0^t B(t) dt \dots \dots \dots (1)$$

$$\frac{L(t)}{B(t)} = F + \frac{K}{B(t)} \int_0^t B(t) dt \dots \dots \dots (2)$$

ここでFはB(t)のうちバックグラウンドの割合、KはB(t)のうち単位時間に肝に集積される割合即ちuptake constantを示す。(2)式は1次関数なので、 $\int_0^t B(t) dt / B(t)$ をx軸に、 $L(t) / B(t)$ をy軸にプロットすれば直線となり、その傾きからuptake constant K、即ち有効肝血流量が求められる。今回の我々の検討では7分までのSPECTデータから4点をx-y軸上にプロットし、最小二乗法で直線近似し k の値を求めて有効肝血流量とした(Fig. 1)。

### 結 果

Fig. 2は、6回の採血を行い血中クリアランスカーブから求めた有効肝血流量と、PMT投与5分後の肝摂取率との相関を示したものである。これら2つのパラメータの間には、相関係数  $r=0.85$ で有意の相関を認めた( $p<0.001$ )。

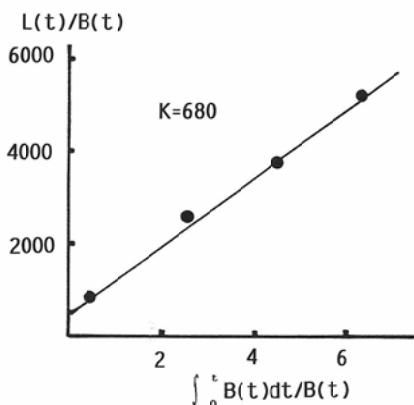


Fig. 1 Calculation of uptake constant.

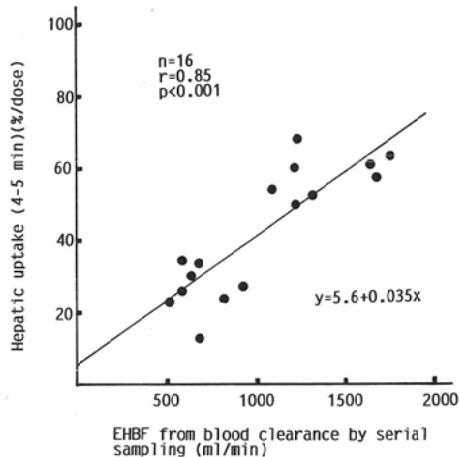


Fig. 2 Relationship between effective hepatic blood flow from blood clearance by serial sampling and hepatic uptake.

一方 Fig. 3 は、6回採血によるクリアランスから求めた有効肝血流量と、1回採血とSPECTデータから uptake constant によって算出した有効肝血流量との間の関係を示している。両者間に著しく良好な相関関係 ( $r=0.95$ ,  $p<0.001$ ) が認められ、回帰直線は  $y=-9.6+1.06x$  となり、ほぼ原点を通る良好な直線的関係が認められた。

### 考 察

今回の検討では、血中消失曲線から求めた有効肝血流量を基準として、SPECTを用いた肝摂取率と uptake constant による有効肝血流量とを比較した。その結果、uptake constant による本法の

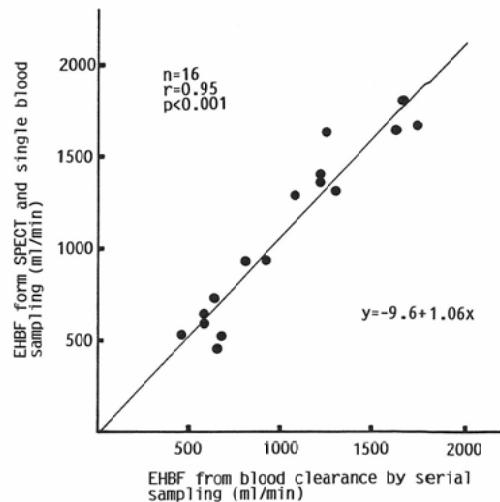


Fig. 3 Relationship between effective hepatic blood flow from blood clearance and effective hepatic blood flow from SPECT and single blood sampling.

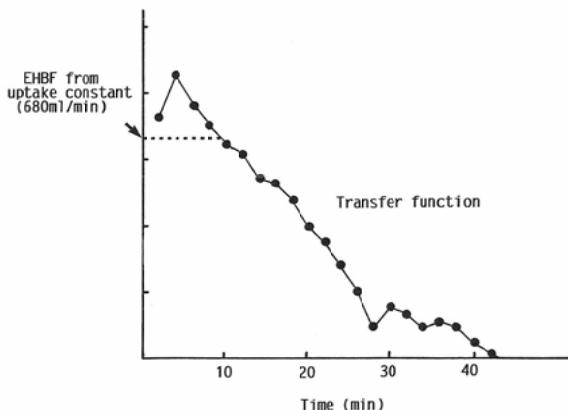


Fig. 4 Transfer function in a case with liver cirrhosis.

方が、血中消失曲線から求めた有効肝血流量とより優れた相関が得られた。この原因としては肝内血液プールによるバックグラウンドの問題が最も考えられる。摂取率測定では<sup>99m</sup>Tc-人血清アルブミンによる検討から脾内血液プールの濃度を基準として肝のイメージから減算しているが<sup>8)</sup>、肝脾の血液プールの濃度比は一定ではない。uptake constant を用いる本法では原理的に肝内血液プールやシャントのバックグラウンドは自動的に

除去されるという性質があり、これが優れた相関を示した理由と思われる。山下らは、planar image の<sup>99m</sup>Tc-PMT のデータに deconvolution analysis を行い、initial height と plasma clearance value との間の相関を求め、相関係数 0.90 という成績を報告している<sup>10)</sup>。この planar image と deconvolution analysis を用いる有効肝血流量の測定には、2 つの大きな問題が考えられる。

第一に肝では摂取された<sup>99m</sup>Tc-PMT は 3 次元的に多様な分布を示すため、腎で行われているように planar image を使用して、身長、体重等から簡易に吸収補正を行うこと<sup>4)5)</sup>は困難である。有効肝血流量のガンマカメラを用いた計測には、SPECT あるいは前後対向型カメラによる吸収補正が必須と考えられる。

第二に deconvolution analysis を用いて initial height から有効肝血流量を決定する場合、initial height は収集データー統計的変動や静注直後の tracer のボーラス性の問題などに大きく影響され、良好なデータを得ることは容易でない。Fig. 4 は肝硬変の 1 例における 40 分までの transfer function を示したものであるが、transfer function の排泄がはじまるまでの初期 4 点は 15% 程度の大きな変動を有していることがわかる。

一方、uptake constant は、血中バックグラウンドの影響が除外された単位時間あたりの肝への集積率を示し、deconvolution analysis の initial height と理論的には同じものである<sup>9)</sup>。今回我々が用いている方法では、初期の B(t), L(t) の関係を 4 点プロットし、最小二乗法で近似した直線の傾きから uptake constant を求めているため、統計的変動の影響はかなり小さく抑えられる結果、クリアランス法による有効肝血流量と良好な相関を示したと思われる。

uptake constant を用いれば、1 回の採血と 7 分間の SPECT 収集で、精度の高い有効肝血流量の測定が可能である。本法により有効肝血流量を求めた後、引き続いて通常の肝胆道シンチグラフィの撮像も行うことができ、こうした点からも広く臨床的に利用できるものと考えられる。

### ま と め

- (1) <sup>99m</sup>Tc-PMT SPECT と 1 回採血のデータを用い、uptake constant から有効肝血流量の測定を行った。
- (2) 本法により求めた有効肝血流量は、経時的採血によるクリアランスカープから求めた値と、良好な相関を示した ( $r=0.95$ ,  $p<0.001$ )。
- (3) 本法は、簡便で精度の高い有効肝血流量の測定法として広く臨床的に利用できるものと思われた。

### 文 献

- 1) Narabayashi I, Sugimura K, Ishido N, et al: Quantitative analysis by digital computer of <sup>99m</sup>Tc-N-pyridoxyl-5-methyl-tryptophan (<sup>99m</sup>Tc-PMT) hepatogram in diffuse parenchymal liver diseases. Eur J Nucl Med 13: 285-287, 1987
- 2) Kato-Azuma M: Tc-99m(Sn)-N-Pyridoxyl-aminoates: A new series of hepatobiliary imaging agents. J Nucl Med 23: 517-524, 1982
- 3) Chistie JH, Chaudhuri TK: Measurement of hepatic blood flow. Semin Nucl Med 2: 97-107, 1972
- 4) Gates GF: Glomerular filtration rate: Estimation from fractional renal accumulation of <sup>99m</sup>Tc-DTPA (Stannous). AJR 138: 565-570, 1982
- 5) Russell CD, Bischoff PG, Kontzen F, et al: Measurement of glomerular filtration rate using <sup>99m</sup>Tc-DTPA and the gamma camera: A comparison of methods. Eur J Nucl Med 10: 519-521, 1985
- 6) Munoz C, Blanchet L, Lebrec D: Measurement of hepatic blood flow with diethyl-Iida in man. Eur J Nucl Med 7: 526-527, 1982
- 7) Chang LT: A method for attenuation correction in radionuclide computed tomography. IEEE Trans Nucl Sci NS-25: 638-643, 1978
- 8) 中村和義、前田寿登、中川毅、他: SPECT による Tc-99m-(Sn)-N-pyridoxyl-5-methyl-tryptophan(Tc-99m-PMT) の全肝および局所(単位体積当り)肝摂取率測定。核医学に投稿中
- 9) Rutland MD: A single injection technique for subtraction of blood background in <sup>131</sup>I-hippuran renograms. Br J Radiol 52: 134-137, 1979
- 10) Yamashita M, Nakajima E: Hepatogram deconvolution analysis using <sup>99m</sup>Tc-pyridoxyl-5-methyl-tryptophan. Radioisotopes 34: 505-507, 1985