

dynamic SPECT による残存肝機能測定の 有用性について

香川医科大学放射線医学教室（主任：田邊正忠教授）

田邊 正忠, 玉井 豊理, 日野 一郎, 佐藤 功
児島 完治, 大川 元臣

香川医科大学第一外科学教室

前 場 隆 志, 田 中 聰

（昭和63年9月6日受稿）

Key words : 肝切除, SPECT, K 値, 肝シンチグラフィ

緒 言

肝切除症例は増加傾向にあるが、肝切除に際しては肝硬変の合併率が高く切除限界をこえないことが不可欠な条件である。私共は dynamic planar scintigraphy (以後 dynamic PS と略す) を用いて切除前に残存肝機能を測定し肝切除限界について追求してきたが¹⁾²⁾、同法にも問題があり、この点を改良するために single photon emission computed tomography (以後 SPECT と略す) を連続測定する dynamic SPECT による残存肝機能を測定する方法を開発した。その有用性について従来の dynamic PS 法と比較検討したので報告する。

方 法

dynamic SPECT を行なった装置は東芝製 GCA-90B であり、dynamic PS に用いたガンマカメラは Technicare 製 omega 500 で、それに接続したミニコンピュータは Infomatek 製 simis 4 である。

dynamic SPECT による測定方法は、患者を SPECT 専用寝台に仰臥位とし、肘静脈より日本メジフィジックス製スズコロイド Tc-99m 注を約 5mCi 静注、その直後より上肢を頭上に組み SPECT 撮像を開始した。SPECT は連続35回転、1回転37秒である。1回転37秒のうち実撮像時

間は30秒、7秒は往復回転のための減速および加速時間である。撮像は9度ごとに1画像、1回転40画像である。再構成には Shepp-Logan フィルターを用い、吸収補正を行ない、再構成前後で9点スムージングをそれぞれ1度行なった。収集画像は64×64で、1 voxel の1辺は0.54cm である。再構成のスライス厚は1.08cm である。最後の5回転の再構成画像の同一部位のスライス像をそれぞれ加算し、これらを用いて体積率を計算した。加算した全画像から各 pixel 下 (0.54²×1.08cm³の直方体) の最高カウントを求め、これを1.08cm とし、他の pixel 下のスライスの厚さはカウントを用いた比例式によって求めた。すなわち最高カウントの2分の1のカウントの pixel 下の厚さは0.54cm である。なおバックグラウンドとして最高カウントの20%以下は除外した。PS 法と比較するために最大左右径のスライスの正中部で2分割し、左側部分を切除部分と想定し、全肝体積に対する右側部分の体積の比を求めた。図1、A において2つの関心領域 (ROI) で囲まれた部分を切除部分と想定した。

肝血流指数 K 値 (以後 K 値と略す) は全再構成画像からそれぞれの同一部位のスライスを1回転から35回転までの35画像を用いて、同一部位のスライスごとに残存想定部位について集積曲線を作製し、各曲線ごとにその最高カウントを飽和値とし、最初の7画像のカウントから指

数回帰により求めた(図1, B). その全体のK値は各スライスのK値と同スライスの残存想定部位の積の総和を全残存想定肝の体積で除して求めた. 図1, Aの右側の表のうちFVおよびFvはそれぞれ上記カウントを加味した各スライスの肝体積および残存想定部分の肝体積を, Kは各スライスの残存想定部位のK値を, Vおよびvは肝容積および残存想定部位の容積を示している.

次に dynamic PS 法による測定について述べる. 患者は仰臥位でガンマカメラを肝前面におき, 肘静脈より前記 Tc-99m スズコロイドを注入時より30分間, 1フレーム10秒で連続180フレームのデータを収録し, その後ガンマカメラを90度回転し肝臓の右側面像を撮像した. 肝体積計算には最後の5フレームを用い, 肝前面像に4×3 pixel (1 pixelは0.556×0.556cm²)のmatrix ROIを肝が十分に含まれるように設定し, それぞれのROIの上記5フレームのカウントの平均値を求め, そのうちの最高カウントを右側面像で測定した肝最大前後径に対応させ, 線吸収係数で補正して各ROIの肝の厚さを求め, それぞれのROIの体積を計算した(図2, A). 次に肝前面像の左右の正中部より左側を切除想定部位として除外し, 同様にして残存想定部分の体積を求めた. 体積計算方法についてはすでに報告しているので省略する¹⁾. K値は残存想定部

分を, 最後の5フレームの加算像に最高カウントの30%のROIで囲み, 180フレームを用いて同ROI内の集積曲線を作製し, 最後の30フレームのカウントの平均値を飽和値とし, 最初の30フレームのカウントより指数回帰によって求めた, さらに残存想定部分の各matrix ROI内のK値も同様にして求めた.

残存肝機能体積率Pを

$$P = \frac{\sum (Fv_i \times k_i)}{FV \times K_n}$$

Fv_i : 残存想定部分のi番目のスライスまたはmatrix ROIの肝体積

k_i : 残存想定部分のi番目のスライスまたはmatrix ROIのK値

FV : 全肝体積

K_n : 正常K値

とし, 残存想定部分の残存肝機能体積率を算出した. 正常K値はPS法によって測定した正常者11名の肝全体で測定した値の平均値0.342を用いた.

結 果

dynamic SPECT法とdynamic PS法の2方法の検査を行なうことのできた10症例を表1に示す. 両検査は2週間以内に行なった. その内訳はいずれも肝硬変を合併していた肝細胞癌5例(うち1例は胆のう結石も合併), 胆管癌2例,

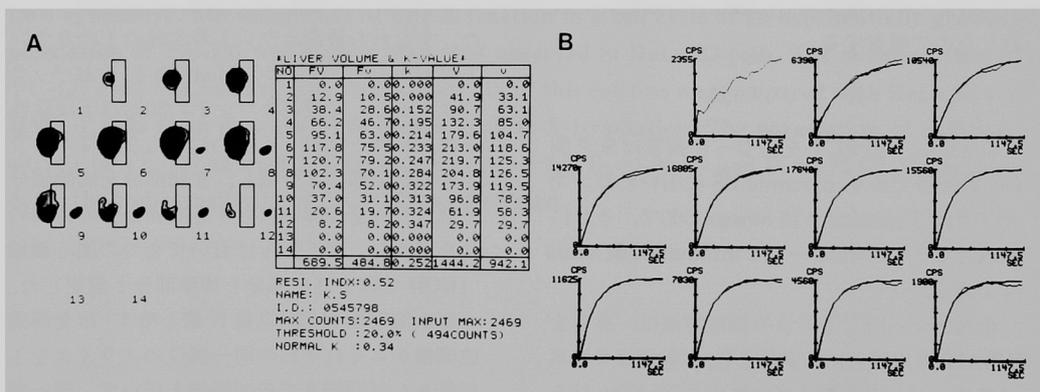


Fig. 1A Left : ROIs on liver and resecting region.

Right : effective liver volume (FV), residual liver volume (Fv), K value (K) liver capacity (V) and residual liver capacity (v)

B time activity curves of each slices by dynamic SPECT and those fitting curves

肝内結石（胃癌を合併）1例，胆のう結石1例
および肝硬変症1例である。

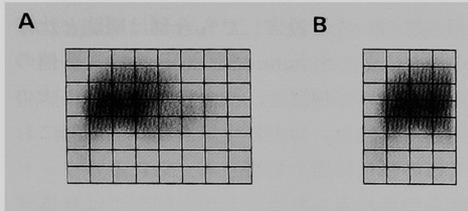


Fig. 2A matrix ROI on liver by planar scintigraphy
B matrix ROI on residual part of liver

図3，Aに両検査で測定した全肝体積に対する残存想定部分の体積比の関係を示す。両者の間には危険率1%以下で相関係数0.84の結果が得られた。次にK値についての両検査結果を図3，Bに示す。危険率0.1%以下で，相関係数0.91を得た。両検査における残存肝機能体積率については危険率0.1%以下で相関係数は0.88である（図3，C）。体積比，K値および残存肝機能体積率いずれもdynamic PS法とdynamic SPECT法との間に良好な相関関係がみられた。

Table 1 Demographic data on subjects

Patient No.	diagnosis	ratio of liver volume		K value		predictive index	
		planar	SPECT	planar	SPECT	planar	SPECT
1	HCC, liver cirrhosis gall bladder stone	0.714	0.747	0.213	0.238	0.52	0.47
2	gastric cancer intra hepatic bile duct stone	0.693	0.666	0.451	0.524	1.15	0.85
3	HCC, liver cirrhosis	0.737	0.757	0.261	0.260	0.64	0.54
4	gall bladder stone	0.739	0.768	0.363	0.338	0.90	0.79
5	cholangioma	0.641	0.597	0.583	0.516	1.04	1.19
6	HCC, liver cirrhosis	0.667	0.710	0.256	0.250	0.47	0.50
7	liver cirrhosis	0.689	0.677	0.199	0.202	0.46	0.36
8	cholangioma	0.634	0.712	0.459	0.337	0.87	0.97
9	HCC, liver cirrhosis	0.830	0.899	0.197	0.225	0.59	0.50
10	HCC, liver cirrhosis	0.634	0.705	0.239	0.253	0.53	0.52

HCC : hepato-cellular cancer

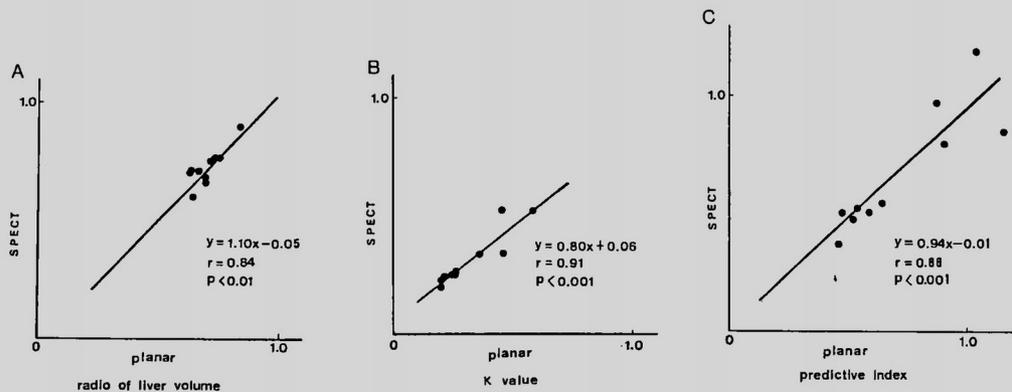


Fig. 3A relationship between ratio of liver volume (A) , K value (B) , and predictive index (C) by dynamic planar scintigraphy and those by dynamic SPECT

考 察

Au-198コロイドおよびTc-99mスズコロイドを用いてdynamic PS法にて術前に残存肝機能の予測を行ない、切除限界は残存肝機能体積率が0.40から0.45の間にあることはすでに報告した²⁾。しかし同法では肝前面シンチグラムに切離線を設定することから外側区域または拡大右葉切除等では切離線設定は容易であるが、右葉区域や内側区域切除または部分切除等においては正確な切離線を引くことに問題が残っていた。これらの問題を解決するためにdynamic SPECTによる残存肝機能体積率を測定する方法を開発した。SPECT像においては肝区域や部分切除部位にROIを設定することは比較的容易かつ正確に行なうことができる。

残存肝機能を予測する残存肝機能体積率には全有効肝体積に対する残存予定部分の体積の比および残存予定部分の局所K値が必要である²⁾。

肝シンチグラムを用いた肝体積測定についてはRolloら⁴⁾の報告以来SPECT法も含めていくつかの報告がある⁵⁾⁶⁾。しかし肝全体の容積を測定しており、局所の肝体積の測定方法についての報告はみられない。私共の開発したPS法では全有効肝体積とともに局所の肝体積測定も可能でありphantom実験、動物実験さらに臨床においても良好な結果が得られている¹⁾²⁾。今回は同法における肝体積率とSPECT法による肝体積率を比較検討し良好な相関関係が得られた。ただSPECT法における肝体積測定には、今回は厚さの基準として全スライスのうちの単位pixel下の最高カウントをそのスライス厚としている。PS法における体積よりも低値を示している。したがって肝体積比の測定には有用であるが有効肝体積の測定にはさらに検討が必要である。

次にTc-99mスズコロイドを用いたK値についてもdynamic PS法での有用性は従来用いられていたAu-198コロイドとの比較により、その有用性についても報告した³⁾。今回は同法と比較することによりdynamic SPECT法でのK値の有用性について検討し、両者には良好な1次の相関がみられた。ただ肝上縁および下縁部においては呼吸性移動の影響と考えられるカウントのばらつきがみられた。しかし同部では肝体積も小さく残存肝機能体積率には大きな影響はみられなかった。集積曲線と回帰曲線に大きな隔りがある場合には除外した。

肝体積比およびK値がdynamic PS法とdynamic SPECT法とにおいて良好な相関が得られ、残存肝機能体積率について比較検討した。その結果両者の間には良好な相関関係が認められdynamic SPECT法による残存肝機能体積率は肝切除適応の決定および切除症例の予後推定に有用な検査法であると判断した。

結 論

1. dynamic SPECT法を開発した。
2. dynamic SPECT法とdynamic PS法とにより肝体積率、K値の比較検討を行ない良好な相関関係を得た。
3. dynamic SPECT法による残存肝機能の推定のための残存肝機能体積率は有用であると考えられた。

稿を終るに臨み、東芝メディカル技術担当染川雅昭氏の御協力に深謝する。

(本研究の要旨は昭和62年10月1日第27回日本核医学会総会で発表した。本研究の1部は文部省科学研究費課題番号59570439によった。)

文 献

- 1) 玉井豊理, 田邊正忠, 水川帰一郎, 児島完治, 高島 均, 佐藤 功, 大川元臣, 日野一郎, 川瀬良郎: 放射性コロイドを用いた有効肝体積測定法の評価. *Radioisotopes* (1984) **33**, 754—759.
- 2) 玉井豊理: 肝臓シンチグラフィによる残存肝機能の推定に関する基礎的研究ならびに臨床例についての検討. *岡山医誌* (1982) **94**, 221—234.
- 3) 玉井豊理, 日野一郎, 田邊正忠, 瀬尾裕之, 川瀬良郎, 川崎幸子, 水川帰一郎, 前場隆志, 田中 聡: ^{99m}

- Tc-スズコロイドを用いた残存肝機能とその評価. *Radioisotopes* (1988) **37**, 558—563.
- 4) Rollo FD and Deland FH : The determination of liver mass from radionuclide image. *Radiology* (1968) **91**, 1191—1194.
 - 5) Fujii M, Mukai T, Wakisaka G : Determination of liver volume by the use of a gamma camera connected with 1600 or 4096 channel analyser in diffuse liver diseases. *Gut* (1976) **17**, 289—294.
 - 6) 仙田宏平, 田中孝二, 佐久間貞行 : Single photon emission computed tomography による肝容積測定のための計数法の検討. *核医* (1984) **21**, 297—304.

**An evaluation of utility of residual liver function
prediction using dynamic SPECT**

**Masatada TANABE, Toyosato TAMAI, Ichiroh HINO
Katashi SATOH, Kanji KOJIMA, Motoomi OHKAWA
Takashi MAEBA¹⁾ and Satoshi TANAKA¹⁾**

Department of Radiology, Kagawa Medical School

1) First Department of Surgery, Kagawa Medical School

1750-1 Ikenobe, Miki-cho, Kita-gun,

Kagawa 761-07, Japan

(Director : Prof. M. Tanabe)

A method for evaluating and predicting residual liver function was devised for dynamic single photon emission computed tomography (SPECT). The ratio of residual volume to total effective liver volume, K value and predictive index using dynamic SPECT were compared with respective values using dynamic planar scintigraphy. The coefficients of correlation were 0.86 (the ratio), 0.91 (K value) and 0.88 (predictive index).

The predictive index, measured by dynamic SPECT, was as useful as by dynamic planar scintigraphy. In addition, the resecting line using SPECT was more accurate than using planar scintigraphy. Dynamic SPECT was more useful than dynamic planar scintigraphy.