

《原 著》

肝シンチグラムに関する研究

—減算シンチグラムおよびECTについて—

河 合 武 司*

要旨 肝シンチグラムに関する研究の一環として二種類の放射性同位元素を同時に測定可能にしたシンチカメラを用いて、⁶⁷Ga-citrate と ¹⁹⁸Au-colloid (または^{99m}Tc-phytate) を投与し、減算シンチグラム (⁶⁷Ga 像 - ¹⁹⁸Au 像) を作成し、限局性疾患78例について検討した。

一方、ECT (single photon emission computed tomography) の装置を試作し臨床的価値を評価した。ECT のデータ採取方法には立位被検者回転法と仰臥位検出器回転法の2法があり両者を画像的に比較すると大きな差は認めなかった。またファントーム実験にてデータ採取条件と検出能の検討を行った結果、10度毎10秒で36方向が時間的にも適当で直径20 mm の欠損の検出が可能であった。この条件で臨床例451例実施した。減算シンチグラムは2回の放射性同位元素の投与が必要であり、ルーチン検査としては難点があるがECTは従来のシンチグラム (コロイドシンチグラム) に引き続き放射性同位元素の追加なしに実施でき、検出率はX線CTと同程度であった。

I. はじめに

肝臓疾患の診断法としての肝シンチグラムは肝臓の大きさ、形態、位置、放射性同位元素の分布状態、space occupying lesion (SOL) の検出等の多くの情報入手手段として、現在最も広く用いられている。その臨床的有用性はすでに確立されており、肝臓の限局性疾患、即ち SOL の検出には手軽に実施出来ルーチン検査として不可欠である。

従来から使用されている肝シンチグラム用放射性同位元素として¹⁹⁸Au、¹³¹I 等があるが、 γ 、 β 線放射体で長半減期であるために被爆線量が大となる¹⁾。一方1965年、Happerら²⁾によって短半減期の^{99m}Tc-S-colloid による肝シンチグラムの有用性が報告されて以来、^{99m}Tc の標識製剤として、1972年 Linら³⁾によって^{99m}Tc-Sn-colloid が肝シンチグラム用剤として報告され、1973年 Subramanian

ら⁴⁾によって^{99m}Tc-phytate が網内系シンチグラム用剤として報告された。¹⁹⁸Au と^{99m}Tc を比較すると、前者は β 、 γ 線放射体、後者は γ 線単独放射体で短半減期であり、前者の12~15倍の大量投与が可能なため短時間に鮮明な写真の撮影が可能になった^{5~7)}。

一方、肝スキャンニングは、1953年 Stirretら⁸⁾によって手動操作によるスキャンが始まり、1957年 Friedellら⁹⁾がより近代的なスキャナーによる肝スキャンを報告している。1958年になると Angerら¹⁰⁾によってピンホールコリメータを利用した小型のシンチカメラが報告され、続いて1963年に現在の型と大差のないシンチカメラが作成された¹¹⁾。

また核医学の情報は数値化が可能なために電子計算機が用いられ、その情報の採取、保存、処理等に繁用されるようになってきた^{12~15)}。

さらに電子計算機の進歩によるX線CTの画像再構成技術の開発によって、ECT (single photon emission computed tomography) も飛躍的に発達した。著者は減算シンチグラム、ECTを実施し、従来のシンチグラム (コロイドシンチグラム)、X線CTと比較検討した。

* 大阪医科大学放射線医学教室

受付：56年7月21日

最終稿受付：56年9月1日

別刷請求先：大阪府高槻市大学町2-7 (番569)

大阪医科大学放射線医学教室

河 合 武 司

II. 使用装置とデータ採取方法

1) 減算シンチグラム装置

二種類の放射性同位元素(二核種)を同時に測定するために従来のシンチカメラに新しく波高分析器を追加し、二核種に固有な γ 線エネルギーピークにおののおのの波高分析器を調整し、二核種の同時測定を可能にした(Fig. 1)。画像処理(減算、加算、background処理)は、シンチカメラ、または磁気テープからのデータをディスク記憶装置内に記録し、二種類の画像間について行った。



Fig. 1 Control panel of dual-channel gamma camera for subtraction scintigram.

使用したシンチカメラシステムは次の通りである(Fig. 2)。

- ・シンチカメラ PHO/GAMMA, HP 6406型, Nuclear Chicago 社製
- ・二核種用波高分析器 SS-9009
- ・中央演算処理装置 (CPU) Nova 1200, 記憶容量 16 K 語
- ・磁気ディスク装置 31型 Diablo 社製
- ・磁気テープ装置 (MT) TMZ 型, 東芝, Ampex 社製
- ・画像表示装置 (CRT) 4002A 型, Hard copy 装置 4601 型 Sony Tektronix 社製

2) 減算シンチグラムのデータ採取方法

^{67}Ga -citrate と ^{198}Au -colloid(または $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -phytate)の二核種を用い、前者は検査日より3日前に2~3mCiを、後者は検査前10~20分に200~300 μCi (1~2 mCi)をおののおのの肘静脈より投与した。データ採取は、被検者を背臥位、左側臥位、腹臥位とし、この内1~2方向から測定した。コリメータは SKC-N009 (diverging collimator, 1200孔、厚さ 7.6 mm) または SKC-W010 (parallel collimator, 1200孔、厚さ 7.6 mm)を使用した。二組ある波高分析器の一方は ^{67}Ga -citrate 用に、93 KeV または 190 KeV、ウインドウ 10~20%,

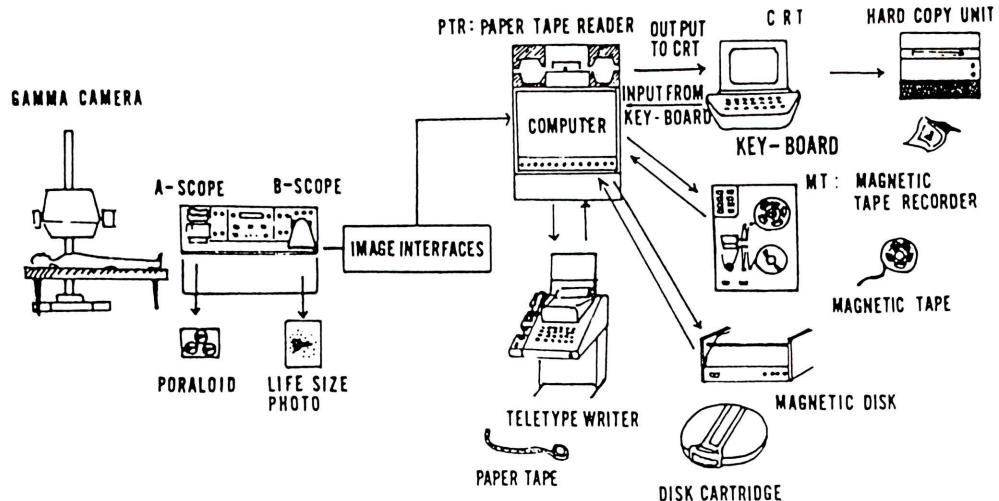


Fig. 2 System of the computed dual-channel gamma camera for subtraction scintigram.

他は ^{198}Au -colloid 用に、412 KeV、ウィンド幅 5 ~15%におのおの調整した。二核種同時測定は、中央演算処理装置を介して記憶型ブラウン管表示装置へ上下二段（上段： ^{198}Au -colloid 像、下段： ^{67}Ga -citrate 像）～1 フレーム 1 分間にて 20 フレームを経時的に表示しながら測定し、同時にディスク装置へ転送し収録した（Fig. 3）。

画像処理は、最初に 20 フレーム（20 分間）の画像加算を行い、 ^{67}Ga -citrate および ^{198}Au -colloid

おのおのの単独像を作成し、次いで前者の画像から後者の画像を画像的に減算を行い、減算の比率を変化させて陽性像が肉眼的に最も明瞭となった画像を肝臓の減算シンチグラムとした（Fig. 4）。

3) ECT 装置

ECT 像は、シンチグラムの多方向像のデータから再合成した。多方向像は被検者を検出器の前で立位で 360 度ステップ状に回転させる方法（立位被検者回転法）と検出器が被検者の体軸の回り

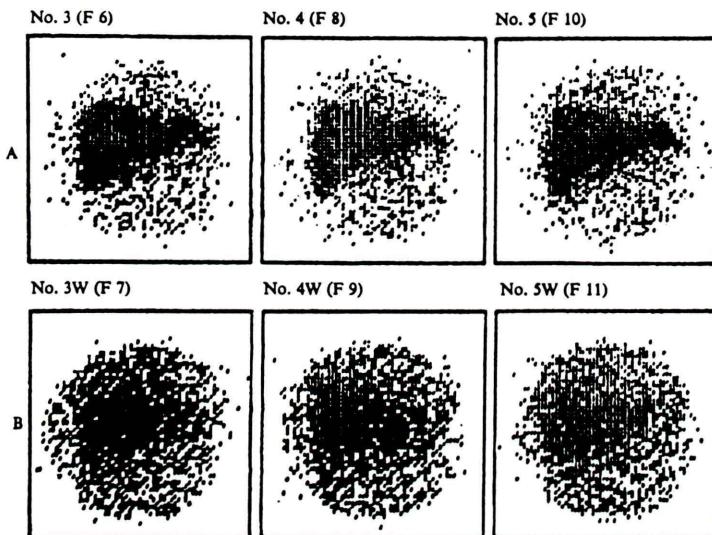


Fig. 3 Images displayed on CRT in data collection.
 (A) ^{198}Au -colloid images (B) ^{67}Ga -citrate images

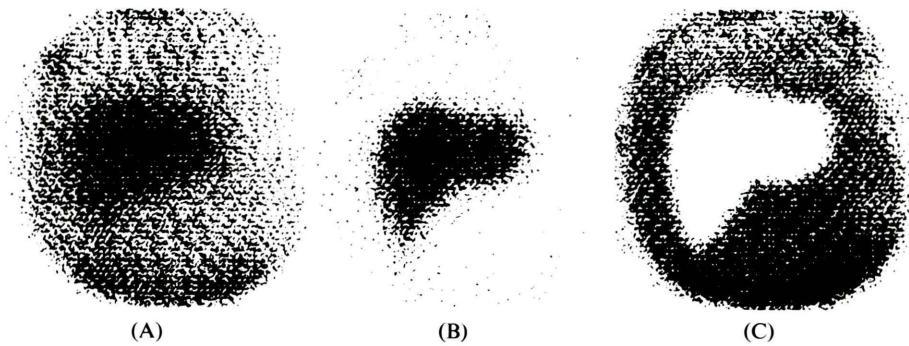


Fig. 4 Scintigrams of normal liver.
 (A) ^{67}Ga -citrate scintigram
 (B) ^{198}Au -colloid scintigram
 (C) Subtraction scintigram

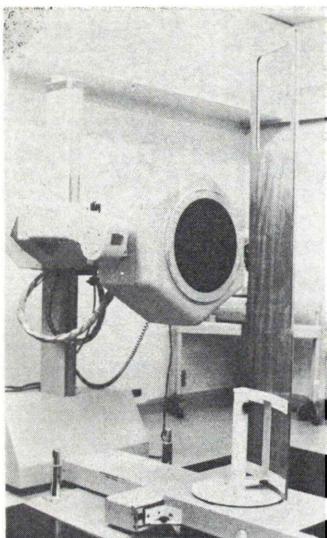


Fig. 5 Instrumentation of ECT (1).
Rotating table and fixed detector.



Fig. 6 Instrumentation of ECT (2).
Rotating detector and fixed table.

を回転する方法(仰臥位検出器回転法)の2方法を試み、比較検討した。

i) 立位被検者回転装置 (Fig. 5)

試作した被検者回転台の主要部分は、460 mm × 690 mm、厚さ 185 mm の金属性の箱に駆動系のモータを内蔵、その上部に回転する直径 380 mm の回転板を取りつけ、その回転中心から 125 mm ずらした部分に被検者支持板として厚さ 20 mm の合板を設置し体位の安定を計った。回転台の回転中心軸と検出器の中心を合わせて調整し、回転台を検出器の支持台に固定した。回転角度は 5 度ステップから、on-line で中央演算処理装置 (CPU:

central processing unit) で制御可能である。

ii) 検出器回転装置 (Fig. 6)

検出器回転装置付きシンチカメラの主要部分は駆動系を内蔵したスタンドに 360 度回転するガントリーを取りつけ、その一端に検出器を装着し、被検者の周囲を安定して回転するようにした。検出器は上下に 300 mm 移動可能である。被検者を回転中心にガントリーと直角においた補助ベッド(長さ 2,200 mm、幅 320 mm)の上に仰臥位とレーダ探取を行った。

4) ECT 用シンチカメラシステム (Fig. 7)

従来から使用しているシンチパック 1200 に ECT 用のプログラムを追加したものを用いた。以下そのシンチカメラシステムを記す。

- ・シンチカメラ PHO/GAMMA LFOV (6413 型) Searle 社製 (2 台)
- ・コリメータ LFOV 140 KeV 用 L. E. A. P. Parallel collimator model SKC-WO46
- ・中央演算処理装置 (CPU) Eclipse S/1 30 型, 128K 語, Data General 社製
- ・磁気ディスク装置 5957 型, 50MB, Data General 社製
- ・磁気テープ装置 (MT) 5937 型 (1600 bpi) Data General 社製
- ・画像表示装置 (CRT) 4014-1 型, Sony Tektronix 社製
- ・Micro Dot Imager 3132, 型, Searle 社製
- ・入出カテレタイプライター Teletype 社製

5) ECT のデータ採取法

被検者またはファントームを支持板またはベッドに固定し、検出器と回転中心軸の距離を 24cm (立位被検者回転法) または 22cm (仰臥位検出器回転法) とし、中央演算処理装置の制御によって 360 度回転させて得た多方向像のデータをディスク記憶装置に記録した。そして ECT 像即ち横断層、前額断層、矢状断層を再構成し、マイクロドットイメージヤーを介して多方向像も併せてフィルム上に表示した。

6) 肝シンチグラム(コロイドシンチグラム)

前述のシンチカメラシステムを使用して、従来

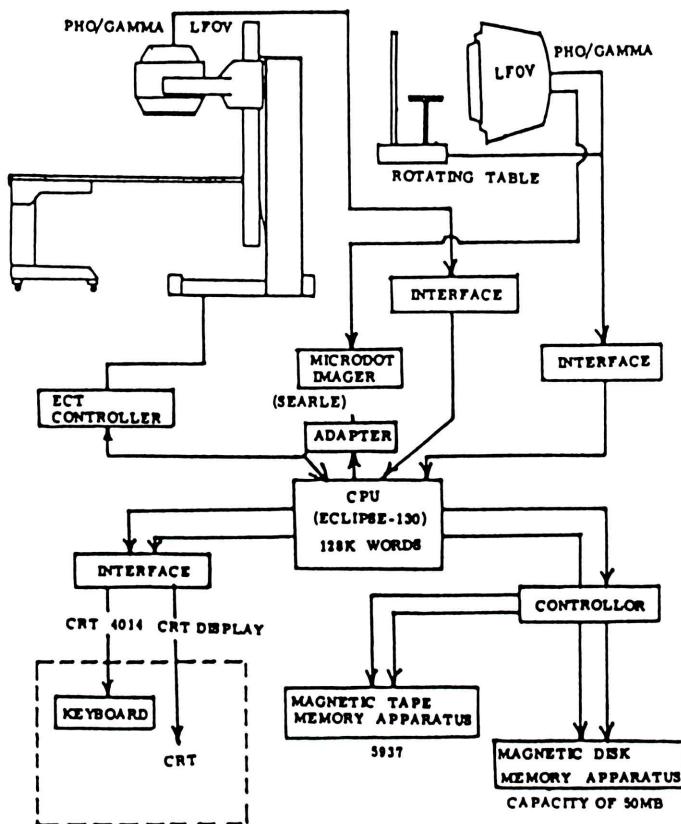


Fig. 7 Diagram of ECT used in this study.

Two methods of ECT instrumentation, rotating detector and rotating table.

からの肝シンチグラムを4～6方向から、ECTのデータ採取の直前か直後に撮影した。

7) X線 CT

全身用 CT スキャナー EMI 社製 CT5005/12 と General Electric 社製 CT/T X-2 型を使用した。前者は、120 KeV, 28 mA, スライス幅 13 mm, 後者は 120 KeV, 160 mA, スライス幅 10 mm のおのおのの条件で撮影した。

III. 対象および判定基準

1) 減算シンチグラム

コロイドシンチグラムを行い、その後減算シンチグラムを行った症例は 208 例あり、この内、限局性疾患の存在が確定したのは 78 例である。その内訳は原発性肝癌 45 (57.7%), 転移性肝癌 26 (33.3%)

と両疾患で 71 (91.0%) を占めていた (Table 1)。

2) ECT

コロイドシンチグラムと同時に ECT を行ったのは 451 例あり、臨床的診断別は肝炎 109 (24.1%), 胃癌 59 (13.1%), 肝硬変症 54 (12.0%), 他は Table 2

Table 1 Colloid, ^{67}Ga and subtraction scintigram. Final diagnosis and number of cases examined

Final diagnosis	No. of cases (%)
Primary liver cancer	45 (57.7)
Secondary liver cancer	26 (33.3)
Cholangiocarcinoma	5 (6.4)
Liver abscess	2 (2.6)
Total	78 (100.0)

Table 2 ECT examination. Clinical diagnosis and number of cases

Clinical diagnosis	Number of cases (%)
Hepatitis	109 (24.1)
Liver cirrhosis	54 (12.0)
Hepatomegaly	31 (6.9)
Hepatoma	17 (3.8)
Jaundice	8 (1.8)
Gastric cancer	59 (13.1)
Colon cancer	29 (6.4)
Lung cancer	24 (5.3)
Renal cancer	7 (1.6)
Pancreas cancer	6 (1.3)
Other malignancy	43 (9.5)
Others	64 (14.2)
Total	451 (100.0)

Table 3 ECT and X-ray CT. Clinical diagnosis and of cases number

Clinical diagnosis	Number of cases (%)
Hepatitis	29 (19.6)
Liver cirrhosis	20 (13.5)
Hepatomegaly	10 (6.8)
Liver cancer	11 (7.4)
Jaundice	5 (3.4)
Gastric cancer	21 (14.2)
Colon cancer	5 (3.4)
Other malignancy	30 (20.2)
Others	17 (11.5)
Total	148 (100.0)

の通りである。

この内 X 線 CT を併用したのは 148 (32.8%) あり、内訳は Table 3 の如くであり、この内、診断の確定した 141/148 (95.3%) を対象とした。また、ECT の横断断層、前額断層、矢状断層の検出能を限局性疾患の存在が確定した右葉37病変、肝門部13病変、左葉20病変、合計70病変について検討した。

3) 各検査の判定基準

減算シンチグラムについて異常陽性像を認めたものを Subtraction (+), 認めなかつたものを Subtraction (-) に分類した^{16~19}。同時に⁶⁷Ga-citrate 単独のシンチフォトを作成し、異常集積の

程度から肝臓の正常部より多く集積したものを Ga (+), 同程度のものを Ga (±), 低いものを Ga (-) とした²⁰。

肝シンチグラムおよび ECT は space occupying lesion (SOL) の読影が可能なものを SOL (+), 読影が困難か SOL が存在しないものを SOL (-) とした。

X 線 CT では低吸収領域または高吸収領域を認めたものを所見 (+), 認めなかつたものを所見 (-) とそれぞれ判定した。

IV. 結 果

1) コロイドシンチグラム、⁶⁷Ga シンチグラム、および減算シンチグラムについて

限局性疾患の確定した78例について 3 検査の検討を行つた。

コロイドシンチグラムでは 70/78 (89.7%) の検出率を示した。この内原発性肝癌は 41/45 (91.1%), 転移性肝癌は 22/26 (84.6%) と前者の検出率が高かった。

False negative は原発性肝癌 4/45 (8.9%), 転移性肝癌 4/26 (15.4%), 合計 8/71 (10.3%) であり、転移性肝癌の方がやや高かった(Table 4)。

⁶⁷Gaシンチグラムについては全体で異常集積を認めたのは 24/78 (30.8%) と少ないが、原発性肝癌では 17/24 (70.8%) の結果を得た。集積が正常肝臓組織と同程度は 51/78 (65.4%) と最も多く、原発性肝癌 27/51 (52.9%), 転移性肝癌 19/51 (37.3%) であった。また集積を認めなかつたのは原発性肝癌、転移性肝癌、膿瘍のおののおの 1 例ずつ合計 3/78 (3.8%) であった (Table 4)。この原発性肝癌は⁶⁷Ga の集積がなく SOL として認めた。

減算シンチグラムでは Subtraction (+) 63/78 (80.8%), Subtraction (-) 15/78 (19.2%) であり、Subtraction (+) 群の内、原発性肝癌 39/45 (86.7%), 転移性肝癌 20/26 (76.%) と原発性肝癌の検出率が良好であった (Table 4)。

原発性肝癌の検出率はコロイドシンチグラム 91.1%, 減算シンチグラム 86.7% であった。転移性肝癌ではコロイドシンチグラム 22/26 (84.6%),

Table 4 Results of conventional, ⁶⁷Ga and subtraction scintigram

Final diagnosis	S.O.L.(+) (%)	S.O.L.(-) (%)	Ga.(+) (%)	Ga.(±) (%)	Ga.(-) (%)	Sub.(+) (%)	Sub.(-) (%)	Total
Primary liver cancer	41 (91.1)	4 (8.9)	17 (37.8)	27 (60.0)	1 (2.2)	39 (86.7)	6 (13.3)	45
Secondary liver cancer	22 (84.6)	4 (15.1)	6 (23.1)	19 (73.1)	1 (3.8)	20 (76.9)	6 (23.1)	26
Cholangiocarcinoma	5 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	5 (100.0)	0 (0.0)	3 (60.0)	2 (40.0)	5
Liver abscess	2 (100.0)	0 (0.0)	1 (50.0)	0 (0.0)	1 (50.0)	1 (50.0)	1 (50.0)	2
Total	70 (89.7)	8 (10.3)	24 (30.8)	51 (65.4)	3 (3.8)	63 (80.8)	15 (19.2)	78

Sub(+): Positive or negative area in subtraction scintigram

Sub(-): No abnormal findings in subtraction scintigram

減算シンチグラム 20/26 (76.9%) とコロイドシンチグラムの方が良好な結果であった (Table 4).

全体から見るとコロイドシンチグラム 70/78 (89.7%), 減算シンチグラム 63/78 (80.8%) とコロイドシンチグラムの方が良い結果を示したが両者間には有意差は認められなかった。一方、両検査およびどちらか片方が false negative であった症例は合計 20/78 (25.6%) あり、コロイドシンチグラムのみの false negative は 5/78 (6.4%), 減算シンチグラムのみは 12/78 (15.4%), 両者ともが 3/78 (3.8%) であり、両検査の総合的な検出率は 75/78 (96.2%) の結果を得た (Table 5).

2) ECT について

i) ファントーム実験

直径 10 mm, 20 mm, 30 mm のプラスチック球を入れ、水 1,250 ml と ^{99m}Tc-pertechnetate 4 mCi を均等に分布するように満した肝臓模型を、水を入れた厚さ 250 mm の人体模型の中に固定して ECT のデータ採取を行った (Fig. 8). 条件は 5 度毎に 5 秒間 72 方向と 10 度毎に 10 秒 36 方向、1 画像 6 mm × 6 mm の 64 × 64 マトリックスによってデータ採取を行った。

結果は横断断層では直径 30 mm の陰性像はいずれの条件でも識別は容易であった、直径 20 mm の陰性像はいずれも識別は可能であったが容易ではなかった。前額断層は横断断層と同程度であり、矢状断層では陰性像の位置的関係の把握が困難で

Table 5 List of false negative in conventional (colloid) and subtraction scintigram

Final Diagnosis	*S.O.L.	⁶⁷ Ga	Subtraction
1) T.T. Primary	(-)	(±)	(+)
2) H.W. "	(-)	(±)	(+)
3) K.W. "	(-)	(±)	(+)
4) T.I. "	(+)	(-)	(-)
5) T.H. "	(-)	(±)	(+)
6) H.I. "	(+)	(±)	(-)
7) Y.Y. "	(+)	(±)	(-)
8) T.S. "	(+)	(±)	(-)
9) N.S. "	(+)	(±)	(-)
10) K.T. "	(+)	(±)	(-)
11) F.U. Secondary	(-)	(±)	(+)
12) A.I. "	(-)	(±)	(-)
13) S.Y. "	(-)	(±)	(-)
14) Y.H. "	(+)	(±)	(-)
15) K.T. "	(+)	(±)	(-)
16) S.K. "	(+)	(±)	(-)
17) T.M. "	(-)	(±)	(-)
18) A.U. Cholangio.	(+)	(±)	(-)
19) A.M. "	(+)	(±)	(-)
20) T.M. Abscess	(+)	(-)	(-)

Primary: Primary liver cancer

Secondary: Secondary liver cancer

Cholangio: Cholangiocarcinoma

*SOL in conventional (colloid) scintigram

あったが識別能は他の断層と同程度であった。直径 10 mm の陰性像はどの条件、どの断層像でも識別はできなかった (Fig. 9 A, B, C, Fig. 10 A, B, C).

横断断層 5 スライスの再構成に要する時間は 36



Fig. 8 Liver phantom used in this study.

方向のデータでは約2分であり、72方向では約4分であった。以上のことから臨床的には36方向、1方向10秒間でECTのデータ採取を行った。

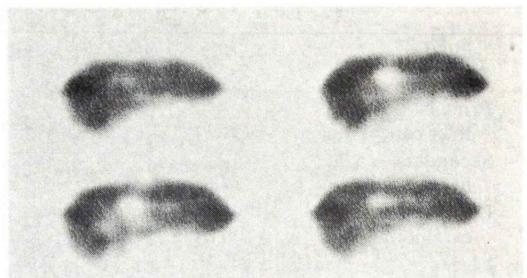
ii) 立位被検者回転法と仰臥位検出器回転法について

立位被検者回転法と仰臥位検出器回転法を同症例7例に実施し、多方向像とECTの横断断層について比較した。Fig. 11は形態的にはほぼ正常と思われた症例の多方向像でFig. 11(A)は立位被検者回転法、Fig. 11(B)は仰臥位検出器回転法である。前者は後者に比して肝臓右葉下部の軽度下方への延長を認めたが大きな変化は認めなかった。また肝限局性疾患の横断断層でも差は認めなかつた(Fig. 12 A, B)。このために両方法とも臨床的には十分にほぼ同等に使用可能と考え、コロイドシンチグラム、減算シンチグラム、X線CTについて臨床的に比較検討した。

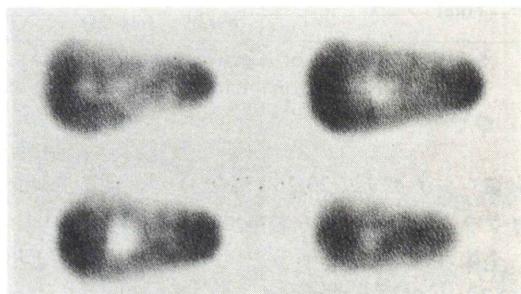
iii) ECTの各断層(横断、前額、矢状断層)について

右葉37病変、肝門部13病変、左葉20病変の合計70病変を対象としてコロイドシンチグラム(4方向)とECT3断層による病変検出率を比較した(Table 6)。

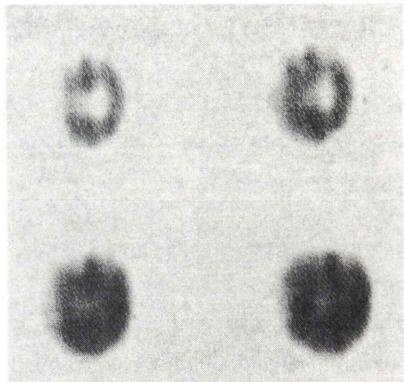
右葉37病変ではコロイドシンチグラム29(78.4%), 横断断層32(86.5%), 前額断層34(91.9%), 矢状断層30(80.1%)と前額断層が最も



(A) Transaxial tomographic images



(B) Frontal tomographic images



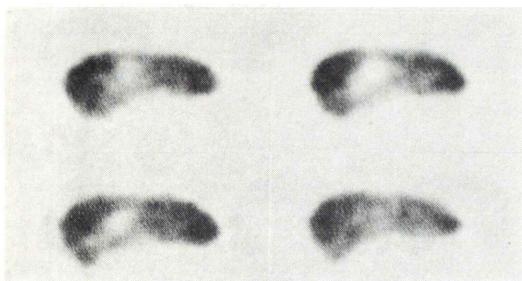
(C) Sagittal tomographic images

Fig. 9 Images of liver phantom filled with ^{99m}Tc and balls with 1.0, 2.0 and 3.0 cm diameter. Transaxial, frontal and sagittal tomographic images reconstructed from 36 projections (10 seconds per 1 frame).

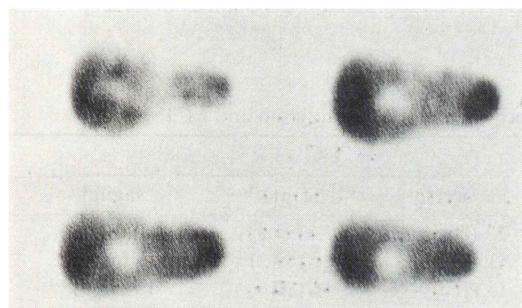
良い検出率であった。

肝門部13病変ではコロイドシンチグラム8(61.5%), 横断断層11(84.6%), 前額断層9(69.2%), 矢状断層8(61.5%)であった。

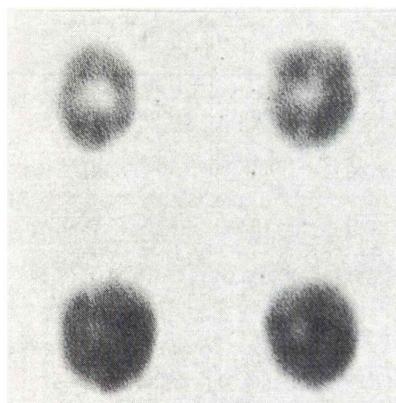
従来からよく知られているようにコロイドシンチグラムでは肝門部病変においては生理的な欠損



(A) Transaxial tomographic images



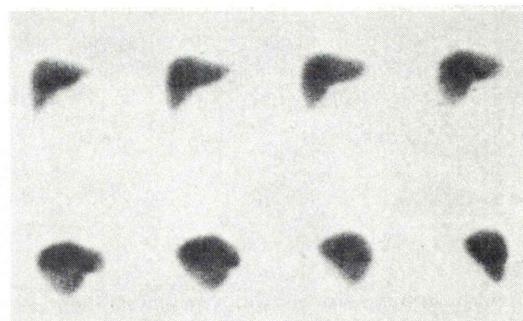
(B) Frontal tomographic images



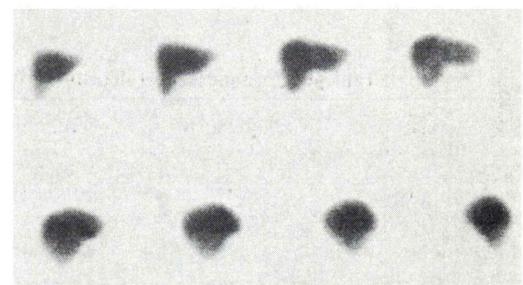
(C) Sagittal tomographic images

Fig. 10 Images of liver phantom filled with ^{99m}Tc and balls with 1.0, 2.0 and 3.0 cm diameter. Transaxial, frontal and sagittal tomographic images reconstructed from 72 projections (5 seconds per 1 frame).

との鑑別が困難なことがあるために検出率は低いが、前額断層の検出率が高かったのは前後の重なりがなくなるためと考えられた。左葉病変ではコロイドシンチグラムが 7/20 (85.0%) と最もよい結果であった。



(A) Rotating patient with standing position



(B) Rotating detector with supine position

Fig. 11 Images recorded by two methods of ECT (1) (2), multiprojection images of normal liver (same patient).

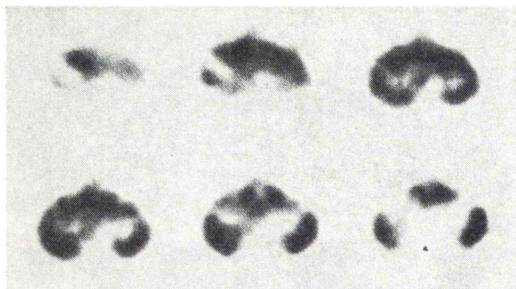
全病変では前額断層が 59 (84.3%) と最も高率で次は横断断層 58 (82.9%), コロイドシンチグラム 54 (77.1), 矢状断層 51 (72.9%) の順であった。

このようにコロイドシンチグラムを基本として、前額断層、横断断層を加えることによって高い検出率が得られた。

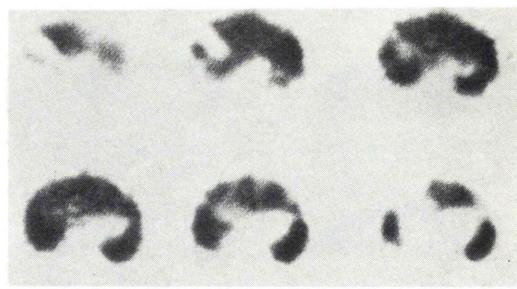
iv) コロイドシンチグラム, ECT, X 線 CT について

診断の確定した 141 例について 3 検査の検出率を比較検討した。限局性疾患は 56/141 (39.7%) あり、コロイドシンチグラムでは 46/56 (82.1%) の検出が可能であった。

疾患別では原発性肝癌および転移性肝癌においては原発性肝癌の 1 例を除くすべてが検出可能であった。しかし肝囊胞と肝内胆管の拡張は SOL としては 7/16 (43.8%) しか検出できなかった(Table 7)。ECT の検出率は 52/56 (92.7%) であり、原発性および転移性肝癌は 100% の検出が可能であつ



(A) Rotating patient with standing position



(B) Rotating detector with supine position

Fig. 12 Images recorded by two methods of ECT (1)(2), transaxial tomographies of liver tumor (same patient).

Table 6 Comparison of detection rates between conventional scintigram and ECT

Location of lesions	Number of lesions	Scintigram (%)	ECT (%)		
			transverse	frontal	sagittal
Right lobe	37	29 (78.4)	32 (86.5)	34 (91.9)	30 (81.1)
Porta hepatis	13	8 (61.5)	11 (84.6)	9 (69.2)	8 (61.5)
Left lobe	20	17 (85.0)	15 (75.0)	16 (80.0)	13 (65.0)
Total	70	54 (77.1)	58 (82.9)	59 (84.3)	51 (79.2)

Table 7 Results of conventional scintigram, ECT and X-ray CT

Final diagnosis	Scint. (%)		ECT (%)		X-ray CT (%)		Total
	S.O.L.(+)	S.O.L.(-)	S.O.L.(+)	S.O.L.(-)	Findings(+) Findings(-)		
Primary liver cancer	25 (96.2)	1 (3.8)	26 (100.0)	0 (0.0)	25 (96.2) 1 (3.8)		26
Secondary liver cancer	14 (100.0)	0 (0.0)	14 (100.0)	0 (0.0)	13 (92.9) 1 (7.1)		14
Liver cysts	3 (50.0)	3 (50.0)	4 (66.7)	2 (33.3)	6 (100.0) 0 (0.0)		6
Obstructive jaundice	4 (40.0)	6 (60.0)	8 (80.0)	2 (20.0)	10 (100.0) 0 (0.0)		10
Total	46 (82.1)	10 (17.9)	52 (92.2)	4 (7.1)	54 (96.4) 2 (3.6)		56
Normal cases	9 (10.6)	76 (89.9)	4 (4.7)	81 (95.3)	0 (0.0) 85 (100.0)		85

Scint: conventional scintigram

た。しかし肝嚢胞と肝内胆管の拡張は 12/16 (75.0 %) であり、X 線 CT の検出率には及ばなかった。なお X 線 CT では原発性肝癌および転移性肝癌のおののおの 1 例の検出はできなかった (Table 7)。また、三検査の間の有意差は、コロイドシンチグラムと X 線 CT 間のみに認めた。

False negative はコロイドシンチグラム 10/56

(17.9 %), ECT 4/56 (7.1 %), X 線 CT 2/56 (3.6 %) の順に少なかった。False positive はコロイドシンチグラム 9/85 (10.6 %), ECT 4/85 (4.7 %), X 線 CT 0/86 (0 %) であり、false positive および false negative とも解像力の最も良い X 線 CT が最も低かった (Table 7)。しかしコロイドシンチグラムと同時に ECT をルーチン検査として行って読影する

ことによって X 線 CT と同程度の検出率であった。

V. 症 例

〔症例 1〕 F.U. 77歳、女性、転移性肝癌、(Fig. 13)
胃癌の術前検査として肝シンチグラムを行った。

$^{99m}\text{Tc}\text{-phytate}$ によるシンチグラムでは SOL は認めなかった。また二各種同時測定時の $^{198}\text{Au}\text{-colloid}$ によるシンチグラム (Fig. 13, B) でも SOL は認めず、 $^{67}\text{Ga}\text{-citrate}$ のシンチグラム (Fig. 13, A) でも異常集積像は認めなかった。しかし減算シンチグラム (Fig. 13, C) では左葉に小さい異常陽性像

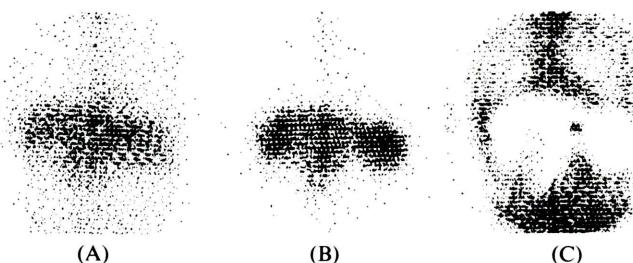
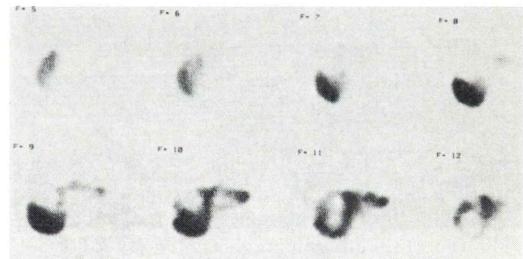


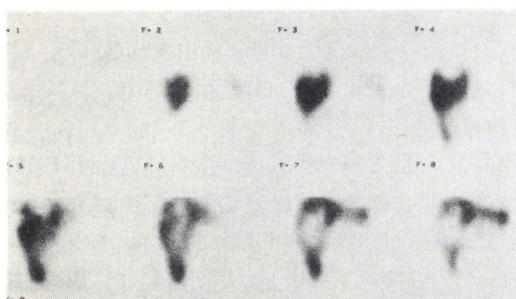
Fig. 13 Case 1 F. U. 77Y. Female, Merastatic liver cancer.
(A) $^{67}\text{Ga}\text{-citrate}$ scintigram (B) $^{198}\text{Au}\text{-colloid}$ scintigram
(C) Subtraction scintigram



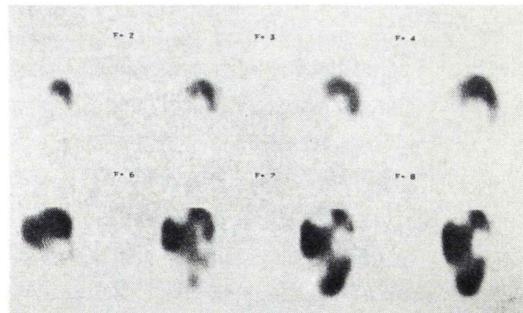
(A) Conventional scintigrams



(B) Transaxial tomographies in ECT

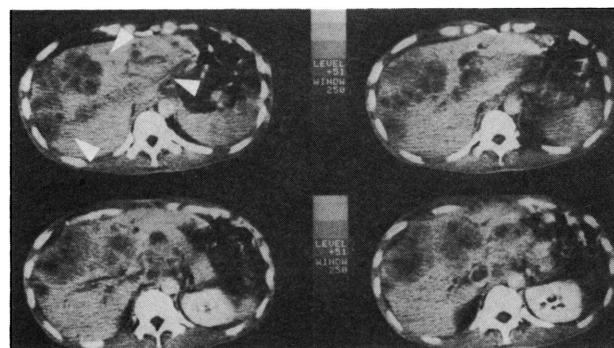


(C) Frontal tomographies in ECT

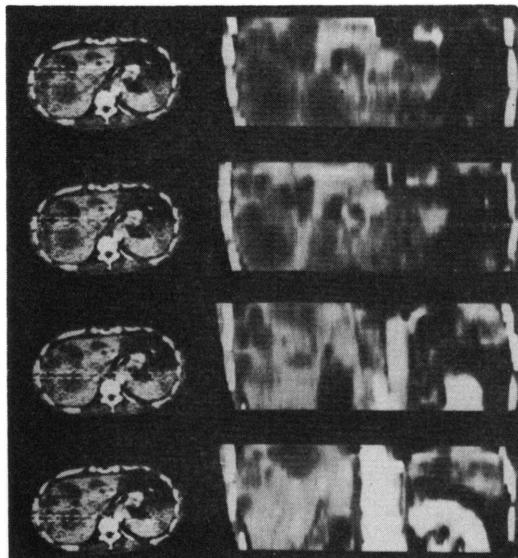


(D) Sagittal tomographies in ECT

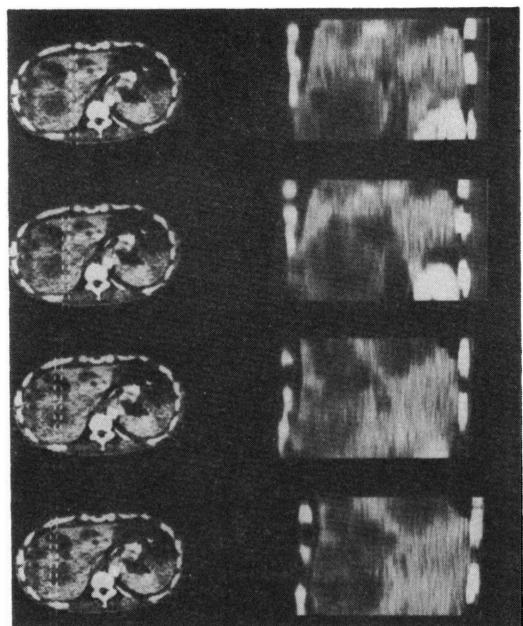
Fig. 14 Case 2 J.S. 39Y. Male, Metastatic liver cancer. (continued)



(E) Transaxial tomographies in X-ray CT



(F) Frontal tomographies in X-ray CT



(G) Sagittal tomographies in X-ray CT

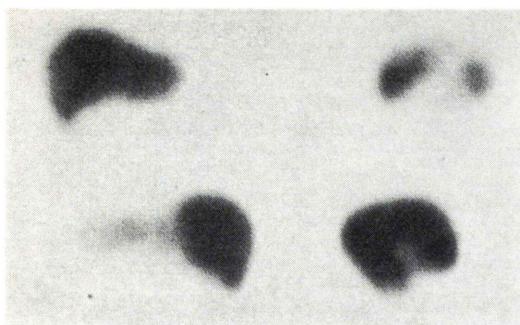
Fig. 14 Case 2 J. S. 39Y. Male, Metastatic liver cancer

を始めて認め、手術にて確認した。この症例は減算シンチグラムを行ったうち、最小の腫瘍であった。

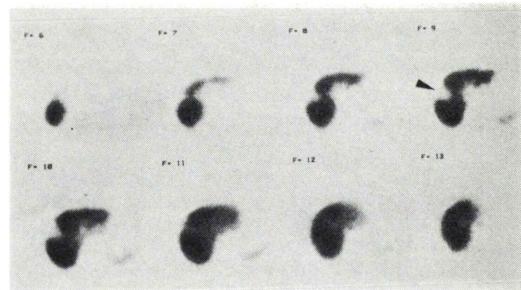
〔症例2〕 J. S. 37歳、男性、転移性肝癌 (Fig. 14)
胃癌 (Borrmann IV型) 術後経過観察にて肝シンチグラムとECTを行った。従来のシンチグラム (Fig. 14, A) では肝臓全体に多数のSOLを認めた。またECTの横断断層、前額断層、矢状断層 (Fig. 14, B, C, D) でも多数のSOLが従来

の肝シンチグラムより明確に描出された。X線CTの各断層 (Fig. 14, E, F, G) でも多数の低吸収領域を認めた。

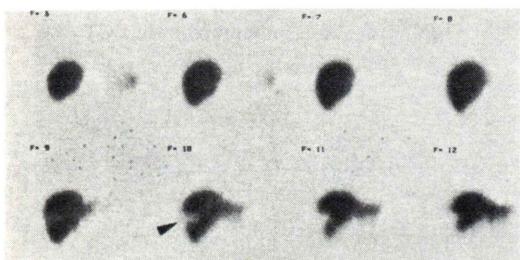
〔症例3〕 M. S. 45歳、女性、転移性肝癌 (Fig. 15)
直腸癌術後の経過観察にて肝シンチグラムとECTを行った。従来の4方向の肝シンチグラム (Fig. 15, A) では正面像と右側面像にて、右葉右縁にSOLを認めた。ECTの3断層でもSOLの指摘は容易であったが横断断層 (Fig. 15, B) と前



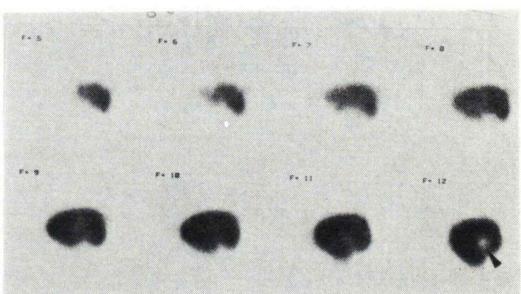
(A) Conventional scintigrams



(B) Transaxial tomographies in ECT



(C) Frontal tomographies in ECT



(D) Sagittal tomographies in ECT

Fig. 15 Case 3 M.S. 48Y. Female, Metastatic liver cancer.

額断層 (Fig. 15, C) が明確に SOL を描出している。

〔症例 4〕 T. T. 47歳、男性、肝囊胞、(Fig. 16)

精神科に入院の患者で α -Fetoprotein が上昇し、肝シンチグラムと ECT を行った。肝シンチグラム (Fig. 16, A) では SOL は指摘できなかった。しかし ECT の横断断層 (Fig. 16, B) と前額断層 (Fig. 16, C) では右葉上部背側に SOL の指摘が可能であった。X 線 CT (Fig. 16, E) では右葉背側に小さい円形の低吸収領域を認めた。

VI. 考 案

放射性同位元素を用いるシンチグラムは機能的な分布像であり、網内系描出のコロイドを用いたシンチグラムと腫瘍親和性核種を用いたシンチグラムの両者がある。

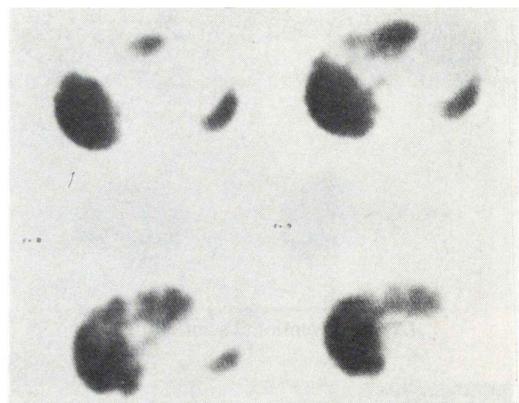
減算シンチグラムは1966年、Kaplan ら²¹⁾が脾臓陰影を明瞭に描出するために ^{198}Au -colloid と ^{75}Se -selenomethionin の二種類の放射性同位元素を用い、後者から前者を減算することによって肝

臓陰影を除去し、明瞭に脾臓陰影を得たことを応用したものである^{22~25)}。この方法は最近になって肝限局性疾患を陽性に描出するために用いられるようになった^{16~19)}。

一方、1963年 Kuhl ら²⁶⁾によって対向型スキャナーによる放射性同位元素を用いた ECT が報告されて以来、最近の電子計算機の発達による X 線を用いた computed tomography (CT) の急速な発達は ECT の開発と発展に大きな影響を与えた。肝シンチグラムの二次元的な画像では肝臓のような厚みのある実質性臓器においては肝臓中心部の限局性疾患の検出は困難なことがあり、ECT のように三次元的な画像ではその検出が容易となる。そのため ECT の基礎的実験として立位被検者回転法と、仰臥位検出器回転法の 2 種類の ECT 装置を用い、ファントーム実験によりそのデータ採取条件、検出能等を検討した。臨床的には肝シンチグラムと同時に ECT をルーチン検査として実施し、二次元像と三次元像について検討した。



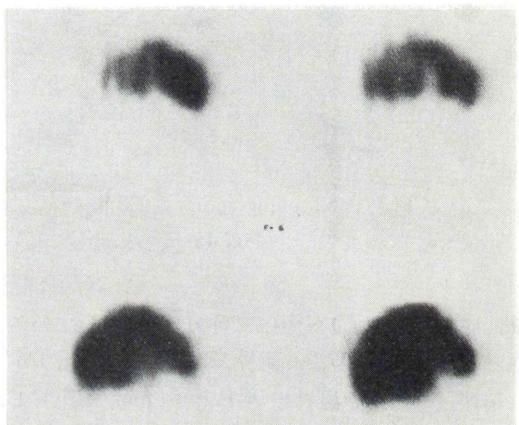
(A) Conventional scintigrams



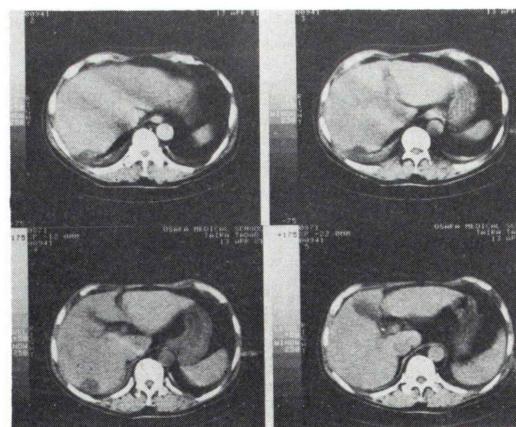
(B) Transaxial tomographies in ECT



(C) Frontal tomographies in ECT



(D) Sagittal tomographies in ECT



(E) Transaxial tomographies in X-ray CT

Fig. 16 Case 4 T.T. 47Y. Male, Liver cyst.

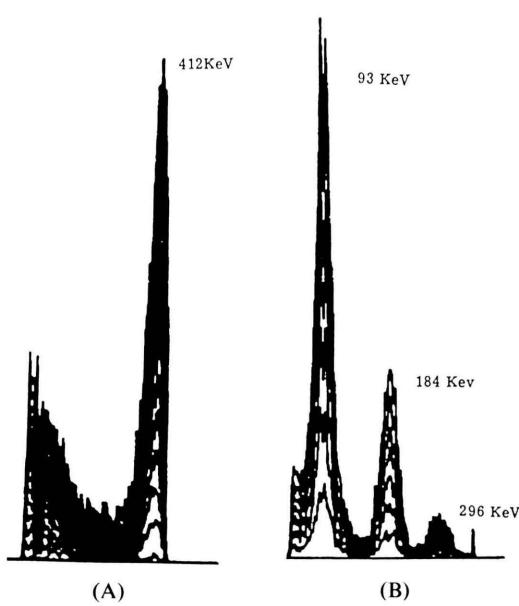


Fig. 17 Energy spectrum of ^{198}Au -colloid (A) and ^{67}Ga -citrate (B) obtained by gamma camera.

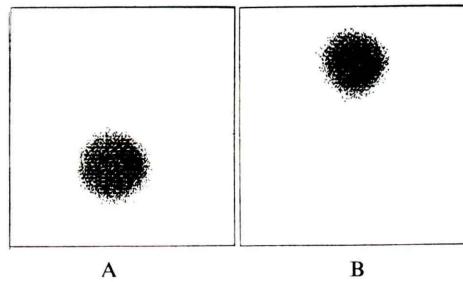


Fig. 18 ^{198}Au -colloid (A) and ^{67}Ga -citrate (B) were recorded at the same time and could be separated by gamma camera system.

1) 二次元像について

現在、肝臓限局性疾患の検出に用いられている二次元像は、肝臓の Kupffer 細胞に貪食される放射性コロイドを用いる方法と腫瘍親和性の放射性同位元素 (^{67}Ga -citrate 等) を用いる方法がある。腫瘍親和性の放射性同位元素 ^{67}Ga -citrate は 1969 年 Edwards ら²⁷がホジキン病患者の骨シンチグラムの時にそのリンパ節病巣に ^{67}Ga -citrate の異常集積を認めた。これ以後肝臓限局性疾患の陽性描画の報告も多数あるが^{28~29}、 ^{67}Ga -citrate は腸管

にも排泄され、また肝臓の正常組織にも摂取されるために限局性疾患には、それ以上の集積がないと読影は必ずしも容易ではない。そこでこの問題点を解決する方法として二種類の放射性同位元素を同時測定し減算処理を行った減算シンチグラムがある。1976年には Buraggi ら²⁸が ^{67}Ga -citrate と $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sulfur colloid を用いて減算シンチグラムを行い、同年 Darmrons ら²⁹は腹部腫瘍に同様の試みを報告している。

本研究では、肝臓限局性疾患を陽性に描画する ^{67}Ga -citrate と陰性に描画する ^{198}Au -colloid (または $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -phytate) を使用して異時投与、同時測定を行い画像的に減算を繰り返し病変部位と周囲との濃度差を増強させて小病巣の検出、病巣の正確な範囲などを表現した。

Fig. 17 はシンチカメラ PHO/GAMMA, HP6406 型によって得られた ^{198}Au (412 KeV) と ^{67}Ga (93 KeV, 184 KeV, 296 KeV) のエネルギースペクトルで分離測定が可能なことを示している。また ^{198}Au の散乱線についてはこのシンチカメラの性能は γ 線エネルギーが 400 KeV 前後では 6 % 前後が像に影響するといわれている³⁰。そのために ^{198}Au と ^{67}Ga を同時測定し散乱線の影響を調べた結果、 ^{198}Au 像と ^{67}Ga 像の相互間の影響は認められず分離測定は可能であった (Fig. 18)。減算シンチグラムとコロイドシンチグラムの検出率を同症例で比較すると 80.8 % と 89.7 % でコロイドシンチグラムの方が優っていた。しかし原発性肝癌においてはコロイドシンチグラムで検出できなかった 4 例の全てが減算シンチグラムで検出可能であった。一方、コロイドシンチグラムで検出でき、減算シンチグラムでは検出できなかった 6 例は壞死の部分が多く ^{67}Ga の集積がなかったものと肝臓の下部辺縁に存在し腸管へ排泄された ^{67}Ga と重複したためと考えられた。転移性肝癌においては両シンチグラムとも検出できなかった 3 例は病変が肝臓の中心部に存在し、乏血性³¹ が多いために ^{67}Ga の集積が少ないので原因と考えられた (Table 5)。

コロイドシンチグラムと減算シンチグラムの総

合的な検出率は 75/78 (96.2%) と非常に良好な結果を示したが、⁶⁷Ga-citrate の投与日と検査日が 2 ~ 3 日ずれることと被爆線量の増加等の問題点があるが精密検査としては、有用な検査法と考える。

2) 三次元像(ECT)について

肝臓に集積した放射性同位元素の三次元像を得る方法には γ 線を放射する放射性同位元素を使用する single photon emission CT (ECT) と陽電子 (positron) を放射する positron CT^{32~35)} の 2 方法がある。前者は1963年 Kuhl ら²⁶⁾によって対向型スキャナによる開発が試みられたが臨床的に使用されるまでには普及せず、1973年 Hounsfield ら^{36,37)}によって X 線 CT が報告されて以来、その画像再構成技術の応用によって臨床的に使用可能な ECT 装置が開発された。その長所は従来からのシンチカメラが利用可能のことと、現在使用されている放射性同位元素が使用可能であることである。

後者はサイクロトロンで製造される陽電子放射体の C, O, N, F などを使用する。これらの内、F を除く他の放射性同位元素は生体構成元素であるために生体内代謝を反映し、機能的な把握がより正確に定量的測定が可能である。また、陽電子は 180° 反対方向に消滅放射線を放出するので対向する検出器で測定することにより深さには関係のない定量的な測定が可能である。しかし測定装置が高価でサイクロトロンが必要であるため現在のところ一般的ではない。

ECT は立位被検者回転法と仰臥位検出器回転法があり、今までの報告は頭部^{38,39)}、心臓⁴⁰⁾、腎臓⁴¹⁾、骨⁴²⁾等があり、そのほとんどが検出器回転法であった。

肝臓における報告は少く⁴³⁾、秋山ら⁴⁴⁾は被検者回転法を用いファントーム実験で 1.0 cm の欠損像を、また福喜多ら⁴⁵⁾は 2.7 cm の欠損像の検出が可能であったと報告している。

著者は直径 20 mm の欠損像の検出は可能であったが、10 mm のものは検出できなかった。同法による臨床的な報告では小山田ら⁴⁶⁾は臨床例 37 例に実施し、その内 4 例が読影に不向きな像しか得られなかったとしている。

i) 立位被検者回転法と仰臥位検出器回転法について

両方法のデータ採取時の多方向像を比較すると、前者の像では右葉下部の軽度下垂を認め、ECT 即ち、横断断層像では両検査とも変化はほとんど認めなかった。また 10 分間程度立位を保てる被検者には立体被検者回転法によって行うのが検査の迅速化につながるものと考える。

検出器回転法は重症患者の体位安定には便利であるが、幅 320 mm のベッドに乗降するため迅速性にはやや難点があり、検査時間が長びく傾向にあった。

しかし両方法とも臨床的に十分使用可能であった。

ii) ECT と他の検査法の比較について

X 線 CT は、他の臓器との関係、質的診断、比較的小さい病変等の検出という点では最も優れた検査法である。しかし肝臓全体像の把握および吸収値の差のない疾患（一部の原発性肝癌）の検出が出来ないなどの欠点がある。一方コロイドシンチグラムは肝臓全体の把握は容易であるが、生理的な欠損（胆嚢床、心圧痕、腎圧痕等）、肝臓中心部の病変、および質的診断等の読影上の欠点がある。しかし ECT を加えることにより、生理欠損の的確な読影および肝臓中心部病変の検出は可能となった。また、ECT の 3 断層像おのおの単独の検出率では限局性疾患の存在部位によって異なるが、前額断層の検出率が最も良好でありつぎに横断断層、矢状断層の順であった。このためコロイドシンチグラム（4 方向）、前額断層、横断断層を用いることにより、より良い検出率が得られた。

質的診断については、コロイドシンチグラム、ECT とも X 線 CT には劣るが、⁶⁷Ga-citrate を使用する減算シンチグラムによってある程度可能であった。また減算シンチグラムは肝硬変症のように形態的変化の強い疾患の false positive の減少には既報の通り良好な結果であった¹⁹⁾。

X 線 CT は呼吸停止の問題と肝臓全体の把握には難点がある。しかし、コロイドシンチグラムの肝臓全体像と ECT の横断断層、前額断層用いる

ことにより、限局性疾患を的確に指摘し得るものと考える。

ECT はコロイドシンチグラムに引き続き、放射性同位元素の追加投与なしに検査が可能なためにルーチン検査として非常に有効な検査法と考える。

VII. まとめ

減算シンチグラムを実施した 78 例について、⁶⁷Ga シンチグラム、コロイドシンチグラムを用いて比較検討した。

ECT については、ファントーム実験でデータ採取条件と検出能の検討を行い、立位被検者回転法と仰臥位検出器回転法を比較し、コロイドシンチグラム、X 線 CT と同一臨床例 141 例について、比較検討した。

- (1) 減算シンチグラムはコロイドシンチグラムの false negative, false positive の減少と、ある程度の質的診断、即ち精密検査として臨床的に有効な検査法であった。
- (2) 肝臓における ECT のデータ採取条件と検出能はファントーム実験によって検討した。
- (3) ECT のデータ採取法として立位被検者回転法と仰臥位検出器回転法があり両者を肝臓について臨床例に試みた結果、画像的には大きな差はなく、両者とも臨床的に使用可能であった。
- (4) コロイドシンチグラムに引き続き放射性同位元素の追加投与なしに ECT をルーチン検査として行うことが可能であり、両検査の総合的な検出率は X 線 CT と同程度であった。

謝 辞

稿を終えるに臨み、御懇篤なる御指導と御校閲を賜りました大阪医科大学・放射線医学教室、赤木弘昭教授に深甚なる謝意を捧げます。また本研究に御協力いただきました大阪医科大学・放射線医学教室各位に厚くお礼申し上げます。

本論文の内容は第39回、第40回日本医学放射線学会総会と第20回核医学会総会にそれぞれ発表した。

文 献

- 1) 土田龍也、越智宏暢、他：肝シンチグラフィー. *Medical Postgraduates* 12(1): 9-19, 1974
- 2) Harper PV, et al: The use of technetium-99m as a clinical scanning agent for Thyroid, Liver, and Brain. *Medical Radioisotope Scanning*, 33-46, IAEA, Vienna, 1964
- 3) Lin MS, Winchell HS: A "Kit" method for the preparation of a technetium-tin (II) colloid and a study of its properties. *J Nucl Med* 13: 58-65, 1972
- 4) Subramanian JG, McAfee JG, Mehter A, et al: ^{99m}Tc-stannous phytate: A new in vivo colloid for imaging the reticuloendothelial system. *J Nucl Med* 14: 459, 1972
- 5) 深草駿一、塙田真弓：放射性硫化テクネチウム—99m-コロイドと放射性ーコロイドによる肝シンチグラムの比較. *Radioisotopes* 20: 511-518, 1971
- 6) 渡辺克司、他：硫化テクネチウム(^{99m}Tc-S)コロイドによる肝シンチグラフィ. *Radioisotopes* 20: 519-523, 1971
- 7) 岩崎尚弥、柴田茂、水戸迪郎、他：^{99m}Tc-sulfur colloid による肝シンチグラムの診断的意義. *核医学* 8: 12-20, 1971
- 8) Stirrett LA Yuhl, ET, Libby RL: The hepatic radioactivity survey. *Radiology* 61: 930-933, 1953
- 9) Friedell HL, MacIntyre WJ, Rejali AM: A method for the visualization of the configuration and structure of the liver. *Am J Roentgenol* 77: 455-470, 1957
- 10) Anger HO: Medical radioisotope scanning. *Rev Sci Inst* 29: 27-33, 1958
- 11) Anger HO: Gamma-ray and positron scintillation camera. *Nucleonics* 21: 56, 1963
- 12) 鳥塚莞爾、浜本研、藤井正博、他：シンチカメラ. *日本臨床* 27: 3001-3019, 1969
- 13) Bruno FP, Brookeman VA, Williams CM: A digital computer data acquisition, display and analysis system for the gamma camera. *Radiology* 96: 658-661, 1970
- 14) Ashburn WL, Moser KM, Guisan M: Digital and analog processing of anger camera data with a dedicated computercontrolled system. *J Nucl Med* 11: 680-688, 1970
- 15) 三枝健二、観弘毅、有水昇：小型電子計算機によるシンチグラムの on line 处理. *日本医放会誌* 32: 587-594, 1972
- 16) 河合武司、種子田秀樹、福田徹夫、他：肝および脾臓の二核種同時測定における像の Subtraction 处理について. *日医放会誌* 35: 臨時増刊号 41, 1975
- 17) 河合武司、竹中正純、小川翼、他：肝シンチグラムにおける単一核種像と二核種処理像の比較. *日医*

- 放会誌 **36**: 臨時増刊号 53, 1976
- 18) 河合武司, 新宅敬夫, 長島 功, 他: 二核種使用による肝シンチグラムの臨床的検討. 日医放会誌 **13**: 716, 1976
- 19) 河合武司, 前田裕子, 小川 翼, 他: 二核種同時測定による肝臓の減算シンチグラムの評価. 核医学 **16**: 735-745, 1979
- 20) 百瀬郁光, 宮前達也, 菅原克彦: 肝腫瘍診断における⁶⁷Ga-citrateの役割. 臨放 **18**: 267-274, 1973
- 21) Kaplan E, Porath BM, Fink S, et al: Elimination of liver interference from the selenomethionine pancreas scanning. J Nucl Med **7**: 807-816, 1976
- 22) Eaton SB, Potsaid MS, Lo HH, et al: Radioisotopic "Subtraction" scanning for pancreatic lesion. Radiology **89**: 1033-1039, 1967
- 23) Staab EV, Babb OA, Klatte EC, et al: Pancreatic radionuclide imaging using electronic subtraction technique. Radiology **99**: 633-640, 1971
- 24) 間島行春, 井ノ崎光彦, 栗島春仁, 他: 二核種同時測定における脾シンチグラム(第一法). 日医放会誌 **35**: 824-825, 1975
- 25) Akagi H, Sakata T, Majima Y, et al: Clinical evaluation of double isotope gamma camera method. Proceedings of The Second Asian Oceanian Congress of Radiology, 1975 (in press).
- 26) Kuhl DE, Edwards, RQ: Image separation radioisotope scanning **80**: 635-662, 1963
- 27) Edwards CI, Hayes RL: Tumor scanning with ⁶⁷Ga-citrate. J Nucl Med **10**: 103-105, 1976
- 28) Burragg GL, Laurini R, Rodari A, et al: Double-tracer scintigraphy with ⁶⁷Ga-citrate and ^{99m}Tc-sulfer colloid in the diagnosis of hepatic tumor. J Nucl Med **17**: 369-373, 1976
- 29) Damron JR, Beihn RM, De Land FH: Detection of upper abdominal abscesses by radionuclide imaging. Radiology **120**: 131-134, 1976
- 30) 上柳英郎, 木下勝弘, 大前 栄, 他: シンチレーションカメラ. 島津評論 **26**: 423-437, 1969
- 31) 浜本 研, 白井孝雄, 高坂唯子, 他: 悪性腫瘍の RI 診断—Ga-67を中心とした第一版, 安河内浩, 医学図書出版社, 東京, 86-96, 1972
- 32) Budinger TF, Derenzo SE, Gullberg GT, et al: Emission computer assisted tomography with single-photon and positron annihilation photon emitters. J Computer Assisted Tomography **1**: 131-145, 1977
- 33) Phelps ME: Emission computed tomography. Semi Nucl Med **7**: 337-365, 1977
- 34) 野原功全, 飯沼 武: ポジトロンコンピュータ断層装置. 臨床 ME **2**: 37-45, 1978
- 35) Phelps ME, Hoffman EJ, Huang SC, et al: ECAT: A new computerized tomographic imaging system for positron-emitting radiopharmaceuticals. J Nucl Med **19**: 635-647, 1978
- 36) Hounsfield GN: Computerized transverse axial scanning (tomography): Part I. Description of system. Brit J Radiol **46**: 1016-1022, 1973
- 37) Ambrose J: Computerized transverse axial scanning (tomography): Part II. Clinical application. Brit J Radiol **46**: 1023-1047, 1973
- 38) Jaszczak RJ, Murphy PH, Huard D, et al: Radio-nuclide emission computed tomography of the head with ^{99m}Tc and a scintillation camera. J Nucl Med **18**: 373-380, 1977
- 39) Manlio FL, Masland WS, Kuhl DE, et al: The prognostic significance of a deep-wedge pattern in transverse section scanning of cerebral infarctions. Radiology **103**: 135-137, 1972
- 40) Holman BL, Hill TC, Wynne J, et al: Single-photon transaxial emission computed tomography of the heart in normal subjects and in patients with infarction. J Nucl Med **20**: 736-740, 1979
- 41) Burdine JA, Murphy PH, Depvey EG: Radio-nuclide computed tomography of the body using routine radiopharmaceuticals. II. Clinical applications. J Nucl Med **20**: 108, 1979
- 42) Brown ML, Keyes JW, Leonard PF, et al: Facial bone scanning by emission tomography. J Nucl Med **18**: 1184-1188, 1979
- 43) Kuhl DE, Edwards, RA: Cylindrical and section radioisotope scanning of the liver and brain. Radiology **83**: 926-935, 1964
- 44) 秋山芳久, 木下富士美, 小坪正木, 他: ガンマカメラを用いたシングルフォトンラジオアイソトープエミッション CT 像. Radioisotopes **28**: 494-499, 1979
- 45) 福喜多博義, 小山田日吉丸, 河合英夫, 他: 回転椅子方式による横断シンチグラフィの基礎的検討. Radioisotopes **30**: 15-19, 1981
- 46) 小山田日吉丸, 福喜多博義, 照井頤二, 他: 回転椅子方式による肝の横断シンチグラフィーについて. 核医学 **18**: 63-72, 1981

Summary

Studies on Liver Images by Subtraction Scintigram and ECT

Takeshi KAWAI

Department of Radiology, Osaka Medical College

In this report, double isotope method (subtraction scintigram), single photon emission computed tomography (ECT) and their clinical results were described.

Materials: Seventy-eight cases by subtraction scintigram and 451 cases by ECT were examined and evaluated.

Method: In subtraction scintigram, ^{67}Ga -citrate (2 mCi) was injected three days before the examination, and immediately after the intravenous injection of ^{198}Au -colloid (300 μCi), data were collected by a gamma camera system with two discriminators and a central processing unit.

ECT was performed by rotating patient method or rotating detector method after the conventional liver scintigram with $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -phytate (5–8 mCi). Seven cases were examined by both methods, and the images of multiprojection and transaxial ECT

of the liver were evaluated.

Results: Data collection of ECT from 36 directions with sampling time of 10 seconds per frame was best for the clinical use.

The both rotating patient and rotating detector methods showed almost the same images in ECT.

The detection rates of space occupying lesions (SOL) in liver were 82.1% by conventional scintigram, 96.1% by combination of conventional and subtraction scintigram, 92.9% by ECT, and 96.4% by X-ray CT.

It was concluded that the combination of conventional scintigram and ECT showed almost the same detection rate as that of X-ray CT and was useful for detection of SOL in liver.

Key words: Single photon emission CT, Subtraction scintigram, Liver tumor, Liver scintigram