

## 《原 著》

# $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイド, $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸による肝シンチグラフィ

( $^{198}\text{Au}$ -コロイド,  $^{99m}\text{Tc}$ -サルファコロイドとの対比)

油 野 民 雄\*  
渡 辺 日出海\*

上 野 恭 一\*  
久 田 欣 一\*

## I はじめに

$^{99m}\text{Tc}$  は核種自身の有する物理的優秀性（物理的半減期は6時間、シンチグラフィに最適な140 KeVの単一 $\gamma$ 線エネルギー放出）と、実際使用するに便利な $^{99}\text{Mo}$ - $^{99m}\text{Tc}$  カウが容易に得られることにより、万能シンチグラフィ用核種として期待されている。肝シンチグラフィ用としても従来より $^{99m}\text{Tc}$ -サルファコロイドが用いられ、肝内限局性病変の検出<sup>1)</sup>、脾描画、患者への被曝量軽減など、 $^{198}\text{Au}$ -コロイドに比してその優秀性が認められていることは周知の事実である。しかし反面、調製時に約20分と多少時間を費やすこと、またコロイドの粒子サイズの均一性<sup>2)</sup> など種々の問題が指摘されてきた。近年、 $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイド<sup>3)</sup> や $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸<sup>4)</sup> が相ついで報告され極めて短時間内に調製可能となった。そこで今回、シンチスキャナーを用いて $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドと $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸による肝シンチグラフィを施行し、従来の $^{198}\text{Au}$ -コロイドと $^{99m}\text{Tc}$ -サルファコロイドとの比較検討を試みた。

## II 対象ならびに方法

昭和48年8月より昭和49年1月までに当科にて

\* 金沢大学医学部核医学教室  
(主任：久田欣一教授)

受付：49年3月4日

別刷請求先：金沢市宝町13-1 (〒920)

金沢大学医学部核医学教室

油 野 民 雄

施行された $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドによる肝シンチグラフィ160例中52例、ならびに $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸による肝シンチグラフィ60例中35例を対象とし、肝集積係数ならびに前面像における肝外分布所見（主として脾影）について $^{99m}\text{Tc}$ -サルファコロイドならびに $^{198}\text{Au}$ -コロイドの対比を施行した。さらに簡易ろ紙クロマトグラフィを用い両物質の収率を求めた。

使用物質はダイナボット RI 研究所より提供されたキットを用い、 $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドは電解法により、 $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸はNa Phytate 5mg, Sn Cl<sub>2</sub> 0.5mg を含有する vial 内へ $^{99}\text{Mo}$ - $^{99m}\text{Tc}$  カウより得られた $^{99m}\text{TcO}_4^-$  を5 ml 注入して振盪して調製されたものである。両物質による肝シンチグラフィは、各々2～3 mCi 静注20～30分以後に91孔のハニーコロメーターを用いた島津 150 S 型5インチシンチレーションスキャナーにて施行した。記録条件に関しては肝または脾のいずれかの最高計数部の濃度が1.5になるような一定条件にて、フォトスキャン像を得た。

## III 結 果

1) 収集効率：85%メタノールを溶媒とした簡易ろ紙クロマトグラフィにて収集効率を求めた結果、 $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドでは99%以上、 $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸では90%以上の値を示し共に良好であった。

2) 肝集積係数：甲状腺機能亢進症2例について、 $^{99m}\text{Tc}$ -標識化合物10mCi 静注後20分間、Pic-

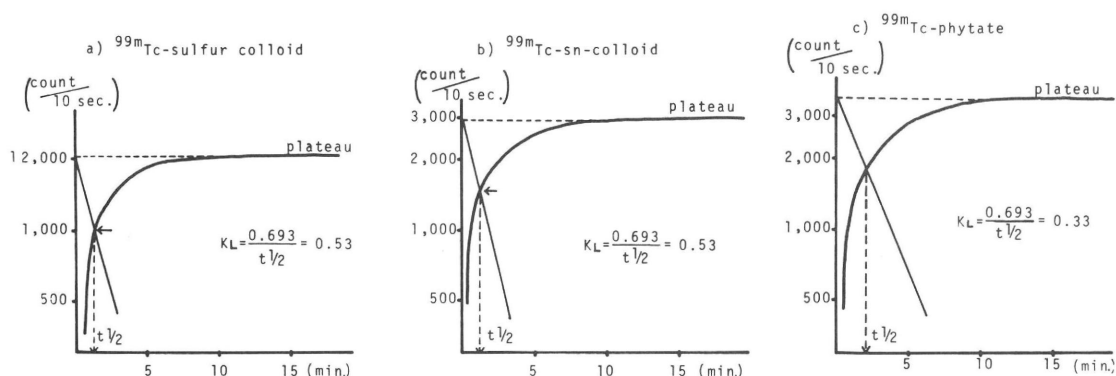


Fig. 1 Hepatic accumulation curves with a)  $^{99m}\text{Tc}$ -sulfur colloid, b)  $^{99m}\text{Tc}$ -sn-colloid and c)  $^{99m}\text{Tc}$ -phytate in a 35-year-old female case with hyperthyroidism. (K=hepatic accumulation coefficient)

ker社Dyna Cameraを用いて体外計測を行い、これをVTR装置にて収録し、後にプレイバックして、オシロスコープ上に再生し、肝右側の一定領域の10秒間の経時的カウント変化を求め集積曲線を描いた。得られた集積曲線を片対数グラフ上にプロットし直し、集積曲線上のPlateau値から各時間毎の値を差し引き $T_{1/2}$ を求め肝集積係数( $K_L = \frac{0.693}{T_{1/2}}$ )を算出した。 $^{99m}\text{Tc}$ -サルファコロイド、 $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイド、 $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸の肝集積係数を求めた結果を図1に示したが、3つの

物質のうちで $^{99m}\text{Tc}$ -サルファコロイドと $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドは、ほぼ類似した値を呈し $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸は、前2者に比して低い値を示した。他の1例も同様の所見を呈した。

3)  $^{99m}\text{Tc}$ -サルファコロイド、 $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイド、 $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸による前面像肝シンチグラフィ所見の対比(特に脾影描画度に関して)

①  $^{99m}\text{Tc}$ -サルファコロイドと $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドとの対比: 慢性肝炎2例、肝硬変1例、悪性腫瘍3例、血液疾患1例の計7例について両物質

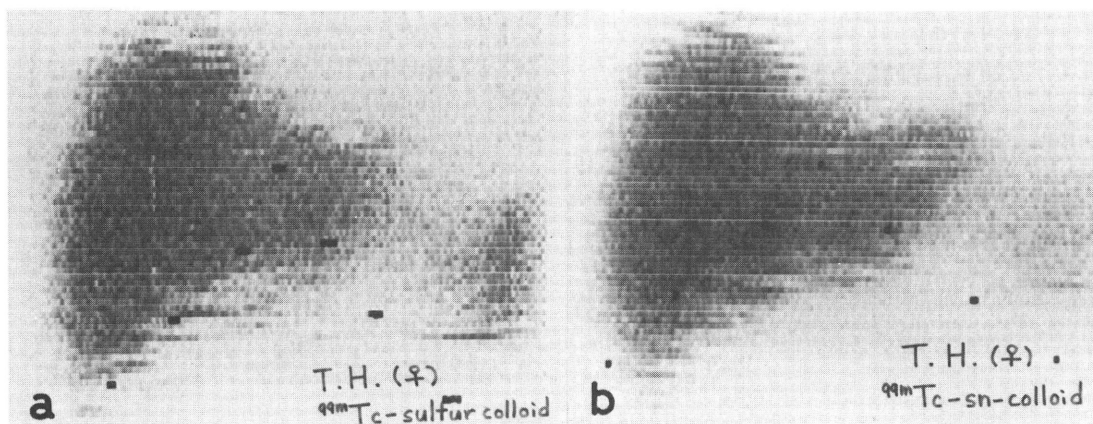


Fig. 2 46-year-old female with breast cancer. Anterior liver scintigrams using a)  $^{99m}\text{Tc}$ -sulfur colloid, and b)  $^{99m}\text{Tc}$ -sn-colloid.

による肝シンチグラフィを5インチスキャナーにて施行し、得られた前面像について肝濃度と脾濃度とを対比することにより脾影描画度（以下脾影度と略）を評価した結果、7例中2例（慢性肝炎、悪性腫瘍各1例）で同程度の脾影所見を呈したが5例では、 $^{99m}\text{Tc}$ -サルファコロイドの方が $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドより高い脾影度を呈した。図2に乳癌患者で、 $^{99m}\text{Tc}$ -サルファコロイドが $\text{Tc}$ -スズコロイドより高い脾影度を呈した1例を示した。

②  $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸と $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドとの対比：慢性肝炎2例、肝硬変2例、脂肪肝1例、悪性腫瘍3例の計8例につき $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸と $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドによる肝シンチグラフィを施行し、上述の方法で脾影度を評価した結果、8例中2例（脂肪肝、肝硬変各1例）で同程度の脾影所見を呈したが、6例は $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドの方が $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸より高い脾影所見を呈した。図3に慢性肝炎患者で、 $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドの方が $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸より高い脾影度を呈した1例を示した。

以上の結果より、 $^{99m}\text{Tc}$ -サルファコロイド、 $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイド、 $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸肝シンチグラフィによる前面像での脾影度は、ほぼ $^{99m}\text{Tc}$ -サルファコロイド $>$  $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイド $>$  $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸の傾向を呈した。

4) 前面像での病的肝外分布所見の決定（特に脾影度）： $^{198}\text{Au}$ -コロイドの場合、脾影所見は瀦

慢性肝疾患の判定に有力な情報を提供するが、 $^{99m}\text{Tc}$ -化合物の場合正常でも脾影を認めることが多い。そのため、 $^{198}\text{Au}$ -コロイドの脾影度と $^{99m}\text{Tc}$ -化合物の脾影度とを対比し、両者に一定の平行な関係があれば $^{99m}\text{Tc}$ -標識化合物の場合でも病的脾影度を決定することが可能と思われる。

#### ① $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイド

急性肝炎4例、亜急性肝炎1例、慢性肝炎11例、肝硬変4例、脂肪肝5例、バンチ氏症候群2例、血液疾患2例、悪性腫瘍8例（胃癌3例、直腸癌2例、甲状腺癌1例、乳癌1例、食道癌1例）その他9例の計46例で、 $^{198}\text{Au}$ -コロイド  $100\mu\text{Ci}$ 、 $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイド2～3  $\text{mCi}$  静注による肝シンチグラフィを各々に施行し、得られた前面像所見について対比した。

i. 脾影度：両物質による脾影度を対比した結果は表1のごとくである。 $^{198}\text{Au}$ -コロイドに関しては脾影長より、脾影（一）、軽度出現（長径5  $\text{cm}$  以内）、中等度出現（5  $\text{cm}$ ～10  $\text{cm}$ ）、高度出現（10  $\text{cm}$  以上）の4段階に分類。 $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドに関しては、肝と脾の最高濃度を対比し、脾影（一）、肝濃度 $>$ 脾濃度、肝濃度 $\div$ 脾濃度、肝濃度 $<$ 脾濃度、肝濃度 $\ll$ 脾濃度（脾が著明に描画されかつ肝の描画所見に乏しい）の5段階に分類した。表1より、 $^{198}\text{Au}$ -コロイドと $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドの脾影度はほぼ平行な正の相関を呈して

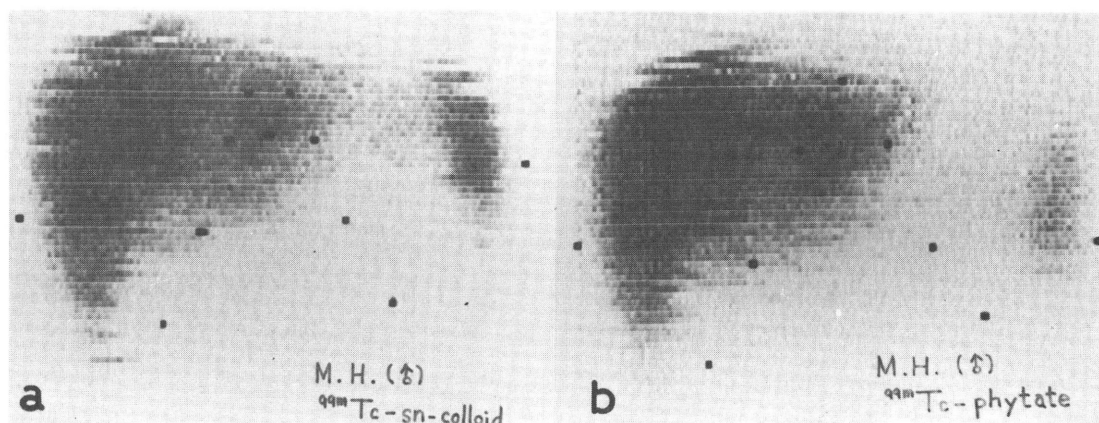


Fig. 3 36-year-old male with chronic hepatitis. Anterior liver scintigrams using a)  $^{99m}\text{Tc}$ -sn-colloid, and b)  $^{99m}\text{Tc}$ -phytate.

**Table 1** Comparison of splenic visualization degrees on anterior liver scan between  $^{99m}\text{Tc}$ -sn-colloid and  $^{198}\text{Au}$ -colloid.

|  |                     | Degrees of splenic visualization with $^{99m}\text{Tc}$ -sn-colloid |                         |                         |                         |                          | total |
|--|---------------------|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------|
|  |                     | no visualization  | liv. conc. > spl. conc. | liv. conc. = spl. conc. | liv. conc. < spl. conc. | liv. conc. << spl. conc. |       |
| Degrees of splenic visualization with $^{198}\text{Au}$ -colloid | no visualization    | 3   | 14                      | —                       | —                       | —                        | 17    |
|  | faint(<5cm)         | —   | 5                       | 9                       | 5                       | —                        | 19    |
|  | moderate (5cm—10cm) | —   | —                       | 2                       | 3                       | —                        | 5     |
|  | high(>10cm)         | —   | —                       | 1                       | 3                       | 1                        | 5     |
| total  |                     | 3   | 19                      | 12                      | 11                      | 1                        | 46    |

いることがわかるが、 $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドで肝の濃度が等しいか脾濃度が高い所見を呈した24例全例で $^{198}\text{Au}$ -コロイドで脾描画像を呈した。

ii. 骨髄その他： $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドで骨髄描画を認めた例は4例（肝硬変2例，慢性肝炎，パンチ症候群各1例）であり，うち肝硬変症の1例で $^{198}\text{Au}$ -コロイドでも骨髄描画を認めた。 $^{99m}\text{Tc}$ -サルファコロイドの場合，しばしば肺描画を認めるが， $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドの場合は，肝硬変症の1例のみであった。

#### ② $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸

急性肝炎1例，慢性肝炎7例，肝硬変3例，脂肪肝1例，血液網内系疾患4例，悪性腫瘍4例（胃癌2例，食道癌1例，直腸癌1例）その他1例の計21例について上記同様， $^{198}\text{Au}$ -コロイド100 $\mu\text{Ci}$ と $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸2～3mCi. 静注による肝シンチグラフィを施行し得られた前面像につい

て対比した。

i. 脾影度：肝濃度と対比した脾濃度，脾大きさ共に $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸による脾影度は $^{198}\text{Au}$ -コロイドの脾影度とはほぼ同程度の所見を呈し，僅かに21例中2例（慢性肝炎，肝硬変各1例）で $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸が高い脾影度の所見を呈したのみであった（表2）。

ii. 骨髄： $^{99m}\text{Tc}$ -フチンで2例（肝硬変，低色素性貧血症各1例）に骨髄描画を呈したが， $^{198}\text{Au}$ -コロイドでも骨髄描画を呈した。また $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸によるシンチグラフィ21例中肺描画は認められなかった。

## IV 考 按

$^{99m}\text{Tc}$ -は核種自身の有する物理化学的性質と $^{99}\text{Mo}$ - $^{99m}\text{Tc}$ カウの普及により万能核種としてシンチグラフィにルーチンに使用されるに至った

**Table 2** Comparison of splenic visualization degrees on anterior liver scan between  $^{99m}\text{Tc}$ -phytate and  $^{198}\text{Au}$ -colloid.

|  |                     | Degrees of splenic visualization with $^{99m}\text{Tc}$ -phytate |             |                     |             | total |
|--|---------------------|--|-------------|---------------------|-------------|-------|
|  |                     | no visualization   | faint(<5cm) | moderate (5cm—10cm) | high(<10cm) |       |
| Degrees of splenic visualization with $^{198}\text{Au}$ -colloid | no visualization    | 5  | —           | —                   | —           | 5     |
|  | faint(<5cm)         | —  | 7           | 2                   | —           | 9     |
|  | moderate (5cm—10cm) | —  | —           | 6                   | —           | 6     |
|  | high(>10cm)         | —  | —           | —                   | 1           | 1     |
| total  |                     | 5  | 7           | 8                   | 1           | 21    |

が、 $^{99m}\text{Tc}$ -サルファコロイドの場合、調製に加熱処理のためやや時間を費やす欠点があった。しかし、 $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドや $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸は極めて短時間に簡単に調製可能となった。これらの $^{99m}\text{Tc}$ -標識化合物を用いた場合、大量投与が可能であり、従来の $^{198}\text{Au}$ -コロイドに比して良質の画像が得られるため限局性肝疾患の診断に優れているといえる。しかし、瀰漫性肝疾患の判定に関して、正常例ならば前面像で脾が描画されず脾描画所見は肝もしくは脾の異常を示すと考えられてきた $^{198}\text{Au}$ -コロイドに反し、 $^{99m}\text{Tc}$ -コロイドでは正常例でも脾が描画されるため、脾描画所見より肝または脾の病的意義を見出すのは困難と考えられてきた<sup>5)</sup>。著者らは、 $^{99m}\text{Tc}$ -サルファコロイドに関しては前面像における瀰漫性肝疾患判定のための脾影度の基準を決定した<sup>6)</sup>が、今回、 $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイド、 $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸についても同様の検討を施行した。 $^{99m}\text{Tc}$ -標識化合物を用いて脾影度を判定する場合、確かに低エネルギーのため前面からの深さに影響を受け易い<sup>1)</sup> 難点はある。しかし、 $^{198}\text{Au}$ -コロイドの脾影度と $^{99m}\text{Tc}$ -標識化合物の脾影度とを対比し、両者間にパラレルな正の相関関係が存在すれば、前面像での脾影度を評価することはある程度瀰漫性肝疾患の判定に役立つのではないかとと思われる。今回の結果より、 $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイド、 $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸の脾影度は $^{198}\text{Au}$ -コロイドの脾影度とほぼパラレルな関係を呈し、特に $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドでは肝の濃度と等しいかまたは高い脾濃度所見を呈すれば異常脾影度、 $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸では $^{198}\text{Au}$ -コロイドと、脾影度がほぼ類似しているための前面像で脾影度の出現をみれば異常脾影度ではないかという結論に達した。

今回、 $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイド、 $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸の体内での粒子サイズ( $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸はそれ自身コロイドではないが、血管内でカルシウムを取り込みコロイド状態になると考えられている<sup>4)</sup>) に関しての検討は試みなかった。しかし、肝集積係数、脾影度の結果より、 $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドは $^{99m}\text{Tc}$ -サルファコロイドに等しいかまたはやや小さい粒子サイズ、血管内での $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸は

$^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドや $^{99m}\text{Tc}$ -サルファコロイドよりも明らかに小さく、かつ $^{198}\text{Au}$ -コロイドのサイズに近い粒子サイズを有するのではないかと推察される。

## V おわりに

$^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイド、 $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸による肝シンチグラフィを施行し、 $^{198}\text{Au}$ -コロイド、 $^{99m}\text{Tc}$ -サルファコロイドとの対比をもとに次のとき結論を得た。

1) 前面像で、 $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドの場合、肝濃度に等しいかまたは高い脾濃度を示せば異常と考えられる。 $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸の場合、脾影度は $^{198}\text{Au}$ -コロイドの場合とほぼ一致し、したがって脾影を呈せば異常と考えられる。

2)  $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイド、 $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸の粒子サイズに関しては、 $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドの場合、 $^{99m}\text{Tc}$ -サルファコロイドに近似するかまたはやや小さい粒子サイズ、血管内での $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸は $^{198}\text{Au}$ -コロイドとほぼ近似した粒子サイズではないかと推察される。

以上より、 $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイド、 $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸は調製時の簡便性の点から $^{99m}\text{Tc}$ -サルファコロイドに優れ、また患者への被曝、良好な画像の点で $^{198}\text{Au}$ -コロイドより優れ、今後限局性肝疾患のみならず瀰漫性疾患判定のための肝シンチグラフィ物質として普及発展するものと思われる。

最後に、 $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイド、 $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸のキットを提供されたダイナボット RI 研究所に対し謝意を表します。

## 文 献

- 1) Loken, M.K. and Gerding, D.: Visualization of filling defects in a liver phantom containing  $^{99m}\text{Tc}$ ,  $^{197}\text{Hg}$ ,  $^{131}\text{I}$  or  $^{198}\text{Au}$  using a rectilinear scanner or scintillation camera. Am. J. Roentgenol., 101: 551, 1967.
- 2) French, R.J.: The preparation of a technetium colloid and an indium colloid for liver scanning. Brit. J. Radiol., 42: 68, 1969.
- 3) 池田勲夫 他: Electrolysisによる  $^{99m}\text{Tc}$ -標識(第

- 2 報)  $^{99m}\text{Tc}$ -hydroxide complex,  $^{99m}\text{Tc}$ -EDTA. Radioisotope, **22**: 65, 1973.
- 4) Subramanian, J.G. et al.:  $^{99m}\text{Tc}$ -Stannous Phytate: A New In Vivo Colloid for Imaging the Reticuloendothelial System. J. Nucl. Med., **14**: 459, 1973.
- 5) 渡辺克司 他: 硫化テクネチウム ( $^{99m}\text{Tc}_2\text{S}_7$ ) コロイドによる肝シンチグラフィ. Radioisotope, **20**: 519, 1971.
- 6) 油野民雄, 鈴木 豊, 久田欣一:  $^{99m}\text{Tc}_2\text{S}_7$  コロイド肝シンチグラフィによる瀰漫性肝疾患診断の可能性. 核医学, **10**: 549, 1973.

## Summary

### Liver Scintigraphy with $^{99m}\text{Tc}$ -sn-colloid and $^{99m}\text{Tc}$ -phytate (Comparison with $^{198}\text{Au}$ -colloid and $^{99m}\text{Tc}$ -sulfur colloid)

Tamio ABURANO, Kyoichi UENO, Hidemi WATANABE and Kinichi HISADA

*Department of Nuclear Medicine, School of Medicine, Kanazawa University*

Liver scintigraphy with  $^{99m}\text{Tc}$ -sn-colloid or  $^{99m}\text{Tc}$ -phytate was done in over 200 cases. Each of these two  $^{99m}\text{Tc}$ -compounds could be more rapidly and easily prepared than  $^{99m}\text{Tc}$ -sulfur colloid. In the present study, the comparison between each of these two  $^{99m}\text{Tc}$ -compounds and  $^{99m}\text{Tc}$ -sulfur colloid or  $^{198}\text{Au}$ -colloid was done clinically, and the following results were obtained.

#### 1. Hepatic accumulation coefficient ( $K_L$ ):

Hepatic accumulation curves were recorded in the same patient, using  $^{99m}\text{Tc}$ -sulfur colloid,  $^{99m}\text{Tc}$ -sn-colloid and  $^{99m}\text{Tc}$ -phytate. The result of these three hepatic accumulation coefficients ( $K_L$ ) calculated from the curves showed that a) the value of  $^{99m}\text{Tc}$ -sn-colloid was about the same as that of  $^{99m}\text{Tc}$ -sulfur colloid, and b) the value of  $^{99m}\text{Tc}$ -phytate was the smallest among these three compounds.

**2. Degree of extrahepatic activity (especially, splenic visualization degree):** It is very useful for the evaluation of diffuse hepatic disease to decide the abnormal splenic visualization degree. For the purpose, the comparison of splenic visualization degree was done on anterior view between  $^{198}\text{Au}$ -colloid and each of these two compounds. The following findings

were considered to be abnormal: a) A splenic activity was equal to or exceeded the hepatic activity in  $^{99m}\text{Tc}$ -sn-colloid scan. b) The splenic activity was obviously found in  $^{99m}\text{Tc}$ -phytate scan, since in such cases the splenic activity was usually found in  $^{198}\text{Au}$ -colloid scan. The order of splenic visualization degree among these three  $^{99m}\text{Tc}$ -compounds was considered as follows:  $^{99m}\text{Tc}$ -sulfur-colloid  $>$   $^{99m}\text{Tc}$ -sn-colloid  $>$   $^{99m}\text{Tc}$ -phytate.

Both of  $^{99m}\text{Tc}$ -sn-colloid and  $^{99m}\text{Tc}$ -phytate were considered to be superior to  $^{198}\text{Au}$ -colloid and  $^{99m}\text{Tc}$ -sulfur colloid, because of sharper scintigram with less radiation dose than  $^{198}\text{Au}$ -colloid and more rapid and easier preparation than  $^{99m}\text{Tc}$ -sulfur colloid, and these two  $^{99m}\text{Tc}$ -compounds could be fully applicable into liver scintigraphy for the evaluation of diffuse as well as focal hepatic diseases. Moreover, although the particle size of these two compounds could not be evaluated accurately, it was inferred that a) the particle size of  $^{99m}\text{Tc}$ -sn-colloid was about the same as or a little smaller than that of  $^{99m}\text{Tc}$ -sulfur colloid, and b) the particle size of  $^{99m}\text{Tc}$ -phytate in the body was about the same as that of  $^{198}\text{Au}$ -colloid.