

Double Isotope Method による胆道・消化管両シンチグラムの 同時定量解析法に関する基礎的・臨床的研究

和歌山県立医科大学消化器外科
和歌山県立医科大学 R.I. 室*

青木 洋三 柿原美千秋 佐々木政一
田伏 洋治 竹井 信夫 谷口 勝俊
勝見 正治 鳥住 和民*

FUNDAMENTAL AND CLINICAL STUDIES ON SIMULTANEOUS, QUANTITATIVE ANALYSIS OF HEPATOBILIARY AND GASTROINTESTINAL SCINTIGRAMS USING DOUBLE ISOTOPE METHOD

Yozo AOKI, Michiaki KAKIHARA, Masakazu SASAKI, Yoji TABUSE, Nobuo TAKEI,
Katsutoshi TANIGUCHI, Masaharu KATSUMI and Kazutami TORIZUMI*
Department of Gastroenterological Surgery, *R.I. Center, Wakayama Medical College

Medium energy parallel collimator を装着したシンチカメラを on-line でコンピューターに接続した装置で2種の異なるアイソトープを経路を変えて投与し、胆道、消化管を同時に、定量的かつ経時的に画像解析する方法を工夫した。これを用いて胃全摘後の postcibal asynchronism を観察したところ、Roux-en-Y 再建に比し有茎空腸間置術による再建の方がより生理的であることが肉眼的な映像観察やコンピューターによる経時的解析により確認された。本法は被検者に与える侵襲が小さく、これによる胆汁排出動態や食物との混和の過程の映像的、定量的観察は、胃全摘例に限らず消化器手術前後での消化吸収状態の解析に有力な一手段となろう。

索引用語：肝・胆道シンチグラム，消化管シンチグラム，Double isotope method, $^{99m}\text{Tc-PI}$, $^{111}\text{In-DTPA}$

緒 言

われわれは肝・胆道シンチカメラに on-line でコンピューターを接続することにより、肝から肝外胆道、さらには消化管へ胆汁が排出されて行く動態を定量的に解析し、これを利用して胃全摘後 Roux-en-Y 法により再建を受けた症例につき postcibal asynchronism とその経時的推移を観察し報告して来た¹⁾。さらに術後における肝からの胆汁排泄率（肝代謝率、K値）は術後1年以内は健常者に比し多少とも障害されていることも、その time-activity curve から算出し得ることを併せて報告した。その後われわれは胆汁と食物との混和（mixing）の程度を経時的に、かつ直視的、客観的、数量的に把握

することを目的として、放出エネルギーの異なる2種のアイソトープを経路を変えて投与し（double isotope method）、胆汁排出動態と食物の消化管内通過動態を同時に観察する方法を工夫した。

本論文ではその基礎的な検討の結果と、実際にこれを臨床的に応用することにより理解し得た、再建術式別に見た胃全摘後の postcibal asynchronism に関して報告する。

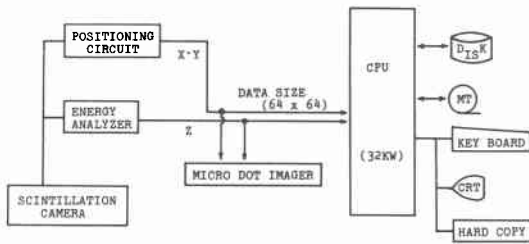
方法ならびに対象

1. 基礎的検討

1. 原理

相異なる2種のスキャン剤が異なる γ 線エネルギー

図1 我々が用いた装置の概略



CPU：演算処理装置（容量32K語）

DISK：磁気ディスク記録装置

MT：磁気テープ記録装置

CRT：処理画像表示ブラウン管

を放出することを利用して、この2種のアイソトープを同一のcollimatorで識別させるよう工夫した。肝・胆道シンチグラムについては $^{99m}\text{Tc}(\text{Sn})\text{-pyridoxylideneisoleucine}$ （放出エネルギー140KeV、以下Tc-PI）、消化管シンチグラムについては $^{111}\text{In-diethylenetriaminepentaacetic acid}$ （放出エネルギー173および247KeV、以下In-DTPA）を選び検討した。

2. シンチグラム定量解析装置

前回用いたもの¹⁾に若干の修正を加えて検討した。その概略を図1に示す。すなわちcollimatorを装置したPho/Gamma LFOVシンチカメラ(Searle)をon-lineにてミニコンピュータScintipac 1,200(Nova 32K語, Shimadzu)に接続した。

3. Collimatorの選択

装置すべきcollimatorとして前回用いたlow energy all purpose collimatorに加え、新たにmedium energy parallel collimator(5,200ホール, max energy 300 KeV)に関してもファントム実験により検討した。すなわちラインファントムとしてはヘマトクリット測定用ガラス管にTc-PI若しくはIn-DTPAを封入し、0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0cm間隔で並列に並べたものを、また欠損ファントムとしては $18 \times 18 \times 6\text{cm}$ 大のプラスチック製容器に直径1.0, 1.5, 2.0, 3.0cm, 深さ6cmのプラスチック製円筒を取り付け、円筒の外部をTc-PI若しくはIn-DTPAで充填させたものをそれぞれ用い、前者により線状の目的物を、後者により点状の欠損をどの程度まで弁別できるかを検討した。各ファントム実験に使用した総放射線量はTc-PI 4mCi, In-DTPA 200 μCi と実際に臨床的に利用するであろう投与量に一致させた。

4. Window幅の設定

2種のスキャン剤が互に他の画像と重なり合うのを予

防し、かつ明瞭なる画像を得るため、個々のスキャン剤に対するwindow幅を設定した。

II. 臨床的応用

1. 胆道シンチグラム

Tc-PI 4mCiを肘静脈より静注した。

2. 消化管シンチグラム：試験食とその標識

ロールパン1個、角バター1個、コーヒーカップに1杯のコーンスープより成る約380Cal.の熱量を有する軽食を試験食とした。このコーンスープに負荷直前200 μCi のIn-DTPAを添加、標識し、経口投与に便ならしめた。

3. スキャンニング法

Tc-PIを静注した後、ただちにIn-DTPA標識試験食を経口的に摂取させ、以後仰臥位として得られる胆道および消化管シンチグラムのイメージを60分間コンピューターに収録した。後にこのR.I.イメージを再生し、随意の部に関心領域(Region of interest, ROI)を設定、各ROIにおける5分、10分、以後10分毎に60分後までのカウント数を測定し、各ROIでのtime-activity curveを得た。

4. 対象

肝、胆道、消化管疾患の既往がなく、肝機能が正常で健康な36歳、49歳の女性1名ずつ、ならびに37歳の男性1名の計3名を対照とした。胃全摘例としては、型通り胃を全摘し、リンパ節廓清を行い、Roux-en-Y法で再建した術後最短で1カ月、最長で7年6カ月におよぶ肝機能の正常な、再発の徴候のみられない胃癌術後患者10名、および食道十二指腸間有空腸間置術(以下有空腸間置術)で再建した術後1カ月から8カ月を経過し、肝機能に異常なく、再発傾向のみられない胃癌術後患者6名の計16名を選び、対照と比較した。

結 果

I. 基礎的検討

1. ファントム実験によるcollimatorの選択

ラインファントム、欠損ファントムを用いた実験の結果をそれぞれ図2, 3に示した。ラインファントムに対する結果をみると、medium energy parallel collimatorでは両核種とも1.5cmまで検出可能であったが、Low energy all purpose collimatorではTc-PIに対しては1.5cmまで検出できたものの、In-DTPAに対してはエネルギーの高い247KeVの γ 線が鉛厚のうすい隔壁を透過することにより2.0cmと低下し、かつ不鮮明な画像を呈した(図2)。一方欠損ファントムを用いた実験の

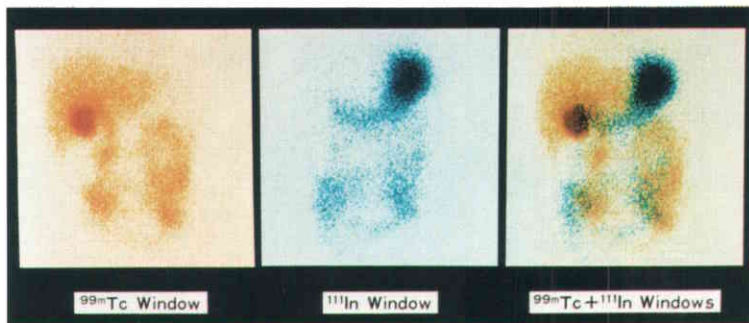


図 6. 健康成人に対する試み 開始30分後の各画像を示す

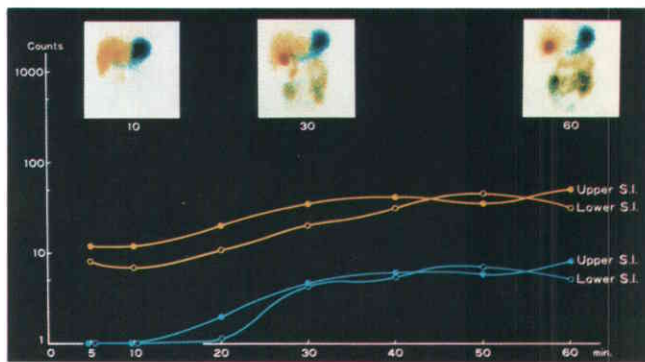


図 7. 健康成人に対する double isotope scintiscan 像とその time-activity curve
黄色：胆汁，青色：経口負荷試験食，S.I.：小腸

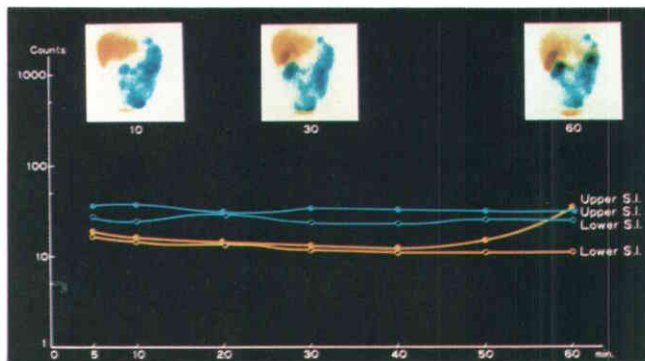


図 8. 胃全摘・Roux-en-Y 再建例に対する double isotope scintiscan 像とその time-activity curve
黄色：胆汁，青色：経口負荷試験食，S.I.：小腸

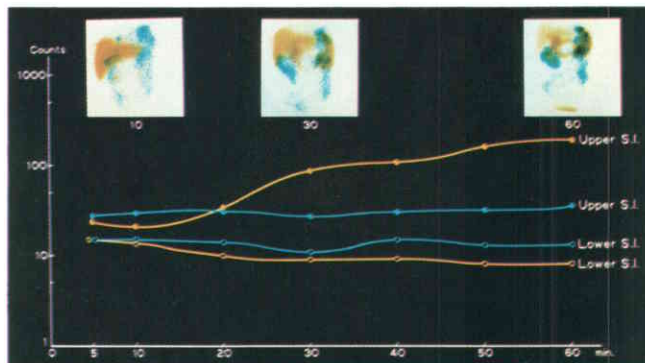


図 9. 胃全摘・有茎空腸間置術再建例に対する double isotope scintiscan 像とその time-activity curve
黄色：胆汁，青色：経口負荷試験食，S.I.：小腸

図2. ラインファントムを用いた collimator の選択

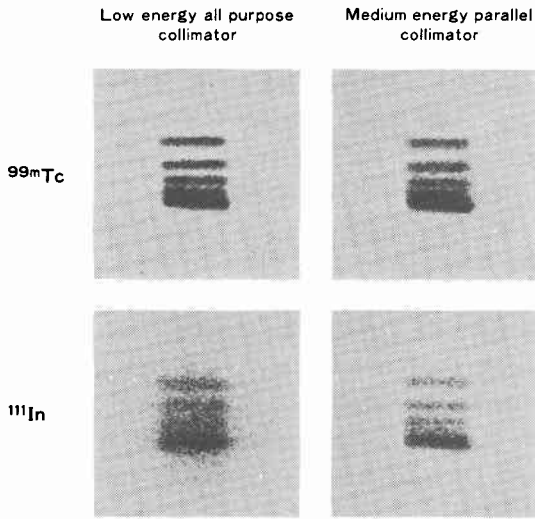
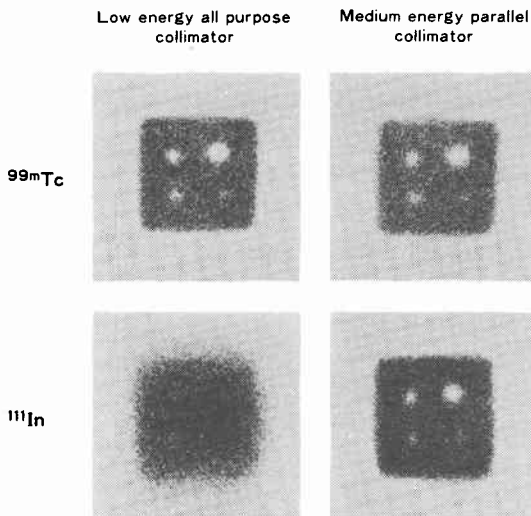


図3. 欠損ファントムを用いた collimator の選択



結果でも medium energy parallel collimator では両核種ともに 1.0cm まで検出可能であったが, low energy all purpose collimator を用いた場合, Tc-PI に対しては 1.0cm まで検出出来たが, In-DTPA に対しては 2.0 cm までしか識別できず, かつ画像が不鮮明となった(図3). 以上の結果から本システムには medium energy parallel collimator を採用した.

2. Window 幅の設定

図4に示すように window 幅を Tc-PI に対し 140KeV の5%, In-DTPA に対し 247KeV の20%と設定した場

図4. ^{99m}Tc と ¹¹¹In のエネルギースペクトルとその window 幅

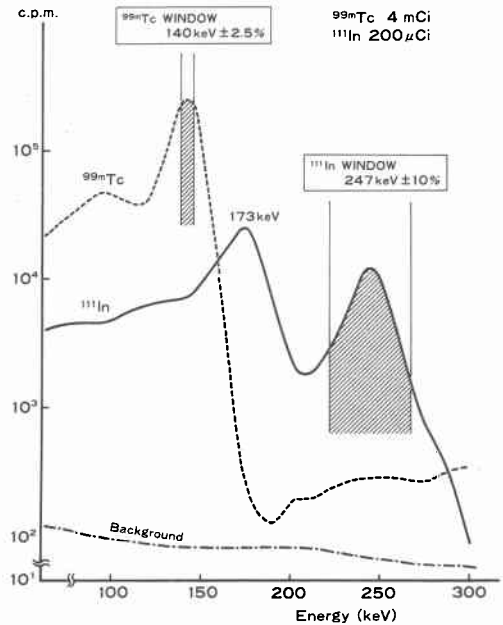
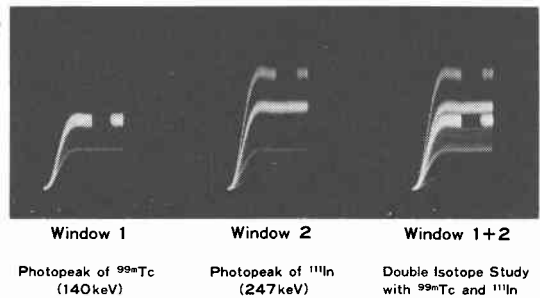


図5 Z-pulse monitor scope に表示された ^{99m}Tc, ¹¹¹In のエネルギースペクトルと各 window



合, 前者の条件下で測定した Tc-PI 4mCi の計数率に対し In-DTPA 200μCi の計数率の影響は3%以下, また後者の条件下で測定した In-DTPA の計数率に対し Tc-PI の計数率の影響は0.5%以下と極めて低率で, 実際の臨床検査においては無視できる程度の影響と考えられた. Z-pulse monitor scope に表示された両核種のエネルギースペクトルおよび window を図5に示したが, この結果からも本装置により, これら2種のアイソトープによる各画像が明瞭に識別されることがわかった.

II. 臨床的応用

1. 健康成人に対する試み

基礎実験で証明し得た事実を臨床的に応用できるか否かを確かめるため、対照3例についてそれぞれ double isotope scintiscan を試みた。図6は36歳、女性例における開始後30分の画像を示している。左から胆道シンチグラム、消化管シンチグラムならびに両映像を同時に描出せしめた場合を表しているが、Tc-PI, In-DTPA それぞれの画像は互に干渉されることなくシャープに描出され、胆汁や食物の進行およびそれらの混和の状態が明瞭に観察された。

2. 健康成人、胃全摘症例における double isotope scintiscan の定量解析

(1) 健康成人例

36歳、女性についての結果を図7に示す。開始後10, 30, 60分のシンチグラムをみると、10分後のものではTc-PIは肝から一部総胆管にまで排泄されており、In-DTPAは胃から十二指腸球部にまで及んでいるが、大部分のR.I.活性はまだ胃内に残存している。30分後になるとTc-PIは胆嚢に集積し、さらに総胆管、十二指腸を経て上部小腸、下部小腸に進行している。In-DTPAの活性も胃、十二指腸を経て上部小腸、下部小腸に見出されている。60分後ではTc-PIは肝からはほとんど排泄され、一部は胆嚢に残存するものの多くは上部小腸、下部小腸にみられるようになる。一方In-DTPAは一部はなお胃内に残っているが、その活性は上部小腸、下部小腸で強くみられるようになる。これら3枚のシンチグラムから明らかなように、Tc-PI, In-DTPAの各活性は十二指腸に出た後は肉眼的にみてもほぼ同じ部位を同じスピードで進行しているようにみえる。すなわち食物と胆汁の混和は調和を保ちながら行われていることがうかがえる。それぞれのシンチグラム(Tc-window, In-window)上で上部小腸(Upper S.I.), 下部小腸(Lower S.I.)にROIを設定し、それぞれのtime-activity curveを作成すると図7下のグラフのようになった。上部および下部小腸内を進行する胆汁、食物は経時的に増加して行くが、そのtime-activity curveはほぼ同じパターンをとって互に交叉することなく、小腸内における両者のバラレルな進行を示していた。

(2) 胃全摘・Roux-en-Y 再建例

術後15カ月を経過した症例の結果を図8に示す。まずシンチグラム上で観察すると、In-DTPAは開始当初より小腸内をコンスタントに進行し続けるのに対し、Tc-PIは肝、胆嚢、総肝管部においてうっ滞が著明であり、60分後にわずかに小腸内に活性が認められるに過ぎ

ない。Time-activity curve でみるとこの現象は一層明らかとなる。すなわちIn-DTPAのそれは終始同一レベルで2つのROIを通過しているが、Tc-PIのそれは50分後になってやっと上昇傾向を示す。すなわち胆汁は50分後に小腸に流出し、60分後にIn-DTPAの活性曲線と交叉した。

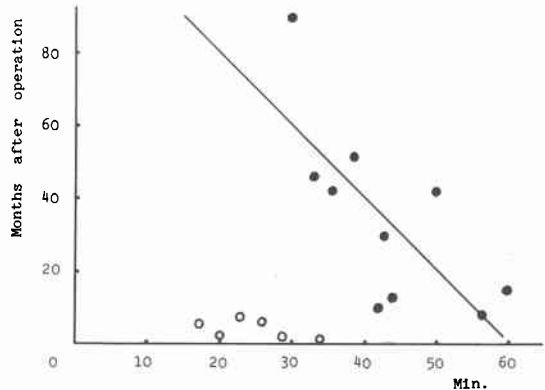
(3) 胃全摘・有茎空腸間置術再建例

術後2カ月を経過した症例のものを図9に示す。シンチグラムをみると、In-DTPAはRoux-en-Y再建例と同じく開始直後より小腸領域に流出するが、Tc-PIは開始後30分するとすでに上部小腸内に活性がみられる。この現象をtime-activity curve からみてみると、小腸内における食物の進行は上部、下部を問わず終始一定である。しかし胆汁の小腸内流出は上部小腸においてRoux-en-Y法による再建例と傾向を異にし、10分後より上部小腸に流出しはじめ、20分後には上部小腸領域において食物の進行状態を表すIn-DTPAのtime-activity curveと交叉した。

3. 再建術式別にみた postcibal asynchronism の差異

Postcibal asynchronism の程度を判定する尺度の1つとして図8, 9でIn-DTPA活性のtime-activity curveがTc-PI活性のそれと交叉する時間を考え、これと術後経過年月との相関関係をみると図10のようになった。

図10 胃全摘例における再建術式別にみた postcibal asynchronism の経時的改善



● : Roux-en-Y 再建

○ : 有茎空腸間置術再建

Roux-en-Y再建群では $Y = -20X + 120$ ($r = -0.73$, $p < 0.05$)なる一次式が得られた。一方有茎空腸間置術再建群では術後極めて早期であるにもかかわらず2つのtime-activity curveの交叉はRoux-en-Y再建群に比較

し、明らかに短時間内に認められた。

考 察

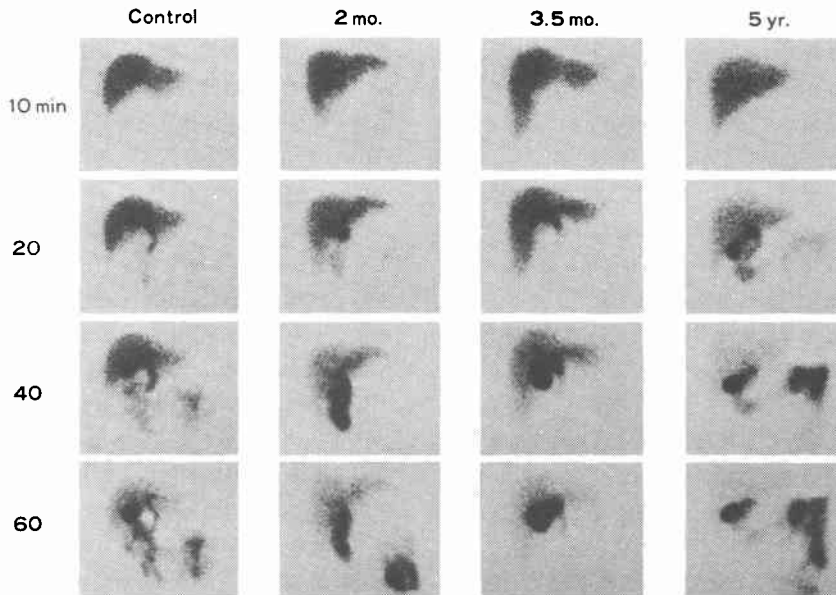
同一の生体内に放出エネルギーの相異なる複数個の放射性同位元素が存在する時、これを同時に別個の分布像としてとらえ、定量できないことが、核医学における長年の弱みであった。しかしながら他の領域と同じくこの分野におけるコンピューターの導入は、この問題の解決への足掛かりを与える結果となった。1965年 Spencer²⁾ はスキャナーとコンピューターとを on-line system で直結することにより、これが原理的に可能となることを数式で表した。この Spencer の業績は最近高く評価され、内科、外科の分野を問わず診断、治療面に貴重なデータを提供するものとして一部のものに用いられるに至っている。しかしながらこのような2核種の同時定量解析となると、装置を含めていろいろな問題があり、一般的なものとは言い難く、単一の核種を定量する方法がより普遍的な方法として広く応用されている。たとえば Kazem³⁾ は食物の食道通過状態を健常者や食道疾患患者について調べるのに ^{99m}Tc 標識化合物を試験食に混じて投与し解析している。胃排出時間を検討したものは Heading⁴⁾ の ¹¹³In-DTPA を試験食とともに投与し検討したものや、同じく Heading⁵⁾ が同じ胃排出時間を測定しても流動食と固型食とでは排出のパターンが異なっていることを標識試験食を用いて調べているのがその代表的なものであろうが、教室の谷口⁶⁾ は試験食を ^{99m}Tc-sulfur colloid でラベルし、正常例、胃潰瘍例、十二指腸潰瘍例における1/2胃内容排出時間の差異を検討している。Chaudhuri⁷⁾ は ^{99m}Tc-DTPA を流動食に混じて胃内容排出時間を検し、DTPA 化合物が消化管造影に適した標識化合物であることを指摘している。また胃内容物の食道内への逆流 (gastroesophageal reflux) の程度を定量的に観察するのに本法は利用されつつある。Fisher⁸⁾ は ^{99m}Tc 標識化合物を生理的食塩水に溶解し、これを経管的に胃内に注入して食道、胃の各 ROI での R.I. 活性を経時的にカウントすることにより測定しているが、この方法を用いれば逆流性食道炎の90%が診断可能であり、またレ線撮影に比し被検者の被曝線量が非常に少量であることを示している。

このように放射能標識化合物を用い臓器を映像化し、しかもコンピューターを利用してデータを経時的かつ定量的に解析することは、その病態に対する極めて有力な情報を提供するものであるが、これに加えて近接臓器をも他核種によって映像化し、それぞれの臓器を時には単

一に、時には複合して同一フィルム上で観察でき、かつ定量化できるものであれば、互の臓器の位置関係、情報の意味づけがより容易に理解されるようになると思われされる。このような意図から Folin⁹⁾ は十二指腸内容胃内逆流を定量化し逆流性胃炎を定量診断するため、^{99m}Tc-HIDA を用いて胆道シンチグラフィを、¹¹¹In-DTPA を用いて消化管シンチグラフィを同時に施行し解析したが、このような double isotope method ははじめられてまだ日が浅く、広く応用されるには至っていない。異なる2核種を用いるにしても新生児期での黄疸例で、この黄疸が先天性胆道閉鎖によるものか、肝炎によるものかを鑑別するため、半減期の違いを利用して ^{99m}Tc と ¹³¹I を同時に投与して肝・胆道をスキャンする方法¹⁰⁾、また膵シンチグラフィで多用されている ⁷⁵Se-selenomethionine は同時に肝にも取り込まれ、膵の一部が肝と重なって膵独自の画像が得られ難いため、¹⁹⁸Au-コロイドを同時に投与してそれぞれの単独像をつくり、前者より後者を減算 (subtraction) して膵減算シンチグラムとして膵単独像を得る方法¹¹⁾¹²⁾ などが数等一般である。この種の減算シンチグラムは膵病変の探索のほか、肝疾患¹³⁾¹⁴⁾、肺腫瘍¹⁵⁾¹⁶⁾ の診断に応用され、虚血性心疾患の診断にも異核種複合検査として行われるようになってきた¹⁷⁾。

そこでわれわれはこれらの報告にみる理論を参考として、シンチカメラにコンピューターを接続し、Tc-PI 用いた肝・胆道シンチグラム¹⁸⁾¹⁹⁾²⁰⁾ を定量的に解析することにより胃全摘・Roux-en-Y 再建後の胆汁排出動態を検討し、postcibal asynchronism を観察した結果、術後数カ月は食餌摂取直後における著明な胆汁うっ滞が胆嚢、総胆管および十二指腸下行部にみられ、空腸への流出障害が認められること、術後における消化吸収能の低下にはこの肝外胆道、十二指腸における胆汁うっ滞も無視できないものがあり、本法によってもこの現象は十分把握できること、ならびにこの postcibal asynchronism の原因としては胃全摘に伴う幹迷切と、Roux-en-Y 再建に関連した十二指腸空置が考えられることなどを指摘した¹⁾。しかしこれらの結果は術後における胆汁排出動態を健康人のそれと相対的に比較し類推されたものであり、個々の症例における食物の消化管内進行と、それに伴う胆汁排出動態を検討したものではなかった。すなわち図11に示した如く対照に比し胃全摘後 Roux-en-Y 法で再建されたものでは、術後数カ月以内は肝外胆道、十二指腸での胆汁うっ滞が著明で、5年後には対照例にかなり

図11 胃全摘・Roux-en-Y 再建例における肝・胆道シンチグラムの経時的变化



近づくことは相互間で比較観察し定量化し得ても、個々の例でその検査時に負荷した食物の進行が、映像化される胆汁の胆道ならびに十二指腸、小腸内での進行程度と、どのような関係にあるのか、言い換ると postcibal asynchronism の有無を経時的に追跡することはできなかった。今回われわれが報告した方法によれば、Tc-PI の静脈内投与により肝・胆道シンチグラムが、In-DTPA 標識試験食の経口負荷により消化管シンチグラムが同一装置により、同時に、同一画像上あるいはそれぞれ別個の像として、経時的、定量的に観察できるようになった。加えて図7、8、9からも明らかなように画像上で適当に ROI を設定することにより胆汁、食物の同一 ROI 上での進行状態が time-activity curve として同一グラフ上で表現されるので、postcibal asynchronism の有無やその程度が、簡単に症例別に判定できるようになった(図10)。DTPA は chelate 剤で胃粘膜に吸着されず、また胃粘膜から吸収もされないで、その意味でも適切な消化管スキャン剤の1つと言えよう⁷⁾²¹⁾。

われわれがこの double isotope method によって得た結果からも、前回得た結果に加え、胃全摘後の再建として Roux-en-Y より有茎空腸間置術の方がより生理的で、postcibal asynchronism の程度も比較的軽度であることが示された(図10)が、これは食物が直接十二指腸を通

過し、食物により十二指腸粘膜が刺激され、cholecystokinin をはじめ多くの消化管ホルモンの分泌が促され、ひいてはこれが胆嚢の収縮能や胆汁の消化管内排出に humoral effect として作動していることの1つの裏付けであろうと推測している。

われわれは現在胃全摘例のほか、胃切除後ビルロート I 法再建例、ビルロート II 法再建例などにつき本法を施行し、postcibal asynchronism の発現を十二指腸空置の観点から追求するとともに、とくに下痢をはじめとする有症状例について食物と胆汁排出との関係ならびにこれと症状出現との関連性について検討している。

結 語

(1) シンチカメラにコンピューターを接続した装置を用いて、放出エネルギーの異なる2種のスキャン剤を経路を変えて投与することにより、肝・胆道シンチグラムと消化管シンチグラムを同時に、経時的、定量的に観察する方法を工夫した。

(2) この double isotope method により胃全摘例について postcibal asynchronism を観察したところ、有茎空腸間置術により再建の方が Roux-en-Y 再建例より胆汁と食物との混和がより生理的であった。

なお本論文の要旨は、昭和55年5月第127回近畿外科学会(大阪)、55年6月第13回日本核医学会近畿地方会

(大阪),55年6月第11回国際消化器病学会(西ドイツ・ハンブルグ),55年7月第16回日本消化器外科学会総会ワークショップ(京都),55年10月第22回日本消化器病学会秋季大会(鹿児島)ならびに55年11月第42回日本臨床外科医学会総会ワークショップ(静岡)において発表した。

文 献

- 1) 青木洋三ほか: 肝・胆道シンチグラムの定量解析とこれによる胃全摘後 Postcibal Asynchronism の経時的観察. 日消外会誌, **13**: 137—145, 1980.
- 2) Spencer, R.P.: Simultaneous use of two radioisotopes by scanner plus analogue computer coupling. *J. Nucl. Med.*, **6**: 844—846, 1965.
- 3) Kazem, I.: A new scintigraphic technique for the study of the esophagus. *Am. J. Roentgenol. Radium Ther. Nucl. Med.*, **115**: 681—688, 1972.
- 4) Heading, R.C., et al.: An evaluation of ^{113m}indium DTPA chelate in the treatment of gastric emptying by scintiscanning. *Gut*, **12**: 611—615, 1971.
- 5) Heading, R.C., et al.: Gastric emptying rate measurement in man. A double isotope scanning technique for simultaneous study of liquid and solid components of a meal. *Gastroenterology*, **71**: 45—50, 1976.
- 6) 谷口勝俊: Gastroscintigram による胃内容排出機能検査(基礎的・臨床的検討). 日消誌, **74**: 1699—1707, 1977.
- 7) Chaudhuri, T.K.: Use of ^{99m}Tc-DTPA for measuring gastric emptying time. *J. Nucl. Med.*, **15**: 391—395, 1974.
- 8) Fisher, R.S., et al.: Gastroesophageal (GE) scintiscanning to detect and quantitate GE reflux. *Gastroenterology*, **70**: 301—308, 1976.
- 9) Tolin, R.D., et al.: Esophageal scintigraphy to quantitate esophageal transit (Quantitation of esophageal transit). *Gastroenterology*, **76**: 1402—1408, 1979.
- 10) Collier, B.D., et al.: Simultaneous ^{99m}Tc-P-butyl-IDA and ¹³¹I-rose bengal scintigraphy in neonatal jaundice. *Radiology*, **134**: 719—722, 1980.
- 11) 間島行春ほか: 2核種同時注入・同時測定による減算肺シンチグラム. 核医学, **14**: 203—210, 1977.
- 12) McCready, V.R., et al.: Combined pancreas and liver scanning using a double isotope technique. *Brit. J. Radiol.*, **44**: 870—877, 1971.
- 13) Buraggi, G.L., et al.: Double-tracer scintigraphy with ⁶⁷Ga-citrate and ^{99m}Tc-sulfur colloid in the diagnosis of hepatic tumors. *J. Nucl. Med.*, **17**: 369—373, 1976.
- 14) 河合武司ほか: 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**: 737—745, 1979.
- 15) 藤井忠重ほか: 肺がんの2核種 Subtraction による診断—重みつき平滑化処理による ¹⁹⁷HgCl₂ と ^{99m}Tc-HSA とのサブトラクションシンチグラム. *Radioisotopes*, **26**: 541—546, 1977.
- 16) 藤井忠重ほか: 胸部疾患診断における Dual Radioisotope Techniques の応用. 核医学, **15**: 49—55, 1978.
- 17) 大澤 保ほか: 虚血性心筋疾患の ²⁰¹TlCl₂ 及び ^{99m}Tc-diphosphonate による核医学複合検査. 核医学, **15**: 1205—1213, 1978.
- 18) Aoki, Y., et al.: Biliary scintigraphy with a new scanning agent, ^{99m}Tc-(Sn)-pyridoxylideneisoleucine. *Amer. J. Gastroenterol.*, **72**: 630—637, 1979.
- 19) 青木洋三ほか: 先天性総胆管拡張症に対する ^{99m}Tc-(Sn)-pyridoxylideneisoleucine 胆道シンチグラム. 先天性肝内胆管拡張症, 大藤正雄編, p. 33—38, 医学図書出版株式会社, 東京, 1980.
- 20) 鳥住和民ほか: 2核種同時使用による肝胆道・消化管シンチグラムの基礎的検討. *Radioisotopes*, **29**: 37—39, 1980.
- 21) Tolin, R.D., et al.: Enterogastric reflux in normal subjects and patients with Billroth II gastroenterostomy. *Gastroenterology*, **77**: 1027—1033, 1979.