

# AMCoR

Asahikawa Medical College Repository <http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/>

BREATHE(旭川放射線技師会) (2002) 2号:12~22.

スプリングセミナー2  
腹部核医学検査(肝・腎)について

石川幸雄

# 腹部核医学検査（肝・腎）について

旭川医科大学医学部附属病院 放射線部 石川 幸雄

## はじめに

核医学診療は日常診療に定着し日々進歩している。人体臓器のさまざまな機能と代謝が核医学検査により画像として定量数値とともに表示される。形態画像では得られないこの機能情報は病態の診断のみならず治療方法の決定、治療効果の判定や予後の推定に重要な手段である。特に近年では、新しい放射性医薬品とともにSPECTなど装置の改良によって、新しい機能情報がより鮮明な画像として得られるようになってきている。

本稿では、腹部核医学検査（肝・腎）について述べる。

### 1. 肝シンチグラフィ

#### 1-1 肝の解剖と生理

##### 1-1-1 肝の解剖

肝は重量1,000～1,500gとヒト体内の最大の実質臓器であり、腹腔の右側最上部を占め、右葉の大部分は肋骨に覆われ、左葉は正中線を越え左季肋部に及ぶ（Fig. 1）。肝上面の約1/3は横隔膜と結合し呼吸と共動する。肝は右葉（肝全体の80～85%）、左葉（約15%）、尾状葉及び

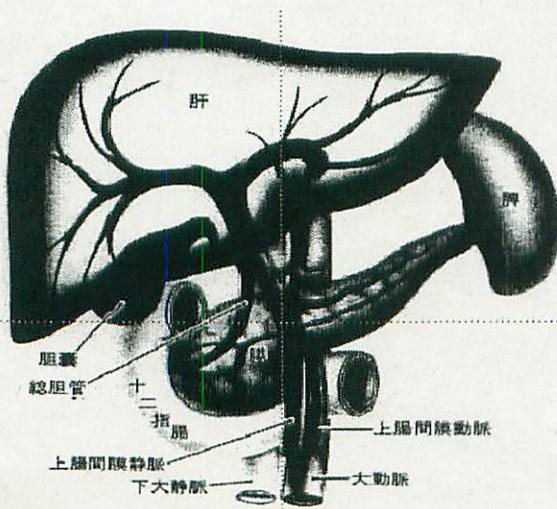


Fig.1 腹部消化器の解剖

方形葉（残りの数%）に分けられ、Couinaudの区域分類が広く用いられている（Fig. 2）。肝前面は壁側腹膜と密接し、肝右葉後面は右腎、右副腎、十二指腸上部、右結腸曲と、肝左葉後面は胃前壁、食道下部と接し、左葉上部には横隔膜を介して心臓がある。肝下面には肝門があり、門脈、固有肝動脈、肝管などが流入する。下大静脈裂溝と胆嚢床を結ぶ線はCantlie線と呼び、これと中肝静脈を含む面が右葉と左葉の境界面である。

微細構造では肝細胞と細網内皮細胞よりなる。肝細胞は重量では肝重量の約85%を、細胞数では肝臓の細胞数全体の約65%を占めている。残りの約35%の細胞は類洞に位置する内皮細胞、Kupffer細胞および類洞周囲脂質細胞で占められている。なおKupffer細胞は、体内の細網内皮（reticuloendothelial system；RES）細胞の約90%を占めている。

##### 1-1-2 肝の生理

肝臓は体内で最大の腺（消化腺）であり、種々な生理的機能を有している。一般に肝の機能は、胆汁生成分泌、代謝作用、薬物および毒物の解

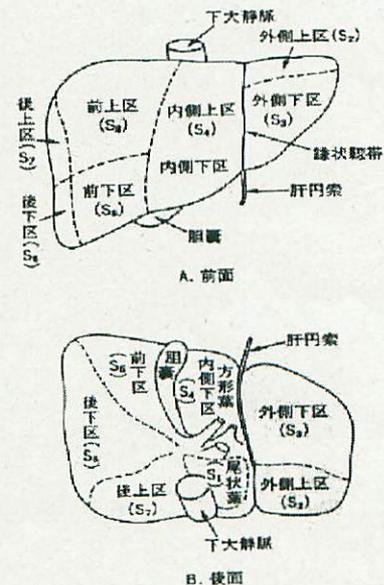


Fig.2 肝の区域分類（Couinaudより）

毒作用に三大別される。

①胆汁生成分泌：肝細胞より分泌され、主成分は胆汁酸と、赤血球の破壊でヘモグロビンより作られたビリルビンよりなる(胆汁の1日の分泌量は約 500 ml)。前者は脂肪の消化に参与する。

②代謝作用(グリコーゲン貯蔵)：肝細胞は、小腸より吸収されたブドウ糖を取り込みグリコーゲンとして貯える一方、必要に応じてブドウ糖に分解して血液中に放出することにより、血糖値を調節する。

③解毒作用：肝細胞は、薬物および毒物を分解し無毒化するとともに、貪食細胞である Kupffer 細胞は生体の防御機構に参与している。

## 1-2 肝コロイドシンチグラフィ

### 1-2-1 原理と放射性医薬品

Kupffer 細胞の異物貪食能を利用した検査法である。静注後血中で Ca と反応してコロイド状になる  $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸やコロイド状の  $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドを静注すると 80~85% 程度が肝網内系細胞に摂取され、残余が脾、骨髄などに分布する。

### 1-2-2 検査方法

$^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドまたは  $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸を 74~185MBq を静注し、15分後より前面、後面、右側面、左側面を撮像する。必要に応じて SPECT も利用する。SPECT の再構成は、体軸

横断断層像、矢状断層像、冠状断層像を作成する (Fig. 3)。

### 1-2-3 正常像と読影の要点

放射性医薬品の種類、撮影時の体位などに注意して、肝の位置、形態、大きさ、肝内および肝外放射能分布に関する情報を読みとる (Fig. 4)。

#### ①肝の位置・形態・大きさ

肝は右横隔膜に接し、肝下縁を底辺とした直角三角形を示し、鎌状靭帯、円靭帯により左葉の外側と内側に分けられる。時に右葉のみのごとき像を呈する。左葉、特に外側区は腹壁の直後に位置し、右葉に比べ薄いので後面像では像が菲薄となる。

肝は周囲の臓器や体位変換の影響を受けるため比較的変形しやすく、シンチグラムで変形、菲薄ないし欠損像を示すことが少なくない (Fig. 4, Table. 1)。

肝の大きさを示す肝のパラメータ (Fig. 4) として右葉の幅径は 10~15cm、左葉の幅径は 5~10cm、前後径は肝右葉上部が最も厚い。

#### ②肝内放射能分布

正常では肝内放射能分布は均一である。不均一放射能分布は、解像力の限界以下の局在病変 (SOL) の多発時に認められるほか、放射能密度 (count density) 低下と密接に関連しており、肝腫大、劇症肝炎、肝内外短絡増加による肝有効血流量減少時 (特に肝硬変) によく認められる。

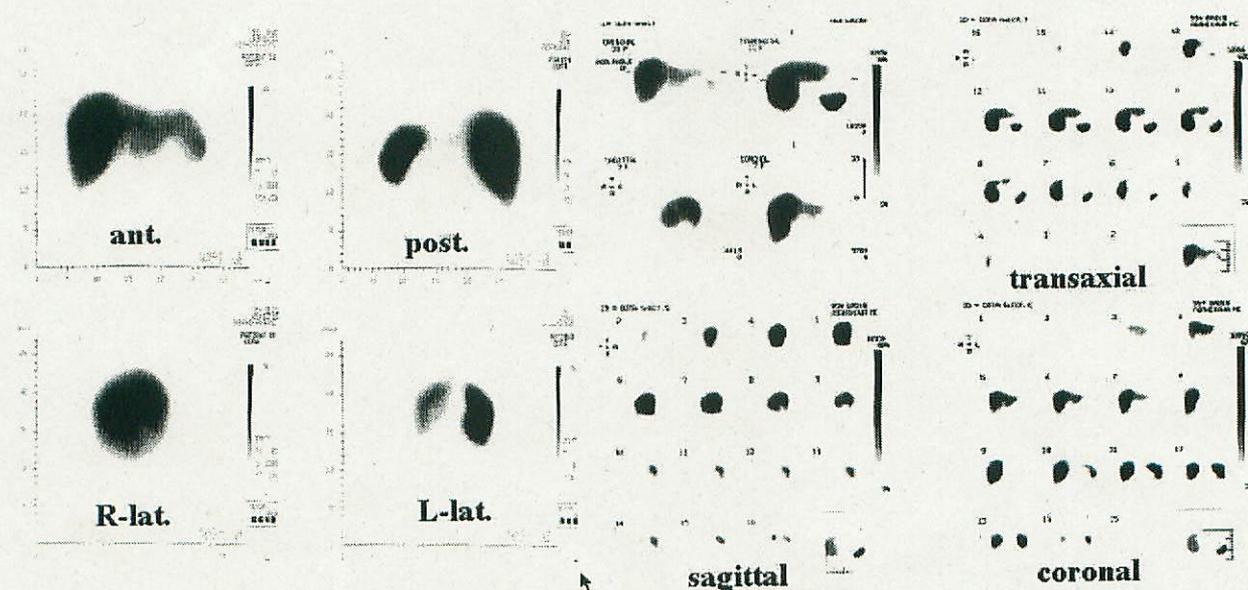


Fig. 3 肝コロイドシンチグラフィの planar images と SPECT images

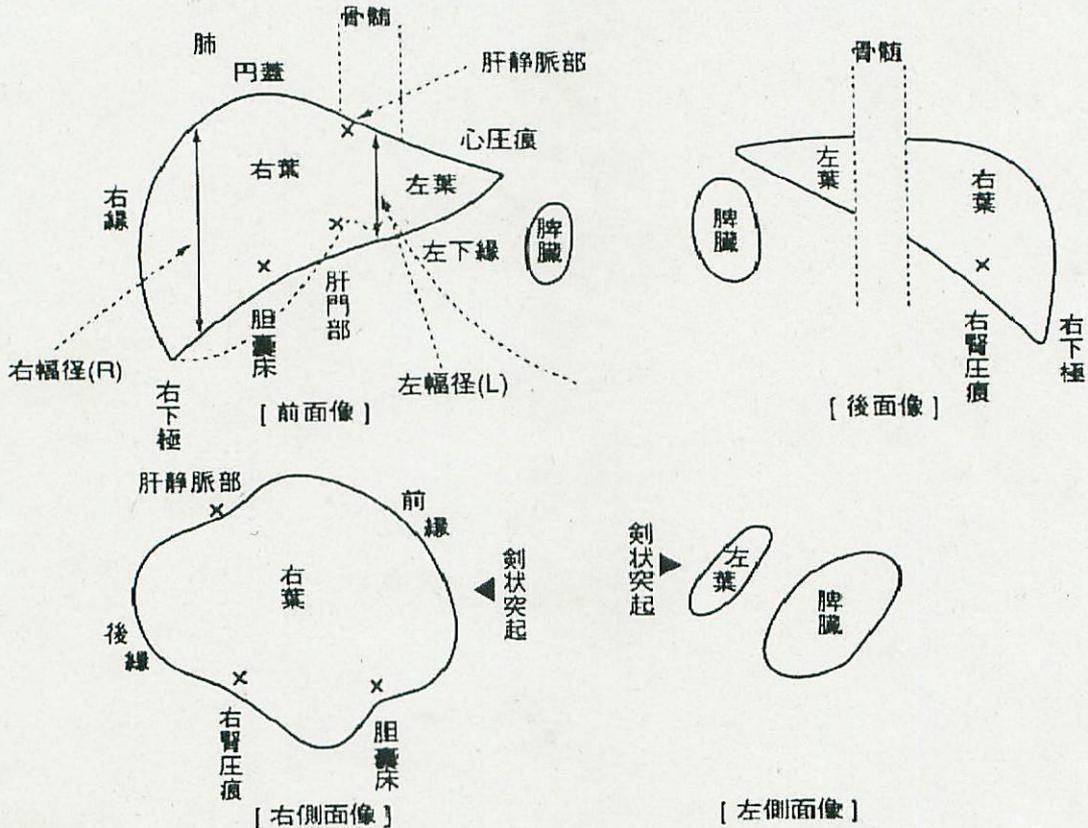


Fig. 4  $^{99m}\text{Tc}$ -コロイド肝シンチグラフィの観察 (×部：生理的圧痕)

### ③肝外放射能分布

脾や骨髄の出現が代表的な肝外放射能である。 $^{99m}\text{Tc}$ -スズコロイドの場合、正常例でも脾放射能を良好に認めるが、肝濃度に等しいか高い脾濃度（後面像での判定）を示すことはない。なお $^{99m}\text{Tc}$ -フチン酸の場合は前面像での明瞭な脾描出は病的である。骨髄放射能は正常では認められない。

### 1-2-4 臨床的意義

肝コロイドシンチグラフィは、①びまん性肝疾患の評価、②肝の占拠性病変の検索、③陽性像を示す病変の検索、④肝疾患治療後の経過観察、⑤肝切除範囲の決定、⑥胸部X線写真で見られる横隔膜挙上の原因鑑別、などに有用である。

### 1-2-5 異常像

肝コロイドシンチグラフィで描出される肝の異常形態は以下の3型に分類される。①腫脹型：肝全体が腫大する型で、欠損像はない。急性肝炎、慢性肝炎、肝硬変などに見られる。②硬変型：肝右葉縮小、肝左葉腫大、脾腫大、骨髄異常描出などを認め、肝硬変などに見られる。③欠損型：占拠性病変による欠損像を認め、肝細胞癌、肝転移癌、肝膿瘍、肝嚢胞などに見られる。

#### (1) びまん性肝疾患

慢性肝炎、肝硬変が主な対象である。肝硬変では、右葉萎縮、左葉腫大、脾腫大、骨髄異常集積が描出され (flying bat pattern)、肝硬変の程度にもよるがRI分布の不均一、偽腫瘍といわれる欠損像などを見ることも少なくないので、肝硬変に続発する肝細胞癌の欠損像を見落とさな

1. 胆嚢 (右葉下縁)
2. 胆道 (特に異常拡張時)
3. 肝門部諸器官 (総胆管、肝動脈、門脈など)
4. 腎、副腎 (右葉後下部)
5. 肝鎌状靭帯 (右左葉間)
6. 肋骨、脊椎
7. 乳房
8. 腸管 (右葉の前下方)
9. 心 (心圧痕を左葉、右葉の一部)
10. 横隔膜 (上昇、低下による影響)
11. 周囲臓器腫瘍 (腎、副腎、脾、腸管、脾などの腫瘍)

Table.1 肝シンチグラム上、生理的に菲薄像、欠損像、偏位をきたす諸因子

いよう注意深い読影が必要である。慢性肝炎では、一般に肝硬変に比し、著明ではなく、右葉萎縮、左葉腫大、脾腫大、骨髓集積も軽度であり、肝硬変に進展しているか否かの補助診断に利用されている。

### (2) 占拠性病変 (SOL)

肝細胞癌、肝転移、肝嚢胞など局在性病変では欠損像を示す。描出可能な大きさは肝の浅在病巣では2 cm以上、深在病巣では3 cm以上である。SPECTでは深在病巣でも1.5~2 cm以上あれば描出し得る。しかし、超音波、X線CT、MRIなど検出能の優れた検査法の登場でほとんど利用されていない。

### (3) 陽性像を示す疾患

上大静脈が閉塞すると、異常循環で尾状葉にRIの異常集積を示すことがある。その他陽性像 (hot spot) を示す疾患は

- ①上大静脈症候群
- ②肝静脈閉塞症 (Budd-Chiari 症候群)
- ③限局性結節性過形成 (focal nodular hyperplasia ; FNH) : Kupffer 細胞を有するため hot spot として描出される。
- ④その他、腺腫、血管腫、過誤腫などごくまれに hot spot を呈することがある。

## 1-3 肝受容体シンチグラフィ

### 1-3-1 原理と放射性医薬品

$^{99m}\text{Tc}$ -GSA (ガラクトシルヒト血清アルブミンジエチレントリアミン五酢酸テクネチウム) が使用される放射性医薬品で、放射性核種標識アシアロ糖蛋白が血液中から肝に除去される過程を利用した検査法である。正常肝細胞表面に存在するアシアロ糖蛋白受容体 (ASGP-R) に対し、 $^{99m}\text{Tc}$ -GSA は特異的に結合し、肝内に摂取される。ASGP-R は種々の肝疾患で減少するので、肝に摂取される  $^{99m}\text{Tc}$ -GSA は減少し、逆に血中濃度は増加する。従って、 $^{99m}\text{Tc}$ -GSA 静注後の肝摂取、血中濃度を検査すれば肝受容体機能を評価できる。

### 1-3-2 検査方法

安静空腹時に  $^{99m}\text{Tc}$ -GSA 185MBq を肘静脈より急速静注し、20 分間データを収集する。胸腹部前面像を静注後1コマ60秒で20コマ撮像する (Fig. 5)。心および肝に ROI (関心領域) を設定し、 $^{99m}\text{Tc}$ -GSA の血中クリアランス指標として3分後に対する15分後の心の計数比 ( $\text{HH}_{15} = \text{H}_{15} / \text{H}_3$ )。肝集積の指標として15分後の心+肝の計数に対する肝の計数比 ( $\text{LHL}_{15} = \text{L}_{15} / \text{H}_{15} + \text{L}_{15}$ ) を求める。なお  $\text{HH}_{15} = \text{H}_{15} / \text{H}_3$  の正常値は  $0.537 \pm 0.037$ 、 $\text{LHL}_{15} = \text{L}_{15} / \text{H}_{15} + \text{L}_{15}$  の正常値は  $0.942 \pm 0.017$  である。当施設で施行している検査方法としては、Patlak plot 法があり、GSA の基本的な動態モデル図をもとに考案したもので

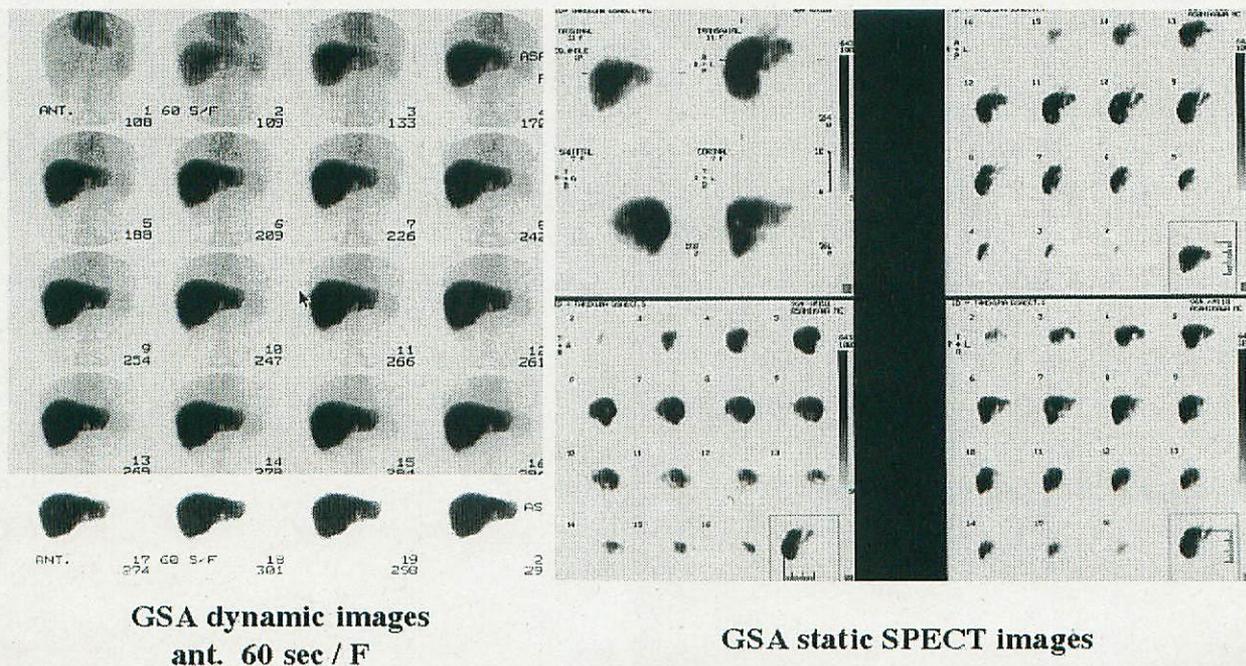


Fig. 5  $^{99m}\text{Tc}$ -GSA (肝受容体シンチグラフィ) の撮像方法

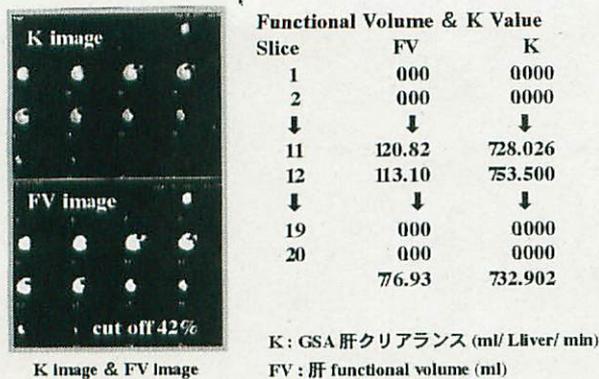
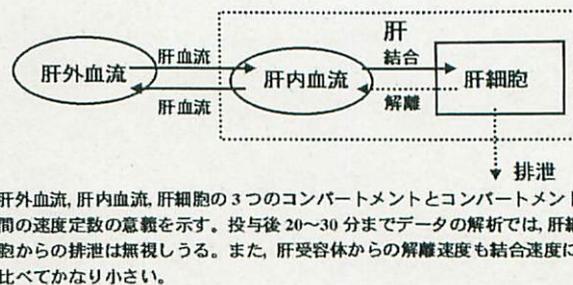


Fig. 6 <sup>99m</sup>Tc-GSA dynamic SPECT による Patlak plot 法



肝外血流, 肝内血流, 肝細胞の3つのコンパートメントとコンパートメント間の速度定数の意義を示す。投与後20~30分までデータの解析では, 肝細胞からの排泄は無視しうる。また, 肝受容体からの解離速度も結合速度に比べてかなり小さい。

Fig. 7 GSA の基本的な動態モデル図

### Patlak plot 法

$$L(t)/H(t) = (F \cdot kb \cdot Ro / F + kb \cdot Ro) \cdot \int H(\tau) d\tau / H(t) + F^2 \cdot Vh / (F + kb \cdot Ro)^2$$

対象臓器のトレーサ摂取速度が血液中のトレーサ濃度に依存せず一定であること, またトレーサが非可逆的に捕捉されるコンパートメントが対象臓器中に1個存在

H(t), L(t): 血液プール, 肝の時間放射能曲線

F, Vh: 肝血流量, 受容体未結合 GSA の肝内分布容量

Ro: 肝受容体量 kb: 2 次の結合速度定数

Table. 2 Patlak plot 法によるモデル式

ある (Fig. 5, Fig. 6, Table. 2).

### 1-3-3 正常像と読影の要点

<sup>99m</sup>Tc-GSA (ガラクトシルヒト血清アルブミンジェチレントリアミン五酢酸テクネチウム) は, 急速に血液中から肝に摂取され, 血液プールの放射能の速やかな消失, 肝放射能の速やかな上昇を認める (Fig. 7). 従って, アシアロ糖蛋白受容体による GSA の除去能力に関する情報があることを意味している。

### 1-3-4 臨床的意義

<sup>99m</sup>Tc-GSA 肝受容体シンチグラフィは, ①急性肝炎, 慢性肝炎, 肝硬変における重症度評価, ②局所肝機能の定量的評価, ③肝切除術前における切除シミュレーションによる術後残存肝機能の推定, ④肝移植後の移植肝の評価, ⑤肝腫瘤性病変に肝細胞由来の良性結節性病変の診断, あるいは肝細胞癌の悪性度推定, などに有用である。

### 1-3-5 肝受容体シンチグラフィの肝予備能評価

当院において施行した Patlak plot 法による肝予備能評価について述べる。

対象は肝腫瘍に対し手術を施行した 100 名 (年齢 60 ± 10 歳), 術式の内訳は, 部分切除が 53 名,

亜区域切除が 8 名, 一分節切除が 10 名, 二あるいは三分節切除が 22 名, マイクロ波凝固術が 7 名であった。<sup>99m</sup>Tc-GSA 185MBq を静注後, 直ちに 20 分間に 20 回転するダイナミック SPECT (64 × 64 マトリックス) を施行した。検査は全例, 術前, 術後 2 週間, 術後 4 週間の 3 回行った。肝予備能評価の指標は, FV: 肝 functional volume (ml), Clw: GSA 全肝クリアランス (ml/min), K (Cln): 単位体積当りの GSA 肝クリアランス (ml/L liver/min) である。Clw と Cln を術前, 術後 2 週間, 術後 4 週間で比較してみると, Clw は術前後で有意な減少 (p < 0.05) をみた。しかし術後 2, 4 週では変わらなかった。また Cln は術前後で有意な変化はなかった (Fig. 8)。このことは, 肝細胞が生きている所だけに, アシアロ糖蛋白受容体が存在していることを意味している。また Clw において, 術後 4 週に Child の分類別に分けて肝機能重症度と Clw を比較してみると分類別に有意差があり (Child'A と Child'B: p < 0.05, Child'B と Child'C: p < 0.06), 肝機能重症度判定に関しても, Clw が有効であった (Fig. 9)。実際に肝切除術前における切除シミュレーションによる術後残存肝機能の推定をしてみると, 切除シミュレーションで

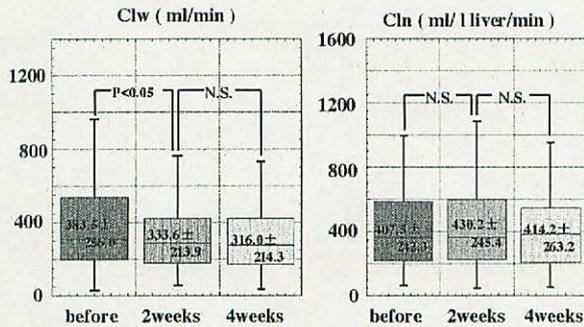


Fig. 8 Clw and Cln before, 2 weeks after and 4 weeks after operation

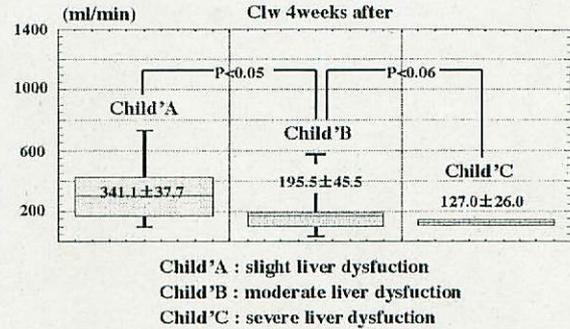


Fig. 9 Postoperative disease severity based on Child's criteria 4 weeks after operation

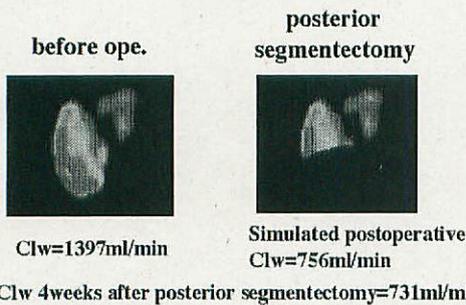


Fig. 10 An example the simulation of hepatectomy

は Clw が 756ml/min だったのに対して、術後 4 週の Clw が 731ml/min であり、術前において、術後残存肝機能の推定できる可能性が示唆された (Fig. 10)。従って、当院においては、術後の肝不全を防ぐためにも、肝切除範囲の決定、あるいは肝切除術式の決定および変更する上で、Clw と Cln は大いに参考にしているようである (Table. 3)。

## 2. 腎シンチグラフィ

### 2-1 腎臓の解剖と生理

#### 2-1-1 腎臓の生体内役割

腎臓の生理学的機能は、①尿生成と代謝産物の体外排泄、②体内電解質および体液 pH の維持・調整、③造血、骨代謝および血圧調整、に分類される。

#### 2-1-2 腎の形態的特徴

腎は後腹膜にあり、第 11 胸椎から第 3 腰椎の高さで、脊柱の両側に位置している。右腎は肝のため左腎に比べやや低位にあり、上腹側に副腎をのせる。腎の大きさは縦 13cm 前後、横 7cm 前後で、背面よりの深さは 7cm 前後、重量は 150

正常	.....	≥ 500 ml/Liver/min (下限値 411)
軽度低下	.....	307~372 ml/Liver/min
軽-中等度低下	.....	281~318 ml/Liver/min
中等度低下	.....	193~294 ml/Liver/min
高度低下	.....	50~181 ml/Liver/min
Clw 200 ml/min	—	術後肝不全無 (外科では 250 ml/min)

Table. 3 Cln・Clw の肝予備能評価の妥当性

~200g である。腎は腎実質と腎盂より構成される。

### 2-1-3 腎の生理的機能とネフロン

最も重要な組織構造は糸球体で、糸球体—ボウマン囊—尿管 (近位尿管—ヘンレ係蹄—遠位尿管)—集合管の一連の組織構造をネフロン (nephron) と呼び、腎臓の尿生成に関連した基本的構造単位とされている (Fig. 1)。糸球体ではイオンや水分などの分子量の小さい物質はほぼ 100% 濾過される。その濾過機構は輸入細血管と輸出細血管の受動的圧力差によって生ずる。しかし、すべての血漿内成分が濾過されるわけではなく、血管内皮細胞、糸球体基底膜および足細胞の 3 つから構成される濾過障壁 (filtration barrier) によって選択的な濾過が行われている。

### 2-1-4 尿生成と尿排泄

両腎への血流量は心拍出量のおよそ 20% で単位重量当りの腎血流量はおよそ 500~600ml/分/100g と極めて豊富である。糸球体では腎血漿流量の約 20% が濾過され、ボウマン囊に移行し原尿となる。この原尿は、尿管を通過中に 99% が再吸収され、さらに尿管から選択的な分

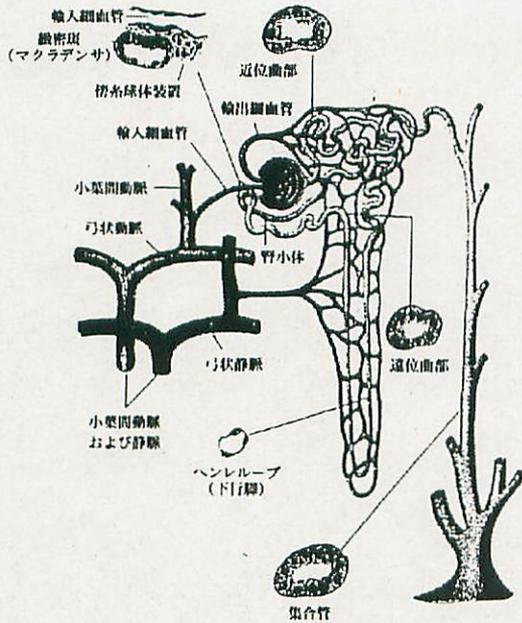


Fig.1 腎の解剖 (血管構築とネフロン)

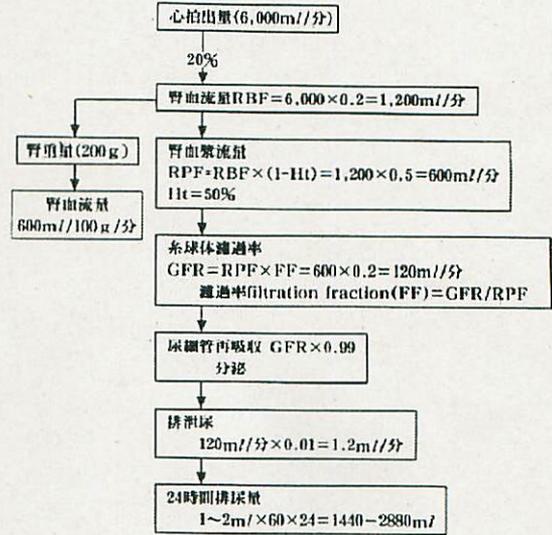


Fig.2 腎機能パラメータの正常値とその関係

泌が加わって、原尿とは性状の異なる尿が生成される (Fig.2). 糸球体濾過率 (GFR; glomerular filtration rate) と 1日に排泄される尿量との関係を示したのが Fig. 2である.

### 2-1-5 腎シンチグラフィの放射性医薬品と薬剤集積機序

腎シンチグラフィは腎臓のどのような機能を診るかにより、放射性医薬品を選択しなくてはならない。そこで、糸球体濾過 (GFR) を得るには、糸球体濾過物質である  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA を使用する。近位尿細管分泌 (尿細管分泌能、腎血漿流量; ERPF) を得るには、尿細管分泌物質である  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> あるいは  $^{131}\text{I}$ -OIH を使用する。また腎皮質の機能を反映した形態情報を得るには、腎皮質集積物質である  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA を使用する。

### 2-2 腎動態シンチグラフィ ( $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA, $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub>・ $^{131}\text{I}$ -OIH)

腎動態シンチグラフィは腎臓への血流分布を反映した血流相イメージ、ネフロン内薬剤分布を示す機能相イメージおよび上部尿路からの排泄を示す排泄相イメージの3相から構成されている。

#### 2-2-1 検査方法

前処置：検査前に排尿させた後、飲水 200 ~ 300ml を投与。線源測定：GFR や ERPF を測定する場合は、放射性医薬品の入ったシリンジをベットの上に、コリメータとの距離が腎測定時

と同じ視野の中央になるように配置し、10秒間放射能を測定する。測定体位は通常背臥位で行い、シンチカメラは背側後方から腎・膀胱が視野内に入るように設定する。投与方法： $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA または  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> 185MBq を急速静注する。計測：投与直後よりデータ収集を開始。最初の3分間は1秒毎、その後の27分間は10秒毎にデータ収集した。バックグラウンドは腎の外下側にROIを設定し、補正する。撮像法：最初の血流相は1コマ4秒で16コマ以後は1コマ110秒で16コマ連続撮像した (Fig. 3)。投与量の計測：前述の放射性医薬品の入っていたシリンジ内の残放射能を計測し、投与前後の放射能の差をもって投与量とする。

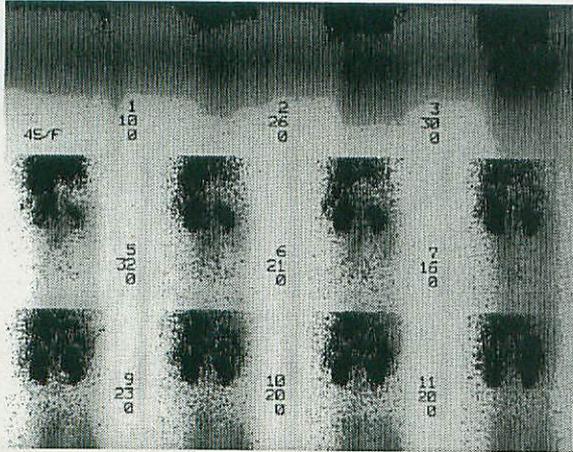
#### 2-2-2 定量的評価法

腎シンチグラフィに用いられる放射性医薬品を用いて腎機能を定量的に評価する方法はいくつかあるが、大別すると採血法と体外計測法がある。本稿では体外計測法について述べる。腎摂取率法と呼ばれるもので、シンチカメラ上で腎とその近傍のバックグラウンドにROIを設定し、そのカウントとシンチカメラで測定した投与量から摂取率を算出する。

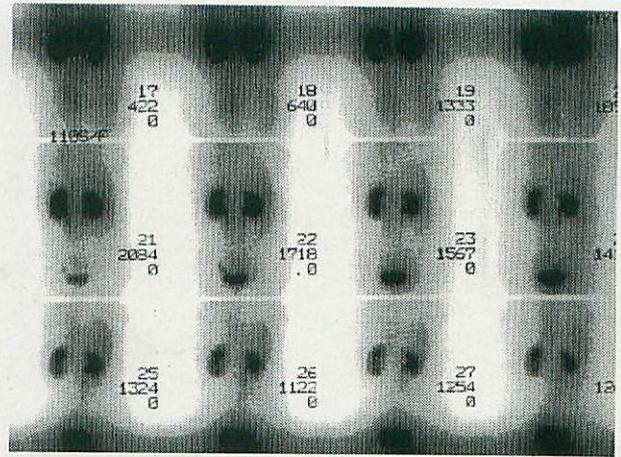
##### ① $^{131}\text{I}$ -OIH (Schlegel法)

$$\text{RU} (\% \cdot \text{cm}^2) = \int R(t)dt / \text{ID} \cdot Y^2 \cdot 100 \dots (1)$$

$\int R(t)dt$ : バックグラウンド補正した腎の時間・放射能曲線の投与1~2分の積分値



血流相イメージ (4 s/F)



機能相および排泄相イメージ (110s/F)

Fig.3 腎動態シンチグラフィ撮像方法

ID : シンチカメラで測定した投与放射線量

Y : Tønnesen の式から求めた腎の深さ

右腎の深さ :  $Y(\text{cm}) = 13.3X + 0.7$

左腎の深さ :  $Y(\text{cm}) = 13.2X + 0.7$

X = 体重 (W : kg) / 身長 (H : cm)

RU と  $U(30) \cdot \text{BSA}$  の相関式から  $U(30) \cdot \text{BSA}$  を求める.

$$U(30) \cdot \text{BSA} (\% \cdot \text{m}^2) = 0.401 \cdot \text{RU} - 0.000288\text{RU}^2 \dots (2)$$

$U(30) \cdot \text{BSA}$  : 30分における尿中排泄量と体表面積の積

$U(30) \cdot \text{BSA}$  と  $\text{Cl}_{\text{PAH}}$  の相関式から  $\text{Cl}_{\text{PAH}}$  を求める.

$$\text{Cl}_{\text{PAH}} (\text{ml} / \text{min}) = 5.029 \cdot U(30) \cdot \text{BSA} \dots (3)$$

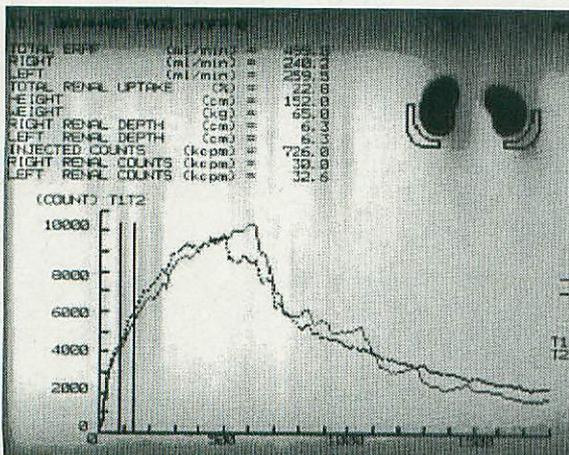
②  $^{99\text{m}}\text{Tc-DTPA}$ ,  $^{99\text{m}}\text{Tc-MAG}_3$  (Gates 法)

Gates 法では、腎の深さと  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  の水中での減弱係数 (0.153 / cm) を用いて、光子減弱を補正した腎摂取率 (RU) を求める.

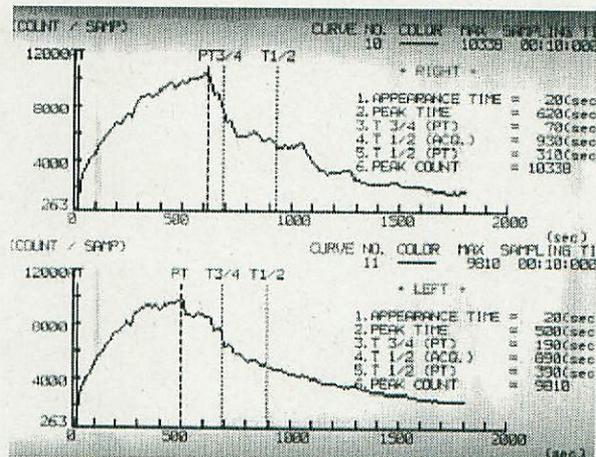
$$\text{RU} (\%) = [\int R(t)dt / e^{-0.153Y}] / \text{ID} \cdot 100 \dots (4)$$

次に腎摂取率と標準クリアランスの相関式からクリアランスを求める.  $^{99\text{m}}\text{Tc-DTPA}$  ではレノグラムカーブの積分時間を 1~2分とした RU と 24 時間クレアチニン・クリアランスとの相関式から GFR を求める.

$$\text{GFR} (\text{ml} / \text{min}) = \text{RU} \cdot 9.756 \cdot 6.20 \dots (5)$$



Split ERPF(ml/min) R:240.2 , L:259.5



レノグラム

Fig. 4  $^{99\text{m}}\text{Tc-MAG}_3$  による定量 (ERPF) 評価法 (Bubeck 法による)

$^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  では、積分時間は1~3分の間を使用しているものが多い。クリアランスに換算する式についても種々のものが報告されているが、1例として、標準クリアランスとしてBubeck法によるTERを用いた久保の報告による換算式を記す。レノグラムカーブの積分時間を1~2分とし、腎の深さ{(1)式のY}の推定に伊藤の式{(6)~(9)式}を用いたRUとTER (ml/min/1.73m<sup>2</sup>)の相関式は(10)式で与えられる(Fig. 4)。

・ 両腎の場合

$$\text{左腎の深さ (cm)} = 14.0285 \cdot (W/H)^{0.7554} \quad \dots (6)$$

$$\text{右腎の深さ (cm)} = 13.6361 \cdot (W/H)^{0.6996} \quad \dots (7)$$

・ 片腎の場合

$$\text{左腎の深さ (cm)} = 14.7557 \cdot (W/H)^{0.6997} \quad \dots (8)$$

$$\text{右腎の深さ (cm)} = 13.6361 \cdot (W/H)^{0.6996} \quad \dots (9)$$

$$\text{TER (ml/min/1.73m}^2\text{)} = 9.825 \cdot \text{RU} + 11.258 \quad \dots (10)$$

### 2-2-3 臨床的意義

腎動態シンチグラフィの臨床的意義は以下の通りである。

- ①腎不全における腎機能評価
- ②腎血管性高血圧の診断、治療効果の判定
- ③腎移植における腎提供者の腎機能評価、並びに移植腎の機能評価
- ④水腎症、逆流性腎症における尿路通過性、並

びに腎機能評価

⑤腎、腎血管手術前後における分腎機能評価

### 2-3 腎静態シンチグラフィ ( $^{99m}\text{Tc-DMSA}$ )

$^{99m}\text{Tc-DMSA}$  は静注後尿細管上皮細胞に摂取され、長時間特に皮質に集積し尿中にはほとんど排泄されないため静態シンチグラフィに利用される。また左右の腎摂取率を測定すれば腎機能の指標となる。

#### 2-3-1 検査方法

前処置：不要、投与方法：185MBqを静注、撮影時間：静注後2時間、ただし腎機能不良の時はやや遅くする。撮像体位：背臥位で、背側より後面像、腹側より前面像の2方向、必要に応じ側面像、斜位像を追加する。場合によっては、SPECTも追加する(Fig. 5)。腎摂取率：投与放射性医薬品量、腎の深さを計測し、吸収率補正を行って左右の腎摂取率を求める(Fig. 6)。

#### 2-3-2 正常像

Fig. 5のごとく両腎はハの字型に並び、右腎は左腎よりやや低位のことが多い。腎内の放射能分布はほぼ均一であるが、髓質部、腎盂の位置はしばしば菲薄像を示す。分腎摂取率の正常値は25%前後である。

#### 2-3-3 異常像

- ① 腎奇形  
馬蹄腎、位置異常、腎形成不全、過剰腎などがあり、馬蹄腎が最も高頻度で、両腎の下極が癒合した馬蹄鉄様の形態を示す。
- ② 腎嚢胞、腎腫瘍

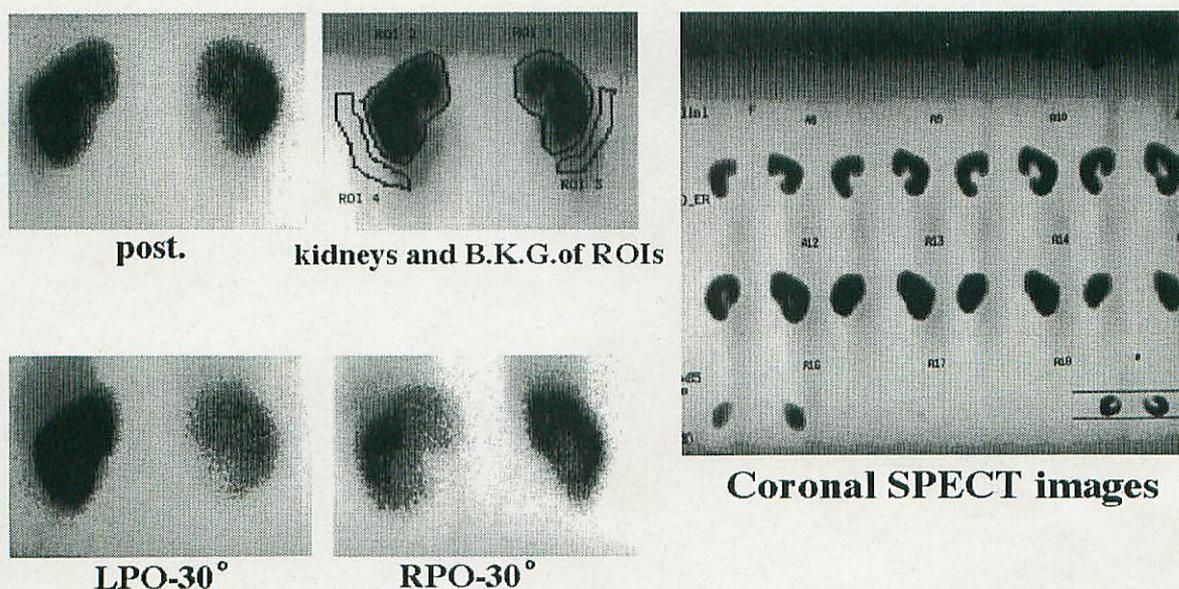


Fig. 5 腎静態シンチグラフィの撮像方法

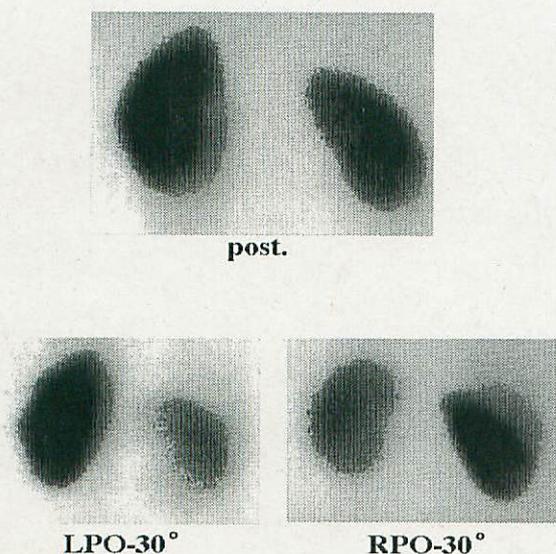


Fig. 6  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA imaging の読影法の 1 例

#### $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA imaging

1) Rt.kidney の inferior portion には cyst による RI 集積欠損を認めますが、それ以外の集積欠損は見られません。Lt.kidney の集積も良好であり、著変見られません。

2) renal uptake at 2hours after Injection : np.

Rt.kidney : 22.2%

Lt.kidney : 28.7%

(正常値 : 25% 前後)

imp :

1) no evidence of Rt.renal infarction(s/o).

2) cyst による Rt.kidney の集積欠損のみ (s/o).

嚢胞や腫瘍に一致して欠損像を認める。

#### ③ 腎瘢痕

腎盂腎炎の際に腎実質に障害や治療後の瘢痕化があると、それに一致して局所集積低下や欠損を示し、その早期診断に有用で、X線CTや超音波検査よりも検出率が高いといわれている。

#### ④ 慢性腎炎、腎不全

腎不全に進むと腎は縮小し、像は菲薄化するとともにバックグランドも増加する。

#### ⑤ 腎血行障害

腎動脈狭窄、腎梗塞、腎動脈瘤などがある。腎梗塞は病変部位が欠損像として描出される。

#### ⑥ 腎外傷

腎実質損傷の有無、程度、範囲が得られ、正常腎組織の残存程度から手術の適応決定の参考となる。

#### ⑦ その他

水腎症、腎結核、移植腎などでは、いずれも残存機能の有無、程度の情報が得られ、手術適応の判定に有用なことがある。

### 2-3-4 臨床的意義

超音波検査、X線CTの普及により本検査は減少したが、機能と形態の情報が同時に得られることから今なお利用されている。

#### ① 腎の位置、大きさ、形態、病変の部位と

範囲の確認に有用。

② 腎の形態的情報とともに局所機能の情報も同時に得られる。

③ 腎奇形、腎梗塞、腎損傷、感染後の腎瘢痕、腎移植などに有用

④ 分腎摂取率により腎皮質の機能を得ることができる。

⑤ 簡単な検査、患者負担が少なく、ヨード過敏症もない。

### まとめ

本来、核医学検査の良いところは、分解能ではCT、MRIには劣るが、血流量、機能、代謝を定量的に把握でき、病態の治療判定および予後推定まで可能になってきているところなのです。腹部核医学領域においても、肝では術前で肝不全にならないようにシミュレーションもできるし、術後の肝機能の推定もできるのです。腎ではGFR、ERPFが簡便に測定ができるのです。これからは、CTだ、いやMRIだ、いや超音波だといわないで、一体となって画像情報を提供することが、私達の役目であろうと思います。それには皆様の日々の実践にかかっているようです。本稿が少しでも役に立つことがあれば、この上ない喜びであります。

最後に、この機会を与えて頂いた旭川放射線技師会に深く感謝致します。

<参考文献>

- 1) 伊藤 隆：解剖学講義，p.360-370，南山堂，東京，1983.
- 2) 伊藤 隆：組織学，p.407-418，南山堂，東京，1987.
- 3) 川原田 嘉文，他：肝癌における画像診断の役割-RI診断-，腹部画像診断 1：p.33-34，1981.
- 4) 鳥塚 莞爾，他：新しい肝機能イメージング剤<sup>99m</sup>Tc-GSAの第1相臨床試験，核医学，28：p.1321-1331，1991.
- 5) 鳥塚 莞爾，他：新しい肝機能イメージング剤<sup>99m</sup>Tc-GSAの第3相臨床試験，核医学，29：p.159-181，1992.
- 6) 秀毛 範至，他：RI 最近の進歩（I）：Graphical analysisによる定量解析と機能画像，総合臨床 44：p.161-168，1995.
- 7) 篠原 広行，他：グラフプロットによる<sup>99m</sup>Tc-GSA肝シンチグラフィの定量解析，日本医放会誌 56：p.208-214，1996.
- 8) 久保 敦司，他：核医学ノート，金原出版：東京，1997.
- 9) 黒川 清編，腎臓病—病態生理からのアプローチ，南江堂，東京，1995.
- 10) 伊藤 和夫，油野 民雄（編集）臨床腎臓核医学，メディカルレビュー社，東京，1997.
- 11) 西村 恒彦編，臨床医のための核医学検査ガイドブック，プリメド社，大阪，1999.
- 12) 久田 欣一（監修）：最新臨床核医学，金原出版：東京，1999.