日消外会誌　27（9）：2099～2106，1994年

フィンガーピース法で求めた血中ICG消失曲線の波形が示す臨床的意義

東京慈恵会医科大学第1外科
保谷　芳行　　藤田　哲二　　桜井　健司

フィンガーピース法を用いて健常肝10例，肝硬変10例，閉塞性黄疸5例および転移性肝癌広範囲切除例5例に対して，血中のindocyanine green（ICG）消失曲線を求め波形の特徴と病態との因果関係を検討した．初期ピークの高さ（a）は機能的肝容量を反映し，血清アルブミン（Alb）およびコリンエステラーゼ値（ChE）と正の相関があった（Alb：r＝0.341，p＜0.05，ChE：r＝0.715，p＜0.005）．再増加ピーク（b）は門脈大循環シャントの有無を表現すると思われ，γ-グロブリンと正の相関があった（r＝0.413，p＜0.025）．減少部分の波形（d/c）は血中ICGの減少率を表現し，採血法で求めたR15と正の相関があった（r＝0.378，p＜0.025）．また鋭い初期多峰性ピークと直線的な減少部分（a≧4，b≧0.05，d/c≧0.5）を有する波形の出現率は肝硬変で有意に高かった（p＜0.001）．以上のようにフィンガーピース法で求めたICG消失曲線の波形を解析すると，肝障害症例における病態の質的診断が可能であった．

Key words: indocyanine green, finger-piece method, hepatic dysfunction with indocyanine green, pharmakokinetics of indocyanine green, preoperative evaluation of liver damage

I．はじめに

Indocyanine green（以下，ICGと略記）検査は一般的に15分停滞率（以下，R15と略記），血漿消失率（以下，Kと略記），最大除去率（以下，Rmaxと略記）を求めることで，定量的に肝機能を評価する際にしばしば用いられている[1)~3)]．しかし，R15，K，Rmaxは閉塞性黄疸や門脈大循環シャントなどが存在すると，純粋な肝細胞機能を反映しなくなる．したがって，どのような病態がICGの消失率および体内動態に影響を及ぼしているかは，他の検査法との総合判断が必要である[4)~6)]．そこで，採血法と極めて高い正の相関を示す値を測定できると報告されているICGメータを用いたフィンガーピース法で，非観血的にR15およびKを求め肝機能を評価し，本研究においても，従来の採血法との相関を再検討するとともに，各種病態下におけるICG消失曲線の波形が示す臨床的意義を検討した．

II．対象と方法

1．症例と測定方法

肝にびまん性あるいは広範囲の障害を持たない10例（大腸癌3例，胆嚢ポリープ1例，腹部大動脈瘤1例，後腹膜嚢胞腺癌1例，focal nodular hyperplasia 1例，転移性肝癌3例：亜区域切除あるいは部分切除の小範囲肝切除例），肝硬変10例（肝細胞癌6例，食道静脈瘤1例，胆嚢癌1例，肝血管腫1例，肝嚢胞1例），閉塞性黄疸5例（肝門部胆管癌3例，膵頭部癌2例）および転移性肝癌広範囲（肝葉以上）肝切除例5例の計30症例を対象とした．男性21例，女性9例，平均年齢55.5歳（20歳から73歳）であった．上記の診断は，臨床経過，血液検査，画像診断および手術症例では摘出標本の病理組織学的検索に基づいた．上記の症例に対して，ICGメータを用いたフィンガーピース法と採血法でR15を求めた．また同時に採血をして，血清アルブミン値（以下，Albと略記），コリンエステラーゼ値（以下，ChEと略記），プロトロンビン時間（以下，PTと略記），γ-グロブリン（以下，γ-glb.と略記）および硫酸亜鉛混濁試験値（以下，ZTTと略記）を測定した．

ICGメータによるR15の測定法は，患者を早朝空腹時に安静臥床させ，測定セットの粘着テープで光センサを指先に固定する．つぎに腕を上下させて指先での血流変動を補正するためキャリブレーションを行い，続いて0.5mg/kgのICGを対側の肘静脈より注入し

＜1994年5月11日受理＞別刷請求先：保谷　芳行
〒105　港区西新橋3－25－8　東京慈恵会医科大学第1外科

た．その直後からICGメータ本体で血中ICGの吸光度を毎秒連続測定し，血中ICG消失曲線とR15を求めた．採血法によるR15の測定法は，日本消化器病学会肝機能研究会報告のICG試験標準操作法に基づいた．以上のようにして求めた測定結果から，下記の検討を行った．

まず肝切除を伴わない手術症例，転移性肝癌手術症例，肝細胞癌（肝硬変合併）手術症例の各手術症例に対して，術前，術後1日目，1週間目，3週間目を基本に測定したICGメーターと採血法におけるR15の相関を検討するとともに，術前術後の肝機能変化を経時的に比較した．

次にICGメータで求めた血中ICG消失曲線から，初期ピークの高さ（a），再増加ピークの高さ（b），減少部分の波形（d/c）を測定し（**Fig. 1**），健常肝，肝硬変，閉塞性黄疸および転移性肝癌広範囲肝切除例の病態が異なる各肝疾患について比較した．また，a値とAlb，ChE，PT，b値とγ-glb.，ZTT，およびd/c値と採血法で求めたR15の相関を検討した．ここでa値，b値およびd/c値と各パラメーターとの相関に関しては，各パラメーターの術後測定値が凝固因子の消費，低栄養状態および新鮮凍結血漿の輸液などの影響によって，本来の肝機能を修飾してしまう可能性があるため検討から除外した．

有意差の検定にはχ^2検定およびt検定を用い，相関の有無は線形回帰分析によって検討した．$p<0.05$の場合，有意差があるとみなした．

2．ICGメータの原理

ICGメータはイアピース法[7]における測定部位での発熱，接着不良などの欠点を改善したもので，本体，ICGセンサおよびプリンタで構成されている（**Fig. 2**）．血中ICGの濃度変化を指先に装着したICGセンサで体外から非観血的に毎秒連続測定し，本体で記録しICG消失曲線を求め，KおよびR15を自動的に計算できるように設計された機器である[8)~10)]．ICGメータは生体外より採血せずに血液中のICG濃度を測定するために，ICG以外の吸光成分（血流変化によるヘモグロビン吸光の変化および組織の吸光）を取り除くことが必要である．そのためICGセンサは光源（発光ダイオード）からICGの吸光のある波長（810nm）とICGの吸光のない波長（940nm）の光を発光し，受光部（フォトダイオード）でこの光の指先からの透過光を受けている．2波長の透過光量の関係式は，

$$\log(I_{810}/T_{810})=A^{t}_{810}+A^{ICG}_{810}$$

Fig. 1　Analysis of ICG clearance curve measured with the finger-piece method.
*c : Decrease in ICG concentration in blood from 2.5min to 7.5min after injection. d : Decrease in ICG concentration in blood from 7.5min to 12.5 min after injection.

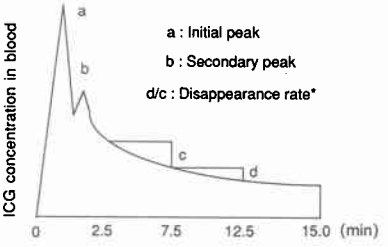
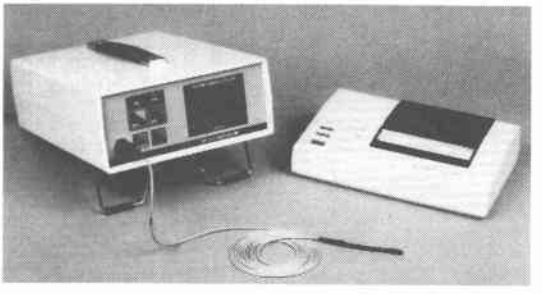


Fig. 2　ICG clearance meter



$$\log(I_{940}/T_{940})=A^{t}_{940} \qquad (2)$$

I：指への入射光強度
T：指からの透過光量
A^{t}：血液や組織の吸光度
A^{ICG}：ICGの吸光度

となる．またICGを静脈注射する前にキャリブレーションを行って，2波長間での血液や組織の吸光の関係を求めると，

$$\log T_{810}=\alpha\cdot\log T_{940}+\beta \qquad (3)$$

（α，βは測定実施時に定められる定数）

となり，(3)式を用いて(2)式より(1)式の血液や組織の吸光度（A^{t}_{810}）を計算し，これを差し引くことでICGの吸光度（A^{ICG}_{810}）を算出している．以上のようにして求めたICG消失曲線の5分から15分のデータを対数変換および最小自乗法で1次回帰し，1次関数の傾きとしてKを求め，(4)式よりR15を算出している．

$$R15=\exp(-K\cdot 15)\cdot 100\ (\%) \qquad (4)$$

本体液晶画面にはICGの血液中からの消失を連続曲線で表示し，さらに15分間の検査終了時にKおよび

R15は自動的に計算され，消失曲線とともに表示および印刷される．

III. 結　果

1．各肝疾患における術前術後の肝機能変化およびICGメータと採血法で求めたR15の相関性

採血法で求めたR15で肝機能を評価すると，肝切除を伴わない手術症例では，術前術後のR15はほとんど変化しなかった．症例3でR15は軽度上昇したが，この症例はC型慢性肝炎であり，このような症例では，手術侵襲だけでも肝機能障害をきたす可能性が示唆された(**Fig. 3-1**)．転移性肝癌手術症例では，正常肝切除量の増大に伴って術直後の肝機能は低下するが回復も良好であった(**Fig. 3-2**)．肝細胞癌手術症例(肝硬変合併)では，たとえ切除量が小さくても予想以上に肝機能の改善が不良であった(**Fig. 3-3**)．ICGメータと採血法で求めたR15は極めて高い相関を示し(**Fig. 4**)($y=-2.20+0.88x$, $r=0.903$, $p<0.005$)，術前術後にわたって求めた経時的変化も採血法と非常によく相関していた(**Fig. 3-1, 2, 3**)．

2．ICG消失曲線の波形解析

1)各種病態における波形の特徴

a(初期のピークの高さ)：肝にびまん性あるいは広範囲の障害を持たない症例(健常肝症例)および閉塞性黄疸症例では，4.0未満が90%であった(健常肝：

Fig. 3-1 Changes in the 15min. retention rate following operations without hepatectomy. The 15min. retension rates did not significantly increase after surgery without hepatecomy.

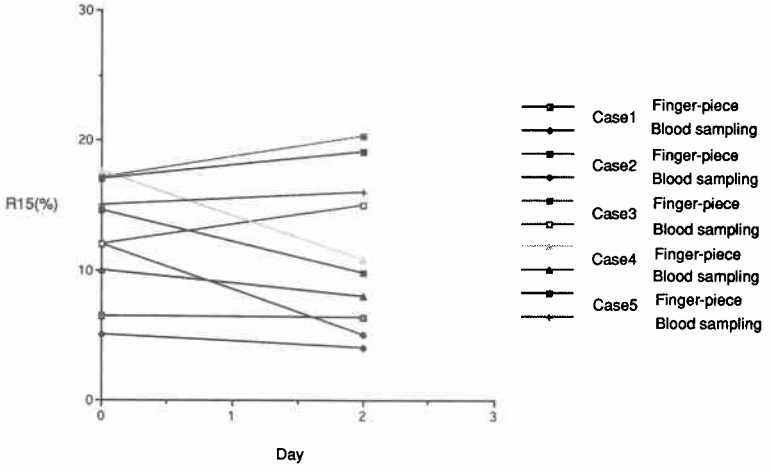


Fig. 3-2 Changes in the 15min. retention rate after hepatectomy for metastatic liver cancer. The 15min. retension rates markedly increased after hepatectomy for metastatic liver cancer, but they returned quickly.

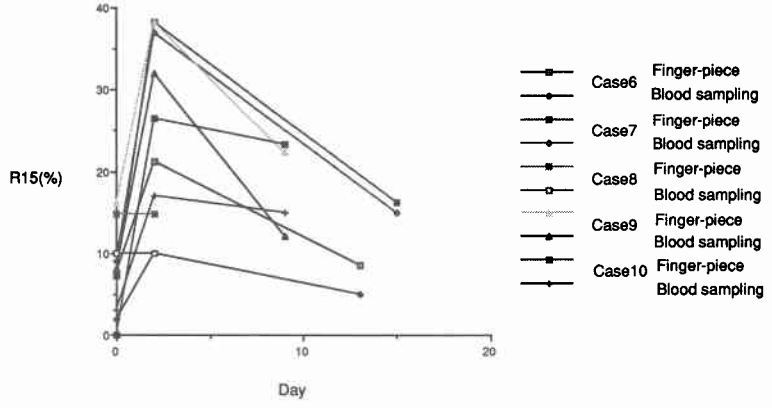


Fig. 3-3 Changes in the 15min. retention rate after hepatectomy for hepatocellular carcinoma. The 15min. retention rates markedly increased after hepatectomy for hepatocellular carcinoma and they returned gradually.

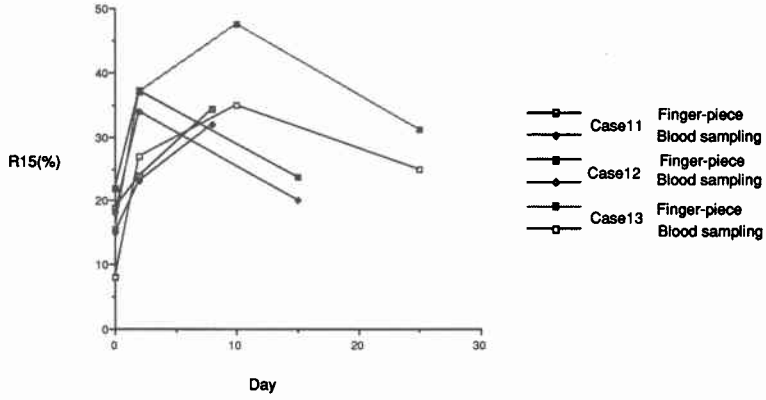
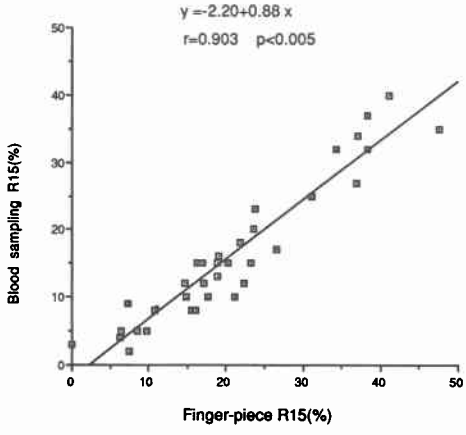


Fig. 4 Correlation between the 15min. retension rate measured with the finger-piece and that by the blood sampling method, There was a significant correlation between the 15min. retention rate measured with the finger- piece and that by the blood sampling methods (y=−2.20+0.88 x r=0.903 p<0.005).



3.60±0.57，閉塞性黄疸症例：3.12±0.26)．一方，肝硬変では，逆に4.0以上を示した症例が90%であった(4.71±0.67)．転移性肝癌広範囲肝切除例では，個々の症例で数値にばらつきがあるが，正常肝切除量の増大にともなって初期ピークは高くなる傾向があった(3.84±1.24)．

b（再増加ピークの高さ）：健常肝症例では0.05を越えるものはなかった(0.01±0.01)．一方，肝硬変症例の90%，閉塞性黄疸症例の80%，転移性肝癌広範囲肝切除例の60%が0.05以上であり（肝硬変症例：0.30±0.34，閉塞性黄疸症例：0.11±0.07，転移性肝癌広範囲肝切除例：0.13±0.37)，肝硬変症例においては1.06，0.83と非常に高い再増加を認めた．

d/c（減少部分の波形）：健常肝症例では90%が0.5未満で指数関数的な波形を示した(0.33±0.14)．一方，肝硬変症例，閉塞性黄疸症例および転移性肝癌広範囲肝切除例では80%が0.5以上であり（肝硬変症例：0.56±0.08，閉塞性黄疸症例：0.69±0.24，転移性肝癌広範囲肝切除例：0.64±0.12)，閉塞性黄疸症例においては0.91，0.93とほぼ直線に近い減少パターンを認めた(**Fig. 5**)．そしてaは4以上，bは0.05以上，d/cは0.5以上の鋭く高い初期多峰性ピーク，ならびに直線的な減少部分を満足すると，肝硬変である可能性は87.5%と高く，逆に肝硬変のうち，上記の条件を満たす症例も80%と高率であった．

2）波形の各部分（a，b，d/c）が意味する病態

a値はAlbおよびChEと相関があったが，PTとは相関がなかった(Alb：y=8.19−1.05x，r=0.341，p<0.05，ChE：y=6.38−0.01x，r=0.715，p<0.005)(**Fig. 6**)．b値はγ-glb.と相関があったが，ZTT.とは相関がなかった（γ-glb.：y=−0.07+0.01x，r=0.413，p<0.025）(**Fig. 7**)．d/c値は採血法でのR15と相関があった（y=0.31+0.01x，r=0.378，p<0.025）(**Fig. 8**)．

IV．考　察

今回の研究から，ICGメータによって得られた波形解析の有効利用法として以下の3点が挙げられる．すなわち，(1) 非観血的なK，R15の測定，(2) 血中ICG消失曲線の波形が示す病態の認識，および，(3) 血中

Fig. 5 Comparision of initial peak value (a), secondary peak value (b) and disappearance rate (d/c).
A: Normal liver, B: Liver cirrhosis, C: Obstructive jaundice, D: Metastatic liver cancer (postoperative status).

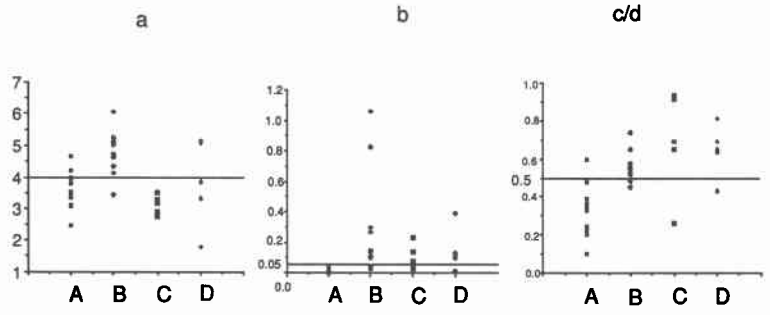


Fig. 6 Correlations between initial peak value (a) and Alb. or ChE. concentrations and prothrombin time. There were significant correlations between (a) value and Alb. or ChE. concentrations (Alb: $y=8.19-1.05x$ $r=0.341$ $p<0.05$, ChE: $y=6.38-0.01x$ $r=0.715$ $p<0.005$).

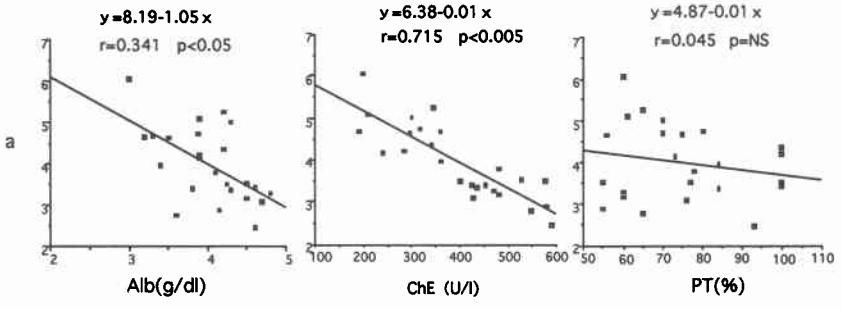


Fig. 7 Correlations between secondary peak value (b) and γ-glb. concentration or ZTT. There was a significant correlation between (b) value and γ-glb. concentration ($y=-0.07+0.01x$ $r=0.413$ $p<0.025$).

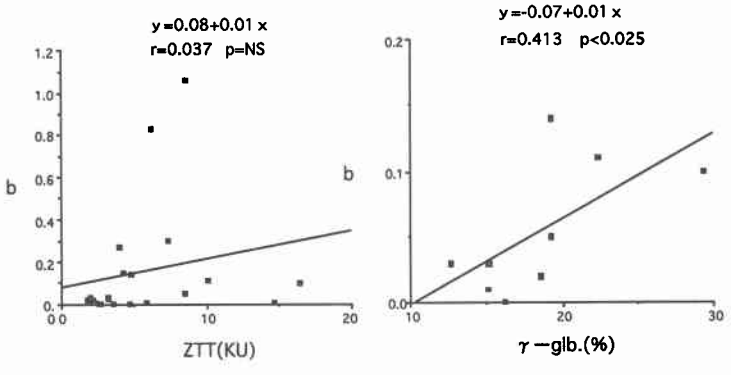


Fig. 8 Correlation between disappearance rate (d/c) and the 15min. retention rate measured with the blood sampling method. There was a significant correlation between (d/c) value and the 15min. retention rate measured with the blood sampling method ($y=0.31+0.01x$ $r=0.378$ $p<0.025$).

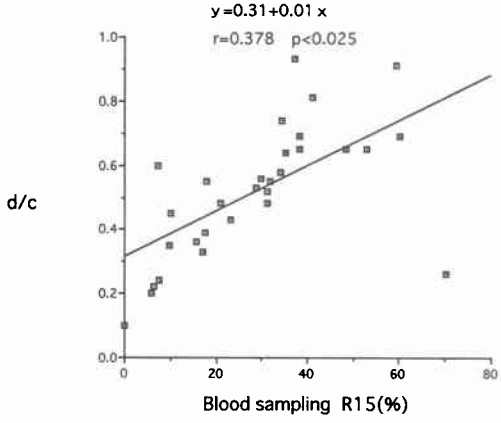
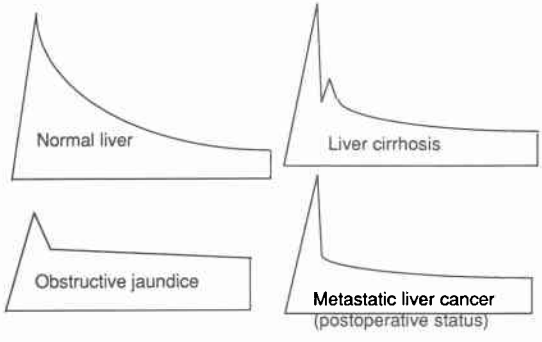


Fig. 9 Typical ICG clearance curve in various liver diseases.
Normal liver: exponential disappearance pattern. Liver cirrhosis: pointed initial peak followed by secondary peak and linear disappearnce pattern. Obstructive jaundice: obtuse initial peak followed by linear disappearance pattern. Postoperative status of metastatic liver cancer: pointed initial peak without secondary peak pattern.



ICG濃度の連続測定である．以下，順を追って考察する．

従来のICG検査においてR15では2回，Kでは3回，Rmaxでは最低2種類の濃度でKを求めるため6回の採血が必要である．しかもその後に血漿分離，赤外部波長を用いてのICG濃度の測定，さらにはそれぞれの指標算出のための計算など，操作がいろいろと煩わしい．また，この操作の間には血液に汚染される機会も多く，細菌あるいはウイルスに感染する危険性もある．ICGメータは適量のICGを静注するだけで，光センサを用いて体外から血中のICG吸光度を連続測定し，KおよびR15を自動的に計算できるように設計されているため，簡単にKおよびR15を求めることができる．しかしながら，Rmaxを自動的に算出することはできず，機器の改良が望まれる[11]．しかし濃度を変えてICGメータで求めたKを利用することにより，以前より簡単に求めることは可能である．浪久ら[12]によると，ICGメータと採血法で求めた測定値との関係は，極めて高い相関を示し，Kが0.05以下では100%，R15が30%以上では，90%が肝硬変であったという．本研究においても，R15で極めて高い正の相関を確認した(**Fig. 4**) ($r=0.903$, $p<0.005$)．しかし，個々の症例について検討すると，ICGメータと採血法で求めた測定値との間には，無視できない誤差がある．ICGメータで求めた値は採血法に比べ，R15は15%ほど高い値を示し，Kは20%ほど低い傾向にあると報告されている[13]．その原因として，肘静脈と指先部のICG濃度変化の相違，末梢循環不全時の毛細血管血と末梢血管血の色素分布速度の相違，光センサ装着による指先表面温度の上昇，採血法で使用する吸光度計とICGメータの光センサとの精度の違いなどが考えられている[14]．したがって，ICGメータで求めた値を採血法での従来の正常値の枠内で評価することは非常に危険である．しかし，個々の症例において，術前術後にわたって求めたR15およびKの経時的変化は，採血法と非常によく相関している．つまり，採血法との一定の誤差を認識し，ICGメータにおける正常値を新たに設定し評価したり，個々の症例において，肝機能の経時的変化を腫瘍マーカー的な意味合いとして，相対的に評価するのに簡便で有用と考える．

ICG検査は一般的にR15, K, Rmaxを求め，定量的に肝機能を評価している．しかしR15, K, Rmaxは生体内でのICG消失率を定量的に評価するには適当な指標であるが，閉塞性黄疸や門脈大循環シャントなどが存在すると純粋な肝細胞機能を反映しなくなる．したがって，どのような病態がICGの消失率に影響を及ぼしているかについては，他の検査との総合判断が必要である．ICGは肝，循環機能検査薬であり，ICG注入後初期の変化は循環機能，特に心拍出量を反映し，その後の変化は肝機能を反映すると報告されてい

る[15)~18)]．採血法と極めて高い正の相関を示す値を測定できるICGメータで求めた血中ICG消失曲線は，各種病態下で特徴的な波形を示す傾向があり，初期ピークの高さa値は，機能的肝容量，再増加ピークの高さb値は，慢性的な門脈圧亢進の状態に伴う門脈大循環シャントの有無，減少部分の波形d/c値は，血中ICGの減少率を表現するものと思われた．d/c値は血中ICGの減少率を波形として簡略的に表現するため，循環動態の影響を受ける初期の立ち上がり部分が終了した2.5分以降の消失曲線の傾きの変化率で表現した値であり，1に近いほど直線的で0に近いほど指数関数的な波形であると考えた．

肝硬変では高心拍出量の状態にあるとともに，機能的肝容量（functional hepatic mass）が減少し，血管拡張物質（ヒスタミン，セロトニン，プロスタグランジンE_2，グルカゴンなど）が肝で十分に分解されないため，末梢血管抵抗の低下状態にある[19)]．したがって，高濃度のICGが指尖部に到達し，最高濃度を示す初期の立ち上がり部分は鋭く高いピークを示す．また心疾患によるA-Vシャントが存在しないのに，初期の立ち上がりに続き小さな再増加ピークが存在するのは，肝の線維化による慢性的な門脈圧の上昇による門脈大循環シャントの存在が示唆される．その後の減少部分についてはfunctional hepatic massの減少（ICGの肝臓における処理能力低下）や門脈大循環シャント（肝臓を経由しないICGの増大）などが原因と考えられるが，理由はともかくICGの血中減少率が低下しているため直線的になる．一方，健常肝症例では薬物代謝の法則（Michaelis-Mentenの式）に基づき，初期ピークに続いて円滑に指数関数的減少曲線へと移行している[20)]．転移性肝癌切除例においては正常切除肝重量の増大にともなって，functional hepatic massは減少し，初期ピークは比較的鋭くなり，肝臓でのICG処理能力が低下するため減少部分の波形は直線的になる．また，残肝血管床の減少により門脈圧上昇も考慮されるが，慢性的なものではないので門脈大循環シャントはなく，初期の立ち上がりに続く再増加ピークは示さない．閉塞性黄疸の急性期においては，肝細胞の機能障害は軽度であり門脈圧の上昇もない．高ビリルビン血症が循環器系に及ぼす影響は明確ではないが，比較的鈍いピークに続いて再増加も軽度である．また，ICG肝外排泄障害のため減少部分は非常に直線的な波形を示す．以上の検討から各病態におけるICG消失曲線の波形の特徴をまとめてみると次のように考えられた（**Fig. 9**）．

健常肝：初期のピークに続いて再増加はなく，円滑に指数関数曲線へと移行している．

肝硬変：初期のピークは鋭く高い．それに小さなピークが続き，その後の減少部分については比較的直線的になっている．

閉塞性黄疸：比較的低いピークに続いて再増加も軽度であり，減少部分はきわめて直線的である．

転移性肝癌広範囲肝切除例：正常肝切除量の増大にともなって初期ピークは高く，減少部分は直線的になっていく．再増加は軽度である．

従来の肝機能検査との相関を検討すると，a値はAlbおよびChEと相関があったが，PTとは相関がなかった．閉塞性黄疸症例でビタミンK吸収障害があるため，PTは肝細胞機能を反映する指標にならなかったと考えられる．b値とγ-glb.は相関があったがZTT.とは相関がなかった．ZTT.は肝の線維化を反映するとされているが特異的な指標ではなく，高い相関を示さないこと，また肝の線維化と門脈圧亢進および門脈大循環シャントは必ずしも平行的な関係ではないことなどが原因と考えられる．今後，門脈大循環シャントを直接定量し，b値との相関を検討すべきであると考えられる．

ICGメータを用いると，血中ICGの吸光度を毎秒連続測定し消失曲線を求めることができる．したがって，ICGメータは，1）循環器機能検査[21)]として，2）連立微分方程式および非線形最小2乗法によるRmax，Km，血漿—肝移行率，肝—血漿移行率，肝—胆汁排泄率，血漿ICG分布容積，肝臓ICG分布容積の算出[22)23)]，および，3）光センサプローベを改良すると，動物を用いた基礎的研究なども可能であり，連続的に血中ICG濃度の測定を必要とする際に非常に簡便で有用である．

なお，本論文の要旨は第41回日本消化器外科学会総会（1993年2月18日，神戸）で発表した．

文　献

1）浪久利彦，南部勝司，飯島克巳ほか：Indocyanine Greenによる肝機能検査法．肝臓　5：114—120，1963
2）南部勝司：はじめにICG試験—そして肝硬変．薬理と治療　14：365—391，1986
3）Hunton DB, Bollman JL, Hoffman HN：Studies of hepatic functions with indocyanine green. Gastroenterology 39：713-724，1960
4）内野純一，中島保明，宇根良衛ほか：肝臓の機能的

予備力．肝・胆・膵 18：673—679，1989
5) 佐藤俊一，柏原紀文：肝予備能の検査．内科 Mook 34：186—192，1987
6) 野口 孝，水本龍二，中川 毅：肝切除限界並びに肝再生能の画像診断による術前評価．画像医誌 3：732—741，1984
7) 横須賀甫，永山和男，堀口正晴ほか：改良ICG Earpieceとその応用．薬理と治療 14：223—232，1986
8) 粟津邦男，松原宏長，丹羽真一郎ほか：ICGクリアランスメータ「RK-1000」の開発．住友電気 139：1—7，1991
9) Fox IJ,Brooker LGS, Heseltine DW et al: A tricarbocyanine dye for continuous recording of dilutio curves in whole blood independent of variations in blood oxygen saturation. Proc Mayo Clim 32：478—484，1957
10) 石上佳孝，三善英知，益沢 學ほか：ICGクリアランスメータの開発とその臨床応用．日消病会誌 86：2532—2539，1989
11) 清水重臣，上池 渉，畑中信良ほか：ICGクリアランスメータを用いたR max測定法の検討．薬理と治療 20：55—60，1992
12) 粟津邦男，浪久利彦：フィンガーピース法によるICG消失動態の解析．薬理と治療 18：61—66，1990
13) 浪久利彦，粟津邦男，南部勝司ほか：フィンガーピース法によるICG試験の多施設に置ける検討．肝・胆・膵 20：347—351，1990
14) 桜林 真，平野正憲，瀬在秀一：ICGメータと採血法間の測定値の解離についての検討．薬理と治療 20：67—73，1992
15) 日本消化器病学会肝機能研究会報告：インドシアニングリーン(ICG)試験標準操作法．日消病会誌 70：573—574，1969
16) 石上佳孝，三善英知，益沢 學ほか：フィンガーピース法によるICG消失パターンの臨床的意義．薬理と治療 18：67—76，1990
17) 栗田昌裕，塚原浩章，椎名秀一郎ほか：ICGフィンガーピース法によるデータのシミュレーションによる解析．薬理と治療 18：91—97，1990
18) 石上佳孝，中野 厚，佐藤智信ほか：ICGクリアランスメータを用いた慢性肝疾患における循環動態に関する検討．薬理と治療 20：41—45，1992
19) 大西久仁彦：門脈圧亢進症．木谷健一，戸田剛太郎編．臨床生理学シリーズ⑤肝臓．南江堂，東京，1990，p17—25
20) Paumgartner G, Probst P, kraines R et al: Kinetics of indocyanine green removal from the blood. Ann N Y Acad Sci 170：134—147，1970
21) Ring LH: Renal blood flow in cirrhosis; Relation to systemic and portal hemodynamics and liver function. Scand J Clin Lab Invest 36：635—642，1977
22) 佐川 寛，善方淑子，島田長樹ほか：連立微分方程式に基づく非線形最小二乗法によるICG Kineticsの算定法について．肝臓 29：1368—1373，1988
23) Stoeckel K, McNamara PJ, McLean AJ et al: Nonlinear pharmacokinetics of indocyanine green in the rabbit and rat. J Pharmacokinet Biopharm 8：483—496，1980

The Clinical Significance of ICG Clearance Curve Measured with the Finger-piece Method

Yoshiyuki Hoya, Tetsuji Fujita and Kenji Sakurai
First Department of Surgery, Jikei University School of Medicine

We studied the indocyanine green (ICG) clearance curve measured with the finger-piece method in 30 patients (10 with normal liver, 10 with liver cirrhosis, 5 with obstructive jaundice and 5 hepatectomized for metastatic liver cancer). The initial peak value (a) expressed functional hepatic mass volume, and there was a significant correlation between (a) and both serum albumin (Alb) and cholinesterase (ChE) concentration (Alb: $r=0.341$, $p<0.05$, ChE: $r=0.715$, $p<0.005$) respectively. The secondary peak value (b) indicated the presence of portocaval shunt, and there was a significant correlation between (b) and serum γ-globulin level ($r=0.413$, $p<0.025$). The d/c value calculated from exponential curves in the ICG excretion phase expressed the plasma disappearance rate of ICG, and there was a significant correlation between (d/c) and the 15 min retention rate measured with the blood sampling method ($r=0.378$, $p<0.025$). A characteristic pattern ($a\geqq4$, $b\geqq0.05$, $d/c\geqq0.5$) of the ICG clearance curve was more frequently identified in patients with liver cirrhosis than in patients with other liver diseases ($p<0.001$). In summary, analysis of the ICG clearance curve measured with the finger-piece method is useful in assessing the various liver diseases.

Reprint requests: Yoshiyuki Hoya First Department of Surgery, The Jikei University School of Medicine
3-25-8 Nishishinbashi, Tokyo, 105 JAPAN