

# 肝予備能に及ぼす手術侵襲の影響 —ICG Rmax 一日測定法の実際と安全性について—

大阪大学第1外科

吉川 澄 池田 義和 東島 哲也  
岡田 正 中尾 量保 川島 康生

大阪厚生年金病院外科

竹 谷 弘

## HEPATIC FUNCTIONAL RESERVE AND SURGICAL STRESS (ICG RMAX IN A DAY: PROCEDURE AND CLINICAL EVALUATION)

Kiyoshi YOSHIKAWA, Yoshikazu IKEDA, Tetuya HIGASHIJIMA, Akira OKADA,  
Kazuyasu NAKAO and Yasunaru KAWASHIMA

The 1st Department of Surgery, Osaka University Medical School, Osaka

Hiroshi TAKETANI

Department of Surgery, Osaka Kosei-Nenkin Hospital, Osaka

腹部手術症例64例を対象に ICG Rmax 一日測定法について述べた。また、この方法を用い肝予備能の指標としての ICG Rmax が手術侵襲により、どのような変動を示すかを一般腹部手術症例として、胃癌、胆石症例など12例、また、障害肝症例として肝硬変による食道静脈瘤症例10例を中心に検討を行った。ICG Rmax の変動は、疾患、術式などで差がみられ、術前値より術後の肝予備能の低下や回復の程度を予測でき、手術適応の指標となり得ると思われた。また、ICG反復負荷時の肝障害や副作用の発生の有無について検討したが、著変を認めた症例はなく、安全に行える検査法であると考えられる。

索引用語肝予備能, 手術侵襲, ICG Rmax 一日測定法

### I. 緒 言

Paumgartner<sup>1)</sup>らにより提唱せられた、Indocyanine green (ICG) により求める ICG 最大除去率 (ICG maximal removal rate-ICG Rmax) は肝の total functional mass を表わすものとして肝炎、肝硬変の程度および、手術適応の決定に有用な指標としての評価を受けてきている。われわれは、ICG 投与時の血中消失曲線の実験的、臨床的検討から、従来よりも ICG Rmax をより短期間でも測定可能である事を示してきた (ICG Rmax 一日測定法)<sup>2)</sup>。

今回、この ICG Rmax 一日測定法の実施法とこれを用いてこれまで明らかにされていない術後の急性期の

ICG Rmax の変化について、一般腹部手術症例を対象に検討した。また、われわれの方法の様に ICG の反復負荷を従来よりも短期間に行うことは、肝への負担を一層増すと思われるが、これが果して肝に障害を与えるか否か、また多量負荷時の副作用の発生はどうかを検討する必要がある。今回上記症例の ICG Rmax 測定時に Transaminase, T-Bil. 値, BUN などを測定し、ICG Rmax の一日測定法の副作用について検討を行ったので合わせて報告する。

### II. 対 象

ICG Rmax 一日測定法を用いて検討を行った症例は、消化器外科症例64例であり、その内訳は、胃潰瘍症例3

例, 胃癌症例13例, 胆石症例など6例, 肝のう腫2例, 食道静脈瘤症例10例, 肝癌症例24例, その他6例である。

術後の ICG Rmax 値の変動については, 上記症例の内, 一般消化器外科手術症例として, 胃胆道疾患12例, また, 障害肝症例として, 肝硬変による食道静脈瘤症例10例を中心に検討を行った。肝癌症例の詳細に関しては別稿で検討する。

III. ICG Rmax 1日測定法

測定方法

ICG 同量反復投与の検討から, ICG は変曲点後に再投与を行えば同じ消失率を示すことから30~40分毎の投与でも ICG Rmax 測定可能である<sup>6)</sup>。しかし短期間における反復投与による肝への負担をさげ, 又臨床上の都合より, 実際には4時間毎に (AM 8:00, PM 0:00, PM 4:00) ICG を0.5, 1.0, 5.0mg/kg と漸次高濃度の ICG を投与し, 測定を行った。一側上肢より15~30秒かけて ICG を投与し, 採血は他側上肢に留置したヘパリン加生理食塩水で充填した翼状針より, ICC 投与後5分, 8分, 10分, 15分に採血を行った。採血したサンプルを血清分離後, 島津 UV-150-02の分光光度計を用い, 805nm の波長で濃度測定を行った。測定用 blanks は, 0.5mg/kg の ICG 投与前の血清を用いた。各サンプルの濃度を片対数グラフ上に時間毎にプロットして, 各投与量の消失曲線を求め, それぞれの消失率を算出した。

ICG Rmax は, Paumgartner の方法に従って, 投与量の逆数と除去率の逆数から Lineweaver-Burk plot により回帰直線を求め, これより算出した。

また, 血清分離後のサンプルは, 暗所に保存すれば ICG は安定しており, 採血後8時間位であればほとんど吸光度に変化がみられないことから, 全サンプルを一括して測定を行った<sup>23)</sup>。

IV. 結果

① ICG 投与後4時間時の残存血中濃度

ICG を4時間毎に0.5, 1.0, 5.0mg/kg の順に投与した場合, 1.0mg/kg 投与前および5.0mg/kg 投与前における ICG 残存血中濃度の程度につき検討した。0.5mg/kg の ICG 投与後の15分値が平均14.0±0.18% (Mean ±SD, 以下同じ) の11例において4時間目の残存血中濃度は0.028±0.030mg/dl であった。また1.0mg/kg 投与後4時間目のそれは0.058±0.061mg/dl (n=12) であった。1.0mg/kg, 5.0mg/kg 投与時の血中 ICG 濃度は

計算上それぞれ11.4±4.7mg/dl (n=11), 65.9±11.4 mg/dl (n=12) であることから, 反復負荷を行った場合, さきに投与した ICG の残存血中濃度は, 投与 ICG 血中濃度のそれぞれ3.5±3.6%および0.9±1.1%を占めるに過ぎない。

② 従来の測定方法と一日法による ICG Rmax 値の比較

臨床不安定期にある5症例, すなわち, 肝癌+肝硬変合併症例, 胃潰瘍+慢性肝炎, 胃癌+脂肪肝, 結腸癌+肝転移, および肝のう腫の症例を対象に検討を行った。これらの症例に対し, 0.5mg/kg を早朝空腹時に投与し, その後4時間毎に, 1.0, 5.0mg/kg を投与した。また同一症例において, その2日後早朝空腹時に1.0mg/kg のみを, さらに2日後早朝空腹時に5.0mg/kg の ICG を投与し検討した。1.0, 5.0mg/kg 投与時の ICG 血中消失曲線は, 両群でほぼ同一の値を示し, またこれより求めた ICG Rmax も同じ値を示した(表1)。

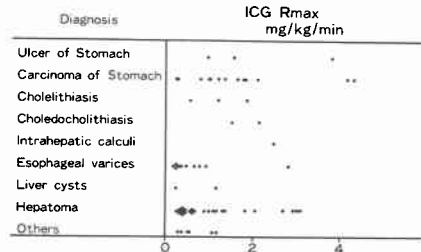
③ Lineweaver-Burk plot における相関係数

64症例に対し, 一日測定法により延べ183回 ICG Rmax の測定を行った。Lineweaver-Burk plot における回帰直線の相関係数は, 183回の内 r=0.999以上が43.0

表1 ICG Rmax, 一日法(1)△と従来法(2)▲の比較

Name	Age	Sex	Diagnosis	K %/min			Rmax mg/kg/min	r
				ICG dose 0.5	1.0	5.0		
Y. F.	58	M	Hepatoma Cirrhosis	(1) 0.107△	0.102*	0.100*	2.94*	0.999*
				(2) 0.105△			3.33△	0.999*
T. Y.	51	M	Ulcer of Stomach Chronic hepatitis	(1) 0.210	0.178	0.116	0.98	0.998
					0.175			1.02
M. K.	44	F	Cancer of Colon Liver metastasis	(1) 0.144	0.100	0.068	0.39	0.973
				(2)	0.091			0.35
H. K.	60	F	Cancer of Stomach Fatty liver	(1) 0.060	0.048	0.033	0.25	0.994
				(2)	0.053			0.29
H. I.	54	F	Polycystic disease of Liver	(1) 0.059	0.051	0.026	0.20	0.999
				(2)	0.049			0.19

図1 64症例の疾患名と ICG Rmax 値



%,  $r=0.99$ 以上は84.4%であった。64症例の臨床診断と術前の ICG Rmax を図1に示す。

一日で求めた ICG Rmax 値の内、肝胆道疾患を除く、胃潰瘍、胃癌症例で、一般血清肝機能、チゼリウスなどが正常値を示し、開腹時、正常肝と認められた5症例における術前の ICG Rmax 値、0.5mg/kg 投与時の PDR,  $R_{15}$  値は、それぞれ  $2.79 \pm 1.18 \text{ mg/kg/min}$ ,  $0.169 \pm 0.033\% \text{ min}$ ,  $5.6 \pm 2.4\%$  であった。

④ 手術侵襲による ICG Rmax, 0.5mg/kg 投与時の血中消失率 PDR および15分停滞率  $R_{15}$  の変動

i) 胃疾患6例および胆道疾患6例の検討(表2)

表2 一般消化器手術症例12例の疾患名と術式及び術前の PDR,  $R_{15}$   $R_{15}$  値

No	Name	Age	Sex	Diagnosis	Operation	Rmax mg/kg/min	ICG PDR %min	$R_{15}$ %
1	S. Y.	35	F	Cholelithiasis	Cholecystectomy	1.89	0.198	6.0
2	F. O.	57	F	Cholelithiasis	Cholecystectomy	0.58	0.136	12.8
3	S. H.	27	F	Cholelithiasis	Cholecystectomy	1.23	0.217	6.8
4	S. K.	55	F	Choledocholithiasis	Cholecystectomy Papillectomy	2.17	0.161	9.0
5	H. K.	63	F	Choledocholithiasis	Cholecystectomy Drainage of common duct	1.54	0.128	10.8
6	T. K.	66	M	Intrahepatic calculi	Cholecystectomy Choledochoduodenostomy	2.50	0.193	6.8
7	C. H.	68	F	Ulcer of Stomach	Partial gastrectomy	1.56	0.169	4.8
8	Y. T.	44	M	Ulcer of Stomach	Partial gastrectomy	3.85	0.147	6.4
9	T. T.	68	M	Carcinoma of Stomach	Partial gastrectomy	1.17	0.151	5.6
10	A. M.	30	F	Carcinoma of Stomach	Partial gastrectomy	1.37	0.231	3.2
11	T. K.	39	F	Carcinoma of Stomach	Total gastrectomy	4.18	0.224	2.0
12	K. A.	39	F	Carcinoma of Stomach	Total gastrectomy	1.85	0.165	6.0

胃疾患の内2例は胃潰瘍で胃部分切除術を行った。他の4例は胃癌症例であり2例が胃部分切除術を、2例に胃全摘出術を行った。4例とも根治術を行い得た。胆道疾患の内3例は胆のう内結石症で胆のう摘出術のみ施行。2例は総胆管結石症で、1例に胆摘+総胆管ドレナージを、他の1例に胆摘+乳頭形成術を行った。1例は総胆管・肝内結石症であり、この症例には胆摘+総胆管十二指腸吻合術を行った。術前の ICG Rmax, PDR,  $R_{15}$  値は、胃疾患6例ではそれぞれ  $2.33 \pm 1.3 \text{ mg/kg/min}$ ,  $0.18 \pm 0.037\% \text{ min}$ ,  $4.7 \pm 1.7\%$  であった。また胆道疾患6例では、 $1.65 \pm 0.64 \text{ mg/kg/min}$ ,  $0.17 \pm 0.039\% \text{ min}$ ,  $8.7 \pm 2.7\%$  であった。ICG Rmax は術前および術後3日、7日目に測定を行い、術後の変動は術前値に対する減少率で示した。術後3日目で胃疾患群では術前値に対して、 $+2.8 \pm 10.5\%$  であり、胆道疾患では  $-6.6 \pm 6.4\%$  であった。しかし3日目に低下した症例も7日目には術前値に復帰している。また肝血流量を反映するといわれる0.5mg/kg 投与時の PDR 値は3日目で107±10.5%であり、12例中9例が高い値を示した。 $R_{15}$  値

図2 (I) 胃疾患6例 (II) 胆道疾患6例  
Percent decrease in ICG Rmax  
and 0.5mg/kg PDR

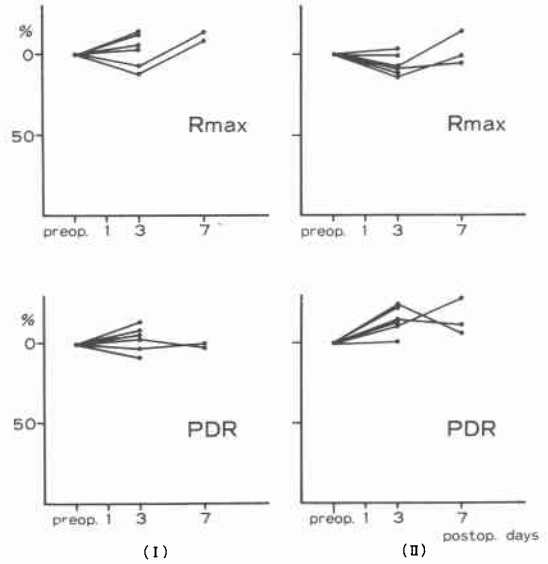


図3  $R_{15}$  の術後変動 (I) 胃疾患6例 (II) 胆道疾患6例

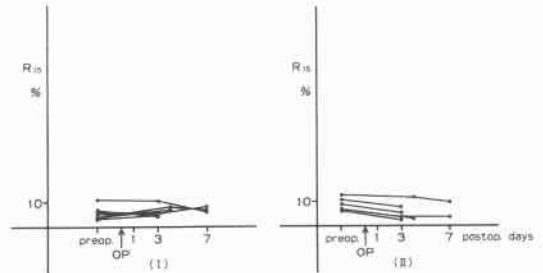


表3 肝硬変による食道静脈瘤10例の術式と術前の各 ICG 値

No	Name	Age	Sex	Operation	Rmax mg/kg/min	ICG PDR %min	$R_{15}$ %
1	Y. H.	42	M	Gastroesophageal resection Splenectomy Devascularization	0.66	0.087	21.8
2	M. E.	53	M	" "	1.09	0.091	19.0
3	Y. Y.	30	M	" "	0.47	0.108	20.0
4	K. H.	50	M	" "	0.94	0.134	11.4
5	Y. S.	39	M	" "	2.86	0.248	2.2
6	M. M.	55	M	Esophageal transection	0.82	0.071	26.0
7	H. T.	43	M	P-C shunt	0.30	0.086	21.8
8	T. H.	51	M	" "	0.35	0.139	13.4
9	M. S.	48	M	" "	0.27	0.088	24.4
10	T. M.	54	M	" "	0.21	0.041	37.8

は、ほぼ一定の値を示している(図2, 3)。

ii) 肝硬変による食道静脈瘤症例における検討(表

3)

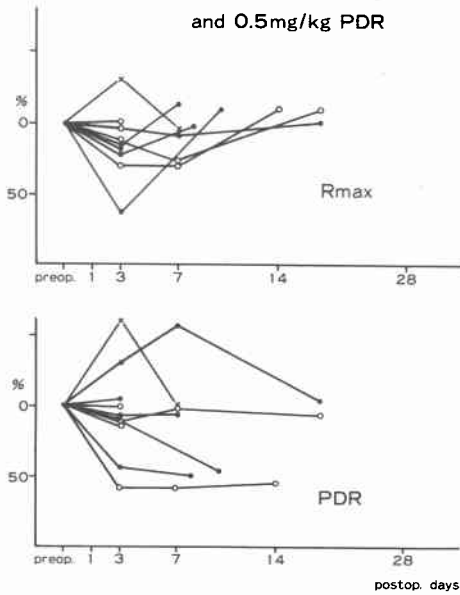
食道静脈瘤10症例に対し、5例に経腹的食道離断術+摘脾+副血行路郭清術を行った。1例には経胸的食道離断術+副血行路郭清術を行った。また残り4例に対しPortocaval shunt (end to side)を施行した。これら10症例の術前の ICG Rmax 値は $0.80 \pm 0.79 \text{mg/kg/min}$ 、PDR 値は $0.109 \pm 0.056\% \text{min}$ 、 $R_{15}$  値は $19.8 \pm 9.5\%$ であり、前述した胃、胆道疾患12例の術前値 ICG Rmax =  $1.99 \pm 1.07 \text{mg/kg/min}$ 、PDR =  $0.177 \pm 0.035\% \text{min}$ 、 $R_{15} = 6.7 \pm 0.3\%$ に比べて有意の差が認められた ( $p < 0.05$ )、ICG Rmax, PDR,  $R_{15}$  値の変動を図4, 5に示した。ICG Rmax は経腹的直達手術のもの5例全例が

3日目まで低下を示した。1例ではあるが、経胸食道離断のものには逆に上昇している。shunt 術を行った症例では、2例では術前値に比べ3日目まで変動なく、他の2例は術前値に比し-31.4%、-14.3%の低下を示した。低下したものは2週間程で術前値へともどっている。PDR 値の変動には一定の傾向がみられなかった。 $R_{15}$  値の変動は余り認められない。

iii) 胃癌+肝浸潤症例について(表4)

胃癌症例で肝臓への直接浸潤を認めた症例3例の内2例に対して、胃全摘出術+肝左外側区域切除を行った。また1例の胃癌+肝浸潤+胆石症に対して、胃部分切除

図4 食道静脈瘤症例10例  
Percent decrease in ICG Rmax  
and 0.5mg/kg PDR



(●—●経腹的 ×—×経胸的 ○—○P-C shunt)

図5  $R_{15}$  の術後変動: 食道静脈瘤10例

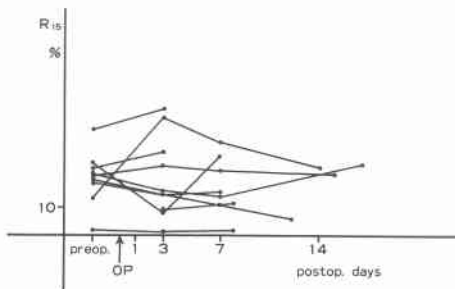


表4 胃癌+肝浸潤症例3例の術式と術前 ICG  
Rmax, PDR,  $R_{15}$  値

No	Name	Age	Sex	Diagnosis	Operation	ICG		
						Rmax mg/kg/min	PDR %min	$R_{15}$ %
1	Y.M.	65	F	Carcinoma of Stomach Cholelithiasis	4.35	0.134	10.8	
2	T.N.	74	M	Carcinoma of Stomach	1.82	0.151	8.7	
3	T.K.	54	M	Carcinoma of Stomach	1.64	0.158	6.4	

図6 胃癌+肝浸潤症例3例  
Percent decrease in ICG Rmax  
and 0.5mg/kg PDR

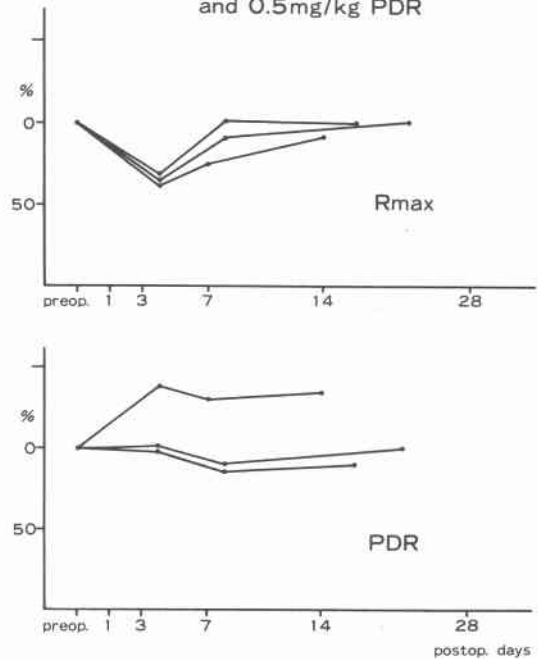


図7 R<sub>15</sub> の術後変動：胃癌+肝浸潤症例3例

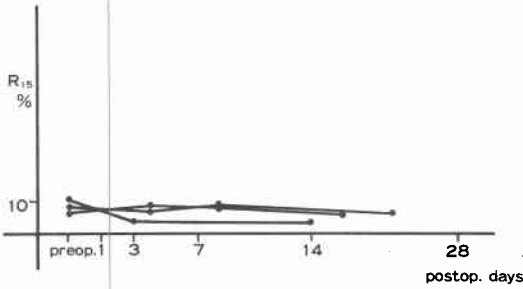


図8 ICG 投与と SGOT, SGPT の変化：一般消化器手術症例

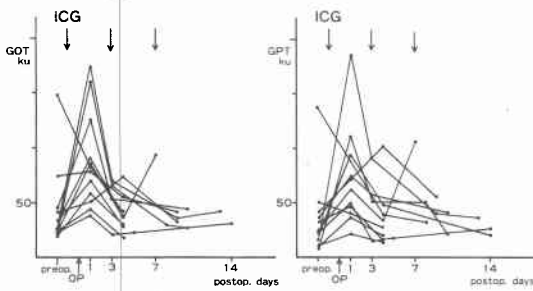


図9 ICG 投与と SGOT, SGPT の変動：食道静脈瘤症例

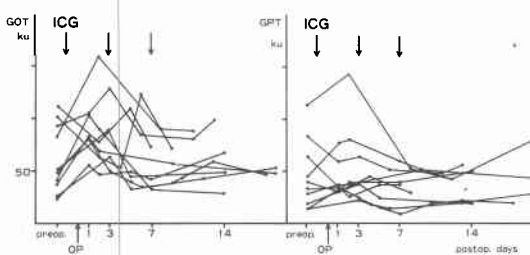
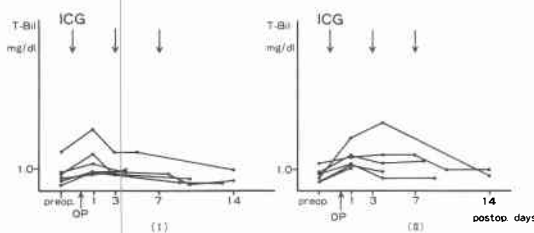


図10 ICG 投与と T-Bil 値の変動 (I) 胃疾患 (II) 胆道疾患



+胆摘+肝左外側区域切除を行った。ICG Rmax 値は術後4日目で、術前値に比べ30%程度の低下を示した。しかし、術後7~14日目頃には術前値へと戻っている。

PDR 値には一定の傾向がみられなかった。R<sub>15</sub> 値も同様に変動は認められなかった(図6, 7に手術前後の ICG Rmax, PDR R<sub>15</sub> 値を示した)。

⑤ 反復負荷による肝への影響および副作用について  
i) ICG 投与前後における Transaminase および T-Bil. 値について

上記症例において ICG Rmax の測定前後における

図11 ICG 投与と T-Bil 値の変動：食道静脈瘤症例

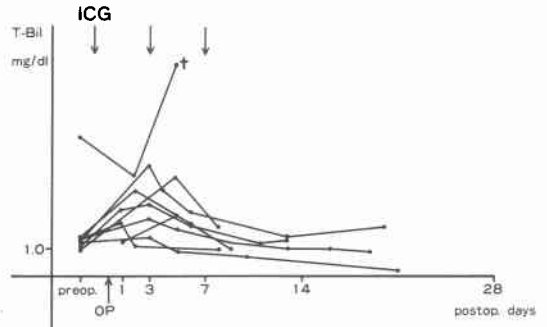
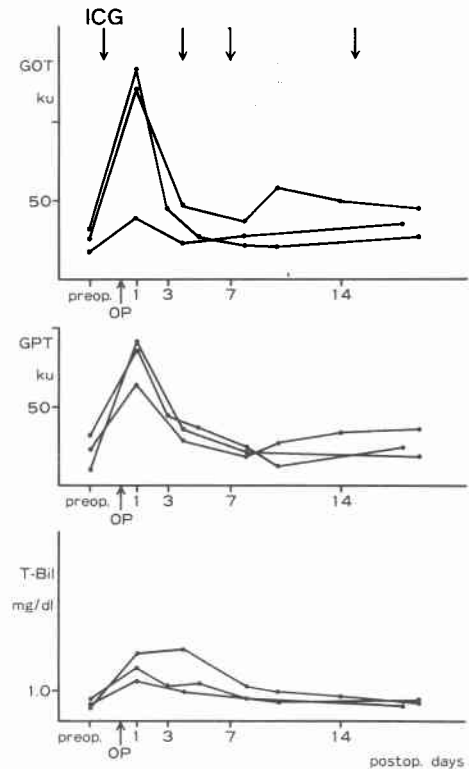


図12 ICG 投与と肝機能の変動：胃癌+肝浸潤症例



Transaminase および T-Bil. 値の変動につき検討し、反復負荷による肝への影響をみた。

SGOT, SGPT, T-Bil. 値の経過を経時的に検討し得た症例についてみると、手術による影響のため一過性の上昇が認められるが、3日目には下降し、その後の ICG 反復負荷を行っても著変はみない。食道静脈瘤の内、1例に術後急激な T-Bil. 値の上昇をみたものは、術前 ICG Rmax が0.21と最も低値を示していたもので、術後7日目に肝不全の為死亡したものである(図8, 10に胃、胆道疾患12例の、図9, 11に食道静脈瘤10例の、図12に胃痛+肝浸潤症例3例の SGOT, SGPT, T-Bil. 値の変動を示す)。

ii) ICG 投与前後の BUN の変動について

反復負荷による腎への影響をみるため、ICG 投与前後の BUN 値を検討したが、検索し得た範囲では BUN 値の著明な変動をみたものはない(図13)。

今回の検討中、ICG 負荷によって、臨床上、特に副

作用は認めなかった。

V. 考 察

Indocyanine green (ICG) は、肝腸循環のないことや、肝外排泄がないなどにより、肝の色素排泄機能検査としてすぐれており広く用いられ<sup>7)8)9)</sup>、その判定には 0.5mg/kg 投与時の15分停滞率 (R<sub>15</sub>) ないし血中消失率 (PDR) が使われている。しかし Leevy<sup>10)</sup> らの血中消失曲線の検討より低濃度の色素は肝血流量を反映し、高濃度の色素は肝細胞の摂取能力を反映するものであると指摘されており、PDR や R<sub>15</sub> のみでは肝の状態を正確に評価できないと思われる。

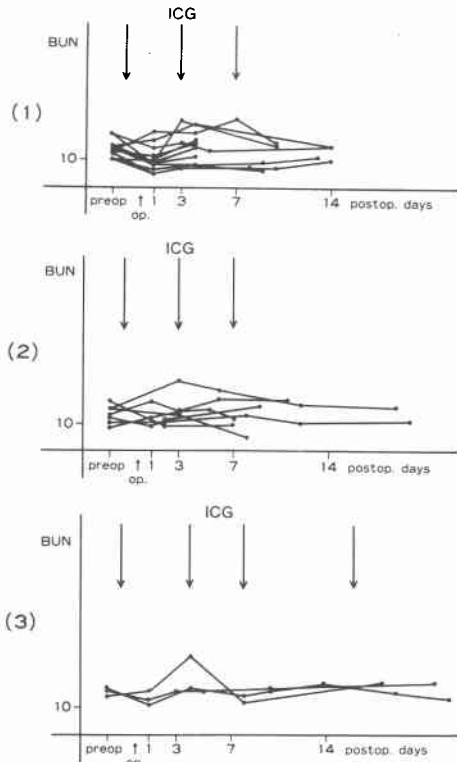
1970年 Paumgartner<sup>1)</sup> らは、ICG の血中より肝への取り込みが酵素の触媒反応に一致することに着目し、この考えから ICG により肝予備能の状態を定量的に把握することが可能であるとした。すなわち、肝の色素除去能力には許容限界が存在し、その最大の除去率を求め、肝の状態を評価するものである。実際には、最大量を負荷することができないため、数回の submaximum の量を投与し、Michaelis-Menten kinetics を応用して計算的に最大投与時の除去率 (ICG Rmax) を求める。

このようにして求めた ICG Rmax が肝の total functional mass を示すという hypothesis は Rikker らにより、実験的に肝切除および再生肝と ICG Rmax 値の比較などで検討され、また、Moody らにより臨床例に用いられ、肝疾患の状態の指標として有用であることが示された<sup>2)3)4)</sup>。

われわれも ICG Rmax 一日測定法を用い、臨床例で肝切除後の変動を検討しているが、残存肝の再生肥大を Scintigram などで経過をみると、ICG Rmax のみがよく臨床経過と一致し、他の肝機能や ICG の PDR 値、R<sub>15</sub> 値は変動していない。これらより、ICG Rmax は、肝の functional mass を示すよい指標であると考えている<sup>22)</sup>。また、術後などの急性期においては、PDR 値、R<sub>15</sub> 値が肝血流量や黄疸によって値が変動しやすいのに対し、ICG Rmax 自体はその影響が少ないといわれており、ICG Rmax の方がより肝の状態を忠実に表現するものであろう。

しかし ICG Rmax の測定には、submaximum の量を3回、投与量を変えて負荷し求めるため、これ迄、①測定上、残存血中濃度の影響、②反復負荷による肝への影響を考え、3~5日かけて測定を行うというやり方がとられている。従って、急性期の変動については測定が事実上不可能であり、肝予備能がもっとも変動すると

図13 ICG 投与と BUN の変動



- (1) 胃・胆道疾患
- (2) 食道静脈瘤
- (3) 胃痛+肝浸潤症例

思われる手術侵襲時などの ICG Rmax 値の変化については、これまで検討されていない。われわれは ICG 投与後の血中消失曲線の検討から、短期間に ICG Rmax が測定可能なことを明らかにした<sup>6)</sup>。今回、これを用い肝予備能としての ICG Rmax が手術侵襲に対してどのような影響を受けるか検討を行った。これは ICG Rmax 値の術後変動を検討することにより、術前値から手術適応の判定を正確に決定することが可能か否かを知ることが目的である。

手術後の肝機能の変動は、一般肝機能検査すなわち Transaminase や T-Bil. 値の変動などにより検討されているが、手術時間、出血量や手術術式により左右されるため、その変動は余り一定の傾向を示さない。一方、色素排泄試験では、BSP 値の術後変動が検討されており、その変動はビリルビン値の影響が強いことが述べられている<sup>11)12)13)</sup>。ICG に関しては、食道静脈瘤に対する手術侵襲の違いによる PDR 値の変動や、 $R_{15}$  などについては検討されているが<sup>14)15)</sup>、ICG Rmax 値に関しては、術前値のみから、手術適応について検討されているだけで<sup>5)</sup>、上述した様に、手術侵襲による ICG Rmax 値の変動については述べられていない。

今回の検討は、術前及び術後3日、7日目の検討ではあるが、ICG Rmax 値の変動は PDR 値  $R_{15}$  と異なり、術式および疾患によって術後変動に差がみられ、一定の傾向を示した。これから、術前の ICG Rmax 値より個々の疾患の術後の低下率および回復の程度を予測でき、あるいは手術適応の決定に極めて有用な手段になるものとする。

一方、ICG Rmax 測定時には濃度を変えて3回投与するため、肝への影響および副作用の発生が懸念されているが、この点に関しこれ迄充分な検討がなされていない。

肝への影響については、実験 Data から、Bilirubin 投与により ICG Rmax 値は変動しないが、Lineweaver-Bulk plot でその勾配は急となる。これは Bilirubin の投与により ICG の取り込みが阻害されるためであり、ICG と Bilirubin とは competitive inhibitor と考えられる<sup>11)6)</sup>。故に逆に大量の ICG 負荷時には Bilirubin 排泄障害が生じる可能性がある。また実験でも大量負荷時の cholestasis が述べられている<sup>17)</sup>。しかし今回の検討では、ICG 投与前後で T-Bil. 値の著明な上昇をみた症例は1例もなく、また SGOT, SGPT の Transaminase 値も ICG 投与前後で著明な変動を示さなかった。

ICG Rmax の測定には、0.5mg/kg, 1mg/kg, 2mg/kg 或いは、0.5mg/kg, 1mg/kg, 3mg/kg の投与法をとる施設もある。われわれは Moody<sup>3)</sup> の方法に従い、ICG の最大投与量を5mg/kg を用いて測定している。ICG Rmax 値を求める場合、正確さからは高濃度を用いる方が良いと考えられるが、副作用の面からは少量投与が好まれている<sup>8)</sup>。しかし今回の検討からみても、副作用は全く認めなかったことから、われわれは5mg/kg を用い測定している。また ICG を4時間毎に投与しても残存血中濃度は低く、反復負荷で血中濃度が予想以上に上昇することはないと考えられる。

色素排泄試験における副作用については、BSP 使用時におけるものは種々報告がみられるが、ICG が、1つには副作用のないことが、BSP にとってかわり広く用いられるようになった要因である。

これまで通常量即ち0.5mg/kg 投与によって生じる副作用はほとんど報告されていない。しかし、肝静脈カテーテル施行中に ICG を使用し、血管痛、血圧の低下を示した症例が二、三報告されている<sup>19)20)21)</sup>。ICG の構造上、ヨードを含むことから副作用を生じる可能性は皆無とはいえず、一応注意をする必要がある。

## VI. 結 語

ICG Rmax 一日測定法について述べるとともに、これを用いて一般腹部手術時の急性期の肝予備能としての ICG Rmax の変動について検討を行った。

術前値に対して、術後3日目では、胃疾患6例において平均 $102.8 \pm 9.6\%$ の値を示したが、胆道疾患6例では5例が低下し、平均 $93.4 \pm 6.4\%$ の値を示した。3日目に低下を示す症例も7日目には術前値へと復した。一方肝硬変による食道静脈瘤では、手術々式により、ICG Rmax の変動に差が認められた。これらより、術前値から術式、疾患による術後の ICG Rmax の低下や回復の程度を予測でき、手術適応の指標となり得ると思われた。

また、ICG 反復投与時の肝障害の発生有無や、副作用について検討を加えたが、著変を認めたものはなく、安全に行える検査法であるとする。

## 文 献

- 1) Paumgartner, G., et al.: Kinetics of indocyanine green removal from the blood. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, **170**: 134—146, 1970.
- 2) Rikker, L.F., et al.: Estimation of functional hepatic mass in resected and regenerating rat liver. *Gastroenterology*, **67**: 691—699, 1974.

- 3) Moody, F.G., et al.: Estimation of the functional reserve of human liver. *Ann. Surg.*, **180**: 592—598, 1974.
- 4) Rikker, L.F., et al.: Estimation of functional reserve of normal and regeneratig dog liver. *Surgery*, **75**: 421—429, 1974.
- 5) 水本竜二 他: 肝機能予備力と手術危険度の判定. 外科治療, **39** (1): 71—78, 1978.
- 6) 吉川 澄 他: ICG Rmax 一日測定法. 医学のあゆみ, **107** (9): 578—580, 1978.
- 7) Fox, I.J., et al.: A tricarbocyanine dye for continuous recording of dilution curves in whole blood independent of variation in blood oxygen saturation. *Proc. Staff. Meet. Mayo Clin.*, **32**: 478—484, 1957.
- 8) Wheeler, H.O., et al.: Biliary transport and hepatic storage of Sulfobromophthalein sodium in the unanesthetized dog, in normal man, and in patients with hepatic disease. *J. Clin. Invest.*, **39**: 1131—1144, 1960.
- 9) Rappaport, E., et al.: Hepatic clearance of indocyanine green. *Clin. Res. Proc.*, **7**: 289—290, 1959.
- 10) Leevy, C.M., et al.: Indocyanine green clearance as a test for hepatic function. Evaluation by dichromatic ear densitometry. *J.A.M.A.*, **200**: 236—240, 1967.
- 11) Norton, L., et al.: Liver failure in the post-operative patient: The role of sepsis and immunologic deficiency. *Surgery*, **78**: 6—13, 1975.
- 12) Schmid, M., et al.: Benign postoperative intrahepatic cholestasis. *New Eng. J. Med.*, **272**: 545—550, 1965.
- 13) Geller, W., et al.: Liver dysfunction following abdominal operations. *Arch. Int. Med.*, **86**: 908—916, 1950.
- 14) 朔 元則 他: 食道静脈瘤に対する直達手術の検討—とくに耐糖能および肝循環の面からみた経胸, 腹到達経路の比較. 日消外会誌, **11** (8): 631—635, 1978.
- 15) 平嶋 毅 他: Indocyanine groon 負荷試験の門脈外科領域における意義. 肝臓, **20**: 43—48, 1979.
- 16) 大屋文彦 他: 肝細胞の ICG 色素の取り込み. 肝臓, **17** (12): 23—31, 1976.
- 17) Klassen, C.D., et al.: Plasma disappearance and biliary excretion of indocyanine green in rats, rabbits and dogs. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, **15**: 374—384, 1969.
- 18) 南部勝司 他: ICG による肝の functional capacity の測定. 日消病会誌, **74** (5): 634—643, 1977.
- 19) 滝野辰郎: 肝色素排泄試験—BSP にかわるもの—。日本臨床, **28** (11): 97—104, 1970.
- 20) 横山泰久 他: Indocyanine green による肝機能検査について. 肝臓, **7** (1): 86—93, 1967.
- 21) 岩村健一郎 他: Indocyanin green による副作用を呈した一症例. 日消病会誌, **71** (6): 573—578, 1975.
- 22) 吉川 澄 他: 肝切除後の ICG Rmax の変動について (ICG Rmax 一日測定法による検討) 第12回日本消化器外科学会総会, 1978. 7. 12 弘前で発表.
- 23) 大島文雄 他: ICG Rmax 一日測定法について. 第22回 臨床病理学会 近畿支部総会, 1979. 6. 10. 神戸にて発表.