

## 経門脈アンジオエコー法による肝腫瘍存在区域診断

東京女子医科大学消化器外科学教室 (主任: 羽生富士夫教授)

藤 間 泰

肝区域, 区域間境界を描出することで肝腫瘍存在区域を正確に把握することを目的として, 門脈枝内炭酸ガス注入による経門脈アンジオエコー法を考案し, 肝切除予定の肝細胞癌症例31例に施行して担癌区域診断を試みた。超音波誘導下に肝内門脈枝(前区域枝21例, 後区域枝5例)を21G・PTC針で経皮的に穿刺し, 炭酸ガス10~15mlを注入し超音波検査を行った。全例で注入門脈枝の支配領域が高エコー化し, 隣接領域との境界が明瞭に認められた。右肝静脈や中肝静脈はこれら境界線上に認められ本法において区域が正確に描出されることが示唆された。31例全例で, 腫瘍を前区域, 後区域, 左葉の3領域へのふり分けができ, 区域間境界と腫瘍との距離が系統的な区域切除の際の surgical margin として術前に把握できた。またそれが正確であることは手術中に確認された。以上本法では肝区域, 区域間境界が描出できるため腫瘍の存在区域が正しく把握可能である。

**Key words:** portal angioechography, hepatic segment, carbon dioxide gas, hepatocellular carcinoma, localizing hepatic tumors

### 結 言

今日, 肝腫瘍に対する肝切除において, 門脈の支配領域に基づいた系統的な区域切除や亜区域切除が広く行われるようになってきたため腫瘍の正確な存在区域, すなわち腫瘍がどの門脈枝の支配領域に存在しているのかを知る必要がある。著者らは肝臓を, グリソン鞘の分岐形態に従って大きく3つの区域, すなわち現在の肝癌取扱い規約<sup>1)</sup>での後区域, 前区域, 左葉に分けて考えており<sup>2)</sup> (以下, 左葉も1つの区域として扱う。), 腫瘍がこれら3つのどの区域に存在するかを診断することが不可欠であると考えている。しかし従来の検査法では門脈枝や肝静脈枝との位置関係から存在区域を推定できるものの区域間境界に近いものではその存在区域の診断が困難であることもまれではない。著者らは, 肝内門脈枝への炭酸ガス注入による超音波検査法である経門脈アンジオエコー法(本法)を考案し, 肝区域, 区域間境界の描出と腫瘍存在区域の診断を行った。

### 対 象

1989年3月より1990年2月までに東京女子医科大学消化器病センターで肝切除が施行された肝細胞癌症例31例, うち肝硬変合併例15例, 非合併例16例である。

これらの31例中, 26例に前区域枝穿刺を, 5例に後区域枝穿刺を行った。

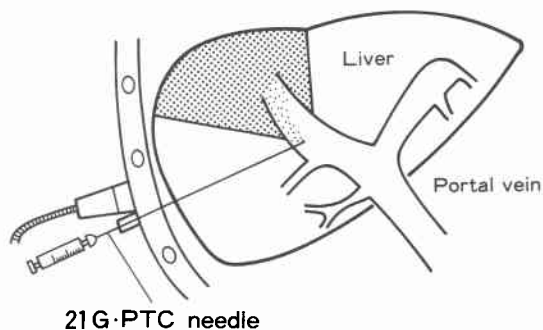
### 方 法

超音波誘導下に経皮的に肝内門脈枝を21G・PTC造影針を用いて穿刺し, 無菌的に注射筒に吸引した炭酸ガス10~15mlを緩徐に注入し, その前後の変化を超音波検査で観察した(Fig. 1)。門脈前区域枝に炭酸ガスを注入しているところを示したものである(Fig. 2)。支配区域の実質にガスが入り少しずつ高エコーにエンハンスされてきている所見を示した。

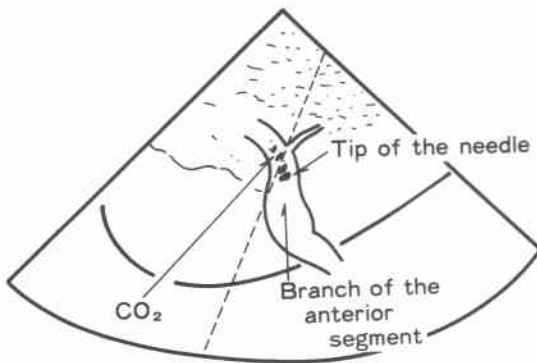
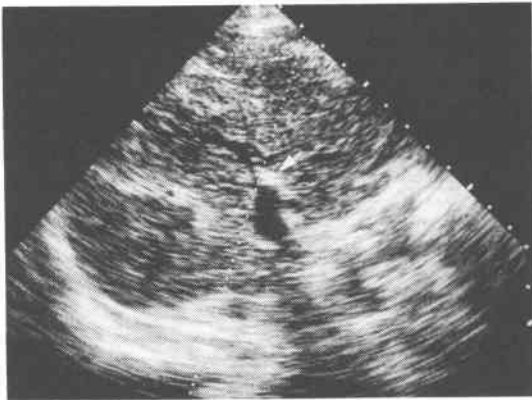
なお門脈枝の穿刺は次のごとく行った。

#### ① 門脈前区域枝穿刺法

Fig. 1 A schema of the method for puncture of a portal branch and injection of carbon dioxide gas



**Fig. 2** Ultrasonogram of carbon dioxide gas injection into the portal branch of the anterior segment. White arrow indicates the tip of the needle.



通常の超音波検査台を使用し、患者は半座位で前向きかやや左向きにし、右腕は挙上させた。前投薬は硫酸アトロピン0.5mgを筋注した。第5～7肋間で門脈前区域枝が明瞭に描出される部位を探し、患者に呼吸を一時止めさせて穿刺した。

#### ② 門脈後区域枝穿刺法

通常の超音波検査台を使用し、患者は左側臥位で右腕は挙上させた。前投薬は硫酸アトロピン0.5mgを筋注した。第6～8肋間で門脈後区域枝が明瞭に描出される部位にて、呼吸を一時止めさせて穿刺した。

### 結 果

#### ① 炭酸ガス注入領域のエコーレベル変化

炭酸ガス注入により31例全例でその門脈枝の支配領域のエコーレベルが高エコー化した。その高エコー化領域内でもガスの入りの少ない部分があり、どの症例でも多少の濃淡のムラが認められた。

#### ② エンハンスの消退時間

高エコー化したエコーレベルがもとのエコーレベルに戻るまでの時間をエンハンスの消退時間と呼んでいるが、この時間 (mean±SD) は測定した12例(うち肝硬変合併例6例, 非合併例6例)において、 $82 \pm 12$ 分であった。肝硬変合併群では $79 \pm 15$ 分, 非合併群では $84 \pm 9$ 分であり両群間に有意差はなかった(**Fig. 3**)。ただし、有意差検定はStudent's testにて行い、 $p < 0.05$ をもって有意とした。

#### ③ アンジオエコー法における腫瘍の描出

アンジオエコー法において腫瘍の描出のされかたは3通りあり、それぞれ、腫瘍が炭酸ガスを取り込んで周囲より高エコーとなる positive enhancement, 腫瘍にはガスが入らないためエコーレベルが変化せず、周囲のみが高エコーとなる negative enhancement, 腫瘍に周囲と同程度のガスが入り周囲とコントラストがつかない non-enhancement と定めている<sup>3)</sup>。

今回、腫瘍の存在する区域に炭酸ガスを入れたのは18例で、うち17例で腫瘍は negative enhancement, 1例で non-enhancement を示した。また positive enhancement を示した症例は1例もなかった。

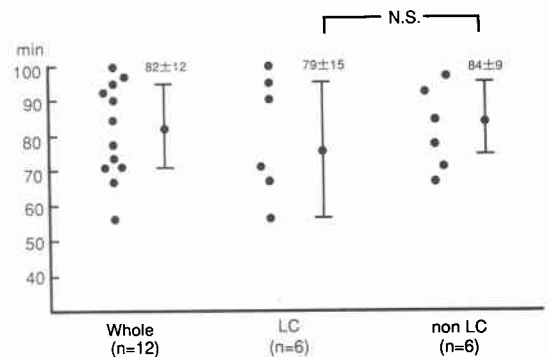
#### ④ 炭酸ガス注入領域と隣接区域との境界

炭酸ガスの入った区域の境界は31例全例ではっきり確認され、27例ではほぼ直線状であったが(**Fig. 4a**)、他の4例では曲線状に入り組んでいた(**Fig. 4b**, **Table 1**)。前区域枝穿刺の症例では全例に隣接区域との境界に右肝静脈と中肝静脈が、後区域枝穿刺の症例では、全例に右肝静脈が隣接区域との境界に認められた(**Fig. 5**)。

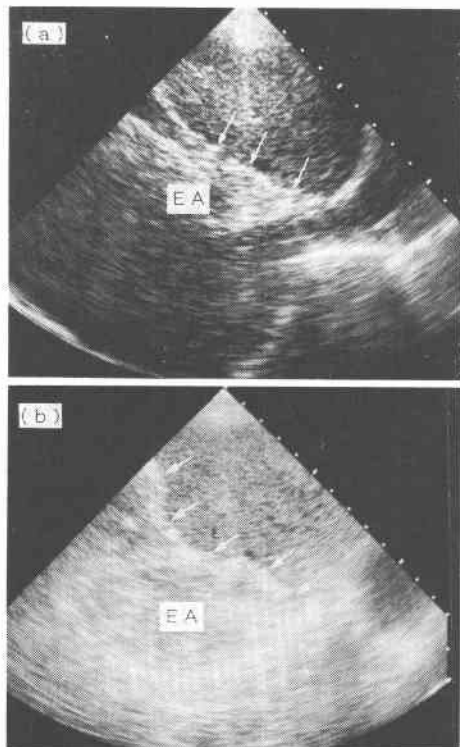
#### ⑤ 腫瘍の存在区域診断

腫瘍はガス注入区域の内部に存在するか外部の隣接

**Fig. 3** Time of loss of enhancement. LC: Six cases with liver cirrhosis, non LC: Six cases without liver cirrhosis



**Fig. 4** Portal angioechography showing the borderline between the enhanced and the adjacent areas. (a): Arrows indicate a straight borderline. (b): A curved one. EA: Enhanced area



**Table 1** Demonstration of border line between CO<sub>2</sub>-injected segment and its neighbors

Demonstration of borderline		31 cases	
Clear	31	Straight line	27
		Curved line	4
Obscure	0		

区域に存在するか、あるいは両者の境界をまたいで存在するかのいずれかであり、いずれにしる存在区域の判定は容易であった。

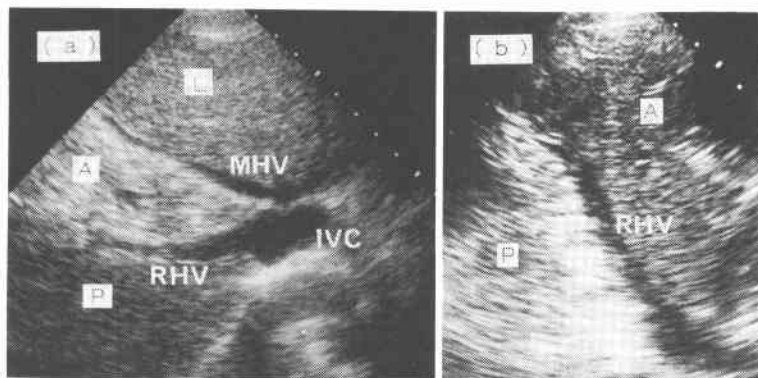
前区域穿刺症例のうち3例の経門脈アンジオエコー像を示した (Fig. 6). (a)は前区域に、(b)は左葉に、(c)は両区域にまたがって腫瘍が存在していることが容易に理解された。このようにして診断された担癌区域を表に示した (Table 2).

これらのうち症例1と症例2とを供覧する。

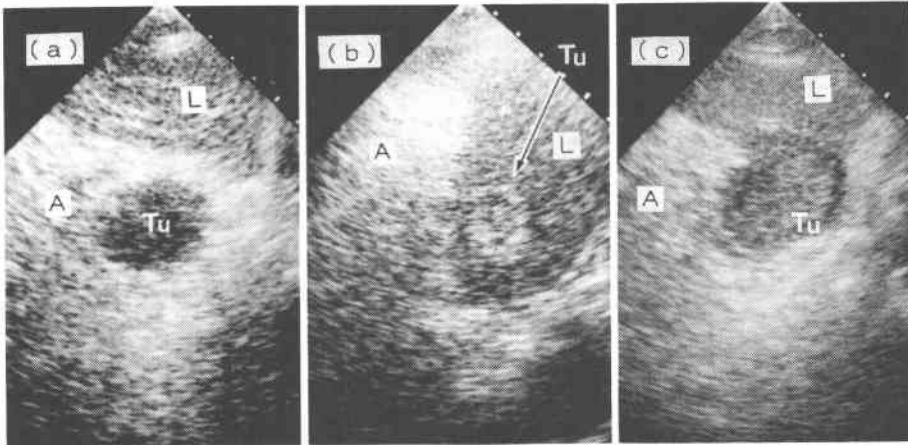
症例1

この症例には通常の超音波検査で、右肝静脈を隔てて2つの腫瘍が認められていたが、右肝静脈との位置関係により(A)の腫瘍は前区域、(B)は後区域と診断されたが (Fig. 7a), 経門脈アンジオエコー法では前区域を示す高エコー化領域が右肝静脈をまたいで背側に延びており(B)の腫瘍もこの中に含まれていたためどちらの腫瘍も前区域と診断された (Fig. 7b), 前上区域切除にて腫瘍は両者とも摘出された。

**Fig. 5** Portal angioechography demonstrating segments. Gas was injected (a) into the anterior segmental branch, and (b) into the posterior segmental branch. The anterior and the posterior segments are demonstrated as hyperechoic areas respectively. Hepatic veins are recognized on the borderline between the enhanced and the neighboring areas. A: Anterior segment, P: Posterior segment, L: Left lobe, RHV: Right hepatic vein, MHV: Middle hepatic vein, IVC: Inferior vena cava



**Fig. 6** Portal angioechography showing where the tumor is located. The anterior segment is enhanced in these three cases. The tumor is obviously detected (a) in the anterior segment, (b) in the left lobe, and (c) across the intersegmental borderline between the anterior segment and the left lobe. A : Anterior segment, L : Left lobe, Tu : Tumor



#### 症例 2

この症例は従来の検査法では腫瘍の存在が前区域か左葉かはっきりしなかったが (Fig. 8a), 経門脈アンジオエコー法にて左葉であることがはっきりした (Fig. 8b).

#### ⑥ 合併症

硫酸アトロピンの投与を行わなかった初期の症例のなかに、門脈枝穿刺の際、若干の血圧低下や徐脈など迷走神経反射と思われる症状をきたしたものがあつたが、今回対象とした症例では前もってアトロピンを投与しており、これらの症状はみられなかった。腹腔内出血などは1例にもみられず、炭酸ガスが血中に入ったことによる副作用も全く認められなかった。本法施行前後の総ビリルビン値とGPT値を肝硬変合併群(15例)、非合併群(16例)とに分けて図示したが、際立って増悪したと思われる症例はなかった (Fig. 9, 10).

#### 考 察

炭酸ガスの血管内注入は、循環器領域では血流の状態を知るために以前より行われていた<sup>4)</sup>。肝臓領域では、松田ら<sup>9)</sup>が炭酸ガス microbubble を肝動脈に注入しての enhanced ultrasonography を試みたのが最初であった。著者らの施設では、これを簡略化し、炭酸ガスをそのまま血管内に注入する方法を採ってきており、まず、高崎らが術中での固有肝動脈内ならびに肝内門脈枝への炭酸ガス注入を用いた術中超音波検査と

して前者では腫瘍像の病出を、後者では担癌グリソン枝の同定につき検討することで始まった<sup>6)</sup>。その後血管造影の手法に基づき肝動脈内に炭酸ガスを直接注入して行う経動脈アンジオエコー法は術前の肝腫瘍の存在診断、質的診断に威力を發揮してきた<sup>7)8)</sup>。さらに、術前に担癌区域を把握するために、超音波映像下で経皮的に肝内門脈枝を穿刺しての炭酸ガス注入による経門脈アンジオエコー法を考案した。

新しい検査法を施行するにあたって最も欠くべからざることは安全性であろう。炭酸ガスは血液中に溶けやすく、実験的には全身的な炭酸ガス投与は10ml/kgまでは安全との報告があり<sup>9)</sup>、以前より循環器領域で使用されて安全性が確認されている。本法での炭酸ガス使用量は患者1例につきただか15mlと先の量よりはるかに少量であるうえ、ほとんどが速やかに血中に溶けてしまうと思われ、門脈内注入時には超音波画像上ではっきりと確認された炭酸ガスが、肝静脈から肝外に出ていく像は認められないことから、全身に対する影響はまずないと考えてよいと思われる。また、炭酸ガスが肝内に80分前後もの間停滞するわけだが、本法施行前後で特に肝機能検査値の悪化がみられないことより、肝に対する安全性にもまず問題はないと考える。

本法での、非癌肝実質におけるエンハンスの消退時間は肝硬変合併群と非合併群とで有意差がなく、この

**Table 2** Tumor-bearing area

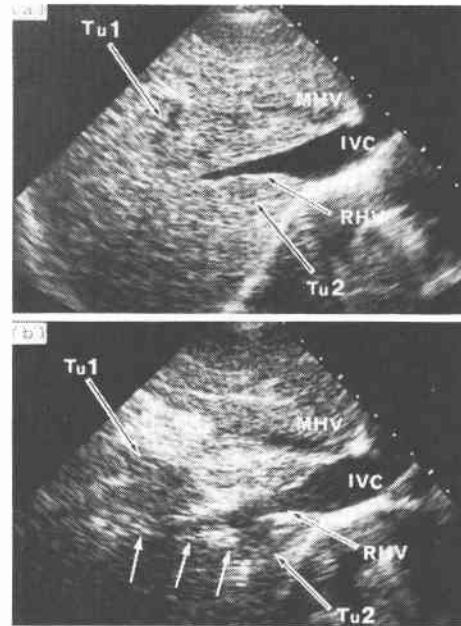
case	age	sex	enhanced area	tumor-bearing area	
				CUS	PAE
1	65	M	A	A, P	A, A
2	70	M	A	A/L	L
3	63	M	A	A/P	A/P
4	59	M	A	A/P	A/P
5	61	M	A	L	L
6	55	M	A	L	A/L
7	62	F	A	P	P
8	64	M	A	P	P
9	54	M	A	A, A	A, A
10	61	M	A	A/P, P	A/P, P
11	63	M	A	A, A/L	A/P, L
12	68	M	A	P	P
13	65	M	A	P	P
14	66	M	A	A, P	A, P
15	70	F	A	P	P
16	58	M	A	A, P	A, A/P
17	56	M	A	P	P
18	43	M	A	A	A/P
19	46	M	A	A/P	A/P
20	52	M	A	A/P	A/P
21	58	M	A	A/P	A/P
22	76	M	A	A	A
23	67	M	A	A/P	A/P
24	60	F	A	A/L	A/L
25	72	M	A	A/P	A/P
26	45	F	A	A	A
27	50	M	P	P	P
28	62	M	P	P	P
29	58	M	P	P	P
30	64	M	P	A	A
31	56	M	P	P	A/P

M: Male, F: Female, CUS: Conventional ultrasonography, PAE: Portal angioechography, A: Anterior segment, P: Posterior segment, L: Left lobe, A/P: On the border line between the anterior segment and the posterior segment, A/L: On the border line between the anterior segment and the left lobe, A, P: The patient has two tumors, one of which is recognized in the anterior segment, and the other in the posterior segment.

長短で肝機能のよしあしは予測できないと思われる。経動脈アンジオエコー法では平均消退時間は数分であり<sup>9)</sup>経門脈のほうが明らかに長い、その間炭酸ガスがどこに、どのように取り込まれているのかは不明である。

経門脈アンジオエコー法における腫瘍の描出に関して今回の検討では、肝細胞癌では1例を除き negative

**Fig. 7** (a): Conventional ultrasonography of case 1. Two tumors (Tu1, Tu2) were recognized. Tu2 was supposed to be in the posterior segment. (b): Portal angioechography of case 1. White arrows indicate the intersegmental borderline between the anterior and the posterior segments. Tu2 was detected in the enhanced area, that is, the anterior segment. A: Anterior segment, P: Posterior segment, IVC: Inferior vena cava, RHV: Right hepatic vein, MHV: Middle hepatic vein

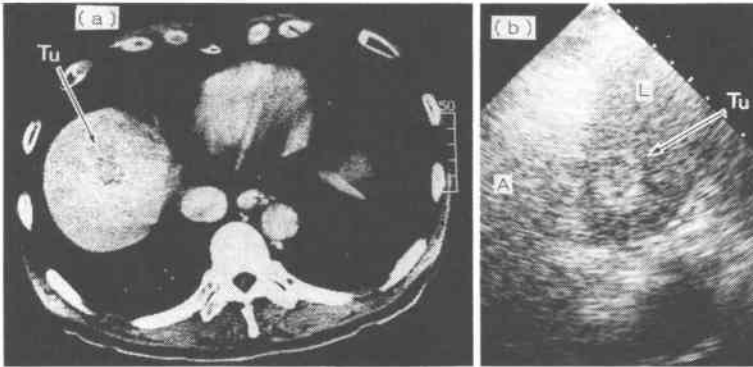


enhancement を示し、境界病変<sup>1)</sup>との鑑別が難しかった高分化型肝細胞癌の1例のみが周囲と同程度にガスが入る non-enhancement を示した。これらのことより経門脈的に注入された炭酸ガスが腫瘍に取り込まれるか否かは、腫瘍内の門脈域が保たれているか否かに関係するものと思われるが、いずれにしろ本法で腫瘍存在区域診断を行う際に問題とはならない。

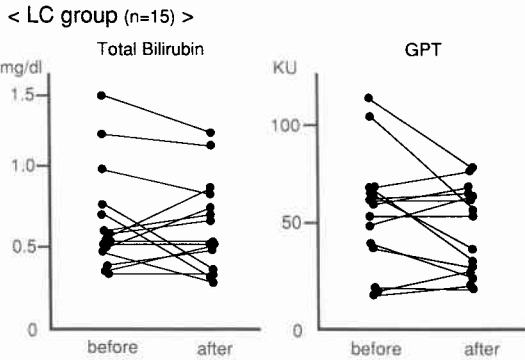
本法において穿刺する門脈枝は前区域枝が都合がよい。というのは門脈の分枝形態はグリソン鞘の分枝形態と同様であるから、肝臓は門脈の分枝形態からも前区域、後区域、左葉の3区域に分けられ、前区域をエンハンスすると腫瘍をそれら3区域に振り分けることができるからである。

肝静脈が区域間境界を走行していること、すなわち右肝静脈が前区域、後区域間の境界面内に、中肝静脈が前区域、左葉の境界面内に存在していることは

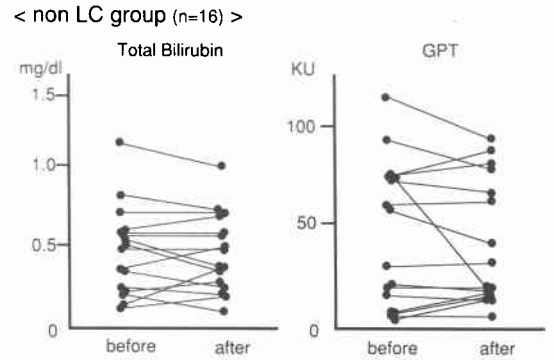
**Fig. 8** (a): Computed tomogram of case 2. It was difficult to determine the tumor-bearing segment. (b): Portal angioechography of case 2. Portal angioechography revealed that it was located in the left lobe. A: Anterior segment, L: Left lobe, Tu: Tumor



**Fig. 9** Serum total bilirubin and GPT before and after portal angioechography in 15 patients with liver cirrhosis (LC group)



**Fig. 10** Serum total bilirubin and GPT before and after portal angioechography in 16 patients without liver cirrhosis (non LC group)



Couinaudの報告<sup>10)</sup>以来よく知られていることである。31例全例において高エコー化区域と隣接区域との境界線上に肝静脈が認められたということは経門脈アンジオエコー法により正確に肝区域が描出されたことを示している。したがって腫瘍とエンハンス区域との位置関係をみるだけで腫瘍の存在区域診断が容易に正確に行えるのである。

区域間境界は入り組んでいるものも31例中4例と、けっしてまれではなく、このような症例でもし境界近傍に腫瘍があった場合は従来の検査法では区域診断を誤る危険性が高いと思われる。また肝区域は同一区域であっても大きさ、形状において個人差があり、症例1のように隣接区域に向かって張り出しているものもまれではないようである。経門脈アンジオエコー法で

は区域を高エコー化領域として描出できるため、このような区域の広がりを知ることもできるし、担癌区域も誤らずに確定できる。症例2のように他の検査法でははっきりしないものも、本法を用いれば容易に診断が可能となる。なおこれらを含むすべての症例に肝切除術が施行され、術中に本法による区域診断が正しかったことは確認されている。

従来の超音波検査<sup>11)</sup>では、右、中肝静脈と下大静脈とを含む面を区域間境界と考えそのどちら側に腫瘍が存在しているか、また腫瘍の付近に分布する門脈枝を支配枝と考えて腫瘍の存在区域を決定してきた。しかし肝臓が肋骨弓内に存在している関係上、肋間走査、肋骨弓下走査で観察するため肺や肋骨に阻まれて、すべての方向、角度から観察できるわけではなく、しかも

境界線が描出されるわけではないので、どこまでがどの区域かは、必ずしも正確に決定できなかった。

CT scan では肝静脈と下大静脈を結ぶ線を境界線とし、頭側尾側に延長することで比較的客観的な判断が可能であるが<sup>12)</sup>、このように設定したものと実際の区域間境界とがかならずしも一致しないことは、凹凸のある境界面を有する症例が存在することからも明らかである。

血管造影では腫瘍の栄養血管が描出される場合は存在区域診断の役にたつが、隣接領域の枝からも栄養されることがあるため決定的ではない。実際これらの検査法の間で区域診断が一致しないことはしばしば経験されるところである。

区域間境界は面であり走査断面との交線が境界線であるわけだが、経門脈アンジオエコー法ではどの走査面においても境界線の描出ができるため腫瘍の存在区域が明瞭に正確に理解される。

選択的肝動脈造影施行時に経動脈的アンジオエコー法を行っても区域間境界を描出可能であるが、肝内で肝動脈枝どうしが容易に通じやすいことや、境界上や境界付近の腫瘍には両方の区域枝から枝が延びていることがあるため、経動脈的な区域間境界描出は不正確なことがあると思われる。肝動脈枝を結紮するとその領域へは他の枝から動脈血が供給されることは、術中経動脈アンジオエコー法にて確認されている事実である。実際著者らが経動脈的に行ったなかにも境界がうまく描出できなかった例があった。

一方、本法で区域間境界が正確に描出されたことで、肝内門脈枝は区域間の短絡路を有しないことが示唆された。

著者らが考案した経門脈アンジオエコー法を用いることにより、容易にかつ安全に肝区域および区域間境界を描出することができるようになった。区域肝境界は曲線状であることもまれではないが、どのような症例に対しても、術前に腫瘍の存在区域や、区域切除に際しての surgical margin を正確に把握することが可能である。

稿を終えるにあたり、ご指導、御校閲を賜りました羽生富

士夫教授に深甚なる感謝の意を表します。研究の機会を与えて頂きました小林誠一郎教授に心から御礼申し上げます。また終始直接の御指導、御教示を頂きました高崎 健助教授に心より感謝の意を表します。さらに、超音波検査室の斉藤明子講師、ならびに肝外科グループの諸先生に心から御礼申し上げます。

なお本論文の要旨は第34回日本消化器外科学会総会、日本超音波医学会第55回研究発表会にて発表した。

#### 文 献

- 1) 日本肝癌研究会編：原発性肝癌取扱い規約。第3版。金原出版、東京、1992
- 2) 高崎 健、小林誠一郎：グリソン鞘一束処理による肝区画切除術。外科診療 9：1031-1036, 1987
- 3) 高崎 健、斉藤明子、中川昌之ほか：術中アンジオエコー法による肝内小転移巣の診断。肝臓 29：917-921, 1988
- 4) DeMaria AN, Bommer W, Takeda P et al: Value and limitations of contrast echocardiography in cardiac diagnosis. Cardiovasc Clin 13：167-179, 1983
- 5) 松田康夫、藪内以和夫：肝動脈内炭酸ガス Microbubble 注入法による肝腫瘍の超音波造影法 (Enhanced Ultrasonography) の試み。超音波医 11：286-294, 1984
- 6) 高崎 健、斉藤明子、中川昌之ほか：術中超音波一動脈・門脈炭酸ガス注入による小肝癌存在区画の診断。日超音波医会49回研究発表会講論集：1061-1062, 1986
- 7) 斉藤明子、高崎 健、中川昌之ほか：肝腫瘍の診断における脈管内炭酸ガス注入アンジオエコー法の応用。肝・胆・脾 15：1129-1132, 1987
- 8) 中川昌之：肝細胞癌のアンジオエコー検査所見と病理組織の比較検討。肝臓 31：309-317, 1990
- 9) 富野哲夫、丁 栄市、王 箴和ほか：炭酸ガス大量注入によって起きる循環、呼吸系の変化。心臓 3：1018-1023, 1971
- 10) Couinaud C: Lobes et segments hepatiques; Notes sur l'architecture anatomique et chirurgicale du foie. Presse Med 66：709-712, 1954
- 11) Valleix D, Sautereau D, Pouget X et al: Ultrasonographic anatomy of the liver. Surg Radiol Anat 9：123-134, 1987
- 12) 森山紀之：肝の区域診断。肝 CT 読影の実際。金原出版、東京、1986、p39-55

## Portal Angioechography-Its Usefulness in Localizing the Hepatic Tumor

Yasushi Toma

Department of Gastroenterological Surgery, Institute of Gastroenterology, Tokyo Women's Medical College  
(Director: Prof. Fujio Hanyu)

Portal angioechography, a method of enhancing ultrasonographic images by the injection of carbon dioxide gas into a branch of the portal vein, was used in 31 cases of hepatocellular carcinoma to determine the location of tumors. A 21-gauge needle for percutaneous transhepatic cholangiography was inserted into an intrahepatic portal branch under ultrasonic guidance. Ultrasonography was performed after the injection of 10–15 ml of CO<sub>2</sub> gas into the branch. Gas was injected into the anterior segmental branch in 26 cases and the posterior segmental branch in 5 cases. The respective areas supplied by these branches became hyperechoic, and borders between them and neighboring areas were clearly recognized, indicating that they were intersegmental borders. In 17 of 18 patients in whom gas was injected into the tumor-bearing segment, the tumors were shown as negative enhancement. In all 31 cases, it was possible to determine whether the tumor was in the anterior segment, posterior segment, or left lobe. In addition, the distance between the tumor and the intersegmental plane was ascertained prior to surgery, which facilitated preoperative planning. The accuracy of these determinations was confirmed at operation. Portal angioechography allows reliable demarcation of hepatic segments and intersegmental planes, and precise location of hepatic tumors.

**Reprint requests:** Yasushi Toma Department of Surgery, Institute of Gastroenterology, Tokyo Women's Medical College  
8-1 Kawadacho, Shinjuku, Tokyo, 162 JAPAN

---