



Title	C02 Intraarterial Digital Subtraction Angiography-肝癌の血流動態の検索-
Author(s)	中村, 健治; 林, 茂筆; 玉岡, 紅一 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1987, 47(11), p. 1445-1454
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16692
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

CO₂ Intraarterial Digital Subtraction Angiography

—肝癌の血流動態の検索—

*市立伊丹病院放射線科

**大阪市立大学放射線科

中村 健治* 林 茂筆* 玉岡 紅一* 橋本 博美*
神納 敏夫** 椿本 光男** 真鍋 隆夫** 山田 哲也**
松岡 利幸** 高島 澄夫** 小林 伸行** 中塚 春樹**
水口 和夫** 小野山靖人**

(昭和62年3月24日受付)

(昭和62年4月20日最終原稿受付)

Evaluation of Intra-arterial Digital Subtraction Angiography Using Carbon Dioxide for Liver tumor

Kenji Nakamura*, Mohitsu Lin*, Kouichi Tamaoka*,
Hiromi Hashimoto*, Toshio Kaminou**, Mitsuo Tsubakimoto**,
Takao Manabe**, Tetsuya Yamada**, Toshiyuki Matsuoka**,
Sumio Takashima**, Nobuyuki Kobayashi**, Haruki Nakatsuka**,
Kazuo Minakuchi** and Yasuto Onoyama**

*Department of Radiology, Itami City Hospital

**Department of Radiology, Osaka City University

Research Card No. : 514.4.

Key Words : Carbon Dioxide, Liver tumor, Hemodynamics
Digital Subtraction Angiography

Intraarterial Digital Subtraction Angiography using Carbon Dioxide (CO₂-IADSA) was performed on 18 patients with several liver tumors and studied its diagnostic usefulness as well as intrahepatic hemodynamic observed by the technique. Intraarterial carbon dioxide injections were made in celiac artery (3 patients), common hepatic artery (6 patients) and proper hepatic artery (9 patients including right and left hepatic artery) using standard 5 French angiographic catheter or 6 French balloon catheter. In all patients, hand injections were made with 30~50ml plastic syringes that were filled from a small medical grade carbon dioxide tank using a standard oxygen regulator.

The carbon dioxide injected into the hepatic artery flowed more rapidly than iodine contrast material, showing a very rapid retreat from the blood stream, but the carbon dioxide flowing into the tumor vessel remained longer than within normal hepatic artery.

Relative good demonstration of hepatic artery was obtained by CO₂-IADSA; in 13 of 18 patients, tumor vessels were distinctly visualized. In 9 of 11 patients with hepatoma, arterio-portal shunt that could not be observed by conventional angiography were demonstrated. All of these patients, intrahepatic metastasis were found and their lesions localized in the portal segment flowed out by carbon dioxide.

Side effects to this technique included mild heat sensation (3 patients) and mild abdominal

discomfort (2 cases), but no serious complication was exhibited in any cases.

We concluded that CO₂-IADSA was a safe angiographic technique and would be a useful method for hemodynamic investigations of hepatic tumors.

I. はじめに

肝血管造影法は動、静脈造影や門脈造影など種々の造影方法があり、肝腫瘤性病変における診断的意義は高く評価されている。通常血管造影剤はヨード製剤が用いられているが、最近二酸化炭素ガス（以下CO₂）をDigital Subtraction Angiography（以下DSA）の造影剤として用いる試みがある^{1)~3)}。気体であるCO₂は粘稠性や刺激性が極めて低いので血管内に注入されたCO₂は血流に乗り移動し、その動態は正確な臓器血流を反映する可能性が高いと考えられる。

今回、著者らはこれらの点に着目し、二酸化炭素ガス動注によるDigital Subtraction Angiography（以下CO₂-IADSA）を各種肝癌例に対して行い、肝癌の血流動態を観察する上で興味ある知見を得たので報告する。

II. 対象、方法

対象は原発性肝細胞癌11例、転移性肝癌4例、胆嚢癌2例、胆管癌1例の計18例で、年齢は41歳から74歳、男14例、女4例である。

方法は炭酸ガス注入器ガスター（Cathex社製）からCO₂を30~50mlのシリンジに吸引し、肝動脈内に選択的に挿入されたカテーテルから手圧で注入した。注入動脈は腹腔動脈3例、総肝動脈6例、固有肝動脈4例、左あるいは右肝動脈5例で、CO₂の1回注入量は20~50mlであった。造影カテーテルは通常の5Fのカテーテルを14例に、Balloon catheterを4例に用いた。使用した血管撮影装置はGE社製L-U angio, DSA装置はGE社製DF3000で、撮影はpuls modeを用いて秒間3~4爆射で約10秒間撮影した（Table 1）。

以上の方法により得られたCO₂-IADSA像から肝動脈内に注入されたCO₂の動態を動画像上で観察し、また肝動脈の造影能をヨード製剤による血管造影像（以下ヨード像）と比較検討した。

III. 結果

1. CO₂-IADSAの血管造影能（Table 2）

亜区域枝より末梢の肝動脈が明瞭に造影されexcellentと判定した例が11例、亜区域枝が同定可能でgoodと判定した例が6例、区域動脈のみ同

Table 1 Case materials of CO₂-IADSA

No.	Age	Sex	Disease	Injected artery	Dose of CO ₂	Used catheter
1.	54	M	Hepatoma	Celiac a.	40ml	6F Balloon catheter
2.	70	F	Hepatoma	Common hepatic a.	30ml	5F catheter
3.	73	M	Hepatoma	Common hepatic a.	50ml	5F catheter
4.	46	M	Hepatoma	Right hepatic a.	30ml	5F catheter
5.	67	M	Hepatoma	Right hepatic a.	50ml	5F catheter
6.	46	M	Hepatoma	Left hepatic a.	30ml	5F catheter
7.	41	M	Hepatoma	Left hepatic a.	20ml	5F catheter
8.	70	F	Hepatoma	Common hepatic a.	30ml	5F catheter
9.	54	M	Hepatoma	Right hepatic a.	30ml	5F catheter
10.	56	M	Hepatoma	Proper hepatic a.	30ml	5F catheter
11.	74	F	Hepatoma	Celiac a.	40ml	5F catheter
12.	61	M	Liver Metastasis	Celiac a.	40ml	6F Balloon catheter
13.	54	F	Liver Metastasis	Common hepatic a.	20ml	6F Balloon catheter
14.	60	M	Liver Metastasis	Proper hepatic a.	20ml	5F catheter
15.	53	F	Liver Metastasis	Proper hepatic a.	30ml	5F catheter
16.	46	M	Gall bladder ca.	Common hepatic a.	30ml	5F catheter
17.	47	M	Gall bladder ca.	Proper hepatic a.	25ml	5F catheter
18.	60	M	Cholangioma	Common hepatic a.	30ml	6F Balloon catheter

Table 2 CO₂-IADSA findings in several liver tumors

No.	CO ₂ -IADSA image	tumor vessel	portal vein	hepatic vein	intrahepatic metastasis	Lung metastasis	Side Effect
1.	excellent	+	+	-	+	-	-
2.	excellent	+	+	-	+	-	-
3.	excellent	+	+	-	+	-	abdominal discomfort
4.	excellent	+	+	-	+	-	heat sensation
5.	excellent	+	+	-	+	-	-
6.	good	±	+	-	+	-	heat sensation
7.	excellent	+	+	+	+	+	heat sensation
8.	good	+	+	-	+	-	-
9.	good	+	+	-	+	-	-
10.	good	-	+	-	+	-	-
11.	poor	-	-	-	-	-	-
12.	good	-	-	-	-	-	-
13.	excellent	+	-	-	-	-	-
14.	good	-	-	-	-	-	abdominal discomfort
15.	excellent	+	-	-	-	-	-
16.	excellent	±	-	-	-	-	-
17.	excellent	±	-	-	-	-	-
18.	excellent	-	-	-	-	-	-

excellent : clearly demonstration of peripheral hepatic artery

good : demonstration of hepatic subsegmental artery

poor : demonstration of hepatic segmental artery

定可能で poor と判定した例が 1 例であった。CO₂-IADSA の血管造影能は CO₂ の注入量、注入圧や注入動脈の選択性とは特に関連がなかった。また、脾動脈や上腸間膜動脈に注入しても門脈像は得られなかった。

一方、腫瘍血管は 18 例中 13 例が同定可能で、同定不能 5 例の原因は腫瘍が Avascular (3 例)、体動や腸管ガスによる artifact (2 例) であった。腫瘍濃染像は 1 例で比較的明瞭に造影されたが、他の例は不明瞭であった。

2. 二酸化炭素ガスの動態

既存肝動脈内に注入された CO₂ の流速はヨード製剤よりも明らかに早く、CO₂-IADSA の動脈相は全例 CO₂ 注入終了後 3 秒以内に消失した。また、CO₂ の血中消失は極めて速やかで、ヨード像で通常見られる正常肝濃染像の明瞭な例はなかった。

一方、腫瘍血管内に流入した CO₂ は既存肝動脈内と比べ長く停滞し (注入終了後 3 秒~8 秒間)、CO₂ の腫瘍血管内と既存肝動脈内における流速は明らかに異なっていた。また、腫瘍血管内に流入

した CO₂ が担癌門脈枝あるいは肝静脈に流出した例が 9 例あったが、すべて原発性肝細胞癌例で肝転移例や胆道癌例では認めなかった。

また、CO₂ を肝動脈内に選択的に注入しても容易に脾動脈や大動脈に逆流した。

3. 原発性肝癌例の CO₂-IADSA 像

原発性肝細胞癌 11 例中 artifact のない 9 例は明瞭な腫瘍血管が造影された。9 例は腫瘍血管内に流入した CO₂ が担癌門脈枝に流出し、1 例はさらに中肝静脈にも流出するのが観察された。門脈、肝静脈が造影された 9 例中 5 例はヨード像で thread and streaks sign と門脈内陰影欠損を認めしたが、門脈や肝静脈への造影剤流出がなく動静脈短絡を指摘しえない例であった。他の 4 例は、ヨード像で門脈への腫瘍浸潤を指摘しえない被包型の肝癌例であった。

肝内転移巣は 9 例に認めたが、その存在部位は CO₂ の流出門脈領域に局限し、また肺転移例は A-V shunt のあった 1 例のみであった。

4. CO₂-IADSA の副作用

18 例中 3 例が熱感、2 例が不快感を訴えたがい

ずれも極めて軽度で、他13例は熱感、疼痛などを全く認めなかった。3例はCO₂注入前後に採血しPaco₂, Pao₂, PHを測定したが、いずれも注入前値と全く変動を認めなかった。

IV. 症 例

症例1. 原発性肝細胞癌。54歳, 男性。

通常の腹腔動脈造影で、左肝動脈領域にビマン性に拡がる微細な腫瘍血管と左門脈枝に沿ったいわゆる thread and streaks sign を認めたが、門脈への造影剤流出を認めなかった。門脈造影では門脈左枝は全く造影されず、門脈本幹内に欠損像が認められた (Fig. 1-A, B)。また、右肝動脈造影で肝右葉に多数の転移巣を認めた。

CO₂-IADSA 動脈像はヨード像とほぼ同等で、CO₂注入1.5秒後に門脈内の陰影欠損部から門脈へのCO₂流出を認めた。3秒後には既存の肝動脈像はほぼ消失したが thread and streaks sign と門脈が明瞭に造影された。ヨード製剤使用のIADSA と対照すると、CO₂-IADSA で示される肝

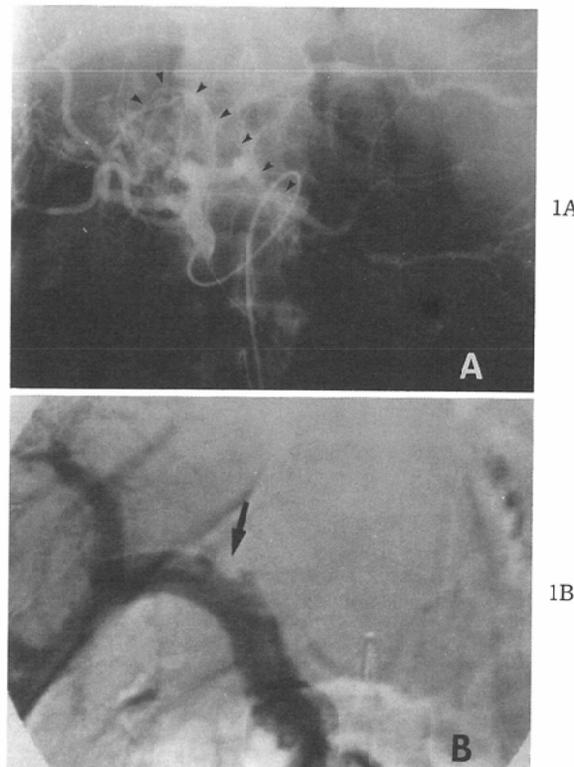
動脈内のCO₂の流速はヨード製剤よりも明らかに速く、また動脈-門脈間のシャント量が大量にあることが示された (Fig. 1-C, D)。

症例2. 原発性肝細胞癌。70歳, 女性。

通常の肝動脈造影の動脈相で肝右葉前上区域に直径9cmの粗大な腫瘍血管をもつ腫瘍を認めた。実質相では腫瘍全周に被膜の存在を思わす透亮帯を認めた。門脈像では前区域枝に圧排像を認めたが分枝欠損はなく、門脈浸潤は指摘しえなかった (Fig. 2-A, B, C)。

CO₂-IADSA では腫瘍血管は比較的明瞭に造影され、腫瘍血管内のCO₂は注入8秒後まで停滞した。CO₂注入1.5秒目には担癌門脈枝である前上区域枝へのCO₂流出を認め、6秒目には前区域枝が造影された (Fig. 2-D)。

1月後に経過観察のため血管造影とCTを行ったところ、ヨード像でもA-P shuntが造影され、またCTで肝右葉前区域に肝内転移巣が3コ発見された。



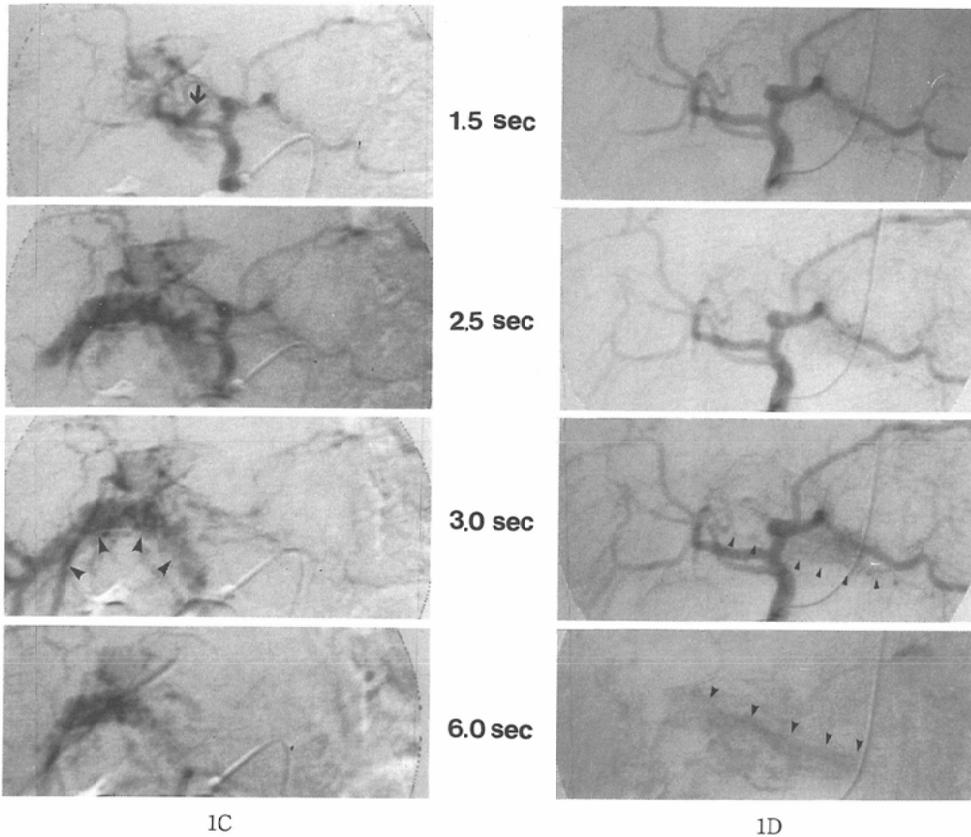


Fig. 1 Hepatoma (diffuse type)

Angiogram using iodine contrast material demonstrates fine tumor vessels and thread and streaks sign (arrow heads) in the left lobe of the liver and occlusion of the left portal vein (arrow) (A, B).

Comparison between IADSA using Iopamidol and Carbon dioxide in the same case, the Carbon dioxide injected into the hepatic artery obviously flowing more rapidly than iodine contrast material. Arterio-portal fistula that cannot be observed by conventional angiogram is found 1.5 seconds after injection of Carbon dioxide (arrow). Arterial image is no longer seen 3 seconds after injection, and distinct portal image is shown (arrow heads) (C, D).

症例 3. 原発性肝細胞癌. 41歳, 男性.

通常の血管造影で肝左葉のほぼ全域に微細な腫瘍血管と中肝静脈の走行に沿った Thread and streaks sign を認め, 肝静脈内腫瘍塞栓の存在を疑わせたが, 明らかな A-V shunt は指摘しえなかった (Fig. 3-A).

CO₂-IADSA では CO₂ 注入1.0秒目に中肝静脈の走行に沿った Thread and streaks sign と門脈左枝への CO₂ 流出がみられた. 注入後 3 秒目には右房内に流出した CO₂ が明瞭に造影された (Fig.

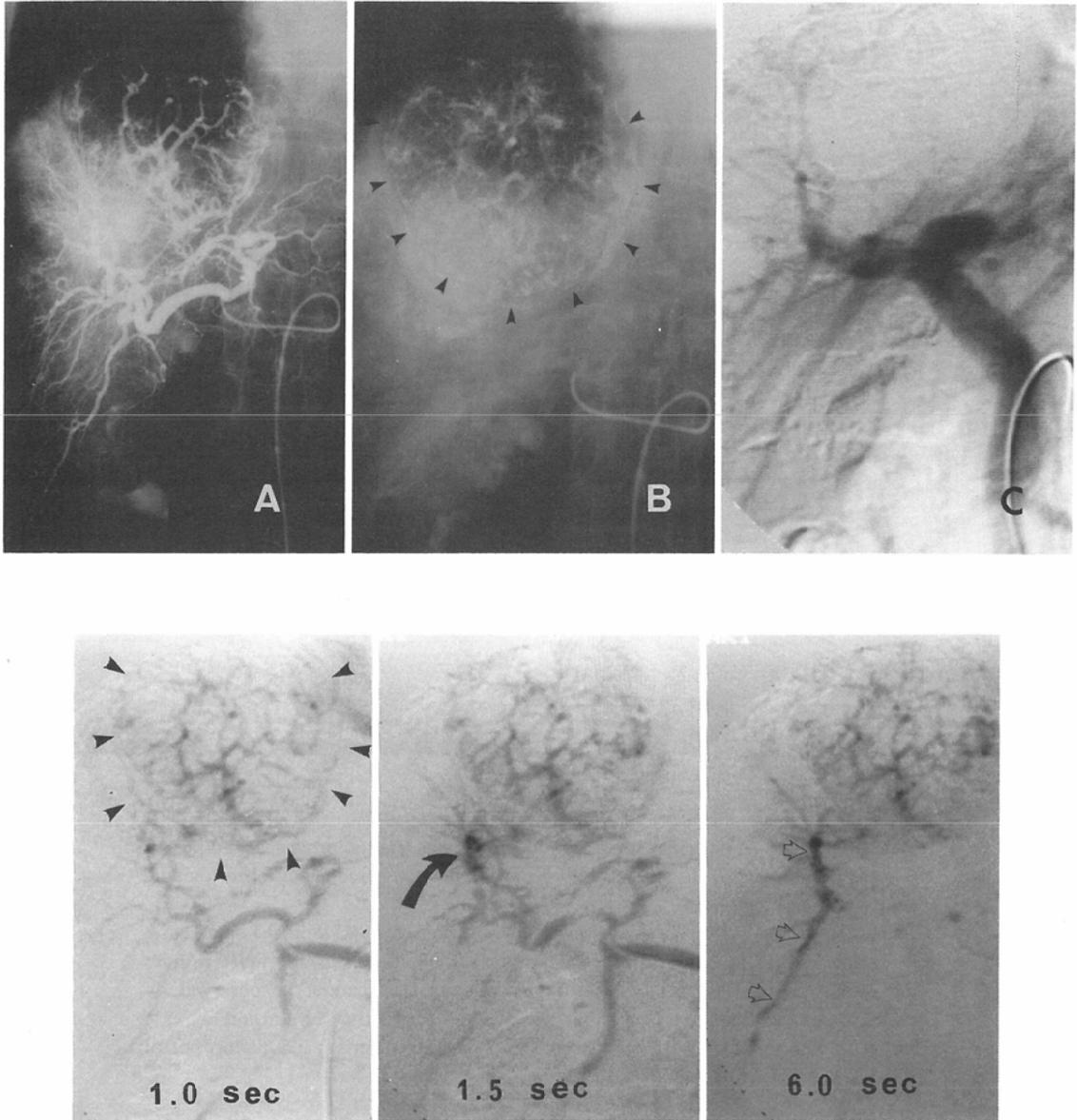
3-B, C).

本例は肝右葉に多数の肝内転移巣と肺転移巣を認めた.

症例 4. 胃癌肝転移. 54歳, 女性.

CT で肝両葉に多数の腫瘍を認めた. ヨード製剤の血管造影では, 腫瘍は avascular で肝内動脈分枝に圧排像と実質相で肝実質濃染の欠損像を認めた (Fig. 4-A).

CO₂-IADSA の動脈像はヨード製剤とほぼ同等であったが, 肝濃染像は不明瞭で欠損を認めな



2D

Fig. 2 Hepatoma (encapsulate type)

Hepatic arteriogram and portogram reveals hepatoma with lucent limb in the right anterior upper segment (arrow heads) and compression of portal branch (arrow heads) due to the tumor (A, B, C).

CO₂-IADSA demonstrates relatively good visualization of the tumor vessels. CO₂ flows into the portal vein 1.5 seconds after injection, demonstrating the anterior portal branch 6 seconds after injection of carbon dioxide (D).

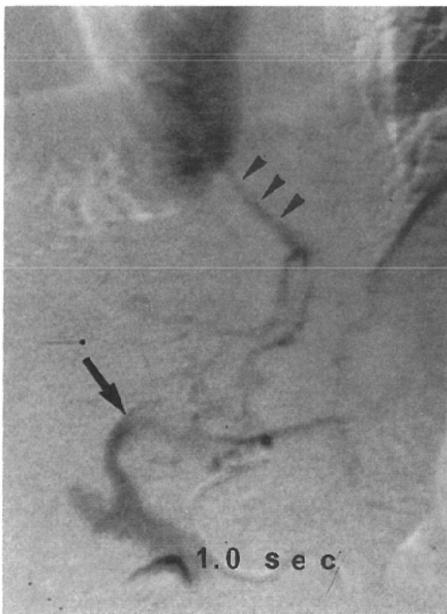
かった。また、CO₂の門脈や肝静脈への流出は認めなかった (Fig. 4-B)。

IV. 考 案

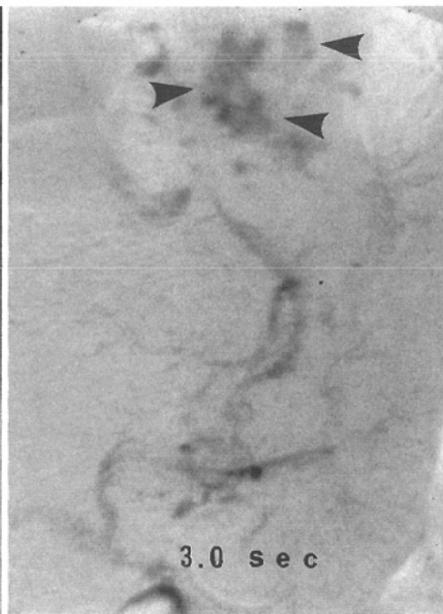
肝臓は他臓器と異なり肝動脈と門脈の二重の血



3A



3B



3C

Fig. 3 Hepatoma (diffuse type)

Left hepatic arteriogram reveals diffuse type hepatoma with "thread and streaks sign" (arrow heads) in the left lobe of the liver (A).

CO₂-IADSA 1 second after injection, demonstrates carbon dioxide flowing into portal vein (arrow) and hepatic vein (arrow heads) and flowing out to the right atrium 3 seconds after injection (B).

流支配となっているためその血流動態は極めて複雑で、さらに腫瘍発生後の血流動態は不明な点が

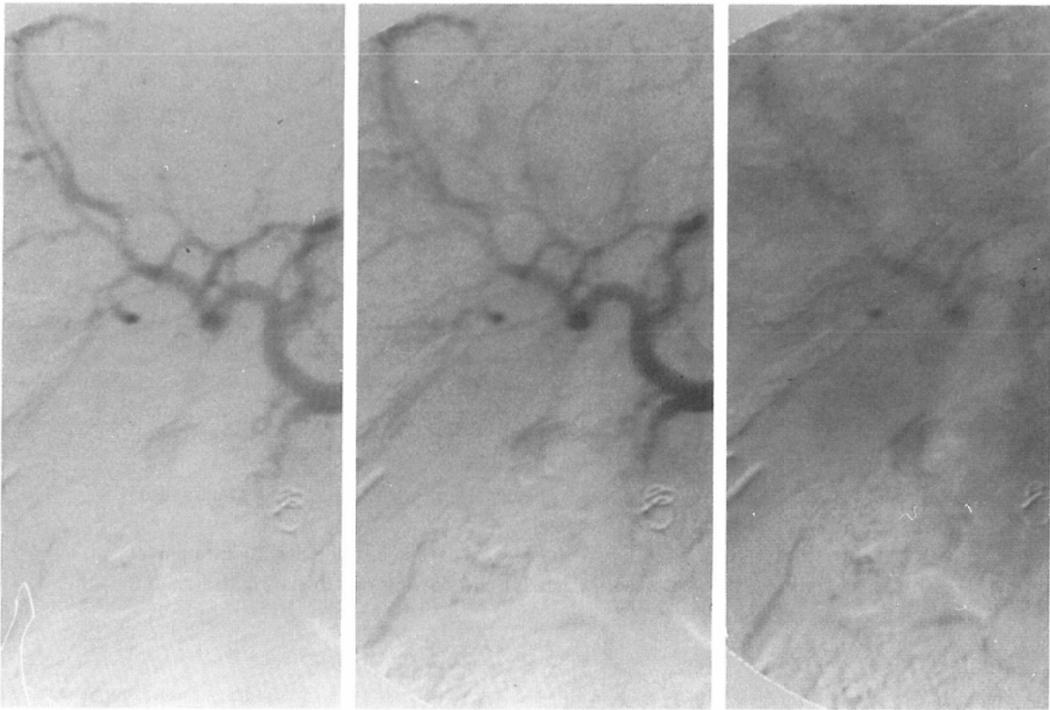
多い⁴⁾⁵⁾。特に、原発性肝細胞癌は門脈浸潤傾向が強くその浸潤度は予後を左右する重要な要因であ

り⁶⁷⁾、肝内の血流動態を検索することは臨床上極めて重要で従来から種々の検索がなされている⁸⁹⁾。今回の検討は血流に乗り移動する気体の特性に着目し、肝内血流動態を二酸化炭素ガスを用いてDSAの動画像上で検索したものである。

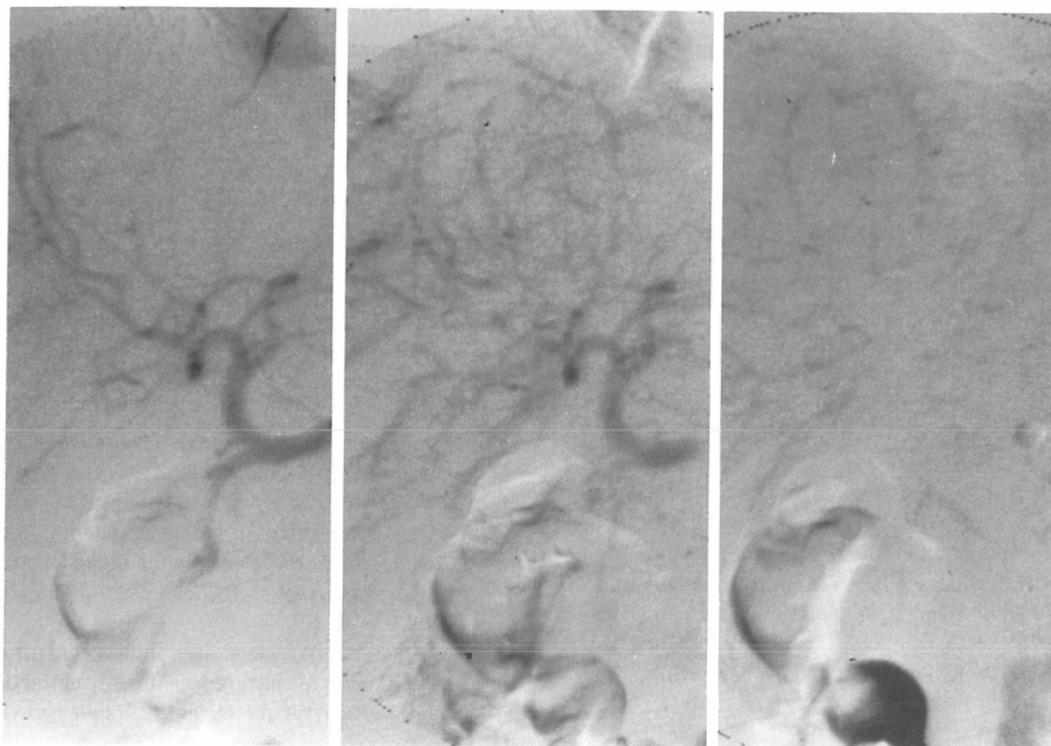
今回の検討で得た知見の第一点は、肝血管内のCO₂の流速がヨード製剤と比べ明らかに速く、また腫瘍血管内と正常血管内とでCO₂の停滞時間が異なっていたことである。腫瘍内血流が既存肝動脈内よりも緩徐であることは従来から指摘されているが、血管造影で通常用いられるヨード製剤は粘稠性が高く血管刺激性も強いので、その動態は正確な血流を示すとは考え難い。しかし、気体であるCO₂はヨード製剤と比較し粘稠度が1/300と極めて低く血管刺激性も少ないので¹⁾、血管内に注入すれば血流に乗り移動すると考えられる。それゆえ、CO₂の血管内動態はヨード製剤と比べより正確な血流を反映している可能性が高く、本法が血流の動態検査法として意義が高いと考えられた。

第二点は、腫瘍血管内に流入したCO₂が短絡を介して門脈あるいは肝静脈に流出していく様が明瞭に観察されたことである。さらに、CO₂が流出した門脈領域に局限して肝内転移巣が存在し、また肝静脈流出例では肺転移を認めたことも極めて興味深い知見であった。竹田らは本法が鋭敏なA-V shunt 検出能のあることを指摘しているが⁹⁾、今回の肝癌例の検討でもヨード像で同定不能なA-P shunt やA-V shunt が明瞭に造影されその有効性は明らかであった。また、A-P shunt と肝内転移、A-V shunt と肺、骨転移は従来から密接な関連があるとされているが、今回の成績から本法は肝癌の転移巣発生の予知や発生機転を検索する上で重要な情報を提供すると考えられた。

第三点は、CO₂の担癌門脈枝への流出が原発性肝細胞癌例のみに認められ、これは門脈内に腫瘍浸潤がないと判定された被包型肝癌例にも見られたことである。原発性肝細胞癌の流出静脈が門脈か肝静脈であるかは現在議論の多いところである⁴⁾。しかし、上述の所見や肝静脈流出例が肝静脈



4A



4B

Fig. 4 Metastatic liver tumor from gastric cancer

IADSA using iodine contrast material demonstrates hypovascular tumor and multiple defects in the right lobe of the liver (A).

CO₂-IADSA reveals good arterial image, but no evidence of carbon dioxide flowing into portal vein (B).

内腫瘍塞栓の1例のみであった今回の成績は、本腫瘍の流出静脈が門脈であることを強く示唆している。

本法の副作用としては熱感と不快感があったが、ヨード製剤のそれと比べ明らかに軽微なものであった。CO₂の血管内注入は従来から心嚢水腫の診断で大量に用いられその安全性は明らかで¹¹⁾¹²⁾、またヨード禁忌例や腎不全患者に対しても安全に行える利点も報告されている¹²⁾。

CO₂-IADSAの欠点には撮影のタイミングが困難なこと、コントラストがやや不良なこと、取り扱いが繁雑であることなどが挙げられる。DSAは種々の要因のため画像の恒常性に若干の問題を残しており、従来から良好な血管像を得るため種々の方法が考案されている^{13)~16)}。今回著者らが行っ

たCO₂-IADSAは副作用が全くといってよいほどなく動態検査法として極めて有力であったが、診断に耐えうる血管像をコンスタントに得るためには今後若干の技術的改良の必要性が感じられた。

V. 結 論

- 1) 各種肝腫瘍18例に対してCO₂-IADSAを行い、本法の診断的有用性を検討した。
- 2) 本法は比較的明瞭な肝血管像が得られ、副作用の少ない安全な血管造影法であった。
- 3) 本法はヨード製剤による血管造影で同定されないA-P shunt, A-V shuntが造影された。
- 4) 原発性肝細胞癌例の肝内転移巣は全例CO₂の流出した領域のみに限局し認められた。
- 5) 原発性肝細胞癌例は腫瘍血管内に流入した

CO₂は全例担癌門脈枝に流出し、本腫瘍の流出静脈が門脈であることが示唆された。

6) CO₂-IADSAは通常の血管造影と比べてより正確な臓器血流動態を反映している可能性が高く、肝癌の血行動態の検索法として有用と考えられた。

文 献

- 1) Hawkins IF: Carbon dioxide digital subtraction arteriography. *AJR* 139: 19-24, 1982
- 2) Miller FJ, Mineau DE, Koehler PR, et al: Clinical intraarterial digital subtraction imaging using of small volumes of iodinated contrast material or carbon dioxide. *Radiol* 148: 273-278, 1983
- 3) 竹田利明, 井戸邦雄, 湯浅祐二, 他: 炭酸ガスを用いた IADSA-A-V shunt 検出能の鋭敏性について一, *日本医放会誌*, 47: 320-322, 1986
- 4) Nakashima T: Vascular changes and hemodynamics in hepatocellular carcinoma. In: *Hepatocellular carcinoma*. Edited by Okuda K, Peters EL, John Wiley & Sons, New York, 1976, p169-203
- 5) 倉富晋太郎: 肝細胞癌の病理組織学的研究. 血管構築よりみた進行性肝癌並びに血管内腫瘍塞栓の病理, *肝臓*, 17: 517-527, 1976
- 6) 熊谷雅信: 肝細胞癌における門脈内腫瘍塞栓の臨床的意義に関する検討, *肝臓*, 26: 1514-1521, 1985
- 7) 山田龍作, 佐藤守男, 中塚春樹, 他: 肝細胞癌60例に対する抗癌剤併用 transcatheter arterial embolization—血管像による検討, *日本医放会誌*, 41: 742-750, 1981
- 8) Gill RW: Pulse doppler with B-mode imaging for quantative blood flow measurement. *Ultrasound Med Biol* 5: 223-235, 1979
- 9) Sarper R, Fajman WA, Rypins EB, et al: A noninvasive method for measuring portal venous/total hepatic blood flow by hepatosplenic radionuclide angiography. *Radiology* 141: 179-184, 1981
- 10) Paul RE, Durant TM, Oppenheimer MJ, et al: Intravenous carbon dioxide for intracardiac gas contrast in the roentgen diagnosis of pericardial effusion and thickning. *AJR* 78: 224-225, 1957
- 11) Bendib M, Toumi M, Boudjellab A: Carboxyangiographie et carboxyangiographie elargie en cardiologie. *Ann Radiol* 20: 673-686, 1977
- 12) Riedere SJ, Brody WR, Enzmann DR, et al: The application of temporal filtering techniques to hybrid subtraction in digital subtraction angiography. *Radiology* 147: 895-862, 1983
- 13) Seigel RS, Williams AG: Efficacy of prone positioning for intravenous digital subtraction angiography of the abdomen. *Radiology* 148: 295, 1983
- 14) 中村健治, 中塚春樹, 根本 裕: Dopamine 併用の腹部 Digital Subtraction Angiography—Pharmacology—, *日本医放会誌*, 45: 1471-1473, 1985
- 15) 中村健治, 根本 裕, 林 茂筆, 他: 腹部 Intravenous Digital Subtraction Angiography—坐位撮影の有用性—, *臨床放射線*, 31: 1421-1427, 1986