



| | |
|--------------|---|
| Title | 経動脈性門脈造影下連続CTによる肝癌の診断-基礎的 並びに臨床的研究- |
| Author(s) | 松井, 修 |
| Citation | 日本医学放射線学会雑誌. 1986, 46(2), p. 335-359 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/20421 |
| rights | |
| Note | |

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

経動脈性門脈造影下連続 CT による肝癌の診断 —基礎的並びに臨床的研究—

金沢大学医学部放射線医学教室（主任：高島 力教授）

松 井 修

（昭和60年8月19日受付）

（昭和60年10月16日最終原稿受付）

Basic and Clinical Studies of Dynamic Sequential Computed Tomography during Arterial Portography in the Diagnosis of Hepatic Cancers

Osamu Matsui

Department of Radiology, Faculty of Medicine, Kanazawa University

(Director: Prof. Tsutomu Takashima)

Research Code No. : 514

Key Words : Computed tomography, hepatic arteriography,
Hepatocellular carcinoma, Metastatic liver cancer

The author has developed dynamic sequential computed tomography with table incrementation during arterial portography (DSCTI-AP) for the precise diagnosis of liver cancers and performed it in more than 450 patients from April, 1981 to April, 1984. For the evaluation of its clinical usefulness and detectability of hepatic neoplasms, the author carried out some basic and clinical studies on DSCTI-AP.

1. Basic Studies on DSCTI-AP

1) The phantom experiment simulating DSCTI-AP revealed that it is possible to resolve a cylindrical object 5 mm in diameter with more than 50 Hounsfield Unit (HU) difference in the attenuation value compared to the surrounding area by third generation CT scanner such as GE CT/T8800X-2. 2) All macroscopically visible nodules of hepatocellular carcinoma (HCC) chemically induced in rat liver and VX2 tumor transplanted via the portal vein in rabbit liver were visualized as portal perfusion defects on portal microangiograms and nodular low density areas in CT during portography. 3) No major complications requiring treatment were seen in 400 successive DSCTI-AP cases. Technical failures also did not occur in these cases except for a few earlier cases. 4) The attenuation value of the liver was elevated 40 to 100 HU and 40 to 70 HU higher than that of the spleen during DSCTI-AP scanning. According to the basic studies described above, it is thought that DSCTI-AP is technically safe and easy and has the ability to detect a hepatic cancer about 5 mm in diameter.

2. Analysis of the clinical usefulness of DSCTI-AP

1) The smallest nodules of HCC and metastatic liver cancer detected by DSCTI-AP were 5 mm in diameter. 2) DSCTI-AP was superior to radionuclide liver scanning, ultrasound (US), computed tomography (CT), selective celiac arteriography (SCA) and infusion hepatic angiography (IHA) in the detection of small HCC and it was thought to be an invaluable method to precisely detect small HCC less than 2 cm in diameter. But IHA was superior to DSCTI-AP in visualizing extremely hypervascular HCC nodules, and all of the small HCCs were demonstrated by the combination of DSCTI-AP and IHA. 3)

DSCTI-AP was superior to the all other imaging modalities including CT following intraarterial injection of iodized oil (Lipiodol CT) in detecting metastatic liver cancers especially less than 1 cm in diameter. 4) Lipiodol CT was superior to DSCTI-AP in visualizing small hypervascular HCC nodules. DSCTI-AP and Lipiodol CT were complementary to each other. 5) DSCTI-AP was the most sensitive method in diagnosing peripheral intrahepatic portal tumor thrombus among US, CT, angiography and DSCTI-AP. 6) DSCTI-AP had the advantage in visualizing the location of hepatic tumors and their relation to major vessels objectively. According to the superiority of DSCTI-AP compared to the other imaging methods described above, the author concludes that hepatic angiography including DSCTI-AP should always be performed in the detection of small HCCs and the precise preoperative examination of HCC and metastatic liver cancer.

I. 緒 言

近年、超音波診断法 (ultrasound, US) 及びコンピュータ断層法 (computed tomography, CT) の導入で肝腫瘍の形態診断には飛躍的な進歩がみられている。同時に肝臓外科の進歩も著しく、積極的に肝切除が施行されるようになってきている¹⁾。これらの進歩に対して、従来の肝血管造影法では十分対応できず、種々の新しい血管造影技術が開発されてきたが、そのなかで CT と肝動脈造影を併用する方法 (CT arteriography, CTA) が有用な肝癌診断法として報告され²⁾、その後我が国を中心に肝細胞癌 (hepatocellular carcinoma, HCC) の術前診断法として広く施行されている^{3)~7)}。本法は CT の優れた濃度分解能と断層像で描出可能であることを利用して、肝動脈造影での腫瘍濃染をより鋭敏に描出ししようとするもので、事実その後の報告でも従来の肝動脈造影より肝癌の検出に優れるとするものが多い^{3)5)~7)}。しかしながら、著者らの経験⁸⁾では、CTA では肝硬変による不均一な肝実質濃染と小肝癌の鑑別が容易でなく、また全肝の検索に多量の造影剤と長時間を要し、通常の肝血管造影との同時施行が困難な欠点があった。そこで著者は、通常の肝血管造影施行時に容易に同時施行可能な方法として、経動脈性門脈造影下連続 CT (dynamic sequential CT with table incrementation during arterial portography, DSCTI-AP) を開発した⁹⁾¹⁰⁾。その小肝癌検出能については一部報告してきたが¹¹⁾、今回、本法の診断能及び臨床的有用性について、基礎的並びに約450例の臨床例で検討したので報告する。

II. DSCTI-AP の手技¹⁰⁾¹¹⁾

使用 CT 装置は GECT/T8800X-2で、10mm collimator, 320×320matrix, 120KV, 200mA 及び4.8秒のスキャン時間で撮影した。スライス厚1 cm で各スライス間に呼吸とテーブル移動のための 6 秒の休止時間をおく、各スキャン間にテーブルは足頭方向に1cm ずつ自動的に移動するよう設定した(table incrementation mode 使用)¹²⁾。全肝スキャン時間は2.5~3 分 (12~16スライス) である。スキャン開始30秒前から終了直前を目標に、上腸間膜動脈 (あるいは脾動脈) に挿入されたカテーテルを通じて70ml の造影剤 (65% meglumine amidotrizone) を0.4~0.6ml/sec で注入した。注入には自動注入器を使用した。CT 室の占拠時間は患者の出入を含めて15~20分である。本法には造影剤の注入速度及び量、スキャン時間等に様々な変法が考えられるが、最も実用的方法として上記を採用した。通常の肝血管造影との同時施行のために、造影剂量は70ml を上限とした。

III. DSCTI-AP の基礎的検討

1. DSCTI-AP の肝癌検出能に関する類似ファントム実験

CT 性能委員会による低コントラスト分解能測定用ファントム (スチレングラフト化ポリフェニルエーテル樹脂製)¹³⁾をアクリル製の径30cm の円筒に入れ、周辺を種々の濃度の硫酸銅溶液で満し、実際の撮影と同条件でスキャンした。Fig. 1に示すごとく、円柱と周辺硫酸銅溶液の濃度差が15 Hounsfield Unit (HU) では径20mm の円柱がようやく描出されるのに対し、50HU では径5mm の円柱は明確に描出され、80HU では径3mm も解像

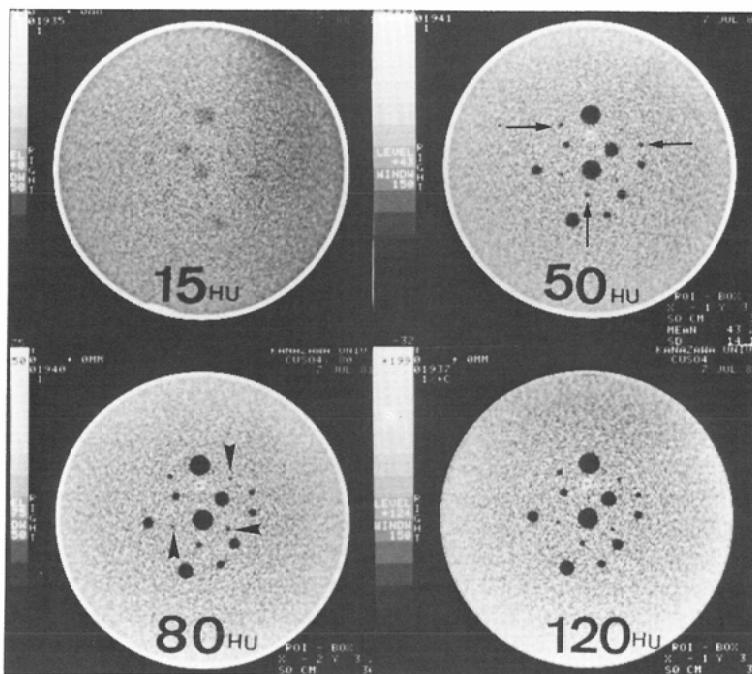


Fig. 1 Phantom experiment simulating DSCTI-AP. Variously sized styrene grafted polyphenylene ether cylinders bathed in copper sulfate solutions with various concentrations in Lucite tank were scanned under the same conditions as DSCTI-AP. More than 50 HU attenuation difference between the cylinders and the solutions, the 5mm cylinders were clearly resolved (arrows). More than 80 HU, the 3mm cylinders were also definitely visualized (arrowheads).

Table 1 Abbreviations for tables and figures

- RN: radionuclide imaging
- US: realtime ultrasound
- CT: computed tomography
- SCA: selective celiac arteriography
- IHA: infusion hepatic angiography
- DSCTI-AP: dynamic sequential CT with table incrementation during arterial portography
- Lip CT: CT one to two weeks following injection of Lipiodol (iodized oil) into hepatic artery
- HCC: hepatocellular carcinoma
- NLDA: nodular low density area

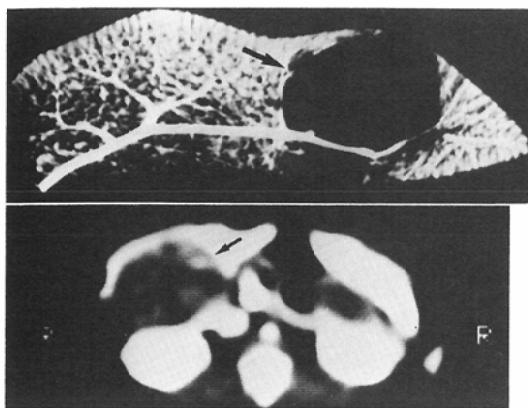
された。120HUではより鮮明となるものの径2mmの円柱は依然として解像されなかった。

2. 肝腫瘍の門脈造影像に関する実験的検討

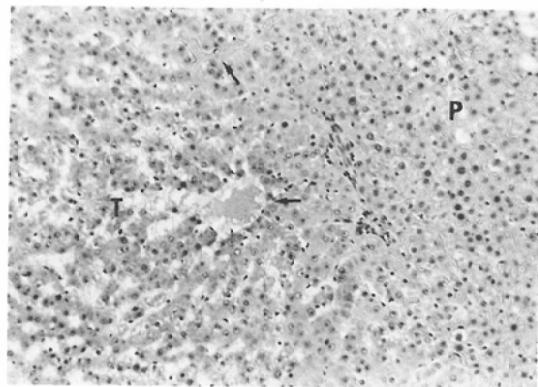
1) 対象及び方法

体重約150gWister系ラット5匹に発癌剤として3'-methyl-4-dimethylaminobenzene (DAB) を

基礎食に0.06%の割合で混じて20週間以上飼育し、発生させた肝腫瘍と、体重約2.5kgの日本白色種家兎4匹に経門脈性に肝臓に移植したVX2腫瘍を対象とした。これらに対し全身麻酔下で開腹し、門脈幹及び腹腔動脈起始部の腹部大動脈にカテーテルを挿入し、下大静脈を開放後、カテーテルを通じて生理的食塩水を注入し脱血させた。その後、門脈幹よりバリウム(50%micropaque・5%ゼラチン組成液)を肝表面が全体に白色に変色するまで注入した。注入後門脈及び肝動脈を含めて肝十二指腸靱帯を結紮後、肝を剥出し10%ホルマリン内に静置させ、数日間冷蔵庫(4℃)に放置し、造影剤の固化および標本固定を行った。次に剥出肝を各葉に分散し、それぞれの連続切片(ラットは2mm厚、家兎は5mm厚)を作製した。連続切片をSoftex Type CBMWにて撮影し門脈microangiogramを作製し、DSCTI-AP像のモデル



2a



2b

Fig. 2 HCC chemically induced in rat liver. Portal microangiogram with barium solution shows clearly a HCC nodule about 5mm in diameter as a nodular portal perfusion defect (upper picture of a. arrow). CT during direct portography in the same rat demonstrated the HCC as NLDA (lower picture of a. arrow). Microscopic view (b) at the boundary between HCC (left two third of b., T) and liver parenchyma (P) revealed barium particles only in peripheral tumor blood spaces (b. arrows).

として門脈造影像を検討した。さらに薄切標本より Hematoxylin-Eosin 染色による組織標本を作製し、組織学的に肝腫瘍の確認を行うと同時に腫瘍内バリウムの有無について検討した。また 4 匹のラットで生存中に門脈造影下に CT を撮影し、門脈 microangiogram 像と比較した。

2) 結果

ラットでは 5 匹で 8 個の最大径 2mm から 12 mm の HCC¹⁴⁾が認められた。microangiogram ではすべての HCC 結節が円形の抜け像として認められた (Fig. 2a)。組織学的には腫瘍辺縁部にわずかにバリウムの流入を認めた (Fig. 2b)。家兎では 4 匹に組織学的に 0.25mm から 3mm 大の 102 個の腫瘍が確認された。肉眼で認知しうるものは門脈 microangiogram ではすべて明瞭な円形の抜け像として認められた。組織学的には腫瘍内部は血洞に乏しく、バリウムの流入は認められなかった。屠殺前に門脈造影下に CT を施行した 4 匹のラットでは、microangiogram との対比が可能であった 1cm 前後の HCC で microangiogram と同様に明瞭な結節性低吸収域 (nodular low density area, NLDA) として描出された (Fig. 2a)。ラットでは CT の撮影条件が不良となるために

1cm 以下の病巣の描出は困難であった。

3) DSCTI-AP の技術的検討

連続した 400 例での DSCTI-AP の合併症及び技術的失敗例を分析した。合併症は皆無であった。技術的失敗例としては、(1) カテーテルの逸脱 4 例、(2) 注入時の腹痛 4 例、(3) 上腸間膜動脈より分岐する右副肝動脈への造影剤流入による不均一濃染 6 例であった。(2) はいずれも上腸間膜動脈の分枝にカテーテルが挿入されたものである。失敗例のほとんどは初期の例である。

次に DSCTI-AP による肝実質、脾臓及び大動脈の経時的濃度上昇を検討した。対象は肝臓及び門脈系に異常のない 20 例と肝硬変 20 例 (Child 分類 A および B) である。Fig. 3 に造影剤注入開始後のこれらの濃度上昇を示す。肝右葉実質部、脾臓及び大動脈に関心領域を設定し、造影剤注入開始後のこれらの濃度上昇を 20 例で平均した値をプロットしたものである。一般に CT 値は種々の条件で変化し、したがって厳密な統計的検討は困難で、Fig. 3 はおおよその傾向を示すものである。肝及び門脈系の異常のない例での肝実質濃度上昇は肝硬変例に比し高度で、前者で 50~100HU、後者で 40~80HU であった。また、脾臓の濃度上昇と

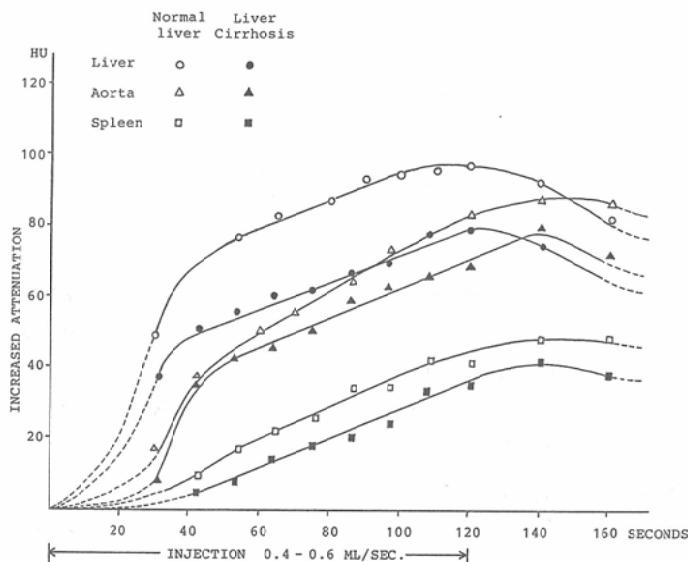


Fig. 3 Changes of attenuation in various organs after the beginning of injection of contrast medium (65% meglumine amidotrizone) in DSCTI-AP. CT numbers are the averages of 20 patients respectively.

の差異は前者で約70HU、後者で約40HUであった。造影剤注入終了後は肝臓の濃度上昇は急激に低下し、通常の造影CTと同様の濃度分布となつた。400例中2例で著明な門脈一大循環短絡のため、肝臓の選択的濃度上昇が得られなかつた。

IV. DSCTI-APの肝癌診断に対する

臨床的有用性の検討

1. 対象及び方法

昭和56年4月より59年4月の3年間に金沢大学放射線科でDSCTI-APを施行後診断の確定したHCC76例、転移性肝癌(metastatic liver cancer, MLC)43例、HCC非合併慢性肝疾患118例及びMLCの否定された正常肝42例を対象とした。HCC76例中35例とMLC43例中1例は臨床診断例で、いずれも経過で明瞭に径の増大した充実性腫瘍を認め、それが最終的にHCCあるいはMLCに矛盾しない画像所見を呈したものである。肝癌非合併の診断は手術あるいは1年以上の経過でなされている(Table 2)。

以上を対象として、DSCTI-APの肝癌検出及び進展度判定における有用性を他の画像診断法と比較した。比較の対象となった診断法はradionuclide liver scanning (RN), US, CT, 選択的腹腔

Table 2 Materials

| | Cases | Operatively confirmed cases |
|-----------------------------------|-------|-----------------------------|
| Hepatocellular carcinoma (HCC) | 76 | 41* |
| Metastatic liver cancer (MLC) | 43 | 42† |
| Chronic liver disease without HCC | 118 | |
| Normal liver without MLC | 42 | 42 |

● *including three autopsy cases.

● †including two autopsy cases.

● Clinical diagnosis of liver cancer was done with the existence of growing solid tumor and typical imaging and clinical findings.

● Non-existence of liver cancer was finally diagnosed following more than one year follow-up.

(April, 1981-April, 1984)

動脈造影(selective celiac arteriography, SCA), infusion hepatic angiography (IHA), 経動脈性門脈造影(arterial portography, AP)及びLipiodol動注後CT(Lip CT)である。

2. 各種画像診断法及び判定方法

RNは2~4mCi(74~148MBq)の^{99m}Tc-sulfur colloid静注後Anger-type gamma cameraで4

方向の撮影を行った。US は gray-scale real time 装置 (Aloka SSD 190, 250, 280) で施行した。CT は GE/CT/T8800X-2 を使用し、単純 CT を撮影後、引き続いて造影 CT を行った（一部の症例は他院で施行）。造影 CT は 50～100ml の造影剤 (65% methylglucamine diatrizoate) を使用し、bolus 注入法で半量を経静脈的に注入（病変の疑える部位があれば当該部の dynamic scanning を施行）した後、残り半量の注入を続けながら全肝をスキャンした。撮影条件は DSCTI-AP と同様である。血管造影はすでに報告してきた手技で行った¹⁵⁾¹⁶⁾。一部にはバルーン閉塞下に IHA を施行した (balloon occlusion hepatic angiography¹⁷⁾)。Lip CT は固有肝動脈より 2～5ml の Lipiodol Ultra-Fluid (ethyl ester of the fatty acid of poppy seed oil, André-Gelbe Laboratory, France) を動注後 1～2 週間後に CT 撮影を施行した¹⁸⁾¹⁹⁾。

US, CT 及び動脈造影での肝癌の診断基準は従来の報告のとおりであるが¹⁵⁾²⁰⁾²¹⁾、小肝癌はしば

しば非特異的所見のみで描出される²¹⁾。その解釈には個人差及び施設による差異があり、客観的な検討は容易ではない。今回の検討では、辺縁の比較的明瞭な充実性腫瘍像が描出され、それが HCC あるいは MLC に矛盾しない所見であれば臨床所見に従って HCC あるいは MLC と診断した。

DSCTI-AP でも同様に充実性腫瘍の吸収値を示す NLDA を肝癌の診断基準とした。ただし、すでに施行されている US, CT 及び動脈造影で診断されている囊胞と海綿状血管腫は診断から除外した。なお、単純 CT で明瞭に描出され、造影 CT でより鮮明となる、ほぼ正円形の辺縁の鮮鋭な小さな NLDA は、充実性腫瘍の吸収値を示す場合でも囊胞と診断し除外した²⁰⁾ (Fig. 5)。肝門部、血管床、胆嚢床及び腸管側肝辺縁の NLDA は通常の CT の読影と同様に partial volume phenomenon に留意して慎重に判定した。肝内門脈血流障害は肝門部より肝表あるいは肝区域境界部に向う

Table 3 Correlation between size and detectability of histologically confirmed lesions of small hepatocellular carcinomas (51 lesions in 33 patients*)

| Largest diameter of lesions (cm) | No. of lesions | RN | US | CT | Angiography | | |
|----------------------------------|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | | | | SCA | IHA | DSCTI-AP |
| 0 - ≤ 0.5 | 4 | △△△△ | △△△△ | △△△△ | △△△△ | ○△△△ | △△△△ |
| 0.5 < - ≤ 1.0 | 7 | △△△△△△△ △ | △△△△△△△ △ | △△△△△△△ △ | ○○○△△△△ △ | ○○○○△△△ △ | ○○○○○△△ △ |
| 1.0 < - ≤ 1.5 | 6 | △△△△△△ | ○○○△△△△ | △△△△△△△ | ○○○△△△△ | ○○○○○△△△ | ○○○○○○○○ |
| 1.5 < - ≤ 2.0 | 6 | △△△△△△△ | ○○○○△△△ | ○○△△△△△△ | ○△△△△△△ | ○○○△△△△ | ○○○○○○○○ |
| 2.0 < - ≤ 3.0 | 12 | ○○○○△△△△ △△△△△△△△ | ○○○○○○○○ ○○○△△△△ | ○○○○○○○○ ○○○○△△△△ | ○○○○○○○○ ○○○△△△△ | ○○○○○○○○ ○○○○△△△△ | ○○○○○○○○ ○○○○○○○○ |
| 3.0 < - ≤ 4.0 | 6 | ○○○○○△△△△ | ○○○○○○○○ ○○○○○○○○ | ○○○○○○○○ ○○○○○○○○ | ○○○○○○○○ ○○○○○○○○ | ○○○○○○○○ ○○○○○○○○ | ○○○○○○○○ ○○○○○○○○ |
| 4.0 < - ≤ 5.0 | 10 | ○○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○○ | ○○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○○ | ○○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○○ | ○○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○○ | ○○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○○ | ○○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○○ |
| Total (sensitivity) | 51 | 20/51 (39%) | 32/51 (63%) | 28/51 (55%) | 31/51 (61%) | 40/51 (78%) | 45/51 (88%) |
| | | | | | | 48/51(94%) | |

- Symbols: ○, detected lesion
△, undetected lesion

- See table 1. for abbreviations.

- * : Including three autopsy cases. The sizes of autopsy confirmed lesions were measured on angiographic films or DSCTI-AP pictures.

低吸収域(perfusion defect)として描出されるが、この場合肝動脈造影で肝動脈一門脈短絡(arterioportal shunt, A-P shunt)が認められた場合はA-P shuntによるperfusion defectと判定した。

Lip CTでは辺縁の明瞭な結節状のLipiodolの集積を認めた場合に肝癌と診断した。

3. 結果

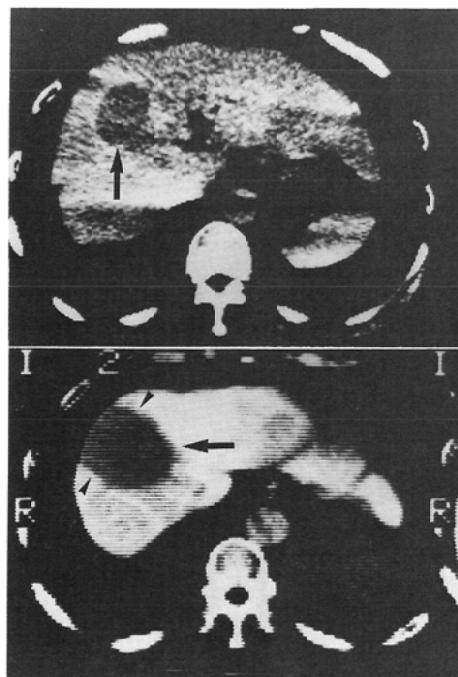
1) 肝癌検出能の比較検討

i) 小肝細胞癌

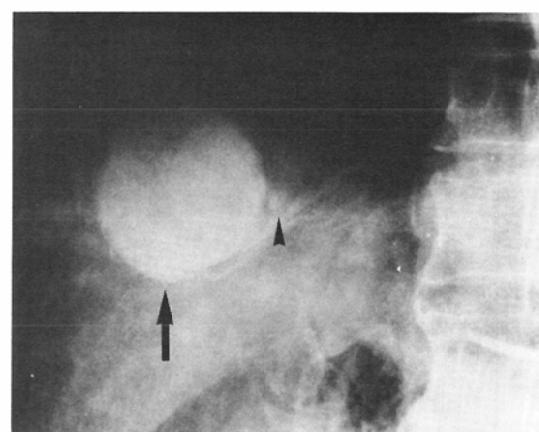
最大径5cm以下で腫瘍数5個以内の小肝細胞癌(以下small HCC)56例を対象として、RN, US, CT, SCA, IHA及びDSCTI-APの病巣検出能をretrospectiveに検討した。56例中組織学的

確診例は33例(手術30例、剖検3例)で、残り23例は臨床的確診例である。

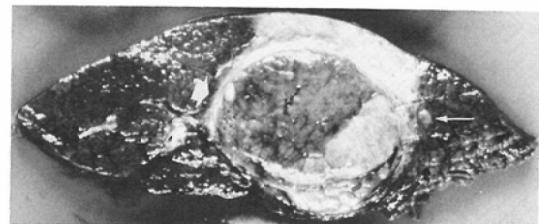
Table 3に組織学的確診例33例51病巣の大きさ別に各種診断法による検出の可否を示す。多発例は10例18病巣である(主腫瘍と肉眼的に接する娘結節は除外)。RNでは検出率(sensitivity)は39%と不良で、特に径2cm以下の病巣の検出は困難であった。USとCTでは検出率はそれぞれ63%, 55%であったが、径2cm以下で検出能は急速に低下し、径1cm以下では一般に検出は困難であった。SCAの検出率は61%とUSやCTと類似していたが、径2cm以上ではUSに劣り、径1.5cm以下の多血性(hypervascular)病変の検出において



4a



4b



4c

Fig. 4 HCC. Postcontrast CT (upper picture of a.), DSCTI-AP (lower picture of a.) and IHA (b.) showed the main tumor (arrows). IHA also demonstrated a small daughter nodule (b. arrowhead) which was not visualized by US, CT, SCA and DSCTI-AP. Peripheral fan-shaped perfusion defect was seen in DSCTI-AP (a. arrowheads). Resected specimen (C) revealed the main tumor (large arrow) with ischemic changes of peripheral liver parenchyma due to compression of peripheral portal branches and a daughter nodule 3mm in diameter (small arrow). Multiple portal tumor thrombi were found in microscopic examination (not shown).

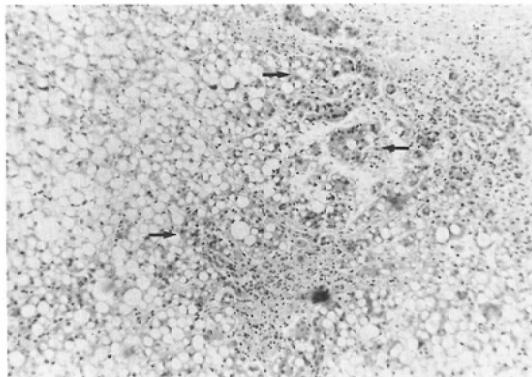
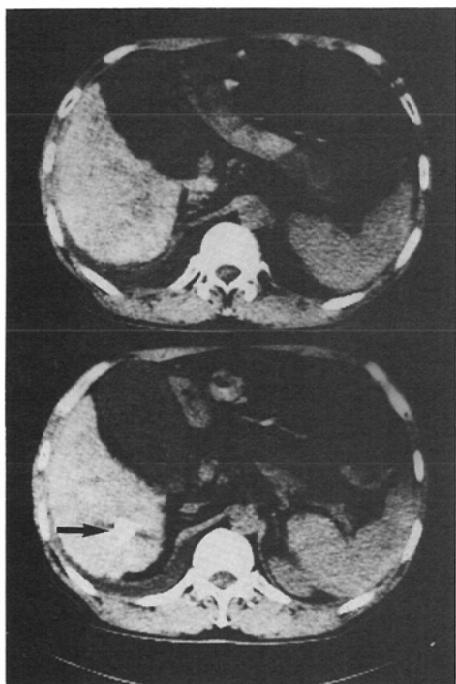
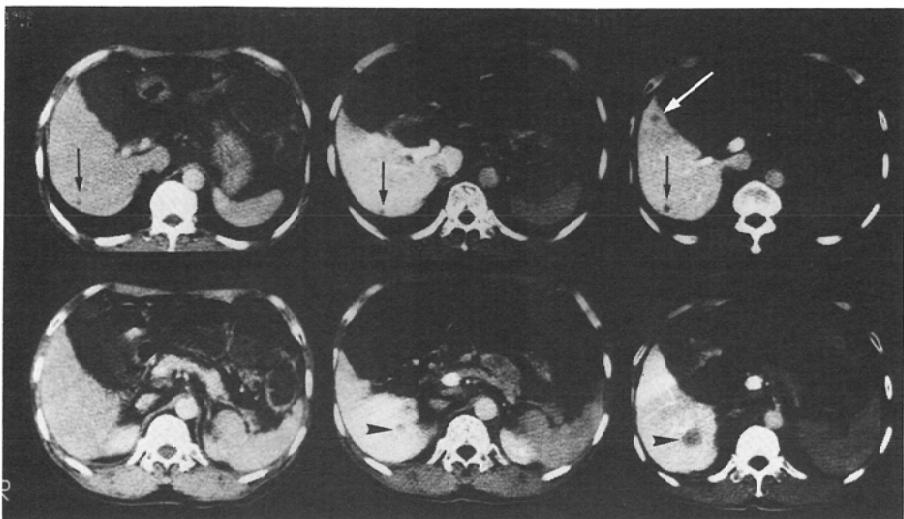
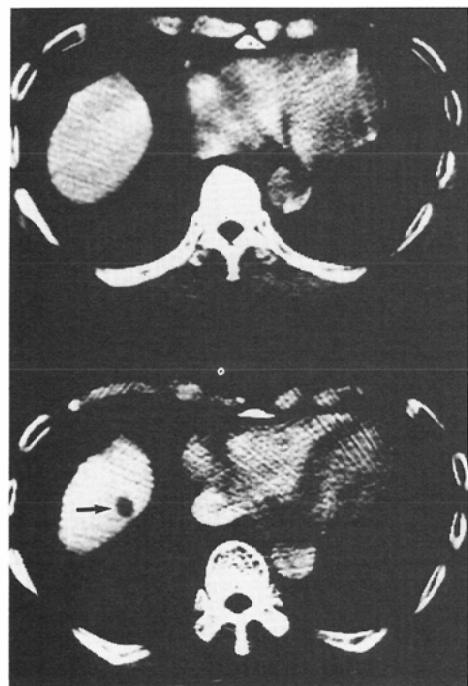


Fig. 5 HCC. DSCTI-AP performed on December 1982 (middle row of a.) showed two NLDA's in posterior segment. The upper NLDA (arrows in upper pictures of a.) was diagnosed to be a cyst because of its sharp margin and clear visibility on conventional CT (left row of a.). The lower NLDA (arrowheads in lower pictures of a.) about 1cm in diameter was considered to be a HCC because of combined liver cirrhosis and elevated serum α_1 -fetoprotein level (1940ng/ml). This lesion could not be detected by RN, CT (Left row of a.) and IHA. DSCTI-AP done on July 1983 (right row of a.) demonstrated the increase of tumor size (arrowhead) and a new lesion in anterior segment which was detected only by DSCTI-AP (white arrow). Lip CT (b) scanned one week after the arterial embolization with Lipiodol and Gelfoam blocks which was done five months after the second DSCTI-AP showed dense accumulation of Lipiodol in the posterior lesion (b. arrow) but no in the anterior lesion. Autopsy confirmed these diagnoses and the microscopic view of the anterior lesion (c) revealed a HCC nodule with diffuse fatty degeneration (arrows in c. indicate HCC cells).

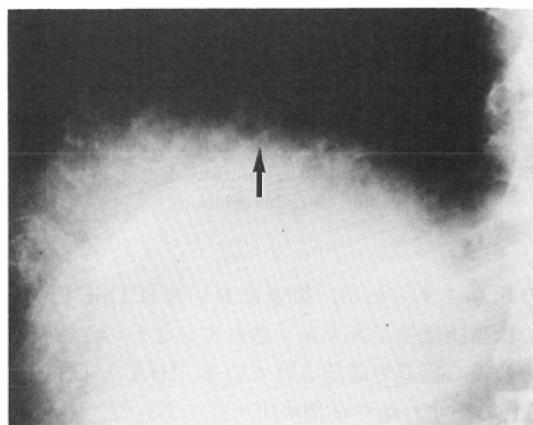
はUSやCTより優れていた。これらに対しIHAでは78%, DSCTI-APでは88%の検出率で、特に両者は他法に比し径1.5cm以下の病巣の検出に優れていた。IHAはDSCTI-APに比しhyper-vascularな小病巣の検出に優れ(Fig. 4), 逆にDSCTI-APは動脈造影上乏血性(hypovascular)病変の検出により優れていた(Fig. 5, 6)。したがって両者は相補的で、両者の併用で51病巣中48病巣91%が術前に診断できた。両者で検出できなかつた3病巣は径4mm大以下の娘結節で、切除標本中に見い出されたものである。

Table 4に臨床的確診例を含むsmall HCC 56

例の主病巣の大きさ別に各種検査法による検出の可否を示す。上記の組織学的確診病巣での検討と同様に径2cm以上の病巣ではUS, CT, SCA, IHA及びDSCTI-APでの検出能にはほとんど差異がみられないのに対し、径2cm以下の肝癌研究会規約によるsmall liver cancer 21例では、RN 0%, US33%, CT33%, SCA38%の検出率で、IHAの62%及びDSCTI-APの86%に比し低率であった。この21例中DSCTI-APのみで検出できたものは4例で(Fig. 5, 6), うち2例は術中USで発見できず切除できなかつた。IHAのみで検出されたものは2例で、最大径0.7cm及び1.1cm大



6a



6b



6c

Fig. 6 HCC. DSCTI-AP showed a definite NLDA (lower picture of a. arrow). RN and CT (upper picture of a.) could not detect it. US and IHA (b. arrow) faintly visualized it but it was difficult to diagnose it as a HCC without DSCTI-AP. Resected specimen (c) revealed a HCC 1.2cm in diameter.

Table 4 Correlation between size and detectability of main tumors of small hepatocellular carcinomas.

| Largest diameter of tumors*(cm) | No. of tumors | RN | US | CT | Angiography | | |
|---------------------------------|---------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | | | | SCA | IHA | DSCTI-AP |
| 0.5<--≤1.0 | 7 | △△▲▲▲▲▲ ▲▲ | △△▲▲▲▲▲ ▲▲ | ●●△△△△▲ ▲▲ | ○●△△△△▲ ▲▲ | ○●●●△▲ ▲▲ | ○●●●●△▲ ▲▲ |
| 1.0<--≤1.5 | 8 | △△△△▲▲▲ ▲▲▲ | ○●△△△△▲ ▲▲ | ●△△△△△▲ ▲▲ | ○○△△△△▲ ▲▲ | ○○●●△▲ ▲▲ | ○○○●●●● ●▲ |
| 1.5<--≤2.0 | 6 | △△▲▲▲▲▲ ▲▲ | ○○●●●●▲ ●● | ○●●●●△▲ ●● | ○●●●●△▲ ●● | ○●●●●△▲ ●● | ○○●●●●● ●●●● |
| 2.0<--≤3.0 | 12 | ○○○○○○○ △△△△△△△ ▲▲▲▲ | ○○○○○○○ ○○○○○○● ●●△▲ | ○○○○○○○ ○○○○○○● ●●△▲ | ○○○○○○○ ○○○○○○● ●●△▲ | ○○○○○○○ ○○○○○○● ●●●●△ | ○○○○○○○ ○○○○○○● ●●●●●● |
| 3.0<--≤4.0 | 7 | ○○●●●●● △ | ○○●●●●● ● | ○○○●●●● ● | ○○○●●●● ● | ○○○●●●● ● | ○○○●●●●● ●●●●●● |
| 4.0<--≤5.0 | 12 | ○○○○○○○ ○○○○○○● ●●●●●●● | ○○○○○○○ ○○○○○○● ●●●●●●● | ○○○○○○○ ○○○○○○● ●●●●●●● | ○○○○○○○ ○○○○○○● ●●●●●●● | ○○○○○○○ ○○○○○○● ●●●●●●● | ○○○○○○○ ○○○○○○● ●●●●●●● |
| Total (sensitivity) | 56 | 24/56 (43%) | 40/56 (71%) | 40/56 (71%) | 40/56 (71%) | 47/56 (84%) | 53/56 (95%) |

● Symbols : ○, ● ; detected tumor. △, ▲ ; undetected tumor.

○, △ ; histologically confirmed tumors.

●, ▲ ; clinically confirmed tumors.

* The sizes of the clinically diagnosed tumors were measured on angiographic films or DSCTI-AP pictures.

● See Table 1. for abbreviations.

の病巣であったが、後者においては DSCTI-AP では当核部位がスキャンされていなかったことがその後の経過で確認されている。IHA と DSCTI-AP のいずれかで全例検出可能であった。

一方、同一期間に HCC の有無の検索のために DSCTI-AP が施行された後、1 年以上の経過で HCC が否定された慢性肝疾患例は 118 例で、うち 14 例に DSCTI-AP で充実性腫瘍の濃度を有する NLDA が描出された。うち 3 例は動脈造影で海綿状血管腫と診断され、5 例は US あるいは CT で 囊胞と診断された。残り 6 例で質的診断が困難で、うち 1 例で肝切除が施行され、小血管腫が証明された。他の 5 例では経過で径の増大を認めず HCC は否定的である。Table 5 に DSCTI-AP の small HCC の検出における正診度(diagnostic accuracy)²²⁾を示す。

ii) 転移性肝癌の検出能

大腸癌 H₁ (肝転移が一葉に限局するもの) 例で肝切除のなされた 12 例 25 病巣で各種診断法の検出能を比較した。Table 6 に US, CT, 動脈造影及び DSCTI-AP による、これらの検出の可否を示す。

Table 5 Diagnostic accuracy of DSCTI-AP in the detection of small hepatocellular carcinomas

| DSCTI-AP | Disease | | |
|---------------------------|--------------------------|----------|-------|
| | Positive | Negative | Total |
| Positive | 53 | 6* | 59 |
| Negative | 3 | 104 | 107 |
| Total | 56 | 110 | 166 |
| Prevalence of disease | (56/166 = 38%) | | |
| Sensitivity | (53/56 = 95%) | | |
| Specificity | (104/110 = 96%) | | |
| Positive predictive value | (53/59 = 90%) | | |
| Negative predictive value | (104/107 = 97%) | | |
| Accuracy | (53 + 104 / 166 = 95%) | | |

* See table 1 for abbreviation.

* Eight cases with nodular low density area which was diagnosed to be a cyst or cavernous hemangioma by ultrasound, CT or hepatic arteriography were excluded.

25 病巣の検出率は US 64%, CT 64%, 動脈造影 36% に対し、DSCTI-AP では 92% と極めて良好な成績であった。6 病巣は DSCTI-AP のみで検出可能でいずれも径 1.5 cm 以下の病巣であった。こ

Table 6 Comparison of detectability of liver metastasis from colorectal carcinomas by various imaging methods (25 resected lesions in 12 patients).

| Case No. | Size of lesions(cm) | US | CT | Arteriography | DSCTI-AP |
|-------------|---------------------|----------------|----------------|---------------|----------------|
| 1* | 5.5×5.0 | + | + | -(SCA) | + |
| | 3.0×2.5 | - | + | -(SCA) | + |
| 2 | 4.0×5.5 | + | + | + | + |
| | 4.5×5.0 | + | + | +(SCA) | + |
| | 2.5×4.0 | + | + | - | + |
| 3* | 2.0×2.5 | + | + | - | + |
| | 0.7×0.5 | - | - | - | + |
| | 0.5×0.5* | - | - | -(IHA) | + |
| | 0.5×0.5* | - | - | - | + |
| | 0.4×0.4* | - | - | - | - |
| 4 | 5.0×6.0 | + | + | +(IHA) | + |
| 5 | 1.2×1.0 | + | - | -(IHA) | + |
| | 0.6×0.4* | - | - | -(IHA) | + |
| 6 | 2.8×3.0 | + | + | +(IHA) | + |
| 7 | 2.5×2.5 | + | + | +(IHA) | + |
| 8 | 3.2×2.5 | + | + | -(SCA) | + |
| | 2.5×1.8 | + | + | -(SCA) | + |
| 9 | 5.0×5.0 | + | + | +(IHA) | + |
| 10 | 4.0×3.0 | + | + | +(IHA) | + |
| | 1.5×1.5 | - | - | -(IHA) | + |
| 11 | 5.0×5.5 | + | + | + | + |
| 12 | 4.0×3.5 | + | + | + | + |
| | 2.0×1.8 | + | + | -(SCA) | + |
| | 1.2×0.8 | - | - | -(SCA) | + |
| | 0.2×0.2* | - | - | - | - |
| Sensitivity | | 16/25 (64%) | 16/25 (64%) | 9/25 (36%) | 23/25 (92%) |

● See Table 1 for abbreviations

● + : detected, - : undetected

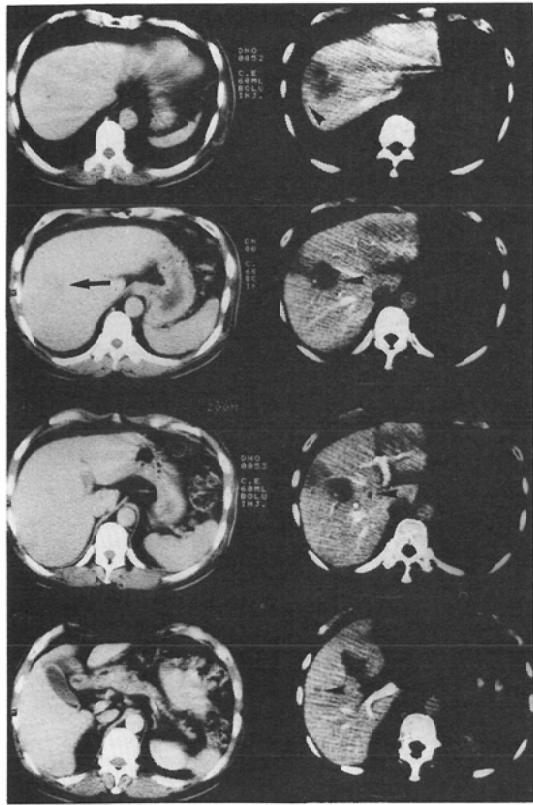
● * : A nodular low density area was seen in case 1 and 3 which was verified to be a cyst (case 1) and be due to partial volume phenomenon (case 3) by surgery.

● * : These lesions were not detected by intraoperative ultrasonography.

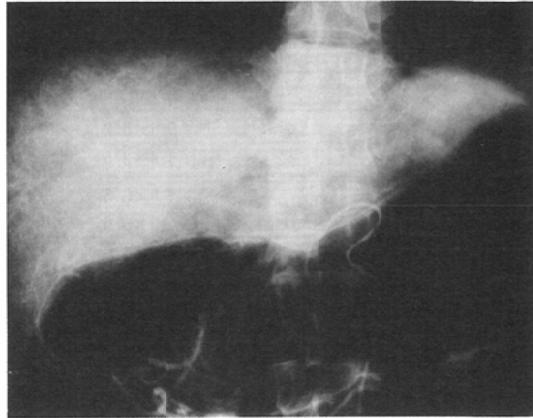
のうち径7mm以下の4病巣は術中USでも検出できなかった(Fig. 7). DSCTI-APで検出できなかったものは2病巣で径4mm以下の小病巣であった。12例中2例で小嚢胞とpartial volume phenomenonのために転移巣が過大に評価された。

次に上記12例を含む82例(大腸癌38例、肺癌17例、乳頭部癌4例、胃癌23例)を対象としてDSCTI-APと他法(US、CT及び動脈造影)で検出された病巣の総和)のH因子診断能を比較した。

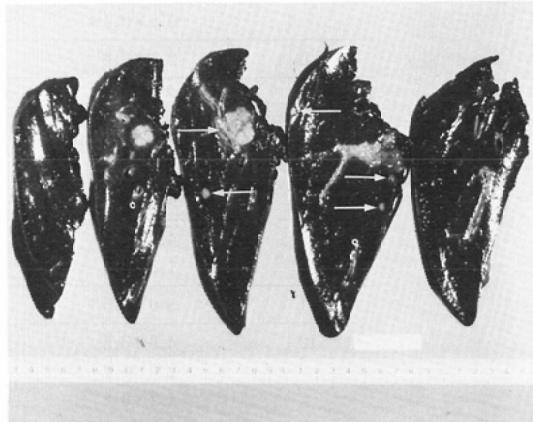
なお、H₂を転移巣5個以下で両葉に分布するもの、H₃を転移巣6個以上で両葉に分布するものとした。Table 7にその結果を示す。手術でH₀とされた45例中DSCTI-APでは38例がH₀と診断され、残り7例でH₁と診断された。この7例中3例は経過及び剖検でDSCTI-APで描出されたNLDAが転移巣であることが確認された。いずれも径1cm以下の病巣で術中USでも確認できなかった病巣である(Fig. 8)。残り4例では1年以上の経過でUSやCTで描出される病巣は認めら



7a



7b



7c

Fig. 7 Metastatic liver cancer from colon. DSCTI-AP (right row of a.) showed four lesions (arrowheads) US and CT (left row of a.) visualized only the largest lesion (arrow). IHA (b) demonstrated no lesion. Resected specimen revealed five metastases (arrows) and three of them were not found even by intraoperative ultrasonography.

れず、臨床的に転移は否定されている。手術で H₁以上と診断された37例中36例(97%)でDSCTI-APと手術所見が一致した。一方、他法での診断と手術所見の一一致率は37例中27例(73%)で、残り10例は他法ではH因子が過小評価された。

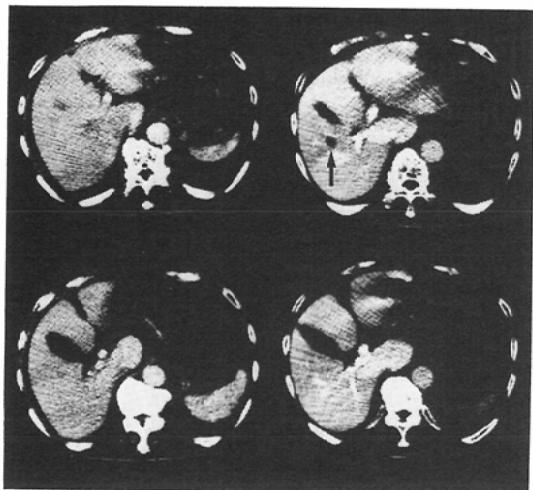
Table 8に上記82例におけるMLCの有無についてのDSCTI-APの正診度(diagnostic accuracy)²²⁾を示す。

iii) DSCTI-APとLip CTの比較

DSCTI-APとLip CTが同時に施行されたsmall HCC 12例26病巣(組織学的確診例4例5病

巣、臨床的確診例8例21病巣)についてIHA、Lip CT及びDSCTI-APによる検出能を比較した。Table 9にその結果を示す。hypervascularな病巣の検出にはLip CTがDSCTI-APより優れ(Fig. 9)、hypovascularな病巣の検出にはDSCTI-APが優れていた(Fig. 5)。また、4病巣でLipiodolは病巣の一部にのみ集積し、いずれも肝動脈塞栓術非併用例であった。

DSCTI-APとLip CTが同時に施行された後、手術でMLCの検索された大腸癌5例14病巣(肝切除2例5病巣)について、IHA、DSCTI-AP及



8a



8b

Fig. 8 Metastatic liver cancer from stomach. DSCTI-AP (right row of a.) showed a small lesion about 1.2cm in diameter (arrow). US, CT (left row of a.), arteriography and intraoperative ultrasonography could not detect it. Autopsy carried out eight months after the DSCTI-AP revealed a solitary metastasis 2cm in the largest diameter (b. arrow).

Table 7 Comparison of diagnostic effectiveness of H factor by DSCTI-AP (82 surgically confirmed cases)

| Operation | Other imaging methods * | DSCTI-AP |
|-------------------------|--|--|
| H ₀ 45 cases | not analyzed | H ₀ 38 cases H ₁ 7* |
| H ₁ 16 | H ₀ 1 case H ₁ 15 | H ₁ 15 H ₂ 1* |
| H ₂ 13 | H ₀ 2 H ₁ 3 H ₂ 8 | H ₂ 13 |
| H ₃ 8 | H ₁ 2 H ₂ 2 H ₃ 4 | H ₃ 8 |

H₀ : no metastasis H₁ : metastases within one lobe

H₂ : metastases in both lobes (less than five)

H₃ : metastases in both lobes (more than six)

* See Table 1 for abbreviation.

* Total lesions detected by ultrasound, CT and arteriography.

* Solitary nodular low density area was visualized. Three of seven cases were confirmed to be a metastasis by autopsy or follow-up studies and the size of nodules was unchanged more than one-year follow-up in the remaining four cases.

* Autopsy diagnosis was H₁.

Table 8 Diagnostic accuracy of DSCTI-AP in the detection of liver metastasis

| DSCTI-AP | Disease | | |
|---------------------------|----------|-----------------|-------|
| | Positive | Negative | Total |
| Positive | 40 | 4* | 44 |
| Negative | 0 | 38 | 38 |
| Total | 40 | 42 | 82 |
| Prevalence of disease | | (40/82= 49%) | |
| Sensitivity | | (40/40= 100%) | |
| Specificity | | (38/42= 90%) | |
| Positive predictive value | | (40/44= 91%) | |
| Negative predictive value | | (38/38= 100%) | |
| Accuracy | | (40+38/82= 95%) | |

● See table 1 for abbreviation.

* Three cases with nodular low density area which was diagnosed to be a cyst or cavernous hemangioma by ultrasound, CT or hepatic arteriography were excluded.

び Lip CT の検出能を比較した。Table 10にその結果を示す。DSCTI-AP の検出能は93%で、Lip CT の64%を明確に凌ぎ、特に径2cm以下では Lip CT では明確な集積が認められなかった(Fig. 10)。

2) 肝癌の進展度判定における有用性の検討

Table 9 Comparison of detectability of small hepatocellular carcinomas by IHA, DSCTI-AP and Lip CT (25 lesions in 11 patients)

| Case No. | Maximum diameter * (cm) | IHA | DSCTI-AP | Lip CT |
|-------------|-------------------------|----------------|----------------|--------|
| 1 | 5.0 | + | + | + |
| 2 | 3.5 | + | + | + |
| | 2.5 | - | + | ± |
| 3* | 3.0 | + | + | + |
| 4* | 5.0 | + | + | + |
| | 1.5 | - | + | + |
| | 1.0 | + | + | + |
| | 1.0 | + | - | + |
| 5* | 5.0 | + | + | + |
| | 1.5 | - | + | ± |
| | 0.7 | + | + | ± |
| | 1.5 | - | + | + |
| 6 | 1.0 | + | + | + |
| 7 | 3.0 | + | + | + |
| 8* | 2.2 | + | + | + |
| | 1.0 | - | + | - |
| | 0.5 | - | + | + |
| 9* | 2.5 | + | + | + |
| | 1.5 | - | + | - |
| 10* | 4.5 | + | + | + |
| | 0.5 | + | - | + |
| | 0.5 | - | + | + |
| | 0.4 | + | - | + |
| | 0.2 | + | - | - |
| 11* | 3.0 | - | + | + |
| 12 | 1.4 | + | + | ± |
| Sensitivity | 17/26 (65%) | 22/26 (85%) | 23/26 (88%) | |

- See Table 1 for abbreviations.
- * : measured on imaging pictures.
- + : detected, - : undetected,
- ± : Lipiodol was accumulated only in a part of the tumor.
- * : Embolization with Gelfoam was performed following Lipiodol injection.

HCC で亜区域切除以上の定型的肝切除が施行された28例を対象として、DSCTI-AP の病巣存在区域診断、娘結節診断、肝内門脈浸潤診断における有用性を検討した。

DSCTI-AP では全例に肝内門脈及び肝静脈の主幹が描出され、全例に正確な区域診断ができた。

Table 10 Comparison of detectability of liver metastasis from colorectal carcinomas by IHA, DSCTI-AP and Lip CT (14 lesions in 5 patients)

| Case No. | Maximum diameter * (cm) | IHA | DSCTI-AP | Lip CT |
|-------------|-------------------------|----------------|---------------|--------|
| 1 | 7.0 | + | + | + |
| | 4.0 | - | + | ± |
| | 2.5 | - | + | ± |
| | 2.0 | - | + | - |
| 2 | 1.0 | - | + | - |
| 3* | 2.8 | + | + | + |
| 4 | 3.5 | + | + | ± |
| | 4.0 | + | + | + |
| | 2.5 | - | + | - |
| | 3.5 | + | + | ± |
| 5* | 4.0 | + | + | + |
| | 2.0 | + | + | ± |
| | 1.2 | - | + | - |
| | 0.2 | - | - | - |
| Sensitivity | 7/14 (50%) | 13/14 (93%) | 9/14 (64%) | |

● See Table 1 for abbreviations.

● * : measured on DSCTI-AP pictures except case 3 and 5.

● + : detected, - : undetected,

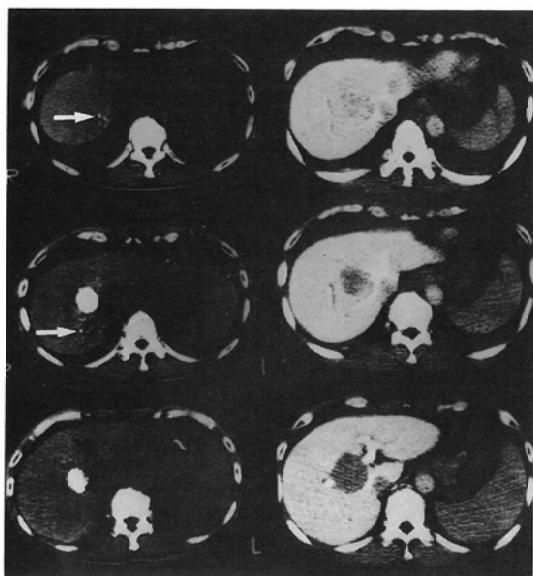
± : Lipiodol was accumulated only in a part of the tumor.

● * : Hepatic resection was done.

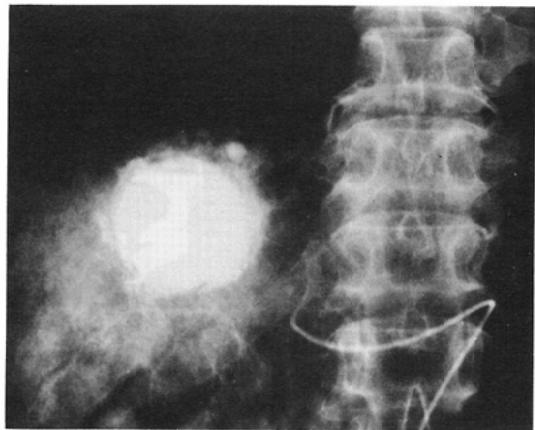
ただし、区域区分は外側区、内側区、前上区、前下区、後上区、後下区及び尾状葉である。2区域に及ぶものは5例であったが、いずれも正確に診断できた(Fig. 11)。

切除肝内に主病巣と分離して娘結節のみとめられたものは8例10病巣で、最大径4mm以下4病巣、5mm以上6病巣であった。DSCTI-AP では5mm以上のすべてが術前に指摘できたが、4mm以下の全病巣が検出できなかった。前者のうち3病巣は、US、CT 及び IHA で描出できず DSCTI-AP のみで検出可能であった(Fig. 11)。後者のうち1病巣はIHAで描出されたが(Fig. 4)、残り3病巣は術中USでも検出できず、切除標本中にはじめて見い出されたものである。

HCC による肝内門脈閉塞(あるいは狭窄)は、DSCTI-AP ではFig. 12のごとく2型のperfusion defect に分類できた。Type I は腫瘍の末梢部に扇



9a



9b

Fig. 9 HCC. Lip CT scanned two weeks after hepatic arterial embolization with 5ml Lipiodol and Gelfoam blocks demonstrated multiple daughter nodules smaller than 5mm in diameters (left row of a., arrows). DSCTI-AP (right row of a.) could not visualize these lesions. IHA (b) also clearly opacified them except one which was projected behind the main tumor in anterior to posterior view.

型 (fan-shaped) の perfusion defect を伴うもので 5 例に認められ、切除標本では腫瘍による肝内末梢門脈枝の圧排閉塞(あるいは狭窄)が証明された (Fig. 4)。この 5 例中 3 例で周辺肝に多数の顕微鏡的門脈腫瘍栓が認められた。Type II は腫瘍より肝門部側に頂点を有し、肝表に向う楔状 (wedge-shaped) の perfusion defect で 5 例に認められ、いずれも腫瘍より肝門部側の肝内門脈枝に肉眼的門脈腫瘍栓が証明された (Fig. 11, 13)。この 5 例中 2 例は亜区域枝より近位に及ぶ腫瘍栓で US や CT でも診断できたが、他の 3 例は亜区域枝より末梢門脈の腫瘍栓で、他の方法では診断できなかった。動脈造影で A-P shunt を認めた例はなかった。perfusion defect を認めなかつた 18 例では組織学的に明確な腫瘍栓を認めなかつた。

V. 考 察

近年、US と CT をはじめとする画像診断法と肝臓外科の著しい進歩によって、HCC や MLC に

対する肝切除が積極的に施行されるようになってきている¹⁾²³⁾²⁴⁾。肝切除を施行するにあたっては肝癌の局在及び進展度の正確な診断が必須であり、また、より早期の肝癌発見が予後の改善に寄与することも当然である。従来、これらの目的で肝血管造影法、特に IHA が施行されてきたが²⁵⁾、US や CT の普及に伴って IHA でも描出されない動脈造影上 hypovascular な HCC の存在が明らかとなってきた²¹⁾²⁶⁾。また、肝動脈造影では栄養動脈の明確でない小肝癌の局在診断は必ずしも容易ではない欠点がある²¹⁾。これに対し、CT では病巣の局在診断に優れるものの、径 2cm 以下の小肝癌、特に HCC はしばしば周辺肝と等濃度 (isodense) な性状を有し、明確に描出されない場合も少なくない²¹⁾²⁷⁾。これらの双方の欠点を補う目的で肝動脈造影と CT を併用する CTA が Prando ら²⁸⁾によつて 1979 年に初めて報告された。CTA はその後我が国で広く施行され、HCC の検出には IHA を凌ぐとする報告が多い^{3)~7)28)}。著者らの検討⁸⁾でも優

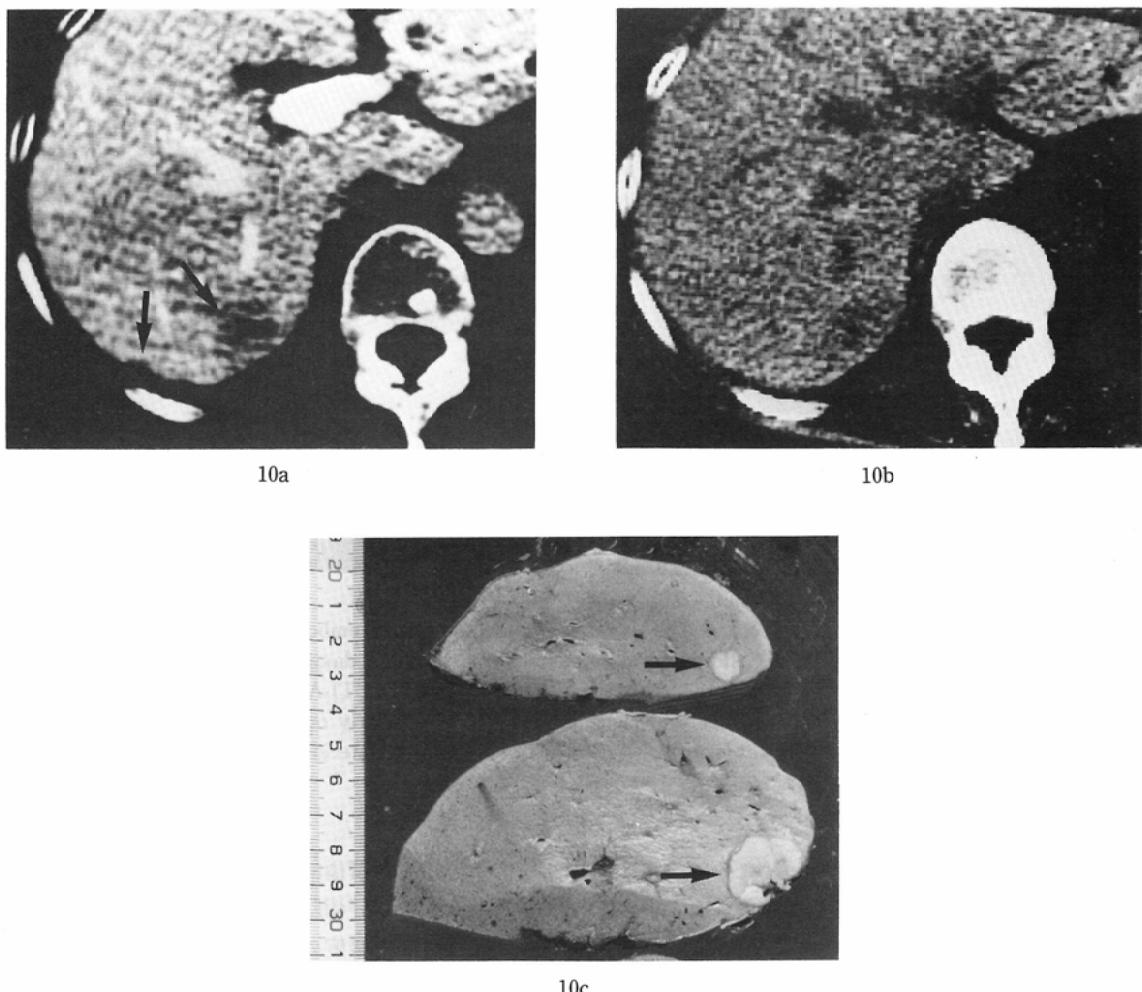
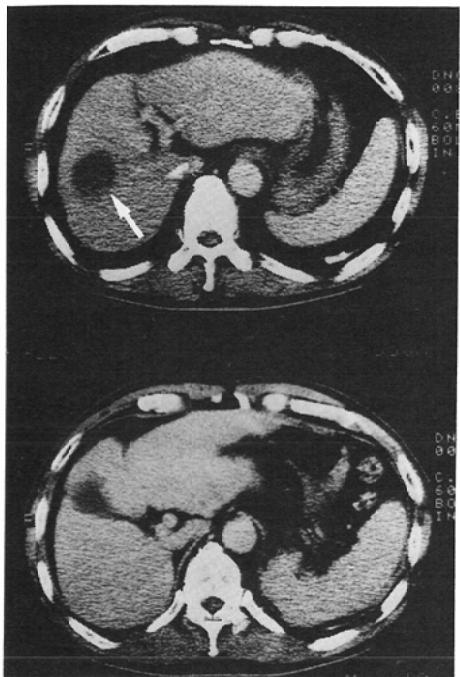


Fig. 10 Metastatic liver cancer from colon. DSCTI-AP (a) showed two lesions (arrows). Lip CT (b) scanned ten days after the injection of 3ml Lipiodol into proper hepatic artery shows no accumulation of Lipiodol in these lesions. Resected specimen revealed these two lesions (c. arrows), 2.0cm and 1.2cm in the largest diameters. The smaller lesion was detected only by DSCTI-AP.

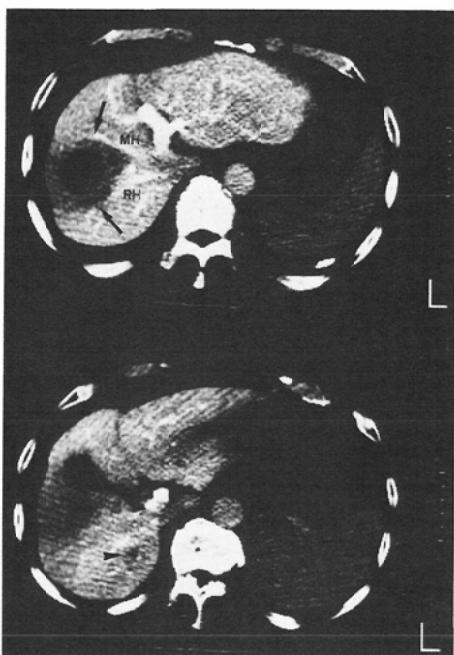
れた HCC 検出能が認められたが、肝硬変による不均一な肝実質濃染や小血管と小さな HCC 結節との鑑別は容易ではなかった。また超選択的にカテーテルを挿入して CT 室に移送する困難さや、解剖学的差異の為にしばしば全肝の検索が困難である欠点があった。一方、経動脈性門脈造影と CT を併用する方法は久ら²⁹⁾によって1980年に初めて報告され、CTA より肝癌の検出に優れていることが示された。しかしながら、彼らの使用機器は第2世代の CT であったために大量の造影剤を要

し、全肝スキャンは不可能であった。こうしたなかで、テーブルを頭足方向に移動させながら連続スキャンすることが可能な table incrementation mode が導入され、その臨床的有用性が Reese ら¹²⁾によって報告された。著者は、この mode を経動脈性門脈造影下に施行することによって、少量の造影剤で短時間に全肝のスキャンが可能であることを見い出し、肝癌検索のための新しい方法として DSCTI-AP と命名し、報告した⁹⁾¹⁰⁾。

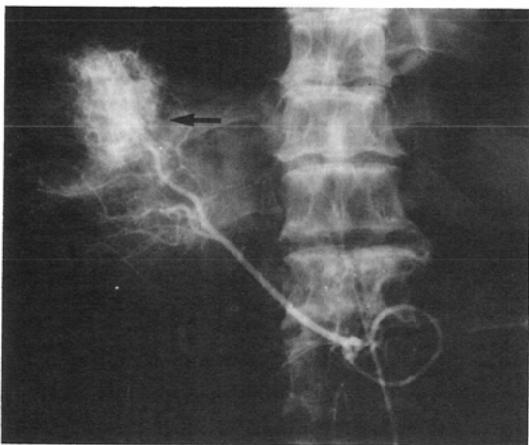
DSCTI-AP の手技には様々な変法が考えられ



11a



11c



11b

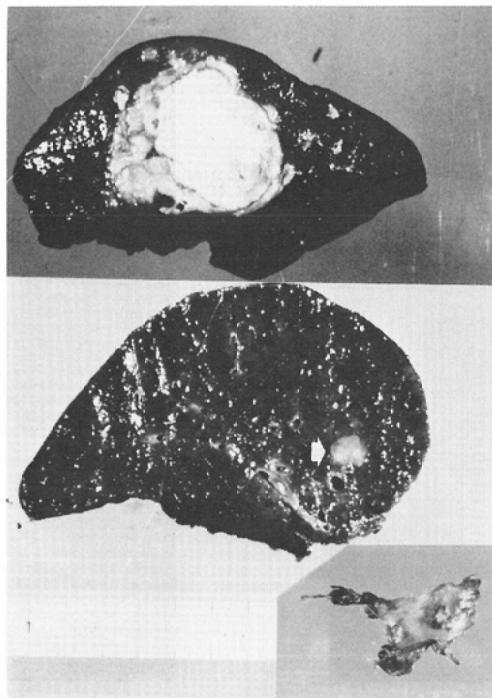


11d

るが、通常の肝血管造影施行時に同時施行できることが臨床的に重要であるとの考えより、上記の方法とした。本法の安全性と簡便性は約450例の臨床例で確認された。技術的失敗例もほとんど認めなかつたが、上腸間膜動脈から分岐する副右肝動脈に造影剤が流入しないようにする必要がある。

DSCTI-AP類似ファントム実験では、第三世代(GECT/T8800)CTで、周辺と50HU以上の濃度

差があれば径5mm～3mmの円柱が明確に描出されることがわかつた。一方、臨床例における肝実質の濃度上昇は正常肝で50～100HU、肝硬変例で40～80HU程度で、したがつて径5mm前後の門脈血流欠損域は十分描出されるものと考えられた。hypervasculatな病変では動脈系に還流した造影剤で病巣部が増強され、したがつて周辺肝との濃度差が減少し描出能が低下することが予想された



11e

Fig. 11 HCC. US, CT (a) and IHA (b) showed only the main tumor (arrow). DSCTI-AP (c) demonstrated it with surrounding wedge-shaped perfusion defect (arrows) and a small daughter nodule in posterior segment (arrowhead). The distribution of perfusion defect is consistence with anterior superior segment of the liver because of marginal right and middle hepatic veins (RH and MH in c.). This finding indicated the tumor thrombus in anterior superior branch of intrahepatic portal vein. US and arterial portography (d) could not find it definitely. Resected specimen (e) revealed these findings (main tumor; upper, daughter nodule about 8mm in diameter; middle, arrow, portal tumor thrombus found in anterior superior branch; lower).

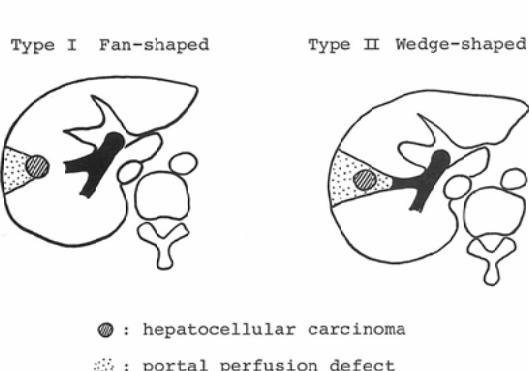
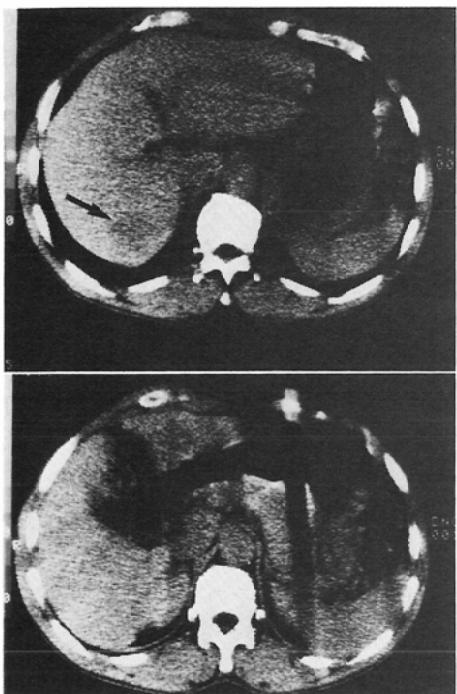


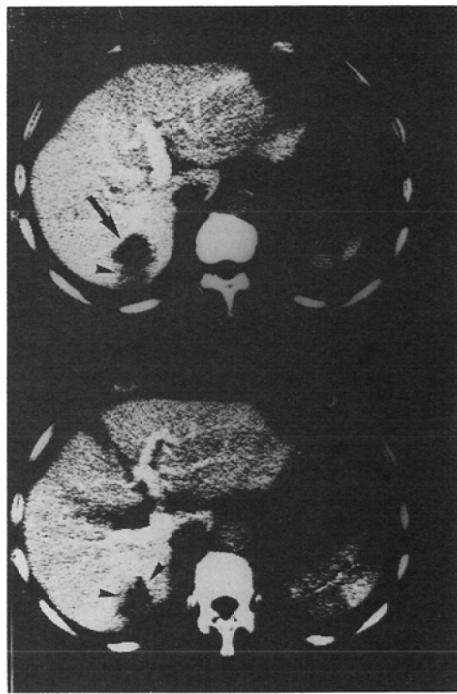
Fig. 12 Two types of portal perfusion defect seen on DSCTI-AP.

が、動脈造影上 hypervascular な HCC でも径 0.5~1cm の病巣の抽出が十分可能であった。これは造影剤の注入を持续する限り肝実質の濃度上昇が HCC のそれをかなり上回るためと考えられた。門脈一大循環短絡が極めて高度な場合は十分な肝実質の濃度上昇が得られなかったが、このような例では肝癌は一般に外科治療の対象とならず、臨床的に問題はなかった。

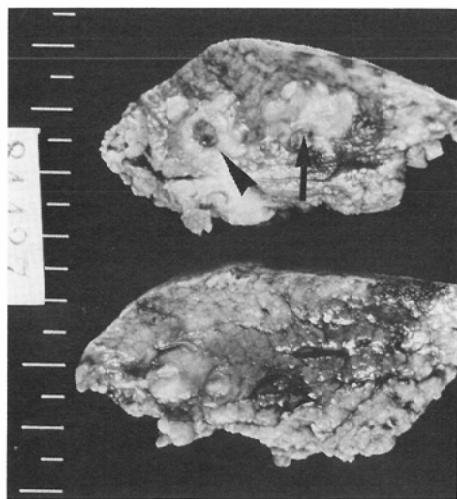
DSCTI-AP での肝癌の診断では、肝癌における門脈血流の欠除が重要な根拠となっている。HCC のモデルとしてラットにおけるDAB肝癌を、MLC のモデルとして家兎に経門脈性に移植された VX2



13a



13b



13c

Fig. 13 HCC. CT (a) showed a solid tumor (arrow) in posterior segment. DSCTI-AP (b) visualized it (arrow) with the adjacent wedge-shaped perfusion defect (arrowheads) which indicated the tumor thrombus in peripheral part of posterior branch of intrahepatic portal vein. Resected specimen (c) revealed the tumor (arrow) and tumor thrombus in peripheral portal branch (arrowhead). This diagnosis was possible only by DSCTI-AP.

肝癌を用いて門脈 microangiogram 像を検討したところ、肉眼で認知しうる腫瘍はいずれも明瞭な門脈血流欠損域として認められた。また屠殺前に施行した門脈造影下 CT での NLDA は門脈 microangiogram では肝癌による門脈血流欠損域であることが証明され、DSCTI-AP が肝癌を NLDA として描出しうることが実証された。臨床例における HCC では、Bierman ら³⁰⁾や三宅ら³¹⁾の報告以来ほぼ100%肝動脈支配と考えられてきたが、本庄ら³²⁾は腫瘍辺縁部での門脈の関与を指摘した。また、最近、柳³³⁾は HCC の肝内発育様式を sinusoidal type, replacing type, encapsulated type に分類し、sinusoidal type では動脈よりもむしろ門脈支配優位の可能性があり、replacing type では腫瘍辺縁部で門脈血の関与が見られると報告している。一方、生体では門脈は HCC の還流静脈として働いているとの報告もある³⁴⁾。MLC では Bierman ら³⁰⁾や三宅ら³¹⁾は純動脈栄養であるとしているが、Breeds ら³⁵⁾は一部の症例で門脈血の関与を認めたと報告し、最近 Lin ら³⁶⁾も同様に径1cm 以下では門脈枝の関与を比較的高率に認めたと報告している。一方、今回の多数の DSCTI-AP 施行例で、径1cm 以上の病巣はほぼ確実に NLDA として描出された事より、臨床で発見される肝癌は、一般には動物実験で示されたごとく、門脈血流をほとんど受けていないと考えてよいと思われる。径1cm 以下で DSCTI-AP で描出されなかつた肝癌については、呼吸によるスライスのズレがその原因と考えるが、門脈血流の存在による描出不良の可能性は完全に否定できない。

DSCTI-AP では肝癌は NLDA として描出される。この所見は非特異的で、囊胞、膿瘍、あるいは海綿状血管腫等の良性病変でも NLDA として描出される。しかしながら、DSCTI-AP の読影基準で述べたごとく、囊胞は通常の CT でも必ず描出され、その診断基準²⁰⁾で診断でき、また US で描出されれば診断は容易で除外できる。さらに海綿状血管腫は、同時に施行する動脈造影で多くの場合診断可能で同様に除外できる。このように他の診断法すでに診断された囊胞と海綿状血管腫を除いた NLDA を臨床所見にしたがって HCC ある

いは MLC と診断した場合の positive predictive value²²⁾は、それぞれ90%と91%であった。対象例中には径2cm 以下の小病巣が多数含まれており、この値は高値といえる。すなわち、DSCTI-AP のみでは質的診断は困難であるが、囊胞と海綿状血管腫を除外すれば、他の NLDA は高い確率で肝癌と診断できる。しかしながら、DSCTI-AP のみで検出される径1cm 以下の小病変は、術中 US でも検出されない場合が少なくなく、経過観察を余儀無くされる場合も多い。この問題は CTA や Lip CT にも共通するものであり、径1cm 前後以下の肝腫瘍の正確な質的診断は今後の大きな課題であろう。

以上の基礎的検討及び読影基準に基づいて、DSCTI-AP による肝癌の検出を試みたところ、非常に良好な成績を得、その一部はすでに報告してきた^{9)~11)}。今回より多数の small HCC における成績と、MLC 切除例における成績を検討した。その結果、DSCTI-AP は特に径2cm 以下の病巣で他法に比し極めて優れた検出能を示した。径5mm 以下の病巣はすべて検出できず本法の限界と考えられた。径1cm 以上はほぼ全例検出可能で、1cm~5mm 大では検出不能な場合があった。一方、IHA は径2cm 前後の比較的大きな病巣で検出不能例があるものの、hypervascular な病巣では径5mm 以下でも検出可能であった。したがって、DSCTI-AP と IHA は相補的で、両者を併用する肝血管造影法は極めて精度の高い肝癌検出法と考えられた。

small HCC の検出能については多くの報告がある。そのなかで、US を先進的に施行してきた施設からの報告では、US が肝動脈造影の検出能を凌ぐとするものが多い²⁵⁾³⁷⁾³⁸⁾。幕内ら³⁸⁾は施設間における診断能の差異を技術的差異としているが、最新の機器が広く導入され、第一線で多くの経験が集積されている現在、技術的差異はそれほど大きくはないであろう。特に US は容易に再検討が可能であり、この点からも技術的差異は考えにくい。差異の最も大きな原因は診断の進め方の違いによるものと考えられる⁷⁾²¹⁾。すなわち、US や CT で異常のない場合に血管造影を施行するか

否かという点である。著者の成績は、肝硬変例に対し、血清 α_1 -fetoprotein 値の軽度異常(100ng/ml 以上あるいは20ng/ml 以上で上昇傾向)²¹⁾や小林ら³⁹⁾の提唱する、いわゆる super-high risk group を目安として、積極的に肝血管造影(IHA)及び DSCTI-AP の同時施行⁴⁰⁾を施行してきた結果である。Table 4 に示したごとく径1.5cm 以下の HCC 結節の確実な検出には US や CT では極めて不十分で、IHA と DSCTI-AP を組み合わせた肝血管造影が必須であることがわかる。著者らは従来よりこの点を主張してきたが¹⁰⁾¹¹⁾⁴⁰⁾、最近ようやく後藤らによって同主旨の報告⁷⁾がなされている。また、今回対象とした small liver cancer 21例中 4 例は DSCTI-AP のみで検出可能であったが、CTA や Lip CT のみで検出可能であった単発性の HCC の報告はない。これは、DSCTI-AP が初回の肝血管造影施行時に容易に同時施行が可能であるという利点を示すものであろう⁴⁰⁾。

MLC では DSCTI-AP が他の診断法に比し極めて優れた検出能を示した。特に大腸癌肝転移例では径1.5cm 以下の病巣の大部分は US, CT, IHA 及び術中 US でも検出困難で、DSCTI-AP の有用性は極めて大きかった。村松ら⁴¹⁾も著者と同様に、大腸癌肝転移の検出には経動脈性門脈造影下 CT (portal-angio. CT)⁴¹⁾が最も優れていると報告しているが、著者の成績に比しやや劣る結果である。村松ら⁴¹⁾の方法は 1 スライスごとに区切って(非連続的に)スキャンする方法で、著者の経験では、この方法は多量の造影剤を要し、また呼吸によるスキャンレベルの変化が大きい。

DSCTI-AP の肝癌検出におけるもう一つの有用性は、その極めて高いnegative predictive value²²⁾で、主病巣の検出では、HCC では97%, MLC では100% であった。すなわち、DSCTI-AP で NLDA を認めない場合は、臨床的(手術を含む)に発見し得る肝癌はほぼ確実に否定し得るといえる。HCC の偽陰性例は retrospective に見てスキャンレベルのズレによると考えられた径1.5cm 以下の病変であった。この事実は臨床的に重要で、特に肝硬変の再生結節と HCC の鑑別に極めて有用である。再生結節は US, CT 及び肝動脈造影で small

HCC と鑑別困難な所見を呈することがあり、日常の診療でしばしば問題となるが、DSCTI-AP では門脈血流を有する再生結節は明確な NLDA として描出されないために、HCC との鑑別が容易である⁴²⁾。ただし、この際は、小病変では当該部位が正確にスキャンされているかどうかに注意する必要がある。今回対象とした HCC 非合併慢性肝疾患例中には他の診断法で HCC が疑われた例が多数含まれているが、DSCTI-AP の施行でこれらによる偽陽性を防止できた⁴²⁾。逆に他の診断法で肝癌が疑われるも断定できない場合に、DSCTI-AP で同部が NLDA として描出されれば、容易に肝癌との診断が可能であった (Fig. 6)。

Lip CT は Kanno ら¹⁸⁾によって肝癌病巣の検出に有用であることが報告され、その後 Ohishi ら¹⁹⁾や、Yumoto ら⁴³⁾によって HCC の検出には最も有用な方法と報告されている。著者の検討でも、Lip CT は hypervasculat な small HCC の検出には IHA や DSCTI-AP よりも優れていた。しかしながら MLC や一部の hypovascular な HCC 結節には集積がみられず⁴³⁾、このような病巣の検出には DSCTI-AP が Lip CT より優れていた。すなわち、Lip CT は動脈造影と同様に動脈系の情報を描出するもので、IHA や CTA と競合するが、DSCTI-AP とは相補的性格を有する方法といえる。なお、Lip CT の診断的有用性はいずれも肝動脈塞栓術や抗癌剤の併用例で検討されており¹⁸⁾¹⁹⁾⁴³⁾、純粹に診断的に Lipiodol のみを動注した場合には、選択的に小肝癌にのみ長期に残存するか否かは疑問であり、今後の検討が必要であろう。

肝癌の外科療法に際しては、(1) 病巣の存在区域、(2) 肝内転移巣(娘結節あるいは多発病巣を含む)の有無、(3) 門脈浸潤あるいは腫瘍栓の有無、(4) 肝静脈及び下大靜脈浸潤の有無、に関する詳細な検討が必須である²¹⁾²³⁾³⁴⁾。このうち、HCC の娘結節の検出についてはすでに述べたごとく、IHA と DSCTI-AP を併用する肝血管造影法が極めて精度が高く必須と考えられた。さらに可能ならば Lip CT と DSCTI-AP を併用すれば最も詳細に評価できる。著者は HCC で手術可能と考えられる例では DSCTI-AP 施行後、肝動脈に Lipiodol

を注入し検査を終了している。大腸癌で肝切除を考慮する場合は、DSCTI-APは必須の検査法であり、他の方法では検出不能な多発病巣を検出できる。区域診断については従来、動脈造影法、特に立体撮影が有用とされてきたが、small HCCは必ずしも明瞭な血管増生を呈さず、したがって栄養動脈が同定できない場合がある²¹⁾。一方、US、CTでは肝内大血管が描出され、かつ断層像が得られるために区域診断に優れている³⁸⁾⁴⁴⁾⁴⁵⁾。特にCTでは周辺臓器との関係も含めて、情報を客観的に外科医に伝達できるという利点がある。しかしながら、両者ともに肝硬変例では肝内血管が必ずしも十分描出されないこと、小病巣の検出そのものが困難な場合がある等の欠点がある。この欠点を改善するのがUSでは術中US³⁸⁾であり、CTではCTAあるいはDSCTI-APである。CTAの区域診断における有用性については、森山³³⁾、草野ら⁵⁾、Nakaoら⁶⁾、Starchら⁴⁶⁾の報告があり、その有用性は高く評価されている。DSCTI-APについての報告はないが、CTAに比し肝内門脈が末梢まで明瞭に描出されるために、より正確な区域診断が可能である。また、DSCTI-APでは病巣と肝実質の境界が明確で、この点でも正確な部位診断が可能と考えられる。しかしながら、区域境界部の小病巣の正確な区域診断はすべての診断法で困難な場合があり今後の検討を要するところであろう。門脈浸潤あるいは腫瘍栓の存在はHCCの予後を決定する重要な因子で、治療法の選択に重大な影響を与える³¹⁾⁴⁾。血管造影⁴⁷⁾とUS³⁸⁾がこの診断に最も有用な方法として一般的に施行されているが、肝硬変例では末梢肝内門脈枝の描出及び正確な読影は容易ではない。DSCTI-APでは肝内門脈血流低下区域は肝表あるいは区域境界に向うperfusion defectとして鋭敏に描出され、亜区域枝より末梢の門脈閉塞あるいは腫瘍栓の診断に極めて有用で、他の方法の追随を許さなかった。perfusion defectはFig. 12のごとく2型に分類され、腫瘍の末梢のみにperfusion defectが見られる(fan-shaped)場合は末梢門脈の狭窄によるもので、腫瘍より肝門側よりperfusion defectのみられる(wedge-shaped)の場合は肉眼的門脈腫瘍栓によ

ることが明らかとなった。さらに今回の検討ではfan-shaped型の場合でも組織学的腫瘍栓が高率に認められたことにより、肝切除に際してはperfusion defect部を含めて切除する必要があると考えられた。DSCTI-APによる末梢門脈浸潤の診断に関する切除例との対比の報告はこれまでになく、今回の著者の報告が最初のものである。この肝内末梢門脈腫瘍栓の診断能はAPやUSのそれを明瞭に凌ぐもので、DSCTI-APの肝癌術前診断法としての重要性を示すものと考える。肝静脈根部及び下大静脈浸潤については切除例がなく検討しなかったが、一般にUSを凌ぐ情報は得られなかった。

以上述べてきたごとく、DSCTI-APは肝動脈造影とは逆の情報を描出し⁴⁸⁾、したがって、肝動脈造影の限界や欠点を補い、両者を併用する肝血管造影で肝癌の診断能を著しく向上させることができた。また、DSCTI-APは通常の肝血管造影との同時施行が容易であり、今後、積極的に肝癌の血管造影診断に導入されるべき方法と考えられた。

VI. 結 語

肝癌の精密診断を目的として経動脈性門脈造影下連続CT(DSCTI-AP)を開発し、その基礎的検討及び臨床的有用性の検討を行い、以下の結果を得た。

1. 基礎的検討

1) DSCTI-AP類似ファントム実験では、第三世代CT(GECT/T 8800)では、周辺より50HU以上吸収値が低い場合は径5mmの円柱の鮮明な描出が可能であることが示された。

2) ラットのDAB肝癌(hepatocellular carcinoma, HCC)と家兎に経門脈性に移植したVX2腫瘍(metastatic liver cancer, MLC)で肉眼的に認知しうるものは、すべて門脈microangiogramでは門脈血流欠損域として描出され、門脈造影下のCTでは、nodular low density area(NLDA)として描出された。

3) 連続した400例のDSCTI-AP施行例で治療を要する合併症は皆無であった。技術的失敗例も、初期例を除いてはほとんど認めなかった。

4) DSCTI-APでは肝臓は40~100HUの濃度

上昇を示し、また脾臓に比し40~70HUの選択的濃度上昇を示した。

以上より、DSCTI-APは技術的に容易で安全な方法であり、径5mm前後の肝癌も検出しうる方法と考えられた。

2. 臨床的有用性の検討

1) HCC、MCLともに径5mmまでの病巣の検出が可能であった。MLCの検出により確実性が認められた。

2) small HCCの検出にはRN、US、CT、腹腔動脈造影、及びinfusion hepatic angiography(IHA)より優れ、特に径2cm以下のsmall liver cancerの確実な検出には必須の方法と考えられた。IHAとは相補的で、両者を併用する肝血管造影で、全例の検出が可能であった。

3) DSCTI-APとLipiodol動注後CTは相補的で、前者はhypovascularな小病変の検出に、後者はhypervascularな小病変の検出により優れていた。

4) HCCの肝内門脈腫瘍栓の診断には、最も優れた方法と考えられた。

5) 肝内門脈及び肝静脈が鮮明に描出され、肝癌の存在区域診断に優れていた。

以上より、DSCTI-APを併用する肝血管造影はsmall HCCの検出法、HCC及びMLCの肝切除の術前検査法として、今後広く施行されるべき方法と考えられた。

稿を終えるにあたり、高島教授の御指導に深謝致します。また、本研究に御協力いただいた教室員各位、金沢大学第1内科(服部信教授)消化器グループ、第2外科(宮崎逸夫教授)及び第2病理学(太田五六教授)の諸先生、福井県済生会病院三浦将司先生及び井田正博先生に深謝致します。なお、本論文の要旨は第22回日本脈管学会、第19回日本肝臓学会ペネルディスカッション、第43及び44回日本医学放射線学会総会、第70及び71回日本消化器病学会総会、第26回日本消化器病学会大会、第69回北米放射線学会で発表した。

文献

- 1) The Liver Cancer Study Groups of Japan: Primary liver cancer in Japan. *Cancer*, 54: 1747-1755, 1984
- 2) Prando, A., Wallace, S., Bernardino, M.E. and Lindell, M.M.: Computed tomographic arteriography of the liver. *Radiology*, 130: 697-701, 1979
- 3) 森山紀之:血管造影下のCT(angiographic CT=Angio-CT).癌の臨床, 26: 1037-1040, 1980
- 4) 中村仁信、田中 健、堀 信一、徳永 仰、吉岡 寛康、黒田知純:肝細胞癌のCT-CT arteriographyによるcontrast enhancement像の解析。日本医政会誌, 41: 108-113, 1981
- 5) 草野正一、三屋公紀:肝癌の切除療法—画像診断からみた手術適応—。肝胆膵, 5: 1081-1087, 1982.
- 6) Nakao, N., Miura, K., Takayasu, Y., Wada Y. and Miura, T.: CT angiography in hepatocellular carcinoma. *J. Comput. Assist. Tomogr.*, 7: 780-787, 1983
- 7) 後藤裕夫、森山紀之、志真泰夫、村松幸男、高安賢一、中尾恭輔、松江寛人、笛川道三、山田達哉:肝細胞癌における各種画像診断法の診断能—切除標本との対比—。臨放, 30: 257-262, 1985.
- 8) 伊藤 広、松井 修、鈴木正行、井田正博、北川 清秀、角谷真澄、松本恵美子、長東秀一、高島 力:細小肝癌に対するCT arteriographyの意義。臨放, 27: 349-354, 1982
- 9) 松井 修、鈴木正行、伊藤 広、井田正博、角谷 真澄、井上一彦、高島 力:経動脈性門脈造影下連続CTによる転移性肝癌の検出能。日消会誌, 78: 111, 1981
- 10) Matsui, O., Kadoya, M., Suzuki, M., Inoue, K., Itoh, H., Ida, M. and Takashima, T.: Dynamic sequential computed tomography during arterial portography in the detection of hepatic neoplasms. *Radiology*, 146: 721-727, 1983
- 11) Matsui, O., Takashima, T., Kadoya, M., Ida, M., Suzuki, M., Kitagawa, K., Kamiura, R., Inoue, K., Konishi, H. and Itoh, H.: Dynamic computed tomography during arterial portography: The most sensitive examination for small hepatocellular carcinomas. *J. Comput. Assist. Tomogr.*, 9: 19-24, 1985
- 12) Reese, D.F., McCullough, E.C. and Baker, H.C.: Dynamic sequential scanning with table incrementation. *Radiology*, 140: 719-722, 1981
- 13) 竹中栄一、飯沼 武、遠藤真広、早川吉則、金子 昌生、真野 勇、高井通勝、佐々木常雄、木村和衛:X線コンピュータ断層撮影装置の性能評価に関する基準。日本医師会雑誌, 82: 1175-1185, 1979
- 14) Bannasch, P., Becker, F.F., Busey, W., Farber, F., Firminger, H.I., Garner, F.M., Gossner, W., Laqueur, G.L., Moodie, C.A., Popper, H.,

- Reuber, M., Schauer, A., Snell, K.C., Squire, R.A., Sternberg, S., Stewart, H.C., Standberg, J.D., Vaelker, R.W., Willigan, D.A. and Zurcher, C.: Report of a workshop on classification of specific hepatocellular lesions in rats. *Cancer Research*, 35: 3214-3223, 1975.
- 15) 松井 修: 肝 Space occupying lesions の診断に対する infusion hepatic angiography の臨床的有用性について. 日本医学会誌, 39: 1-16, 1979
- 16) Takashima, T. and Matsui, O.: Infusion hepatic angiography in the detection of small hepatocellular carcinomas. *Radiology*, 136: 321-325, 1980
- 17) 小野原信一, 小山隆夫, 内山典明, 小林尚志, 園田俊秀, 山口和志, 大山三郎, 篠原慎治: Balloon occlusion hepatic angiography—肝内腫瘍性病変と胆嚢の描出能について—. 日本医学会誌, 43: 905-912, 1983
- 18) Kanno, T., Maeda, H., Iwai, K., Tashiro, S., Morinaga, T., Mochinaga, M., Hiraoka, T. and Yokoyama, I.: Effect of arterial administration of high molecular weight anticancer agent smancs with lipid lymphographic agent on hepatoma. A preliminary report. *Eur. J. Cancer & Clin. Oncol.*, 19: 1058-1065, 1983
- 19) Ohishi, H., Uchida, H., Yoshimura, H., Okue, S., Ueda, J., Katsuragi, M., Matsuo, N. and Hosogi, Y.: Hepatocellular carcinoma detected by iodized oil. *Radiology*, 154: 25-29, 1985
- 20) 板井悠二, 幕内雅敏: 超音波・CT による消化器病診断. 1982, 文光堂, 東京
- 21) 松井 修, 高島 力, 角谷真澄, 北川清秀, 鈴木正行, 亀山富明, 西嶋博司, 井田正博: 初期癌の画像診断(2). 肝. 放射線科, 4: 205-214, 1984
- 22) Phillips, W.C., Scott, J.A. and Blasczynski, G.: Statistics for diagnostic procedures. I. How sensitive in "sensitivity"; How specific is "specificity"? *A.J.R.*, 140: 1265-1270, 1983
- 23) 山崎 晋, 長谷川博, 幕内雅敏: 肝細胞癌の治療. I. 外科療法. 服部 信編, ウイルス肝炎から肝細胞癌へ. 第2版, 467-478, 1984, 癌と化学療法社, 東京
- 24) Morrow, C.E., Grage, T.B., Sutherland, D.E.R. and Najarian, J.S.: Hepatic resection for secondary neoplasms. *Surgery*, 92: 610-614, 1982
- 25) Takashima, T., Matsui, O., Suzuki, M. and Ida, M.: Diagnosis and screening of small hepatocellular carcinomas. *Radiology*, 145: 635-638, 1982
- 26) 長田芳子: 細小肝癌における超音波所見の病理学的研究. 日消誌, 78: 685-691, 1981
- 27) 板井悠二: 肝癌における画像診断の役割—CT 診断—. 腹部画像診断, 1: 21-31, 1981
- 28) Freeny, P.C. and Marks, W.M.: Computed tomographic arteriography of the liver. *Radiology*, 148: 193-197, 1983
- 29) 久直史, 平松京一, 渡辺衛, 棚田勲: Portal hepatogram CT による肝腫瘍の診断. 臨放, 25: 529-534, 1980
- 30) Bierman, H.R., Byron, R.L., Kelley, K.H. and Grady, A.: Studies on the blood supply of tumors in man. III. Vascular patterns of the liver by hepatic arteriography in vivo. *J. Nat. Cancer Inst.*, 12: 107-131, 1951
- 31) 三宅 仁, 奥平雅彦, 久内 徹: 血管構造よりみた肝疾患の病理. 内科, 11: 604-612, 1963
- 32) 本庄一夫, 鈴木 敏: 肝癌と肝血行. 外科, 37: 245-251, 1975
- 33) 柳 東: 肝細胞癌の病理形態学的研究—肝細胞癌の局所発育様式と血管構築について—. 久留米医学会雑誌, 45: 367-381, 1982
- 34) 岡本英三, 豊坂昭弘: 肝細胞癌の門脈侵襲と遠隔成績. 服部 信編, ウイルス肝炎から肝細胞癌へ. 第2版, 癌と化学療法社, 1984, 東京
- 35) Breedis, C. and Young, G.: The blood supply of neoplasms in the liver. *Am. J. Path.*, 30: 969-985, 1954
- 36) Lin, G., Hagerstrand, I. and Lunderquist, A.: Portal blood supply of liver metastases. *A.J.R.*, 143: 53-55, 1984
- 37) 大藤正雄, 品川 孝: 肝細胞癌. 臨床超音波シリーズ, 肝・脾, (福田守道編), 南江堂, 1983, 東京
- 38) 幕内雅敏, 長谷川博, 山崎 晋, 森山紀之, 高安賢一, 村松幸雄: 肝癌の診断に対して超音波はどうまで切り込めるか? 超音波医学, 11: 95-101, 1984
- 39) 小林健一: 肝硬変症の追跡調査, とくに肝細胞癌への進展. 服部 信編, ウイルス肝炎から肝細胞癌へ. 第2版, 癌と化学療法社, 1984, 東京
- 40) 松井 修, 角谷真澄, 北川清秀, 西嶋博司, 鈴木正行, 亀山富明, 高島 力, 井田正博: 小肝癌の初回血管造影診断における経動脈性門脈造影下連続 CT 導入の臨床的重要性. 日消誌, 81: 2373, 1984
- 41) 村松幸男, 山田達哉: CT スキャンによる大腸癌肝転移の存在診断と鑑別診断. 日消誌, 82: 867, 1985
- 42) 松井 修, 角谷真澄, 亀山富明, 西嶋博司, 北川清秀, 蒲田敏文, 高仲 強, 荒井和徳, 高島 力, 井田正博: 経動脈性門脈造影下 CT による肝癌と再生結節の鑑別について. 第44回日医放学会発表会抄録集, 287, 1985
- 43) Yumoto, Y., Jinno, K., Tokuyama, K., Araki, Y., Ishimitsu, T., Maeda, H., Konno, T.,

- Iwamoto, S., Ohnishi, K. and Okuda, K.: Hepatocellular carcinoma detected by iodized oil. *Radiology*, 154: 19-24, 1985
- 44) LaBerge, J.M., Laing, F.C., Federle, M.P., Jeffrey, R.B. and Lin, R.C.: Hepatocellular carcinoma: Assessment of resectability by computed tomography and ultrasound. *Radiology*, 152: 485-490, 1983
- 45) Pagani, J.: Intrahepatic vascular territories shown by computed tomography. *Radiology*, 147: 173-178, 1983
- 46) Stach, J., Legge, D. and Behan, M.: Computed tomographic arteriography in the pre-surgical evaluation of hepatic tumors. *Clin. Radiol.*, 35: 189-192, 1982
- 47) 岡崎雅敏, 森山紀之, 山田達哉: 肝癌の血管造影門脈所見の意義—門脈所見からみた手術適応ならびに予後との関係—. *日消誌*, 77: 758-767, 1980
- 48) Matsui, O., Takashima, T., Kadoya, M., Kitagawa, K., Kamimura, R., Itoh, H., Suzuki, M. and Ida, M.: Segmental staining on hepatic arteriography as a sign of intrahepatic portal vein obstruction. *Radiology*, 152: 601-606, 1984