



|              |  |
|--------------|--|
| Title        | 大腸癌肝転移に対するCT arteriographyについての検討-CT arterial portographyおよびCT arteriography併用の診断的有用性- |
| Author(s)    | 稻葉, 吉隆   |
| Citation     | 日本医学放射線学会雑誌. 1996, 56(13), p. 924-934  |
| Version Type | VoR  |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/15425">https://hdl.handle.net/11094/15425</a>    |
| rights       |  |
| Note         |  |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

# 大腸癌肝転移に対するCT arteriographyについての検討 — CT arterial portographyおよびCT arteriography併用の診断的有用性 —

稲葉 吉隆

愛知県がんセンター放射線診断部

## CT Arteriography for Evaluation of Hepatic Metastases from Colorectal Cancer: Diagnostic efficacy of a combination of CT arterial portography and CT arteriography

Yoshitaka Inaba

The sensitivity of computed tomographic arteriography (CTA) for the detection of hepatic metastases from colorectal cancer was compared with that of computed tomographic arterial portography (CTAP). And the diagnostic efficacy of the combined use of CTAP and CTA (CTAP-CTA) was evaluated for further improvement of detecting the lesions.

Both CTAP and CTA were performed sequentially in 71 patients with hepatic metastases from colorectal cancer, of whom 29 patients underwent hepatic resection and 42 patients underwent chemotherapy or clinical observation. CTAP via the superior mesenteric artery was firstly obtained, and CTA via the proper or common hepatic artery followed, employing an interventional CT system, a newly developed angiographic unit combined with a CT scanner.

In all metastases, the rate of sensitivity of CTAP, CTA and CTAP-CTA were 93.3%, 93.8% and 98.8%, respectively. In small metastatic lesions of less than 1cm in diameter, the sensitivity rates of CTAP, CTA and CTAP-CTA were 92.2%, 92.0% and 98.3%, respectively. The difference between the sensitivity of CTAP-CTA and that of CTAP or CTA alone was statistically significant ( $P < 0.01$ ). In cases of resected metastatic lesion, the sensitivity rates of conventional CT (con.CT), CTAP, CTA and CTAP-CTA were 77.0%, 86.9%, 90.2% and 91.8% respectively. The difference between the sensitivity of CTAP-CTA and that of con. CT was statistically significant ( $P < 0.01$ ). Subsequently, the addition of CTA to CTAP was useful in 16 of 71 patients (22.5%).

In conclusion, CTAP-CTA showed higher diagnostic efficacy than CTAP alone. Thus CTAP-CTA is recommended for precise pretherapeutic evaluation of hepatic metastases from colorectal cancer.

Research Code No. : 514.1

Key words : CT arteriography, CT arterial portography,  
Liver, Metastases

Received Dec. 1, 1995; revision accepted Mar. 19, 1996

Department of Diagnostic Radiology, Aichi Cancer Center

## はじめに

一般に、肝臓は門脈と動脈の二重血流支配をうけているが、肝腫瘍は高分化型肝細胞癌を除いて、純動脈性血流支配であり、門脈性血流支配をうけないことが知られている<sup>1,2)</sup>。肝腫瘍のこの性質に基づいて、経動脈性門脈CT(CT arterial portography, 以下、CTAP)は、現在肝腫瘍の検出に最も鋭敏とされ、肝腫瘍の早期診断や治療方針決定のため、多くの施設で施行されている<sup>3)-8)</sup>。一方、肝動脈CT(CT arteriography, 以下、CTA)は、一時期その有用性が報告されていた<sup>9)-12)</sup>が、全肝の検索のためよりもsingle level dynamic CTとの組み合わせで用いられていた<sup>13)</sup>。

近年、高速らせんCTが開発され<sup>14)</sup>、1回の呼吸停止下に、肝全域を撮影することが可能となり<sup>15)-17)</sup>、血管造影CTにも広く応用されつつある<sup>18)-20)</sup>。この結果、CTAPのみならず、全肝を対象としたCTAも容易になってきている<sup>20)</sup>。このような状況の変化に伴い、高速らせんCTによる全肝を対象としたCTAをCTAPと組み合わせて、動脈血流、門脈血流の両面から評価することにより、肝腫瘍の診断において、より有用な情報をもたらすことが期待されている<sup>20,21)</sup>。しかし、これまでのところ、高速らせんCTによる全肝CTAの肝腫瘍検出能の検討は十分でなく、その評価は確立していない。そこで今回、CTAにおける肝腫瘍の検出能をCTAPと比較検討し、さらにCTAをCTAPに併用した場合の有用性を評価した。なお、今回はCTAP、CTAでの肝硬変に起因する肝実質の造影能の差を考慮し、肝硬変の合併が少ない大腸癌肝転移症例<sup>22,23)</sup>のみを対象として評価した。

## 対象と方法

### (1) 対象

対象は、1992年7月から1995年6月までに愛知県がんセンターにおいて、CTAPならびにCTAを同時に施行し、かつ診断の確定している大腸癌肝転移71症例で、男性49例、女性22例、年齢は31~84歳(平均59.4歳)である。このうち、手術施行29例(大腸癌取扱規約<sup>24)</sup>上H<sub>1</sub>が21例、H<sub>2</sub>が8例)では、病理組織診断が得られており、手術非施行42例(カテーテル・

リザーバー留置による肝動注化学療法施行が32例)は臨床診断によるものである。なお、手術施行症例は全例、CTAPならびにCTA撮影後1カ月以内に手術が施行されている。

#### (2) 対象症例の背景因子

- I) 病理組織型：手術施行例における肝転移巣の病理組織診断は高分化型腺癌2例、中分化型腺癌24例、低分化型腺癌1例、粘液腺癌2例であり、いずれも原発巣と同一であった。一方、手術非施行例における原発巣の病理組織診断は、高分化型腺癌3例、中分化型腺癌29例、低分化型腺癌3例、粘液腺癌1例、不明(他院手術施行のため)6例であった。
- II) 肝転移に対する前治療の有無：1区域以上の系統的肝切除7例、肝部分切除1例、肝動注化学療法5例、肝切除+動注化学療法1例であり、無治療は57例であった。
- III) B型またはC型肝炎ウイルス感染の有無：感染なししか61例であり、HBs抗原陽性が2例、HCV抗体陽性が8例であった。

IV) 肝硬変の有無：手術施行例では肉眼的に肝硬変合併は1例も認めなかつたが、肝動注化学療法後の2例に抗癌剤動注に起因すると思われる肝実質の萎縮と線維化がみられた。一方、手術非施行例ではCT所見上、肝右葉の萎縮、外側区域や尾状葉の腫大、肝表面の凹凸不整、脾腫を認め、肝硬変の合併が示唆されたものが2例(HCV抗体陽性が1例)であった。肝切除既往のある8例では、全例手術時に肝硬変の合併を認めていない。

V) 脂肪肝の有無：単純CT所見上、肝実質濃度の低下により肝内脈管系が不明瞭化しているものを軽度脂肪肝、肝実質と脈管系濃度が逆転しているものを高度脂肪肝として判定した。軽度脂肪肝が7例、高度脂肪肝が2例であった。

VI) 肝外肝動脈の血管解剖<sup>25)</sup>：肝内に至る肝動脈が1本の症例は54例(系統的肝切除既往6例を含む)で、そのうち固有肝動脈(proper hepatic artery, 以下、PHA)へと連続する総肝動脈(common hepatic artery, 以下、CHA)が腹腔動脈(celiac artery, 以下、CA)から分岐するものが50例、CHAが上腸間膜動脈(superior mesenteric artery, 以下、SMA)から分岐するものが2例、CHAがCAとSMAの共通幹から分岐するものが2例であった。肝動脈が2本の症例は16例(系統的肝切除既往1例、肝部分切除既往1例を含む)で、そのうちCHAがCAから分岐し、さらにSMAから分岐する転位右肝動脈(replaced right hepatic artery, 以下、rep. RHA)または副右肝動脈(accessory right hepatic artery, 以下、acc. RHA)を有するものが4例、同じく左胃動脈(left gastric artery, 以下、LGA)から分岐する転位左肝動脈(replaced left hepatic artery, 以下、rep. LHA)または副左肝動脈(accessory left hepatic artery, 以下、acc. LHA)を有するものが8例、CHAがSMAから分岐し、さらにSMAから別分岐するrep.RHAを有するものが2例、同じくCHAがSMAから分岐し、さらにLGAから分岐するrep.LHAを有するものが2例であった。肝動脈が3本の症例は1例あり、中肝動脈(middle hepatic artery, 以下、MHA)へと連続するCHAがCAから分岐し、さらにLGAから分岐するrep. LHAとSMAから分岐するrep. RHAを有す

るものであった。

#### (3)撮影方法

CTAPならびにCTAは通常の肝血管造影検査と一連の検査として施行した。セルジンガー法により、5Fr径の血管造影用カテーテルを大腿動脈から挿入後、直ちにCTAPを行い、原則としてCTAは検査の最後に行った。

撮影装置は血管造影装置とCT装置が一体化したInterventional CT system(IVR-CT system, CTはX-force, 東芝メディカル社製)<sup>26)-29)</sup>を用いて、CTAP、CTAともに酸素(2~3l/min)投与を施し、1回呼吸停止下に、肝全域を上縁から下縁方向に高速らせん撮影(130kV, 150mAs)で施行した。ビーム幅は10mmで、画像再構成は10mm幅、マトリックス512×512で検討した。

CTAPはSMA根部、またはrep. RHAが存在する場合や脾頭部動脈アーケードの血流が求肝性の場合は、SMAのrep. RHAや下脾十二指腸動脈(inferior pancreaticoduodenal artery, IPDA)分岐部より遠位にカテーテル先端を置き、イオパミドール150mgI/mlを70ml, 2ml/secで注入し、原則として注入開始25秒後より撮影を開始した。なお、プロスタグラジンなどの血管拡張剤は使用せずに施行した。

CTAはCHAまたはPHAに挿入されたカテーテルから、イオパミドール150mgI/mlを30ml, 1ml/secで注入し、原則として注入開始5秒後より撮影を開始した。rep. RHAやrep. LHAなど肝動脈が複数存在する場合は、原則としてそれぞれにカテーテルを挿入(LGAから分岐するrep. LHA, acc. LHAに対してはLGAにカテーテルを挿入)し、選択的にCTAを施行した。

対照として使用された通常CT(conventional CT, 以下、con. CT)は、SOMATOM PLUS(SIEMENS社製)またはCT/T9800 Quick(GE社製)を用いて、10mm間隔で単純および造影CTを撮影した。なお、造影CTはイオパミドールまたはイオヘキソール300mgI/mlを100ml用いて、急速静注法(1.5~2ml/sec)にて施行した。

#### (4)検討項目

以下の項目を血管造影、CTをはじめとする腹部領域の画像診断に携わる放射線診断医2名の合議により、retrospectiveに検討した。

a) CTAPならびにCTAの画質の評価：CTAP、CTAの画質とともに肝実質の染まり方を中心に4段階のGradeを設定し、評価した。CTAPでは、肝実質全体が均一に濃染され、病巣とのコントラストが良好と思われるものをGrade A、肝実質の染まりに区域性または部分的に差が生じているが、病巣の検出に支障がないと思われるものをGrade B、肝実質の染まりが全体または部分的に不良であり、一部の病巣の検出に支障があると思われるものをGrade C、同じく全体の病巣の検出に支障が生じると思われるものをGrade Dとした。一方、CTAでは、肝実質全体に不均一な濃染がなく、病巣の検出が明瞭と思われるものをGrade A、肝実質の一部に不均一濃染が生じているが、病巣の検出には支障のないと思われるものをGrade B、肝実質に部分的な不均一濃染が生じて

Table 1 Detectability of small hepatic lesions less than 1cm in diameter by CTAP and CTA

| lesion        | No. of lesions | CTAP        | CTA         | CTAP + CTA  |
|---------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| metastases    | 286            | 264 (92.3%) | 263 (92.0%) | 281 (98.3%) |
| pseudolesions | 12             | 6           | 12          | 12          |
| hemangiomas   | 9              | 8           | 9           | 9           |
| cysts         | 16             | 16          | 16*         | 16          |

parentheses: sensitivity for detection of metastases \*: round perfusion defects on CTA

いるため、一部の病巣の検出に支障を来すと思われるものをGrade C、肝実質全体の不均一濃染のため、全体の病巣の検出に支障があると思われるものをGrade Dとした。

b) CTAPならびにCTAにおける小病巣(転移巣以外の小結節像も含む)の検出能：松井の報告<sup>4)</sup>によると、直径1cm以上の肝腫瘍はCTAPで100%検出されている。そこで、問題となる1cm以下の小病巣に関して、CTAP、CTAにおける検出能を検討した。CTAPにおいて検出された1cm以下の結節状の欠損像ならびにCTAにおいて検出された1cm以下の結節状の濃染像または欠損像に関して、両者を対比するとともに、手術所見、他の画像所見(con. CT, US, MRI, DSA)ならびに臨床経過を加味し、総合的に評価した。

c) CTAPならびにCTAにおける転移巣の検出能：上記の1cm以下の小転移巣を含め、転移巣の検出能をサイズ別(直径1cm以下、1cm超5cm以下、5cm超に分類)に評価した。

d) 手術症例におけるcon. CT, CTAPならびにCTAによる転移巣の検出率の比較：肉眼的所見または術中USにより、con. CT, CTAPならびにCTAにおける非検出転移巣の有無が明らかな手術症例のみを対象に評価した。

e) CTAPに加えてCTAを施行することによる有用性の検討：全症例で転移巣の検出を中心に、大腸癌肝転移症例の評価

にCTAが有用な付加情報をもたらしたか否かを検討した。

f) CTAP, CTAにおける灌流異常の相関：CTAP, CTAにおいて、病巣以外の肝実質に灌流異常がみられる場合に、両者の相関性について検討した。

## 結果

### (a) CTAPならびにCTAの画質の評価

CTAPではGrade Aが40例(56.4%), Grade Bが28例(39.4%), Grade Cが3例(4.2%), Grade Dが0例(0%)であった。一方、CTAではGrade Aが38例(53.5%), Grade Bが27例(38.0%), Grade Cが6例(8.5%), Grade Dが0例(0%)であった。

### (b) CTAPならびにCTAにおける小病巣の検出能(Table 1)

直径1cm以下の小病巣を有した症例は50例(手術施行14例、手術非施行36例)で、その中でCTAPにおいて検出された1cm以下の結節状の欠損像は294で、CTAにおいて検出された1cm以下の結節状の濃染像は284、欠損像は16であった。

総合的評価により、転移巣と判定されたものは286病巣であり、そのうちCTAPで欠損像を、CTAで濃染像を呈し、両

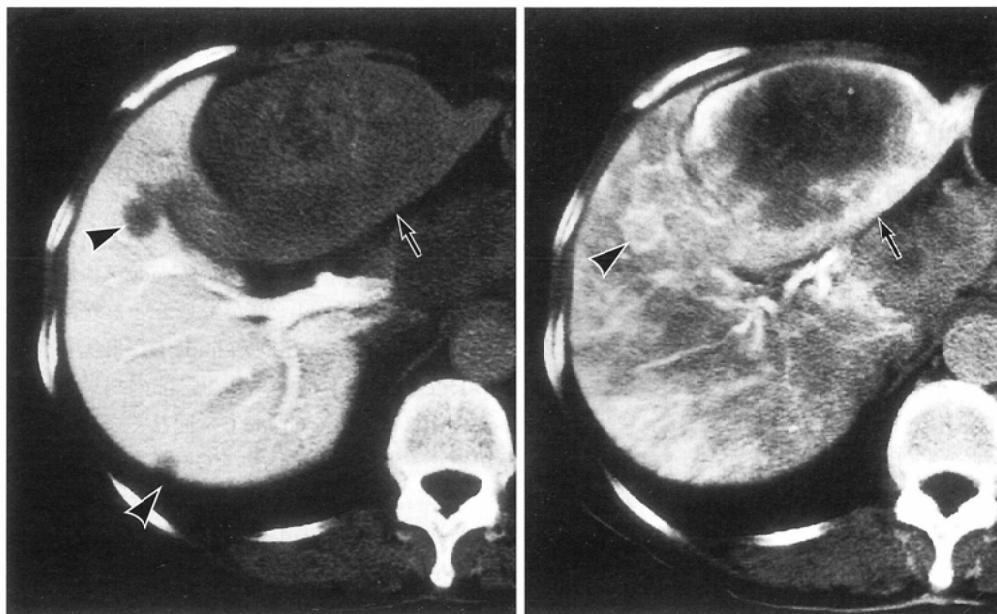


Fig.1 A 68-year-old woman undergone hepatic arterial infusion chemotherapy.

(A) CTAP image clearly shows perfusion defects of a large metastasis (arrow) in the lateral segment of the left hepatic lobe and two small metastases (arrowheads) in the right hepatic lobe.

(B) CTA image shows peripheral stainings of the large lesion (arrow) in the lateral segment of the left hepatic lobe and ventral one (arrowhead) of the small lesions in the right hepatic lobe. But, in CTA image, it is difficult to point out dorsal one of the small lesions in the right hepatic lobe because of heterogeneous enhancement of the hepatic parenchyma.

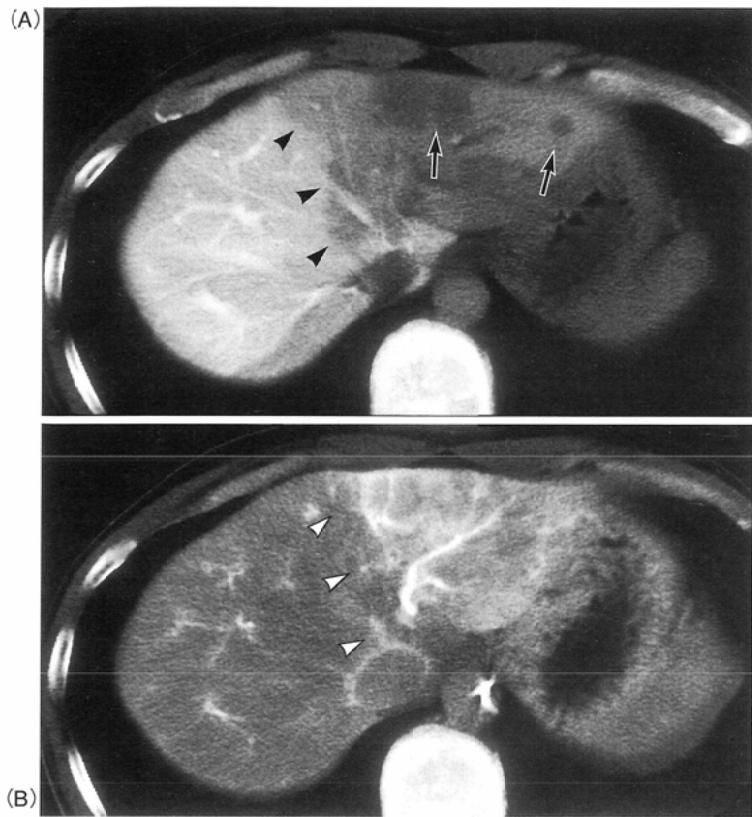


Fig.2 A 40-year-old man undergone left hepatectomy  
 (A) CTAP image shows perfusion defects (arrows) of metastases in hypoperfusion area (arrowheads) of the lateral segment of the left hepatic lobe due to obstruction of the left hepatic branch of the portal vein by a centrally metastasis.  
 (B) CTA image unclearly shows the left lesion because of hyperattenuation of the hepatic parenchyma (arrowheads) due to increased arterial perfusion corresponding with hypoperfusion area in CTAP image.

者で検出されたものが246病巣(86.0%) (Fig.1, 4, 6), CTAPのみで欠損像が検出されたものが18病巣(6.3%) (Fig.1, 2), CTAのみで濃染像が検出されたものが17病巣(5.9%) (Fig.3), CTAP, CTAともに非検出であったもの(手術施行症例)が5病巣(1.8%) (Fig.3)であった。すなわち、CTAP単独での検出率は92.3% (264/286), CTA単独での検出率は92.0% (263/286)であり、CTAP + CTA併用での検出率は98.3% (281/284)であった。なお、CTAP + CTA併用での検出率とCTAPまたはCTA単独での検出率間に、統計学的有意差が認められた(McNemar test, P = 0.0000015, 0.0000076 < 0.01)。

一方、転移巣以外では、血管腫が9病巣、囊胞が16病巣、病巣のないいわゆる偽陽性所見(pseudolesion)と判定したものが12カ所認められた。

pseudolesionは胆囊床近傍または肝左葉内側区域に描出されたものが9カ所で、CTAPで欠損像を、CTAで濃染像を呈し、両者で描出されたものが6カ所 (Fig.4), CTAのみで濃染像が描出されたものが3カ所であった。さらに肝辺縁部に描出されたものが3カ所で、これらはCTAのみで濃染像が描出されていた (Fig.5)。いずれも手術所見やcon.CT, US, MRIでは明らかな病巣は認められなかった。

血管腫はCTAPで欠損像を、CTAで濃染像を呈し、両者で検出されたものが8病巣、CTAのみで濃染像が検出されたものが1病巣であった (Fig.6)。全血管腫のうち8病巣はDSAにて特徴的なpooling像を呈し

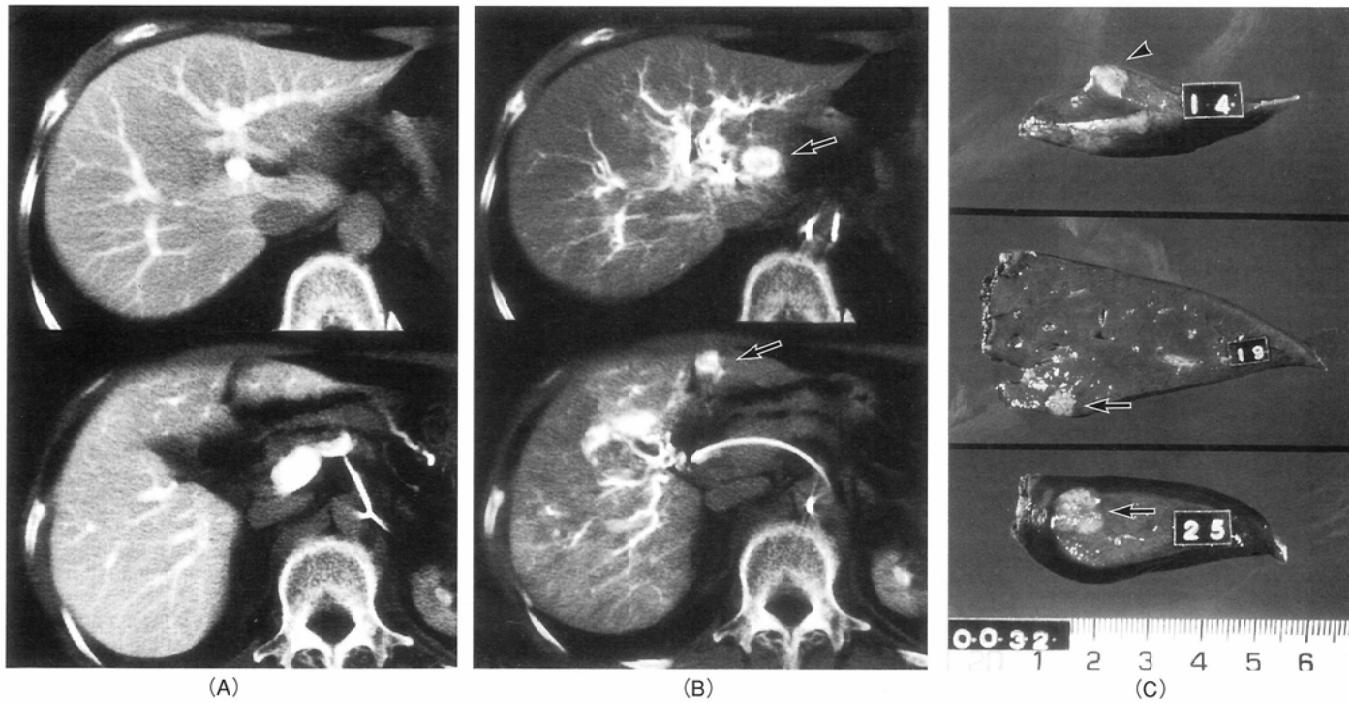


Fig.3 A 63-year-old woman undergone lateral segmentectomy of the left hepatic lobe  
 (A) CTAP images show no definite lesions.  
 (B) CTA images clearly show two small round stainings (arrows) of metastases in the lateral segment of the left hepatic lobe.  
 (C) Axial gross pathologic specimen sections demonstrate three metastases. Lower two lesions (arrows) were depicted by CTA alone and upper one lesion (arrowhead) was not depicted by preoperative imaging examinations.

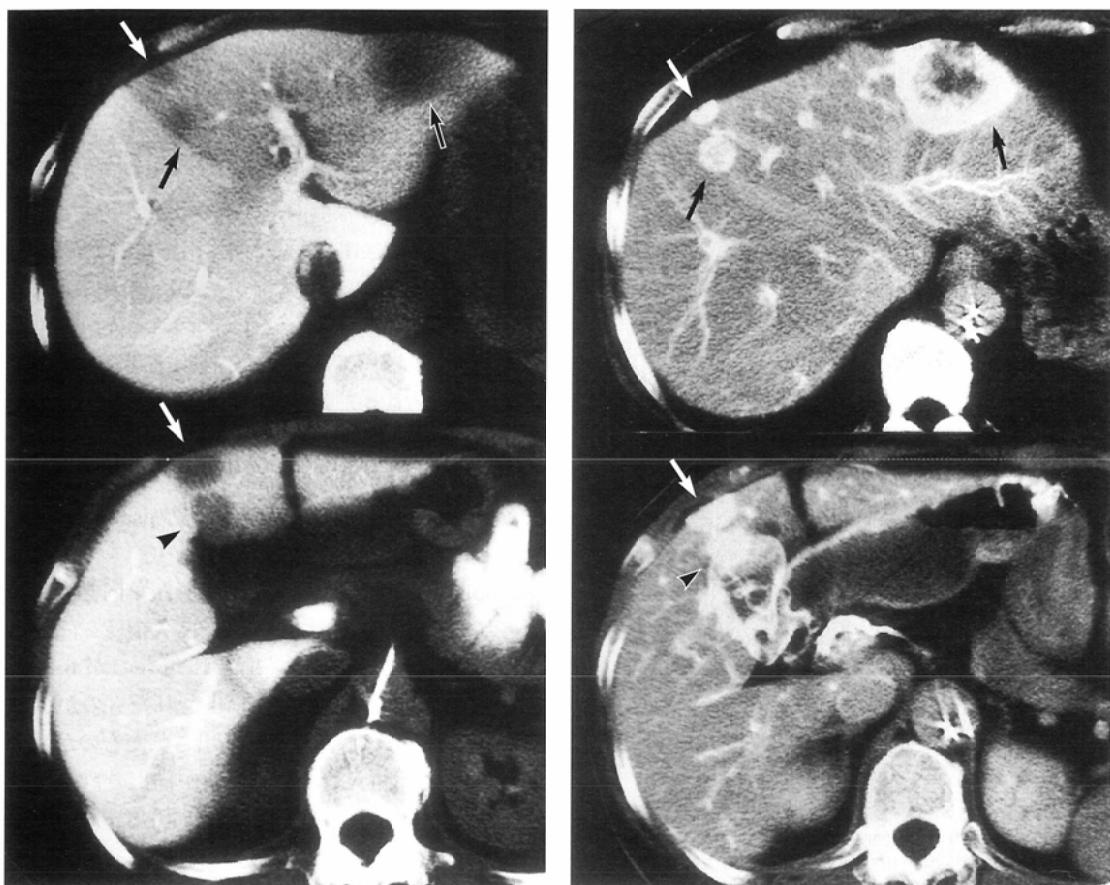


Fig.4 A 56-year-old woman undergone left hepatectomy. CTAP images (A) show five perfusion defects in the left hepatic lobe. And CTA images (B) also show five round stainings in the same location. At pathologic examination, four (arrows) of them represented metastases, but one (arrowhead) in the posterior aspect of the medial segment of the left hepatic lobe represented normal liver, it was so-called pseudolesion.

ていた(Fig.6)が、残り1病巣は左葉外側区域に存在した直径3mmの病変で、画像的にはCTAP、CTAのみで検出されおり(DSA, con.CT, US, MRIでは確認し得ず)，手術中の迅速生検で血管腫と診断された。

囊胞はいずれもCTAP、CTAとともに欠損像を呈していた(Fig.7)。

(c) CTAPならびにCTAにおける転移巣の検出能(Table 2)  
直径1cm以下の転移巣の検出能は前述のごとくである。

1cm超5cm以下の転移巣は116病巣であり、そのうちCTAP、CTA両者で検出されたものが108病巣(93.1%)、CTAPのみで検出されたものが3病巣(2.6%)、CTAのみで検出されたものが5病巣(4.3%)であった。5cm超の転移巣(最大は直径12cm、手術施行例)は19病巣であり、そのうち18病巣(94.7%)はCTAP、CTA両者で検出されたが、CTAのみで検出されたものが1病巣(5.3%)みられた。1cm超の転移巣では、CTAP、CTA両者併せての非検出病巣はなかった。

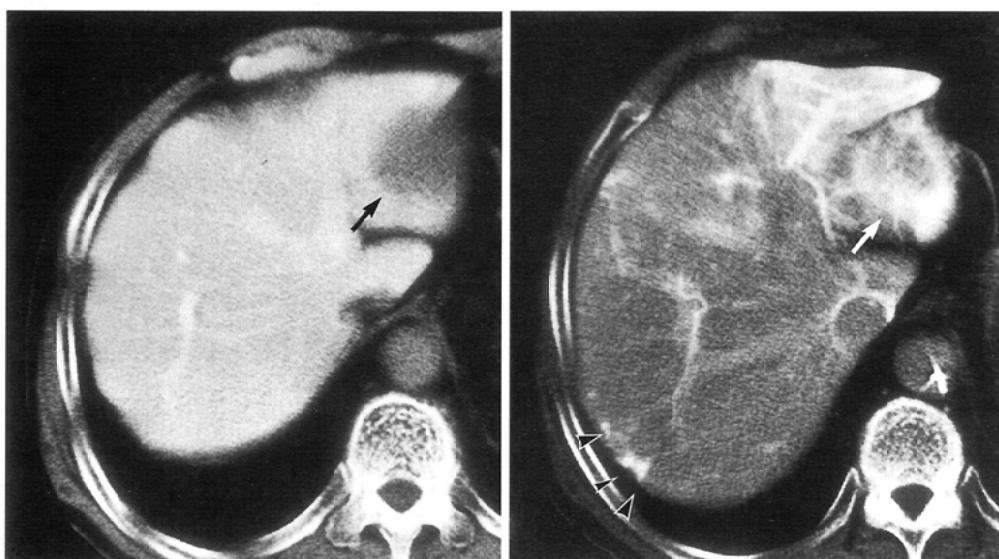


Fig.5 A 81-year-old man undergone lateral segmentectomy of the left hepatic lobe.  
(A) CTAP image shows a perfusion defect (arrow) of a metastasis in the lateral segment of the left hepatic lobe.  
(B) CTA image shows a peripheral staining (arrow) of the lesion in the lateral segment of the left hepatic lobe, and spotty stainings (arrowheads) of pseudolesions in the edge of the right hepatic lobe. In intraoperative ultrasonography, no corresponding lesions in the right hepatic lobe were depicted.

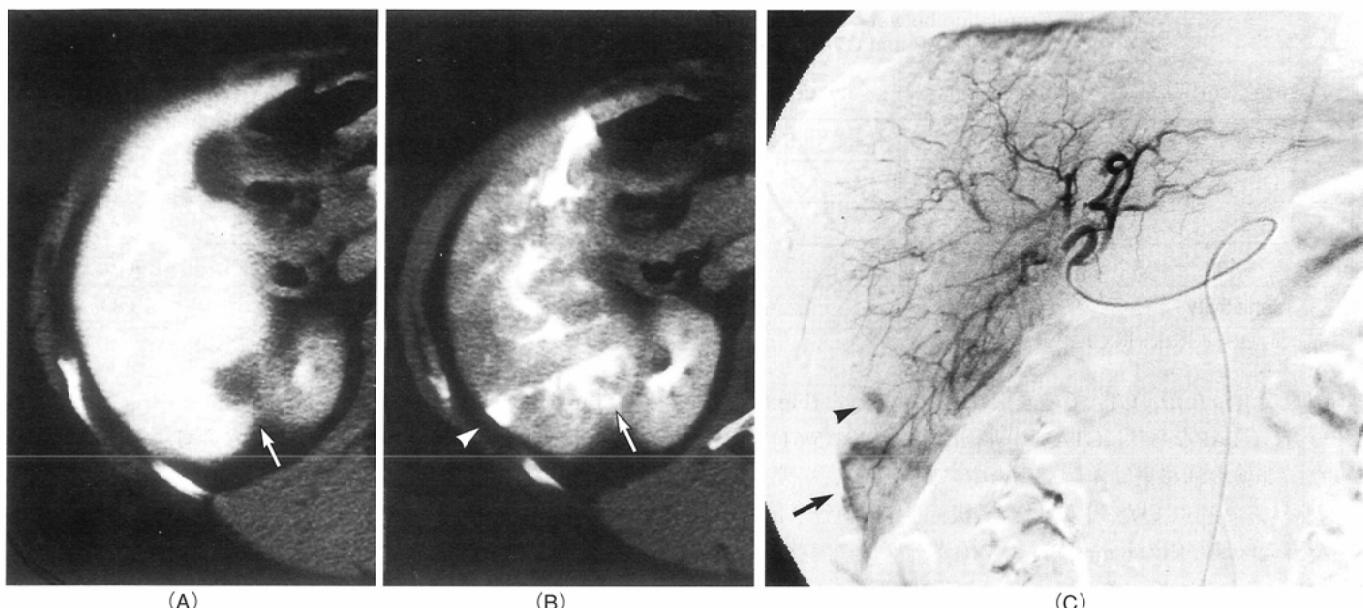


Fig.6 A 63-year-old woman undergone posterior segmentectomy of the right hepatic lobe.  
 (A)CTAP image shows a perfusion defect (arrow) in the posterior segment of the right hepatic lobe.  
 (B)CTA image shows two round stainings in the posterior segment of the right hepatic lobe. At pathologic examination, medial one (arrow) corresponded with the perfusion defect in CTAP image represented a metastasis, but lateral one (arrowhead) not shown in CTAP image represented a hemangioma.  
 (C)Digital subtraction angiogram (DSA) shows retention of contrast medium of the hemangioma (arrowhead). The caudal staining is another metastasis (arrow).

CTAPまたはCTAでの単独検出の詳細は後述する。

1 cm以下の非検出転移巣を含めた全421転移巣の検出率はCTAP単独で93.3% (393/421), CTA単独で93.8% (395/421)であり, CTAP + CTA併用では98.8% (416/421)で, 非検出率は1.2% (5/421)であった。CTAP + CTA併用での検出率とCTAPまたはCTA単独での検出率間に, 統計学的有意差が認められた(McNemar test, P = 0.0000045, 0.000013 < 0.01)。(d)手術症例におけるcon. CT, CTAPならびにCTAによる転移巣の検出率の比較

手術施行29症例における61転移巣の検出率は, con. CTが77.0% (47/61), CTAP単独が86.9% (53/61), CTA単独が90.2% (55/61), CTAP + CTA併用が91.8% (56/61)であり, CTAPのみで検出されたものが1病巣, CTAのみで検出され

たものが3病巣存在した。なお, CTA単独およびCTAP + CTA併用での検出率とcon. CTでの検出率間に統計学的有意差が認められた(McNemar test, P = 0.0078, 0.0039 < 0.01)。

CTAPのみで検出された(CTAでは非検出)1病巣は, 門脈灌流低下領域(中枢側門脈を他の転移巣が圧排)内に存在しており, CTAでは転移巣周囲の動脈灌流増加に伴い, 直径1 cmの転移巣そのものが不明瞭であった(Fig.2)。CTAのみで検出された(CTAPでは非検出)3病巣のうち2病巣は, 直径10mmと8 mmで左葉外側区域辺縁に存在し, CTAPでは不明瞭であったが, CTAで明瞭な濃染を呈していた(Fig.3)。残り1病巣は直径6 cmであったが, 高度脂肪肝の症例であり, 撮影タイミングがやや早いためにCTAPでは肝実質と転移巣のCT値がほぼ同等となってしまい, 転移巣は

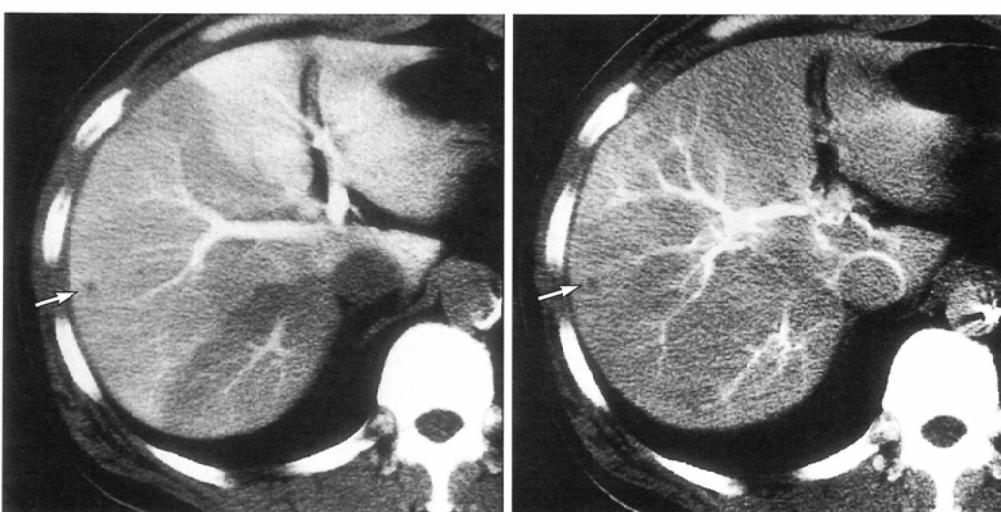


Fig.7 A 47-year-old man undergone left hepatectomy  
 CTAP imag (A) and CTA image (B) show a small perfusion defect (arrow) in the right hepatic lobe. This perfusion defect was diagnosed as a simple cyst, and proved by intraoperative ultrasonography. A metastasis is not shown.

Table 2 Correlation between size and detectability of hepatic metastases from colorectal cancers by CTAP and CTA

| size (cm)   | No. of lesions | not detected | CTAP     | CTA      | CTAP + CTA |
|-------------|----------------|--------------|----------|----------|------------|
| ≤ 1         | 286            | 5            | 264 (18) | 263 (17) | 281        |
| 1 < ~ ≤ 5   | 116            | 0            | 111 (3)  | 113 (5)  | 116        |
| 5 <         | 19             | 0            | 18 (0)   | 19 (1)   | 19         |
| total       | 421            | 5            | 393 (21) | 395 (23) | 416        |
| sensitivity |                | 1.2%         | 93.3%    | 93.8%    | 98.8%      |

parentheses: detection by CTAP or CTA alone

不明瞭であったが、CTAでの濃染は明瞭であった(Fig.8)。

一方、CTAPならびにCTAでの非検出率は8.2% (5/61)であった。非検出転移巣は4例で手術中に認められ、いずれも肝表層に存在していた。内訳は、尾状葉左側の直径8 mm、左葉外側区域左側の6 mm (Fig.3)、右葉前区域横隔膜下の3 mmの病巣が各1例、そして1例は左葉外側区域および内側区域の腹側に各3 mmが2病巣みられた。

さらに前述のごとく、CTAPで欠損像、CTAで濃染像を呈し、手術前は転移巣と診断していた直径3 mmの病変が血管腫であった。手術施行例において術前pseudolesionと判定されたものが7カ所あったが、いずれも手術中(術中USも使用)にそれらに一致する明らかな病変のないことが確認され

た(Fig.4, 5)。

(e) CTAPに加えてCTAを施行することの有用性についての検討

転移巣の検出におけるCTAPとCTAの比較で、CTAPに比べCTAが優れていたもの(CTAが有用な付加情報をもたらしたもの)が71例中12例(16.9%)、CTAPとCTAが同等であったものが50例(70.4%)、CTAPに比べCTAが劣っていたものが9例(12.7%)であった。

CTAが有用な付加情報をもたらした12例の内訳は、小転移巣の検出がCTAPより良好であったものが9例(CTAPの画質はGrade Aが7例、Grade Bが2例)(Fig.3)、con. CTにおいて囊胞との鑑別が困難な右葉上前葉区域の横隔膜下の直径8 mmの病変(USでは非検出)に対して、CTAでの濃染により転移巣と判定したものが1例(手術非施行、3カ月後のcon. CTで増大を確認)、高度の脂肪肝と撮影タイミングがやや早いために、CTAPでは直径6 cmの転移巣が不明瞭であったのに対し、CTAでは濃染が明瞭であったものが1例(Fig.8)、CTAPにおける門脈灌流低下領域(肝門側転移巣による門脈への侵襲)内の転移巣がCTAでより明瞭であったものが1例(直径1.5~2 cmの5転移巣がCTAPより明瞭)(Fig.9)である。

一方、CTAが劣っていた9例の内訳は、CTAの画質がGrade Cであったものが6例で、このうち肝実質そのものの不均一な染まりのため転移巣が不明瞭であったものが4例(小転移巣が不明瞭3例、直径2 cmの転移巣が不明瞭1例)(Fig.1)で、CTAPにおける門脈灌流低下領域(肝門側転移巣による門脈への侵襲)内の小転移巣が周囲肝実質への動脈灌流増加により、CTAでは不明瞭であったものが2例(Fig.2)であった。CTAの画質はGrade AまたはBであるが、肝実質と一部の転移巣が同等に造影されたもの(転移巣の濃染が乏しいもの)が2例(それぞれ直径1.5 cm、2 cmの転移巣が不明瞭)(Fig.10)で、小転移巣が不明瞭であったものが1例であった。

con. CTで非検出または鑑別が困難であった小囊胞なども含めての肝腫瘍、結節性病変の評価を、CTAP単独とCTAP + CTA併用で比較した場合、CTAP + CTA併用が有用であったものは71例中16例(22.5%)、同等であったものは45例(63.4%)、CTA併用が

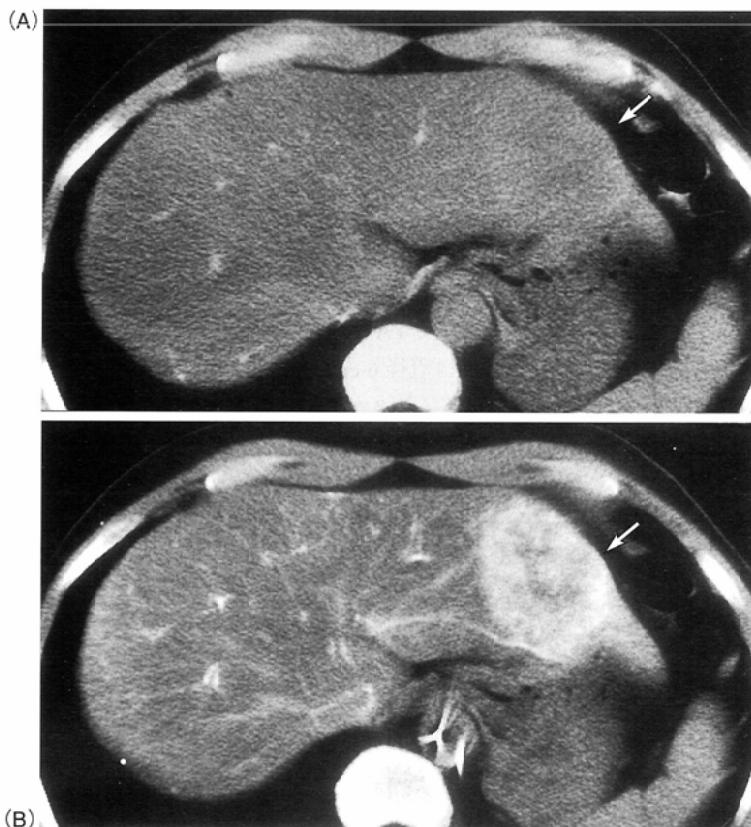


Fig.8 A 56-year-old man undergone lateral segmentectomy of the left hepatic lobe

(A) CTAP image unclearly shows a slightly hyperattenuation (arrow) of a metastasis in the lateral segment of the left hepatic lobe because of severe fatty infiltration in the hepatic parenchyma and an insufficient scan delay image.

(B) CTA image clearly shows a heterogeneous staining (arrow) of the lesion.

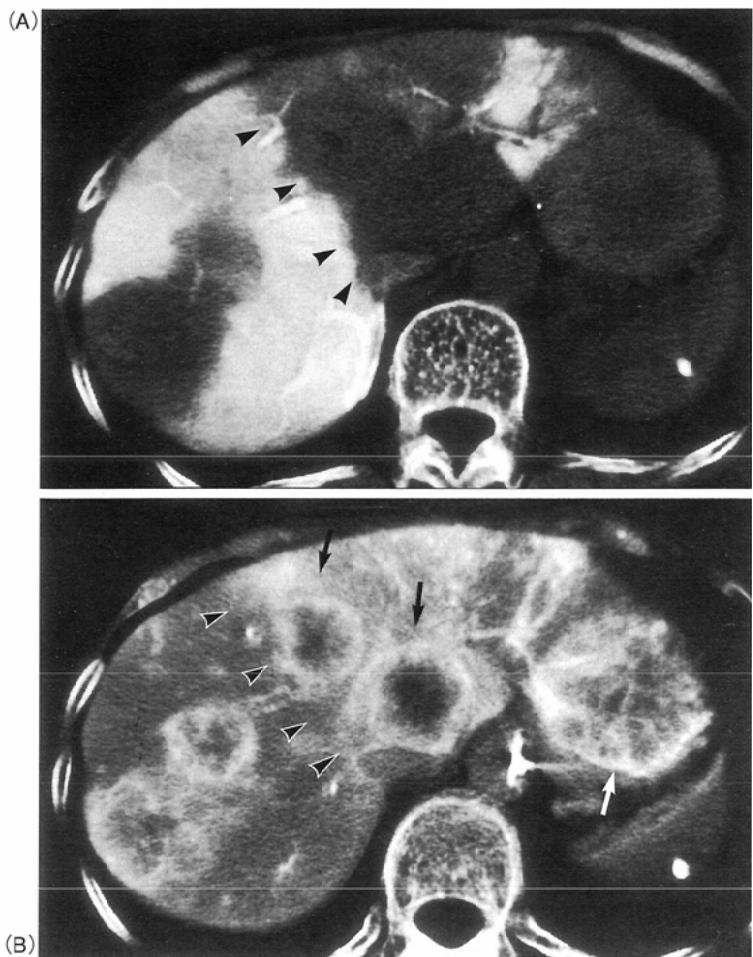


Fig.9 A 77-year-old woman undergone hepatic arterial infusion chemotherapy

(A) CTAP image shows hypoperfusion (arrowheads) in the left hepatic lobe due to obstruction of the left hepatic branch of the portal vein by a centrally metastasis, and round perfusion defects of multiple metastases in the right hepatic lobe.

(B) CTA image clearly shows several peripheral stainings (arrows) of metastases in the hyperperfusion area (arrowheads) of the left hepatic lobe corresponding with the hypoperfusion area in CTA image. And the other metastases are also shown peripheral stainings in the right hepatic lobe.

有用でなかったものは10例(14.1%)であった。

CTAP + CTA併用が有用であった16例の内訳は前述のごとく、転移巣の評価にCTAが有用であったものが12例(Fig.3, 8, 9), CTAでの欠損像により囊胞と診断し得たものが4例(Fig.7)である。

一方、CTA併用が有用でなかった10例の内訳は前述のごとく、転移巣の評価にCTAが劣っていたものが9例(Fig.1, 2, 10), CTAのみで描出された肝辺縁部のpseudolesionの判定に苦慮したものが1例(Fig.5)であった。

#### (f) CTAP, CTAにおける灌流異常の相関

CTAPで14例(手術施行5例、手術非施行9例)に転移巣の末梢側肝実質に門脈灌流低下域を、5例(手術施行1例、手術非施行4例)に転移巣の中枢側も含む広範囲の門脈灌流低下域を認めたが、CTAではこのCTAPでの門脈灌流低下域におおむね一致して、全例で動脈灌流の増加(肝実質の濃染)が認められた。このうち3例(手術施行1例、手術非施行2例)で、CTAPでの末梢側の門脈灌流低下域内に他の転

移巣が存在していた。前述のごとく、2例はCTAにおいて周囲肝実質の濃染のため転移巣が不明瞭となつた(Fig.2)が、残りの1例はCTAPでは不明瞭な転移巣がCTAで明瞭に描出された(Fig.9)。

## 考 察

近年、肝臓外科の進歩に伴い、転移性肝癌に対する肝切除が積極的に施行され、特に大腸癌の肝転移に対する切除後の予後は良好と報告されている<sup>22),23)</sup>。また、本邦においては、切除不能肝癌に対し、カテーテル・リザーバー留置による肝動注化学療法が広く施行されるようになってきており、大腸癌肝転移に対する治療成績も良好である<sup>30)</sup>。しかし、いずれの治療法を選択するうえでも、治療前の正確な画像診断は必須であり、特に肝切除を施行するにあたっては、肝部分切除や系統的肝切除など術式についての議論はあるが<sup>22),23)</sup>、腫瘍の局在および進展度の正確な把握が必要である。

現在のところ、原発性、転移性を問わず肝癌の検出においては、CTAPが<sup>3)</sup>Matsuiらの報告<sup>3)</sup>以来最も有用とされており、以後その有用性に関する数多くの報告がなされている<sup>4)-8)</sup>。しかし、その一方でCTAPの問題点の報告もみられる。それらの問題点をまとめてみると、①肝左葉内側区域、胆囊床周囲、門脈周囲などにみられるpseudolesion、②門脈閉塞に伴う門脈灌流欠損または低下領域内の病巣の評価、③高度脂肪肝における非検出病巣、④非特異的、血管腫や囊胞などの鑑別の必要性、⑤高いsensitivityにもかかわらず、非検出病巣が10~20%存在するとの報告、などが挙げられる<sup>31)-40)</sup>。このうち、①に関しては、Petersonら<sup>37)</sup>、Soyerら<sup>39)</sup>が病理所見と対比し検討している。また、Matsuiらは肝左葉内側区域や胆囊床周囲のpseudolesionに、門脈への胃静脈の異所性還流や胆囊静脈還流の関与を指摘している<sup>32),40)</sup>。これらpseudolesionは、その局在、形状や他の画像所見からある程度の把握は可能である<sup>32)-40)</sup>。また、②~④に関しては、他の画像所見との対比により多くは解決される<sup>4),32)-35),38)</sup>。しかし、肝腫瘍の診断(検出)においては、⑤が最も重要であり、検出率向上のために、NelsonらはMRIがCTAPを補い得るものとして重要視している<sup>41)</sup>。また、ChezmarらはCTAPにCTAを付加しての評価を試みている<sup>21)</sup>。

近年、高速らせん撮影が可能なCT装置が開発され、1回の呼吸停止下に肝全体を撮影することが可能となり<sup>14)-17)</sup>、従来の血管造影CTに比し、少ない造影剤で、短時間に、連続した像が得られ、CTAPのみならず、全肝を対象としたCTAも容易となった<sup>18)-20)</sup>。従来、CTAは1979年のPrandoらの報告<sup>9)</sup>以降、その有用性が報告されていた<sup>10)-12)</sup>が、肝実質の不均一濃染や小血管と病巣との鑑別が少なからず困難であり、また門脈に比し肝動脈の解剖学的差異が多く<sup>3)-5),42)</sup>、

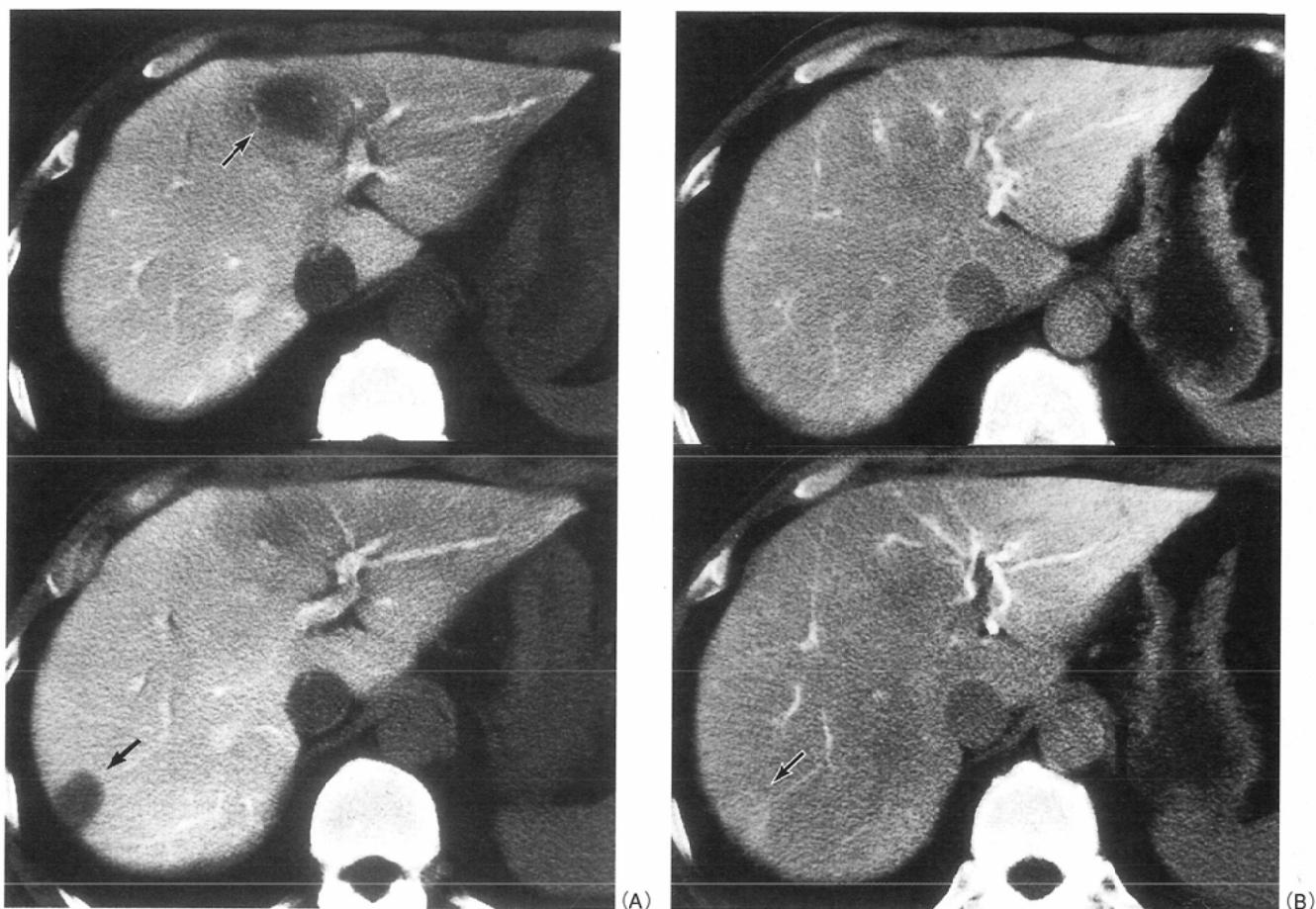


Fig.10 A 56-year-old man undergone systemic chemotherapy  
 (A) CTAP images clearly shows two perfusion defects (arrows) of metastases in the media segment of the left hepatic lobe and the right hepatic lobe.  
 (B) CTA images shows a heterogeneous staining (arrow) of one lesion in the right hepatic lobe. But another lesion in the medial segment of the left hepatic lobe can not be pointed out in CTA image because of iso-attenuation to the hepatic parenchyma.

全肝の検索には不向きでむしろsingle level dynamic CTとの組み合わせで用いられていた<sup>13)</sup>。一方、解剖学的差異が少なく、全肝に対して良好な像が得られるCTAPは、Matsuiらの報告<sup>3)</sup>以降現在にいたるまで、肝腫瘍の診断(検出)における、いわゆるgolden standardとなっている<sup>4)-8)</sup>。しかしながら、CTAPにも前述のような問題点が存在し、また門脈と動脈の二重血流支配をうける肝の門脈側からだけの評価であり、その点では肝血管造影CTとして片手落ちの感は否めない。ここに、前述の高速らせんCT装置が出現したことにより、CTAPならびにCTAによる門脈、動脈両面からの評価が見直されるようになってきている<sup>20),21)</sup>。さらに当院においては、血管造影装置とCT装置を組み合わせたCT血管造影装置であるIVR-CT systemの開発、導入により、血管造影室でカテーテル挿入後、CT室へ移送する煩雑さが解消され、肝動脈が複数存在する場合にでも、それぞれの肝動脈からのCTAが容易に施行可能となった<sup>27),28)</sup>。

本研究は肝腫瘍性病変の描出をめぐる近年のこれらの状況を背景として行われたものであり、以下それぞれの検討結果について考察する。

#### A) CTAPならびにCTAの画質について

画質はCTAP(Grade A + Bが95.8%)、CTA(Grade A + B

が91.5%)ともに、肝硬変の合併が71例中2例(2.8%)と少ないこともあり、良好な像が得られていた。さらに、肝動脈が複数有する症例でも、それぞれの肝動脈からのCTAが施行されており、全肝に対するCTAPとCTAの対比が可能であった。よって、高速らせんCTを用い解剖学的なvariationに対応して造影を行えば、CTAの画像は決してCTAPの画像に比し劣るものではなく、両者を対比して診断することが可能と判断される。

#### B) CTAPならびにCTAにおける小病巣の検出能について

直径1cm以下の転移巣の検出率は、CTAP、CTAとともに90%を超える高いものであり、CTAの検出能はCTAPに匹敵するものであった。さらに、CTAPとCTAを併用した場合は、CTAPまたはCTA単独よりも有意に高い検出率であり、CTAPにCTAを加えることは有用と思われる。

一方、CTAP、CTAの両者で検出できなかった5病巣は、直径3~8mmと微小で、いずれも肝表層に存在しており、他の画像診断でも検出されておらず、CT(con. CT, CTAP, CTA)を含めた、現在の画像診断能の限界が感じられる。今回、CTの画像再構成を10mm厚で評価したが、これを5mmと薄くした場合、partial volume effectの軽減によりCTAP、CTAでの個々の検出率が向上する可能性はあるが、肝表層

の微小病変に関しては、CTの横断像のみではやはり困難であると思われる。

転移巣以外には、*pseudolesion*はCTAに多く検出される傾向がみられ、1例でその判定に苦慮した。また、血管腫の中にCTAP、CTA以外の画像では検出されず、手術中の迅速生検ではじめて診断されたものが1病巣ではあるが存在し、いずれもpitfallと思われる。嚢胞はCTAにおいても欠損像を呈し、診断上有用である。

#### C) CTAPならびにCTAにおける転移巣の検出能について

転移巣の検出は直径1cm以下の場合と同様、overallでも、また肉眼所見ならびに術中USにより、非検出転移巣の有無が明らかな手術施行症例のみの検討でも、CTAPとCTAの併用は、CTAPまたはCTA単独に比し有意に高い検出率を認め、その有用性が示唆される。

今回、後述する肝内の門脈または動脈灌流異常がなく、CTAP、CTAともに良好な画質が得られているにもかかわらず、CTAPでは不明瞭であったが、CTAで明瞭な濃染を呈し、CTAのみで検出された左葉外側区域辺縁の2病巣と高度脂肪肝症例における1病巣が存在したことは特筆すべきと思われる。Llaugerらは、CTAPにおいて転移巣が不明瞭であった高度脂肪肝の1例を報告しており、高度脂肪肝ではCTAPの偽陰性が生じる可能性を指摘し、この場合でのCTAの有用性を述べている<sup>35)</sup>。このように、少数ではあるが、CTAPでは検出されず、CTAでのみ検出される転移巣が存在することは、大腸癌肝転移の検出におけるCTAの重要性を示していると考えられる。

#### D) CTAPに加えてCTAを施行することの有用性について

各症例ごとに、肝転移の検出について、CTAPに加えて施行されたCTAが有用な付加情報をもたらしたか否かについてみた場合、CTAPに比べCTAが劣っていたものが12.7%にみられたが、CTAが有用な付加情報をもたらしたものがそれを上回る16.9%に認められた。さらに、con. CTでは非検出または鑑別が困難であった小嚢胞なども含めての肝腫瘍、結節性病変の評価を、CTAP単独とCTAP+CTA併用で比較した場合でも、14.1%でCTA併用は有用ではなかったが、22.5%でCTAP+CTA併用が有用であった。CTAPをgolden standardと想定する以上、CTAが劣る場合でもCTAPのみの評価で十分であるため、最終診断に問題は生じないが、CTAが有用な付加情報をもたらした16.9%、22.5%という値はそのまま最終診断の向上につながり、大きな意義をもつと思われる。

#### E) CTAP、CTAにおける灌流異常の相関について

肝の画像診断にあたり、Itaiら<sup>43)</sup>、Matsuiら<sup>44)</sup>やFreenyら<sup>42)</sup>の報告にみられる肝動脈灌流の局所的な異常が生じることへの理解が必要である<sup>45)</sup>。今回も、区域的な門脈、動脈の灌流異常のみられた症例では、全例でCTAPでの門脈灌流低下域とCTAでの動脈灌流増加域はおおむね一致しており、肝への門脈、動脈灌流の相補的関係が認められた。区域的な門脈灌流の低下は、Matsuiら<sup>31)-5)</sup>も指摘するように、それ自体その中枢側に病巣の存在が示唆されるが、その末梢側の

評価はCTAP、CTAとともに困難なものとしている。ただし、今回1例のみではあるが、門脈灌流低下域内に、CTAPでは不明瞭な転移巣がCTAで明瞭に描出された症例があり、CTAPとCTAを併せて門脈血流と動脈血流の両面から評価することが生きてくると思われる。

以上より、大腸癌肝転移における、CTAの有用性が示唆された。CTAPに併せて、これを補い得るCTAを施行することは意義のあることであり、結果として、大腸癌肝転移の診断の向上に寄与するものと考えられた。

## まとめ

- 1) CTAPならびにCTAをともに施行した大腸癌肝転移71症例(手術施行29例、手術非施行42例)を対象に、CTAにおける肝腫瘍の検出能をCTAPと比較検討し、さらにCTAP+CTA併用評価が有用か否かを評価した。
- 2) 画質はCTAP、CTAともに良好な像が得られており、全肝に対するCTAPとCTAの対比が可能であった。
- 3) 直径1cm以下の小病巣の評価も含め、個々の転移巣に対するCTAの検出能はCTAPに匹敵するものであり、CTAP+CTA併用ではCTAPまたはCTA単独より有意に高い検出率が認められた。
- 4) 各症例ごとに、転移巣の検出に関して、CTAがCTAPに有用な付加情報をもたらしたものが16.9%にみられた。また、肝腫瘍、結節性病変の評価を、CTAP単独とCTAP+CTA併用で比較した場合でも、22.5%でCTAP+CTA併用が有用であった。
- 5) 区域的な門脈、動脈の灌流異常は、CTAPとCTAで相補的関係が認められた。門脈灌流低下域内の転移巣は、2例でCTAにおいて周囲肝実質の濃染のため不明瞭であったが、1例ではCTAPでは不明瞭な転移巣がCTAで明瞭に描出された。
- 6) 以上より、CTAPに併せてCTAを施行することにより、大腸癌肝転移の診断が向上するものと考えられた。

稿を終えるにあたり、御指導、御校閲を賜わりました滋賀医科大学放射線医学教室 森田陸司教授に深甚なる謝意を表するとともに、直接御指導頂きました愛知がんセンター放射線診断部医長 荒井保明先生に深謝致します。また、多大な御協力を戴きました愛知がんセンター副院長(現、県立愛知病院院長)木戸長一郎先生、放射線診断部部長 大橋計彦先生、消化器外科副部長 安井健三先生、放射線診断部医長 竹内義人先生をはじめ放射線診断部の諸先生ならびに技師、看護婦、職員の方々に厚く御礼申し上げます。さらに、貴重な御助言を頂いた岐阜大学医学部放射線医学教室助手兼松雅之先生、大阪大学医学部放射線医学教室助手村上卓道先生に感謝致します。

なお、本論文の要旨は第112回および113回日本医学放射線学会中部地方会、第53回および54回日本医学放射線学会総会、第12回リザーバー研究会、第23回日本血管造影・Interventional Radiology研究会および第5回Interventional Radiology&New Vascular Imaging国際シンポジウムにおいて発表した。

## 文 献

- 1) Breedis C, Young G: The blood supply of neoplasms in the liver. *Am J Path* 30: 969-985, 1954
- 2) Baron RL: Understanding and optimizing use of contrast material for CT of the liver. *AJR* 163: 323-331, 1994
- 3) Matsui O, Kadoya M, Suzuki M, et al: Dynamic sequential computed tomography during arterial portography in the detection of hepatic neoplasms. *Radiology* 146: 721-727, 1983
- 4) 松井 修: 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一. 日本医学会誌 46: 335-359, 1986
- 5) Matsui O, Takashima T, Kadoya M, et al: Liver metastases from colorectal cancers: detection with CT during arterial portography. *Radiology* 165: 65-69, 1987
- 6) Heiken JP, Weyman PJ, Lee JKT, et al: Detection of focal hepatic masses: evaluation with CT, delayed CT, CT during arterial portography, and MR imaging. *Radiology* 171: 47-51, 1989
- 7) Soyer P, Levesque M, Elias D, et al: Detection of liver metastases from colorectal cancer: comparison of intraoperative US and CT during arterial portography. *Radiology* 183: 541-544, 1992
- 8) Small WC, Mehrt WB, Langmo LS, et al: Preoperative determination of the resectability of hepatic tumors: efficacy of CT during arterial portography. *AJR* 161: 319-322, 1993
- 9) Prando A, Wallace S, Bernardino ME, et al: Computed tomography arteriography of the liver. *Radiology* 130: 697-701, 1979
- 10) 森山紀之: 血管造影下のCT(Angiographic CT=Angio-CT). 癌の臨床 26: 1037-1040, 1980
- 11) Moss AA, Dean PB, Axel L, et al: Dynamic CT of hepatic masses with intravenous and intraarterial contrast material. *AJR* 138: 847-852, 1982
- 12) Freeny PC, Marks WM: Computed tomographic arteriography of the liver. *Radiology* 148: 193-197, 1983
- 13) Oudkerk M, van Ooijen B, Mali SPM, et al: Liver metastases from colorectal carcinoma: detection with continuous CT angiography. *Radiology* 185: 157-161, 1992
- 14) Kalender WA, Seissler W, Klotz E, et al: Spiral volumetric CT with single breath-hold technique, continuous transport, and continuous scanner rotation. *Radiology* 176: 181-183, 1990
- 15) 片田和廣, 安野泰史, 辻岡勝美, 他: ヘリカルスキャン方式のCT. 画像診断 12: 478-484, 1992
- 16) Zeman RK, Fox SH, Silverman PM, et al: Helical (spiral) CT of the abdomen. *AJR* 160: 719-725, 1993
- 17) Bluemke DA, Fishman EK: Spiral CT of the liver. *AJR* 160: 787-792, 1993
- 18) Bluemke DA, Fishman EK: Spiral CT arterial portography of the CT. *Radiology* 186: 576-579, 1993
- 19) Soyer P, Bluemke DA, Hruban RH, et al: Primary malignant neoplasms of the liver: detection with helical CT during arterial portography. *Radiology* 192: 389-392, 1994
- 20) Matsueda K, Kobayashi H, Itai Y, et al: Spatial dynamic CT of the liver with a spiral CT scanner. *Radiology* 189(P): 420, 1993
- 21) Chezmar JL, Bernardino ME, Kaufman SH, et al: Combined CT arterial portography and CT hepatic angiography for evaluation of hepatic resection candidate. *Radiology* 189: 407-410, 1993
- 22) 杉原健一, 北条慶一, 森谷宜皓, 他: 大腸癌肝転移の外科治療. 日消化会誌 24: 1147-1151, 1991
- 23) 安井健三, 加藤知行: 大腸癌肝転移に対する肝切除の適応と系統的肝切除術. 消化器外科 16: 1693-1699, 1993
- 24) 大腸癌研究会編: 臨床・病理大腸癌取扱い規約, 改訂4版. 1985, 金原出版, 東京
- 25) 平松京一編: 腹部血管のX線解剖図譜. p. 63-72, 医学書院, 東京, 1982
- 26) Inoue A: Development of a hybrid CT/angiography system. *Medical Review* 43: 9-15, 1993
- 27) 稲葉吉隆, 荒井保明, 曽根康博, 他: IVRのためのCTアンギオシステム; IVR-CTシステム. INNERVISION 9: 13-16, 1994
- 28) 荒井保明, 堀田勝平, 内藤光利, 他: Interventional-CT system の開発とその有用性. 映像情報 26: 57-61, 1994
- 29) 内藤光利, 堀田勝平, 栗川幸義, 他: IVR-CTにおける造影剤量の検討. 日本放技学誌 50: 1362, 1994
- 30) 荒井保明, 曽根康博, 稲葉吉隆, 他: 癌治療における局所療法の意義—肝動注化学療法一. BIOTHERAPY 7: 1308-1313, 1993
- 31) Miller DL, Simmons JT, Chang R, et al: Hepatic metastasis detection: comparison of three CT contrast enhancement methods. *Radiology* 165: 785-790, 1987
- 32) Matsui O, Takashima T, Kadoya M, et al: Staining in the liver surrounding gallbladder fossa on hepatic arteriography caused by increased cystic venous drainage. *Gastrointest Radiol* 12: 307-317, 1987
- 33) Arai K, Matsui O, Takashima T, et al: Focal spared area in fatty liver caused by regional decreased portal flow. *AJR* 151: 300-302, 1988
- 34) Tyrrell RT, Kaufman SL, Bernardino ME: Straight line sign: appearance and significance during CT portography. *Radiology* 173: 635-637, 1989
- 35) Llauger J, Perez P, Coscojuela P, et al: Hepatic metastases: false-negative CT portography in cases of fatty infiltration. *JCAT* 15: 320-322, 1991
- 36) Fernandez MdP, Bernardino ME: Hepatic pseudolesion: appearance of focal low attenuation in the medial segment of the left lobe at CT arterial portography. *Radiology* 181: 809-812, 1991
- 37) Peterson MS, Baron RL, Dodd GD, et al: Hepatic parenchymal perfusion defects detected with CTAP: imaging-pathologic correlation. *Radiology* 185: 149-155, 1992
- 38) Nelson RC, Thompson GH, Chezmar JL, et al: CT during arterial portography: diagnostic pitfalls. *RadioGraphics* 12: 705-718, 1992
- 39) Soyer P, Lacheheb D, Levesque M: False-positive CT portography: correlation with pathologic findings. *AJR* 160: 285-289, 1993
- 40) Matsui O, Takahashi S, Kadoya M, et al: Pseudolesion in segment IV of the liver at CT during arterial portography: correlation with aberrant gastric venous drainage during arterial portography. *Radiology* 193: 31-35, 1994
- 41) Nelson RC, Chezmar JL, Sugarbaker PH, et al: Hepatic tumors: comparison of CT during arterial portography, delayed CT, and MR imaging for preoperative evaluation. *Radiology* 172: 27-34, 1989
- 42) Freeny PC, Marks WM: Hepatic perfusion abnormalities during CT angiography: detection and interpretation. *Radiology* 159: 685-691, 1986
- 43) Itai Y, Moss AA, Goldberg HI: Transient hepatic attenuation difference of lobar or segmental distribution detected by dynamic computed tomography. *Radiology* 144: 835-839, 1982.
- 44) Matsui O, Takashima T, Kadoya M, et al: Segmental staining on hepatic arteriography as a sign of intrahepatic portal vein obstruction. *Radiology* 152: 601-606, 1984
- 45) 関 裕史, 樋口正一, 畠山重秋, 他: 動注リザーバーからの肝CT arteriographyの有用性. 臨床放射線 38: 545-550, 1993