— 原 著 —

高速らせん CT による Angio-CT の解析 特に原発性肝細胞癌診断の臨床的有用性に関する研究

吉川 晃 市川 太郎

日本医科大学放射線医学教室

Analysis of angiographic computed tomography with rapid helical scan
Clinical usefulness for the diagnosis of hepatocellular carcinoma

Akira Kikkawa, Taro Ichikawa

Department of Radiology, Nippon Medical School

Abstract

Purpose

The aim of this study was to clarify the clinical usefulness of combined CT during arterial portography (CTAP), and CT arteriography (CTA), for the diagnosis of hepatocellular carcinoma.

Materials and Methods

CTAP and CTA were performed in 58 patients with a combined 144 hepatocellular carcinoma (HCC) lesions. Arterial vascular access was obtained through bilateral punctures of the femoral artery with selective placement of catheters in the hepatic artery and superior mesenteric artery. CT scans were performed first during injection of contrast media into the superior mesenteric artery, followed by repeated imaging of the liver during injection of contrast media into the hepatic artery. Delayed CT (DCT) was also obtained 5 min after CTA.

Results

The detection rates for all 144 lesions were 73.6% with conventional contrast enhanced CT, 90.3% with CTAP, 95.8% with CTA, 87.5% with DCT, and 98.6% with combined CTAP and CTA. Of early HCC lesions (n=18), 88.9%, 33.3%, 77.8%, 100%, and 88.9% were detected by conventional contrast enhanced CT, CTAP, CTA, DCT, and combined CTAP and CTA, respectively. Of classical HCC lesions (n=126), 71.4%, 98.4%, 98.4%, 85.7%, and 100% were detected by conventional contrast enhanced CT, CTAP, CTA, DCT, and combined CTAP and CTA, respectively.

Conclusion

Combining CTAP and CTA improved the radiologist's ability to detect lesions with confidence and to differentiate perfusion abnormalities of HCCs. (J Nippon Med Sch 1998; 65: 367-376)

Key words: hepatocellular carcinoma, CT during arterial portography, CT arteriography, helical CT, early HCC

緒 言

肝疾患の画像診断法は過去において、血管造影、核医学などに限られていたが、近年、超音波、Computed

tomography (CT)、Magnetic resonance imaging (MRI) など様々なモダリティの出現によって著しく進歩した。その中でも、肝腫瘍の診断に中心的役割を担っているのが CT である。

通常、肝の CT は経静脈性に造影を行うが、ここ数年普及をみた方法として、血管造影下に CT を撮像する Angio-CT¹⁻⁴⁾がある。本法は、経動脈性に造影を行う方法で、これには経上腸間膜動脈性門脈造影下 CT

Correspondence to Akira Kikkawa, Department of Radiology, Nippon Medical School, 1-1-5 Sendagi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8602, Japan

(computed tomography during arterial portography: 以下, CTAP) と肝動脈造影下 CT (computed tomography arteriography: 以下, CTA) がある。

今回の研究では、まず古典的肝細胞癌の診断能の向上を目指して、一般には行われていない CTAP と CTA の両者を同一患者に同日に行い、その意義を明らかにすることを目的とし、さらに、両者併用による高分化型肝細胞癌^{5,6}の診断に関しても、その有用性を検討した。また、近年開発された高速らせん CT を用いた Angio-CT の有用性も検討した。

対象および方法

対象は、1994 年 10 月より 1996 年 9 月までの 2 年間に、日本医科大学附属病院放射線科にて血管造影が行われ、高速らせん CT による Angio-CT が同日に施行された症例のうち、肝切除後、Transcatheter arterial embolization (TAE) 後、Percutaneous ethanol injection therapy (PEIT) 後、Transjugular intrahepatic portosystemic shunt (TIPS) 施行例および門脈塞栓例を除外した 58 例 144 病変である。144 病変は、超音波、CT、MRI による画像診断と経過観察により臨床的に存在診断がなされた病変および手術が施行され組織学的に診断された病変である。CTA にて造影され、CTAP にて造影欠損を呈する腫瘍を古典的肝細胞癌 (Hepatocellular carcinoma: 以下, HCC) と診断し、CTA にて周囲肝と同等以下の造影で、CTAP にて門脈血の造影欠損を呈さない腫瘍を早期肝細胞癌 (early hepatocellular carcinoma: 以下, e-HCC)⁷⁻⁹と診断した。内訳は、男性 46 例、女性 12 例、年齢 40~77 歳、平均年齢 62 歳である。

検査方法は、以下のごとくである。セルジンガー法により、5 Fr 径血管造影用カテーテルを両側大腿動脈から挿入し、一方のカテーテル先端を上腸間膜動脈に、他方を固有肝動脈 (38 例) または総肝動脈 (20 例) に挿入し、Angio-CT を行った。撮像方法は、らせん CT にて X 線ビーム厚 5 mm、寝台移動速度毎秒 5 mm で行った。造影方法は以下の通りである。使用造影剤は、抗凝固作用の強いイオキシサグル酸 320 mgI/ml で、生理食塩水にて 3 倍あるいは 4 倍に希釈して使用した。CTAP では 80 ml を毎秒 3 ml の速度で上腸間膜動脈に注入し、注入開始 25 秒後から撮影した。CTA では 30~60 ml を毎秒 1~3 ml の速度で注入し、注入開始 2 秒後から撮像した。まず CTAP を撮影したのち CTA を撮像し、ついで 5 分後に CTA の後期相も撮像した。使用した CT 装置は、日立社製 W 3000 AD であ

る。

以上の Angio-CT により描出され、HCC、e-HCC と診断された病変を対象として、以下の項目について検討した。すなわち 1) 対象症例の背景、2) Angio-CT と通常型 CT との描出率の比較、3) CTAP、CTA の各々単独あるいは両者併用での診断能の比較、4) 組織型と門脈血流、動脈血流との関連、の 4 項目とし、高速らせん CT については、以上の結果を加味し考察にてその利点を分析した。

結 果

1. 対象症例の背景因子

全 58 例中、肝硬変合併 43 例、慢性肝炎 15 例であった。また、Child 分類では、Child A; 24 例、Child B; 17 例、Child C; 2 例であった。腫瘍マーカーは、AFP 値が、異常高値を示したものは 38 例、正常は 20 例であった。HCV 抗体陽性が 46 例、陰性が 12 例で、HBs 抗原陽性が 15 例、HBs 抗原陰性が 43 例であった。全 58 例 144 病変のうち、18 例 21 病変に病理組織診断が行われ、40 例 123 病変は臨床診断であった。疾病内訳は、e-HCC 18 病変 (うち組織診断 7 病変)、HCC 126 病変 (うち組織診断 14 病変) であった。腫瘍存在区域別分布は、S2: 7 病変、S3: 21 病変、S4: 18 病変、S5: 19 病変、S6: 19 病変、S7: 16 病変、S8: 32 病変、S5/8: 8 病変、S5/6、S6/7、S7/8、S8/7 それぞれ各 1 病変ずつであった。

2. conventional CT (conv. CT) との描出率の比較

描出率は、Table 1 に示すように、全 144 病変において、conv. CT 73.6%, CTAP 90.3%, CTA 95.8% であり、Angio-CT の描出率が優れていた。次に、e-HCC と古典的 HCC に分けてみると、e-HCC において、CTAP 33.3% であり最も低い描出率であった。古典的 HCC では、Angio-CT の描出率が優れていた。さらに conv. CT を、単純、造影早期相、造影後期相に分けて描出率を比較すると、Table 2 に示すように、全 144 病変、e-HCC、HCC すべてにおいて造影後期相が最も高い描出率であった。

3. CTAP 単独、CTA 単独、または CTAP および CTA 両者併用での診断能の比較

CTAP、CTA 併用による描出率は、58 例 144 病変、古典的 HCC 126 病変および e-HCC 18 病変で、CTAP および CTA 単独のそれより優れていた。また、有意差を検討した結果を Fig. 1-3 に示す。58 例 144 病変

Table 1 Detectability rates of various examinations

All 58 cases 114 lesions					
	conv. CT	CTAP	CTA	CTAP/CTA	DCT
+	106	130	138	142	126
-	38	14	6	2	18
Detectability	73.6%	90.3%	95.8%	98.6%	87.5%
+ ; detected, - ; not detected, conv. CT ; conventional CT, DCT ; conventional contrast-enhanced CT of delayed phase, detectability=detected lesions/144 lesions					
e-HCC 18 lesions					
	conv. CT	CTAP	CTA	CTAP/CTA	DCT
+	16	6	14	16	18
-	2	12	4	2	0
Detectability	88.9%	33.3%	77.8%	88.9%	100%
+ ; detected, - ; not detected, conv. CT ; conventional CT, DCT ; conventional contrast-enhanced CT of delayed phase, detectability=detected lesions/18 lesions					
HCC 126 lesions					
	conv. CT	CTAP	CTA	CTAP/CTA	DCT
+	90	124	124	126	108
-	36	2	2	0	18
Detectability	71.4%	98.4%	98.4%	100%	85.7%
+ ; detected, - ; not detected, conv. CT ; conventional CT, DCT ; conventional contrast-enhanced CT of delayed phase, detectability=detected lesions/126 lesions					

で、CTAP、CTA 併用は、conv. CT および CTAP 単独と有意差を認めた、e-HCC 18 病変では、CTAP 単独と有意差を認め、古典的 HCC 126 病変では conv. CT と有意差を認めた。

4. 組織型と門脈血流、動脈血流との関連 (Table 3)

組織学的に診断された古典的 HCC 14 病変は、すべて CTAP にて門脈血が欠損し、CTA では動脈血にて濃染する腫瘍として認められた (Fig. 4)。

組織学的に診断された e-HCC 7 病変では、門脈血流と動脈血流は、腫瘍内門脈血流が減少し、動脈血流は周囲肝実質と同等なものが 2 病変 (Fig. 5)、腫瘍内門脈、動脈ともに血流が減少しているものが 2 病変 (Fig. 6)、門脈血流は周囲肝実質と同等で、動脈血流が減少しているものが 2 病変 (Fig. 7)、門脈血流、動脈血流が周囲肝実質と同等なものが 1 病変であった。

考 察

近年、肝疾患の画像診断は、様々なモダリティの出現によって著しく進歩した。その中でも特に肝腫瘍の診断に中心的役割を演じているのは CT である。血管造影と CT を組み合わせた Angio-CT は、肝腫瘍の局在診断、質的診断に関してここ数年著しく進歩、普及

した検査法である。CTAP は、上腸間膜動脈にカテーテル先端を挿入し、注入された造影剤が門脈へ還流された時相で CT を撮像する方法であり、この場合、肝は門脈血流のみに依存して濃染される。したがって、門脈血流を欠損する肝腫瘍を造影欠損域として描出できることより、肝腫瘍の存在診断を行ううえで最も鋭敏な検出法とされている^{2,10}。これに対して CTA は肝動脈にカテーテルを挿入し、肝動脈血流のみにて肝の造影 CT を撮像する方法で、肝腫瘍の質的診断を行ううえですぐれた検査法である^{11,12}。

また、近年のトピックスとして、このような肝画像診断法の進歩により、従来の HCC の診断にあてはまらない肝腫瘍性病変が見いだされるようになってきた¹³⁻¹⁶。そのうち临床上重要なものに、e-HCC⁷⁻⁹がある。これは、発癌初期ないし早期の段階の高分化型肝細胞癌であり、病理組織学的には既存の肝構築を大きくは破壊しておらず、従来の古典的肝細胞癌との境界病変と考えられている。これらは、古典的肝細胞癌とは異なる血行動態を示すとされ、この現象を明らかにする手段としては、Angio-CT が最も適当と考えられる。

本研究は、CTAP、CTA の両者を併用した検査の有用性を明らかとするとともに、最近開発された高速らせん CT を用いた検討である。さらに、高分化型肝細胞

Table 2 Detectability rates of conventional CT
conv. CT All 58 cases 114 lesions

	plain	early	delayed
+	92	94	106
-	52	50	38
Detectability	63.9%	65.3%	73.6%

+ ; detected, - ; not detected, plain ; no contrast-enhanced CT, early ; conventional contrast-enhanced CT of early phase, delayed ; conventional contrast-enhanced CT of delayed phase, detectability= detected lesions/144 lesions

conv. CT e-HCC 18 lesions

	plain	early	delayed
+	3	4	16
-	15	14	2
Detectability	16.7%	22.2%	88.9%

+ ; detected, - ; not detected, plain ; no contrast-enhanced CT, early ; conventional contrast-enhanced CT of early phase, delayed ; conventional contrast-enhanced CT of delayed phase, detectability= detected lesions/18 lesions

conv. CT HCC 126 lesions

	plain	early	delayed
+	89	90	90
-	37	36	36
Detectability	70.6%	71.4%	71.4%

+ ; detected, - ; not detected, plain ; no contrast-enhanced CT, early ; conventional contrast-enhanced CT of early phase, delayed ; conventional contrast-enhanced CT of delayed phase, detectability= detected lesions/126 lesions

Fig. 1 Significant differences in various examinations findings among 144 lesions of all 58cases
detectability=detected lesions/144 lesions

Fig. 2 Significant differences in various examinations findings among 18 lesions of e-HCC
detectability=detected lesions/18 lesions

Fig. 3 Significant differences in various examinations findings among 126 lesions of HCC
detectability=detected lesions/126 lesions

胞癌に関しても、その血行動態から考察を加えることを意図した。

本研究では 58 例 144 病変で、CTAP と conv. CT の描出率を比較した結果、明らかに CTAP での描出率が優れていた。古典的 HCC 126 病変に限って検討した結果も同様であった。古典的 HCC は、動脈血に支配されており、門脈血はほとんど流入しないため、CTAP において良好な描出率が得られたものと考えられる。しかし、e-HCC 18 病変に関して検討すると、conv.CT よりも CTAP の描出率が低かった。その原因として、

Table 3 Details of e-HCC cases

	age sex	CTAP	CTA	DCT	portal blood	arterial blood	pathological findings
1	73, M	△	△	○	+	—	none
2	47, M	○	△	○	±	—	w/d
3	65, F	△	○	○	+	±	none
//		△	○	○	+	±	none
4	70, M	△	○	○	+	±	w/d
5	67, M	△	○	○	+	±	none
6	66, M	△	○	○	+	±	none
//		△	○	○	+	±	none
7	66, M	○	△	○	±	—	w/d
8	65, F	○	○	○	±	±	w/d
9	70, M	△	○	○	+	±	w/d
10	70, M	△	○	○	+	±	none
11	64, M	△	○	○	+	±	none
//		△	○	○	+	±	none
12	47, M	△	△	○	+	—	w/d
13	70, M	○	○	○	±	±	AAH
14	59, M	○	○	○	±	±	none
15	49, M	○	○	○	±	±	none

○ ; detected, △ ; not detected, + ; no decrease of portal blood, ± ; blood flow was decreased compared with the surrounding non-tumor parenchyma, — ; no increase of arterial blood, w/d; well-differentiatd hepatocellular carcinoma, AAH; atypical adenomatous hyperplasia, DCT; conventional contrast-enhanced CT of delayed phase

Fig. 4-1 A 62-year-old female with classical HCCs. CTAP shows portal filling defects in S4/8 and S3

Fig. 4-2 S4/8 and S3 lesions are strongly enhanced on CTA

e-HCC 内には、門脈構造の残存が認められ、門脈血の供給を受けているとされていることが挙げられる。周囲非腫瘍部よりも門脈血流が減少している場合は、低吸収域として描出され、ほぼ同等の場合は、描出されないと考えられる。

次に、CTA と conv. CT の描出率を比較した結果、古典的 HCC では、CTA の描出率が優れていた。一方、e-HCC では、conv.CT の描出率が高かった。この理由として、e-HCC の多くは動脈血流の増加を伴わないが、本検討の対象症例も同様であったためと考えられ

る。CTA にて描出されたものは低吸収域としてであり、周囲非腫瘍肝よりも動脈血流が低下しているものと考えられる。CTA にて描出されなかった症例は、周囲非腫瘍肝とほぼ同等の動脈血流を有する病変と考えられる。

古典的肝細胞癌の血管構築は豊富な動脈性腫瘍血管の増生と門脈血流の欠如であることはよく知られている¹⁷。このため、古典的 HCC においては、CTAP もしくは CTA のどちらか一方のみでもその診断率は高く、併用すればさらに診断率は上がると考えられる。一方、HCC の多段階発育という考えによれば、その発

Fig. 5-1 (A) A 66-year-old male with e-HCC and classical HCC. Posterior segmental hepatectomy was performed. CTAP shows decrease of portal blood flow in S7

Fig. 5-1 (B) S7 lesion is not detected on CTA

Fig. 5-1 (C) DCT shows slight low density area in S7

Fig. 5-1 (D) Histological features of S7 tumor. Two or three layers of slightly atypical cells are arranged in the funicular form, partially accompanied by fatty degeneration or pseudoglandular structure. well-differentiated hepatocellular carcinoma. (HE stain $\times 20$)

Fig. 5-2 (A) CTAP shows portal filling defect in S6

Fig. 5-2 (B) S6 lesion is strongly enhanced on CTA

育段階の過程で、腫瘍は様々な血行動態¹⁸⁻²³を示すが、一般に e-HCC は門脈血流が残存し、動脈血流が周囲非腫瘍部に比べ低下するとされている。これらのことを解明するためには、門脈血流、動脈血流の両者の観

点からの検討が必要となると思われる。Matsui ら^{24,25}は、硬変肝に腫瘍を認めた場合、Angio-CT にて動脈血流と門脈血流とを評価することで悪性度の違いを推測

Fig. 5-2(C) DCT shows slight low density area in S6

Fig. 6-2 CTA shows low density area in S4, indicating decrease of arterial blood flow

Fig. 5-2(D) Histological features of S6 tumor. Moderately differentiated hepatocellular carcinoma with apparent pseudoglandular structure. (HE stain ×20)

Fig. 7-1 A 70-year-old male with e-HCC, histopathologically diagnosed as well-differentiated hepatocellular carcinoma. S8 lesion is not detected on CTAP, indicating no decrease of portal blood flow in S8

Fig. 6-1 A 70-year-old male with atypical adenomatous hyperplasia. CTAP shows slight low density area in S4, indicating decrease of portal blood flow

Fig. 7-2 CTA shows a low density area in S8, indicating decrease of arterial blood flow

することが可能であると報告した。すなわち、CTAPとCTA併用は、HCCの描出能の向上や質的診断への貢献はもとより、肝細胞癌境界病変の描出および質的

診断にも極めて有用な画像診断法と考えらる。

HCCの境界病変を診断の視野にいれば、CTAPで描出されないことは、非腫瘍肝実質と同等の門脈血

Fig. 7-3 DCT shows a low density area in S8

流があるということを示唆し、描出されないこと、そのものが重要な診断の手掛かりとなる。この手掛かりは、CTA との併用によって意味ある所見とすることができるのであって、CTAP 単独では十分とは言えない。したがって CTAP, CTA 併用検査が意義のあることと結論づけることは正しいと思われた。

今回、e-HCC の門脈血、動脈血の血行動態の変化について検討し、以下のことがらが判明した。すなわち、e-HCC が古典的 HCC へ発育する過程においては腫瘍内血流の変化として門脈血流は減少に向かい、動脈血流は初期に減少したのち増加に転じるという過程を経て、最終的に 100% 純動脈血流支配になるという多段階発育をとる。この過程の中のどの段階に e-HCC が存在するかによって描出率は変化すると考えられ、このことが本研究における e-HCC の複雑な描出所見に反映しているであろう。conv. CT においては造影後期相の描出率が高かったが、このことは造影早期相は不必要であることを意味しない。腫瘍の診断は、どのような性質の腫瘍かを明らかにすることも重要で、そのためには造影早期と後期の併用が必要だからである。

Angio-CT 検査を簡便に行うために、血管造影装置と CT を一体化した CT-angio システム²⁶⁻²⁹が製品化されているが、このシステムのない施設では CTAP, CTA の両者を行うためには、血管造影検査室と CT 室の間を 2 度移動して透視下にカテーテル操作を繰り返さねばならず、検査に伴う煩雑性と、移動に伴う感染の危険が危惧される。また、大腿動脈の一カ所穿刺による特殊なカテーテルを用いての CTAP と CTA の併用の報告^{30,31}がなされているが、これらの方法には、時間がかかりすぎたり、手技が煩雑であったり、画質が不良になる場合があるなどの問題が解決されていない。以上の理由により、我々は両側大腿動脈を穿刺してカテーテルをあらかじめ 2 本挿入しておく方法を用いている。この方法は、手技的にも簡便で、造影

も確実にできる有用な方法であると思われた。

高速らせん CT を用いた Angio-CT は、最近注目されている検査法である。高速らせん CT が開発される以前は、CT の撮影速度が遅いため、造影剤注入タイミングとの関連で、撮像部位を肝門部より頭側と尾側に分けて撮像していた。この場合、大量の造影剤を必要とし、検査時間も長く、呼吸性の変動による撮像断面の不一致などの欠点があった。これらの問題点は高速らせん CT を用いることにより回避でき、また、今後の標準的な検査となることと思われた。高速らせん CT にて検査を行った利点は、i) 撮影時間が短縮された、ii) 撮影範囲のボリュームデータが得られた、の 2 点に集約された。

i) からは、次の諸点が導きだされた。肝全域を一回の呼吸停止下に撮影でき、呼吸停止位置のずれによるスキャン落ちがなかったこと。短時間で検査が終了するため、大量の造影剤を必要としなかったこと。肝全域での造影剤の造影相が均一であったこと。ii) からは、画像データの連続性が保て、肝内微小病変の描出能が向上した点が有用であった。

結 論

高速らせん CT を用いて原発性肝細胞癌 58 例 144 病変に Angio-CT を施行し、その臨床的有用性を検討し、以下の結論をえた。

1) Angio-CT は、肝腫瘍の血行動態を鋭敏に反映し、特に CTAP と CTA の併用は肝腫瘍の質的診断にきわめて有用であった。

2) e-HCC の診断には、conv. CT の後期相、CTAP と CTA の併用および、CTA の後期相がすぐれていた。

3) e-HCC の血行動態の特徴として、

i) 門脈血流は周囲肝実質に比し減少、動脈血流は周囲肝実質と同等。

ii) 門脈血流も動脈血流も周囲肝実質に比し減少。

iii) 門脈血流は、周囲肝実質と同等、動脈血流は周囲肝実質に比し減少。

iv) 門脈血流、動脈血流は周囲肝実質と同等。

以上の四つの段階が認められた。

稿を終えるに際し、懇切なるご指導ご校閲を賜りました放射線医学教室 隈崎達夫主任教授に厚くお礼を申し上げます。また、放射線医学教室の諸先生方、CT 室、血管造影室の臨床放射線技師、看護婦の皆様に深甚なる謝意を捧げます。

文 献

1. 森山紀之：血管造影下のCT (Angiographic CT=Angio-CT). 癌の臨床 1980; 26: 1037-1040.
2. Matsui O, Kadoya M, Suzuki M, Inoue K, Itoh H, Ida M, Takashima T: Dynamic sequential computed tomography during arterial portography in the detection of hepatic neoplasms. Radiology 1983; 146: 721-727.
3. 森山紀之：肝臓のDynamic CT とAngio-CT. 日独医報 1989; 34: 285-297.
4. 松井 修, 高島 力, 角谷真澄, 広瀬仁一郎, 亀山富明, 長東秀一, 泉 良平, 井田正博, 三浦将司：アンギオ (CT). 腹部画像診断 1986; 6: 431-437.
5. 湊 宏, 寺田忠史, 中沼安二：肝細胞癌類似病変. 「消化器診療プラクティス」1994; pp 136-141, 文光堂, 東京.
6. 上田和彦, 松井 修, 角谷真澄, 浦田敏文, 川森康博, 高島 力：画像診断からみた肝癌類似病変. 肝胆膵 1994; 29: 59-67.
7. Kanai T, Hirohashi S, Upton MP, Noguchi M, Kishi K, Makuuchi M, Yamasaki S, Hasegawa H, Takayasu K, Moriyama N, Shimosato Y: Pathology of small hepatocellular carcinoma: A proposal for a new gross classification. Cancer 1987; 60: 810-819.
8. 神代正道：早期肝癌と類似病変の病理. 1996; pp 10-50, 医学書院, 東京.
9. Sakamoto M, Hirohashi S, Shimosato Y: Early stages of multistep hepatocarcinogenesis: Adenomatous hyperplasia and early hepatocellular carcinoma Human Pathology 1991; 22: 172-178.
10. 川森康博, 松井 修, 角谷真澄, 浦田敏文, 高島 力, 井田正博, 北川清秀, 吉川 淳, 荒井和徳：CTAP による肝細胞癌の診断：境界病変との鑑別も含めて. 日本臨床 1991; 49: 1783-1788.
11. 稲葉吉隆, 荒井保明, 竹内義人, 太田豊裕, 末吉 智, 山上卓士, 尹 賢昇, 谷田部恭：CT arteriography における大腸癌肝転移の濃染パターンについての検討. 日医放射会誌 1997; 57: 483-486.
12. 伊東 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：細小肝細胞癌に対するCT arteriography の意義. 臨放線 1982; 27: 349-354.
13. Takayasu K, Shima Y, Muramatsu Y, Goto H, Moriyama N, Yamada T, Makuuchi M, Yamasaki S, Hasegawa H, Okazaki N, Hirohashi S, Kishi K: Angiography of Small Hepatocellular Carcinomas: Analysis of 105 resected tumors. AJR 1986; 147: 525-529.
14. Takayasu K, Moriyama N, Muramatsu Y, Makuuchi M, Hasegawa H, Okazaki N, Hirohashi S: The Diagnosis of Small Hepatocellular Carcinomas: Efficacy of Various Imaging Procedures in 100 Patients. AJR 1990; 155: 49-54.
15. 高安賢一, 幕内雅敏, 広橋説雄, 岡崎伸生, 村松幸雄, 森山紀之, 高山忠利, 長谷川博：肝細胞癌を内包した adenomatous hyperplasia および境界病変の画像診断. 日消病会誌 1989; 86: 2404-2412.
16. Matsui O, Takashima T, Kadoya M, Ida M, Suzuki M, Kitagawa K, Kamimura R, Inoue K, Konishi H, Itoh H: Dynamic Computed Tomography During Arterial Portography: The Most Sensitive Examination for Small Hepatocellular Carcinomas. J Comput Assist Tomogr 1985; 9: 19-24.
17. 中島敏郎, 神代正道：肝癌の血管構築. 「肝細胞癌：病理アトラス」. 1986; pp 107-116, シュプリンガー・フェアラーク, 東京.
18. 工藤正俊, 富田周介, 檜田博史, 三村 純, 岡部純弘, 平佐昌弘, 伊吹康良, 小森英司, 織野彬雄, 篠堂彰男：肝硬変に伴う結節性病変の腫瘍内血流動態：癌化の進展と血流動態の変化との関連について. 日消病会誌 1991; 88: 1554-1565.
19. 中野雅行, 斎藤明子, 高崎 健, 小幡 裕, 小林誠一郎：初期肝細胞癌の発育・進展の病理. 肝臓 1990; 31: 754-762.
20. 枝光 理：肝細胞癌腫瘍血管に関する病理学的研究：主に血管数について. 肝臓 1992; 33: 15-20.
21. 本田 浩, 田嶋 強, 梶山 潔, 黒岩俊郎, 吉満研吾, 入江裕之, 牧角健司, 竹中賢治, 増田康治：CTA にて濃染されず, CTAP にて濃染された早期肝細胞癌および腺腫様過形成：病理組織学的血管構築からの解析. 日医放射会誌 1997; 57: 678-680.
22. 森山紀之, 村松幸男, 佐竹光夫, 若尾文彦, 高安賢一, 縄野 繁, 関口隆三, 村上康二, 荻野 尚, 清水わか子, 岩田良子, 林 孝行：細小肝癌早期発見のためにCT, MRI. 肝胆膵 1994; 29: 333-340.
23. 金井歳雄, 広橋説雄, 野口雅之, 岸紀代三, 幕内雅敏, 山崎 晋, 長谷川博, 下里幸雄：小さい肝細胞癌の病理像. 病理と臨床 1986; 4: 396-405.
24. Matui O, Kadoya M, Kameyama T, Yoshikawa J, Takashima T, Nakamura Y, Unoura M, Kobayashi K, Izumi R, Ida M, Kitagawa K: Benign and malignant nodules in cirrhotic liver: Distinction based on blood supply. Radiology 1991; 178: 493-497.
25. 松井 修, 角谷真澄, 吉川 淳, 荒井和徳, 浦田敏文, 高島 力, 中沼安二, 鶴浦雅志, 小林健一, 泉 良平, 三浦将司, 三井 毅, 井田正博, 北川清秀：肝硬変に伴う結節性病変の画像所見：画像による悪性度の推定. 腹部画像診断 1990; 10: 1020-1029.
26. 佐竹光夫, 岩田良子, 林 孝行, 森山紀之：肝の血管造影CT. 臨床医 1996; 22: 221-228.
27. 佐竹光夫, 岩田良子, 関口隆三, 森山紀之：肝のIVR-CT/Angio System. Medicina 1996; 33: 367-373.
28. 佐竹光夫, 高橋 学, 中屋良宏, 森山紀之：IVR-CT/angio system の臨床上的有用性. メディカル レビュー 1995; 19: 31-43.
29. 稲葉吉隆, 荒井保明, 曾根康博, 向所敏文, 中塚豊真, 長島一浩, 竹内義人, 高井勝文, 佐々木文雄, 木戸長一郎：IVRのためのCTアンギオシステム. Inner-vision 1994; 9: 13-16.
30. 井上悦男, 藤田 真, 三原直樹, 細見尚弘, 沢井ユカ, 門田 強, 栗山啓子, 橋本 強, 田中 元, 黒田知純：

Double lumen-Coaxial catheter System による経動脈性門脈造影 CT と肝動脈 CT の併用。日医放射会誌 1996 ; 56 : 60-62.

31. 村上卓道, 友田 要, 坂本 力, 金 東石, 津田 恭, 高橋 哲, 岡田篤哉, 杉浦孝司, 鳴海善文, 中村仁信 :

CT Arterial Portography および CT Hepatic Arteriography の一期的施行を目的とした脱着可能 Y 型二口弁の試作。日医放射会誌 1997 ; 57 : 430-432.

(受付 : 1998 年 5 月 11 日)

(受理 : 1998 年 6 月 19 日)