



Title	超音波パワードブラ法の肝細胞癌診断に対する臨床評価
Author(s)	大石, 元; 平井, 都始子; 山田, 麗子 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1996, 56(6), p. 399-404
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/15268">https://hdl.handle.net/11094/15268</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

## 超音波パワードプラ法の肝細胞癌診断に対する臨床評価

大石 元<sup>1)</sup> 平井都始子<sup>1)</sup> 山田 麗子<sup>1)</sup>  
 廣橋 伸治<sup>2)</sup> 本田 伸行<sup>2)</sup> 阪口 浩<sup>2)</sup> 松尾 尚樹<sup>2)</sup> 打田日出夫<sup>2)</sup>

1) 奈良県立医科大学腫瘍放射線医学教室

2) 奈良県立医科大学放射線医学教室

### Clinical Evaluation of Power Doppler Sonography for the Diagnosis of Hepatocellular Carcinoma

Hajime Ohishi<sup>1)</sup>, Toshiko Hirai<sup>1)</sup>, Reiko Yamada<sup>1)</sup>, Shinji Hirohashi<sup>2)</sup>, Nobuyuki Honda<sup>2)</sup>, Hiroshi Sakaguchi<sup>2)</sup>, Naoki Matsuo<sup>2)</sup> and Hideo Uchida<sup>2)</sup>

We compared power Doppler sonography (PDS) with conventional color Doppler sonography (CDS) in the visualization of intratumoral blood flow of hepatocellular carcinoma (HCC) and evaluated the usefulness of PDS for assessing of the effects of TAE with Lipiodol and anticancer agents (Lp-TAE) and for the diagnosis of recurrence of HCC after Lp-TAE.

The ability of PDS and CDS to visualize intratumoral blood flow was compared in 36 patients with HCC, and the usefulness of PDS for the diagnosis of HCC was evaluated. Also, in 17 patients with HCC who underwent Lp-TAE, the usefulness of PDS for evaluating the therapeutic effects of Lp-TAE and the diagnosis of recurrence after Lp-TAE was examined.

The ability of PDS to visualize intratumoral blood flow and delineate tortuous and meandering intratumoral vasculature was superior to that of CDS. The effects of Lp-TAE could be evaluated and recurrence detected accurately and easily by PDS on the basis of residual intratumoral blood flow and the appearance of new blood flow.

PDS is expected to achieve widespread acceptance as a useful imaging modality for the diagnosis of HCC, assessment of therapeutic effects of TAE, and detection of recurrence of HCC after TAE.

Research Code No. : 514.2

**Key words :** Hepatocellular carcinoma, Lipiodol TAE, Embolization, Ultrasonography, Power doppler imaging

Received Nov. 22, 1995 ; revision accepted Feb. 20, 1996

1) Department of Oncoradiology, Nara Medical University

2) Department of Radiology, Nara Medical University

### はじめに

肝腫瘍性病変のUS診断に際してカラードプラ法の併用が有用であることはすでに幾つか報告されており、診断に寄与しうる知見も得られている<sup>1)-5)</sup>。しかし、現在一般に用いられているカラードプラ速度表示法(以下、CDS)では、低流速の血流表示やビームと直行する血流の表示に限界があり、腫瘍内血流の検出は比較的太い腫瘍血管のみがカラー表示され細い血管内の血流や流速の遅い血流は通常カラー表示されない。一方、Rubinらにより最近開発され普及しつつあるカラードプラパワー表示法(以下、PDS)は、文字どおりパワーそのものの強さに応じてカラー表示する方法で、S/N比が改善し、低流速の血流検出感度が向上する<sup>6)</sup>。さらにビームと直行する血流の表示も可能となることから腫瘍内血流の検出はより鋭敏となる。そこで本研究では、肝細胞癌に対するPDSの臨床評価を行う目的で、まず肝細胞癌の腫瘍内血流描出能についてCDSとPDSを対比し、ついで肝細胞癌に対するリピオドール併用肝動脈塞栓術(Lp-TAE)後の効果判定と再発診断に対するPDSの有用性について検討した。

### 対象と方法

対象は、A群のCDSとPDSの両者を施行した肝細胞癌36例と、B群のLp-TAE前・1週後と最高1年2カ月の期間にわたり経時にPDSを施行した肝細胞癌12例ならびに3カ月から6カ月前にLp-TAEが施行されており経過観察のためPDSを行った5例である。これらはいずれも、CT、MRI、CTAおよびCTAPを含む血管造影ならびに腫瘍マーカー値により肝細胞癌と診断されたものである。A群の腫瘍径は9-48mm(20mm以下が10例、20mm以上が26例、平均26.7mm)で、34例は肝動脈造影で明らかな腫瘍血管または腫瘍濃染が認められたが、2例はCO<sub>2</sub>マイクロバブル肝動脈注入による造影USでのみ腫瘍内血流が確認できた。走査部位から結節前面部までの距離が5cm以内のもの28例、5cm以上のもの8例であった。この36例についてCDSとPDSによる腫瘍内血流の表示の程度を豊富(++)、中等度(++)、わずか(+)、なし(−)の4段階に評価し比較した。B群の17例につい

ては、Lp-TAE後の効果判定と再発診断に対するPDSの有用性を、ほぼ同時期に施行した造影CT、造影MRIあるいは肝動脈造影と対比することにより評価した。PDSによるLp-TAE効果不十分と再発診断の基準は、PDSにより明らかに腫瘍内血流が捉えられた場合とし、造影CTおよび造影MRIでのそれは明らかに腫瘍濃染が認められた場合とした。使用超音波装置はGE横河LOGIQ 500と700で、探触子は3.75MHz, 5MHzのセクタまたはコンベックタイプを使用した。なお、A群36症例については20例にLOGIQ 500を16例にLOGIQ 700を用いた。

## 結 果

### 1. 肝細胞癌腫瘍内血流描出能

1) 腫瘍径ならびに腫瘍局在による腫瘍内血流描出能  
腫瘍径が $\geq 20\text{mm}$ 以下で、走査部から腫瘍前面部までの距離が5cm以内の群では、CDSにおいて(-)群1例、(+)群7例であった。これらがPDSでは(-)群の1例が(+)群へ、(+)群7例中4例が(++)群、3例が(++)群へ移行した。距離が5cm以上に位置した2例はCDSで(-)群に属したが、PDSでは1例が(+)群、残る1例が(++)群へ移行した。腫瘍径が20mm以上で距離が5cm以内の群では、CDSにおいて(+)群14例、(++)群6例であったが、これらがPDSでは(+)群の4例が(++)群へ、5例が(++)群へ、CDS(++)群の6例はすべてPDSで(++)群へ移行した。距離が5cm以上の群ではCDSで(-)群2例、(+)群4例であったが、(-)群の1例が(++)群へ、(+)群の2例が(++)群へ、1例が(++)群へ移行した。CDS(-)と(+)群の1例ずつはいずれも肝左葉上部後面で心臓の近傍に位置していたが、PDSでは心拍動によるアーチファクトのため腫瘍内血流の描出は不可能であった(Fig.1)。またCDSでの(+)-(++)群では腫瘍内血流が点状または非連続に描出されたが、PDSでの(+)-(++)群では18例中14例において連続的に表示され、屈曲・蛇行した腫瘍内血流ならびに腫瘍内血流構築が明瞭となった(Fig.2, 3)。な

お、肝動脈造影で腫瘍血管又は腫瘍濃染が認められなかつた2例はいずれもCDSで(-)群に属したが、それぞれPDSで(+)と(++)群へ移行した。

### 2) 機種の差による腫瘍内血流描出能

LOGIQ 500を使用した20例について、CDSにおいて(-)群3例、(+)群13例、(++)4例であったが、これがPDSでは(-)群の3例のうち各1例ずつがそれぞれ(+)、(++)、(++)群へ、(+)群13例中11例が(++)群へ、1例が(++)群へ移行した。なお、1例はアーチファクトのためPDSでは腫瘍内血流の描出は不可能であった。CDS(++)群4例はすべてPDS(++)群へ移行した。

LOGIQ 700を使用した16例については、CDSにおいて(-)群2例、(+)群12例、(++)群2例であったが、これらがPDSでは(-)群の1例が(+)群へ移行し、1例はアーチファクトのため腫瘍内血流の描出は不可能であった。CDS(+)群12例では4例が(++)群へ、8例が(++)群へ移行し、CDS(++)群2例はいずれもPDS(++)群へ移行した(Fig.4)。

### 2. 肝細胞癌Lp-TAE後の効果判定と再発診断に対するPDSの評価

Lp-TAE前後にPDSを行った12例はすべてLp-TAE前PDSで豊富な腫瘍内血流が捉えられ、これらの直後ならびに1週後のPDSで8例に腫瘍内血流が完全消失、4例に明らかな腫瘍内血流の残存が確認できた。前者の8例全例と後者の2例にLp-TAE直後または1週後のCT(Lp-CT)で腫瘍内全域に密なリピオドール集積が(Fig.5)、また後者の2例にリピオドール集積部分欠損が認められた(Fig.6)。PDSで腫瘍内血流の完全消失を確認した8例では、造影CTまたは造影MRIで濃染域を認めなかったが、腫瘍内血流の残存が確認できた4例中2例ではリピオドール集積部分欠損部が造影CTで濃染された。さらに腫瘍内血流の残存が確認できた4例は肝動脈造影により塞栓不十分と診断され、再度のLp-TAEが施行された。PDSにより経過観察を行った17例中12例は、PDSで腫瘍内血流が証明されずこれらはLp-CTで腫瘍内全域に密なリピオドール集積が確認でき、造影CTまたは造影

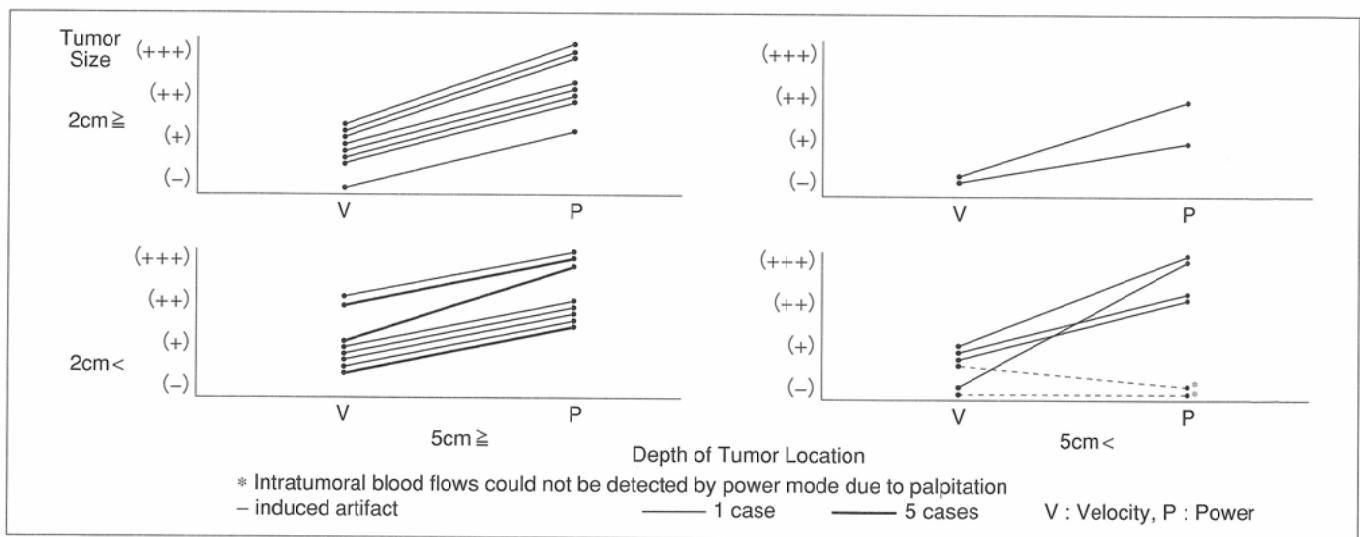


Fig.1 Comparison of capability of velocity and power mode to delineate intratumoral blood flows in HCCs.

MRIでも経過良好と診断された。残る 5 例は、PDS で明らかな腫瘍内血流が証明され、Lp-CT でリビオドール集積部分欠損が認められ、かつ造影 CT または造影 MRI で再発と診断された。これらの全例に再度の Lp-TAE が施行され、この際、肝動脈分枝、右下横隔膜動脈分枝あるいは内胸動脈分枝より腫瘍への血液供給が確認できた (Fig.7)。

## 考 察

近年、目覚ましく普及し、精度の向上のみられるようになった CDS は、従来血管造影に依存してきた各種血管性病変の確定診断を容易にし、さらに腫瘍性病変の質的診断に対しても評価されつつある<sup>[1]-[5], [7]-[10]</sup>。しかし、現行の CDS では細い血管の低流速の血流やビームと直行する血流の描出に限界があり、これらを鮮明にカラー表示しうる手法が切望されていた。一方、PDS は理論上、CDS に比べ低流速の血流に対する感度が上がり、流速や方向の異なる血流を同一画面に描出するのに優れている<sup>[6]</sup>。すでに、正常腎血管描出能において PDS が CDS を上回っていること、軟部組織の血流量評価や各種腎疾患の診断において PDS が有用であることなどが報告されている<sup>[11]-[13]</sup>。

当然、HCC の腫瘍内血流の描出能においても PDS が CDS を凌駕するであろうことが予測されたが、今回の両者の対

比によりその通りの結果が得られた。Tanaka らは CDS により捉えられた肝腫瘍内血流の分布様式が肝腫瘍性病変の鑑別診断に有用であると述べているが<sup>[1]</sup>、今回のわれわれの成績からみて PDS を併用することにより、さらに HCC の診断能の向上が期待される。特に肝動脈造影で腫瘍血管あるいは腫瘍濃染が描出できなかった 2 例の小肝細胞癌において PDS で腫瘍内血流が描出できた意義は大きい。今回、異なった 2 機種を使用して腫瘍内血流描出能を検討したが、LOGIQ 700において CDS (+) 群の (++) 群への移行率が有意に高率であった。このことは単に機種の精度の差を反映したもので、特に LOGIQ 700 に装備されているモーション・アーチファクトに対する抑圧機構 (Adaptive Color Flow Enhancement Technology) が大きく関与したものと思われる。しかし、心拍動のアーチファクトのため腫瘍内血流が描出できなかった 2 例が含まれていたが、PDS の精度の向上にはさらにモーションを抑圧する高性能のアルゴリズムの開発が必要であると考えられる。

さて、本邦では肝細胞癌の有効な治療法として Lp-TAE が広く普及しているが<sup>[14]-[16]</sup>、この治療法による長期生存を得るために、直後の正確な塞栓効果の把握と再発の診断が必要である。実際の臨床の場では、Lp-TAE 1 週または 1 カ月後の CT および経過観察での腫瘍内へのリビオドールの集積状態あるいはこの変化と造影 CT あるいは造影 MRI を組み



(A)

Fig.2 A HCC 23 mm in diameter



(B)

(A) On CDS, moderate color visualization is shown in the tumor.  
(B) On PDS, abundant, tortuous intratumoral blood flow can be clearly observed.

(A)

Fig.3 A HCC 10 mm in diameter

(A) On CDS, slight color visualization is shown in the tumor.  
(B) On PDS, tortuous intratumoral blood flow can be observed.

(B)

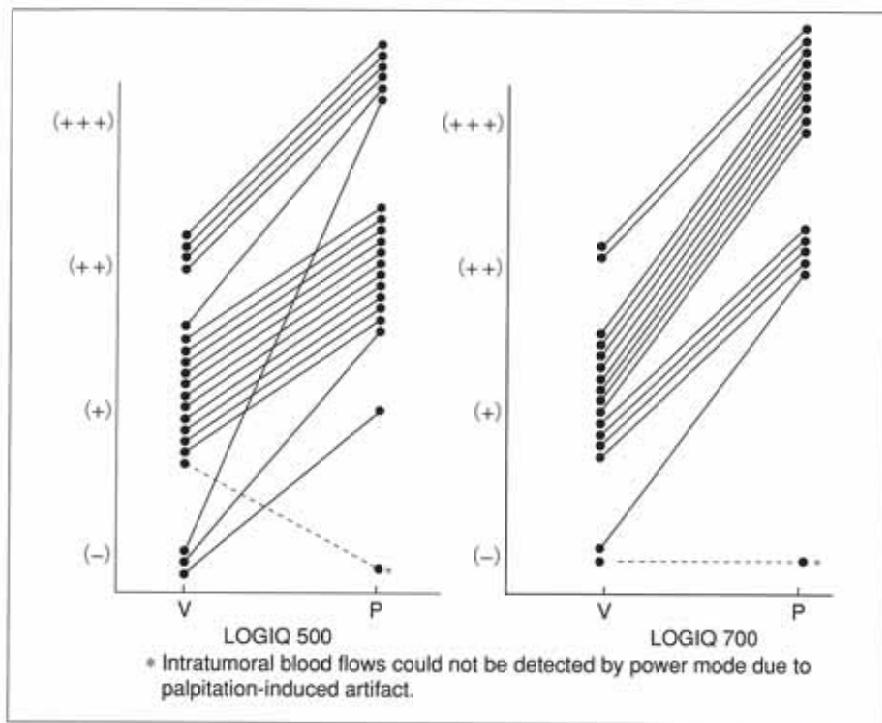


Fig.4 Comparison of capability of velocity and power mode to delineate intratumoral blood flows in HCCs by LOGIQ 500 and LOGIQ 700.

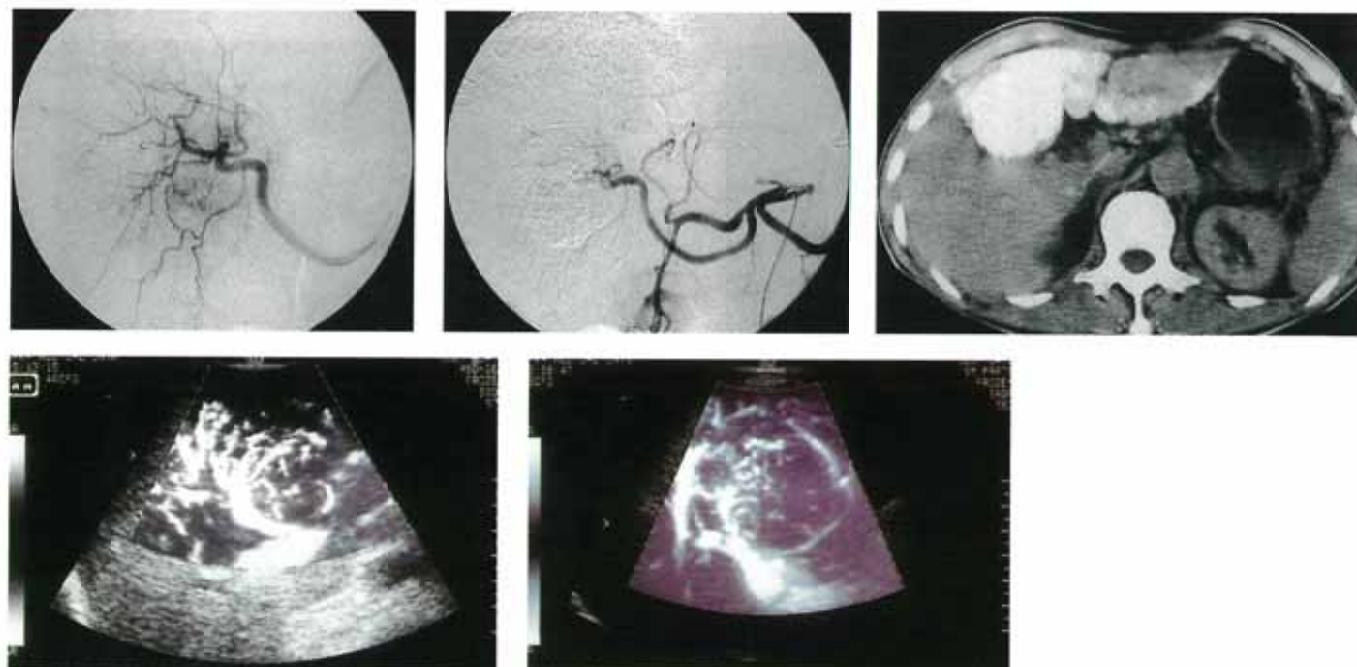


Fig.5 Hypervasculat HCC treated by Lp-TAE.  
 (A) Hepatic angiogram shows a hypervascular HCC in right anterior inferior segment.  
 (B) Immediately after Lp-TAE, tumor vessels were almost embolized.  
 (C) On CT immediately after Lp-TAE, homogeneous Lipiodol accumulation in the tumor is shown.  
 (D) On PDS before Lp-TAE, abundant intratumoral blood flow can be observed.  
 (E) On PDS at 1 week after Lp-TAE, residual intratumoral blood flow can be clearly obsearved.

A	B	C
D	E	

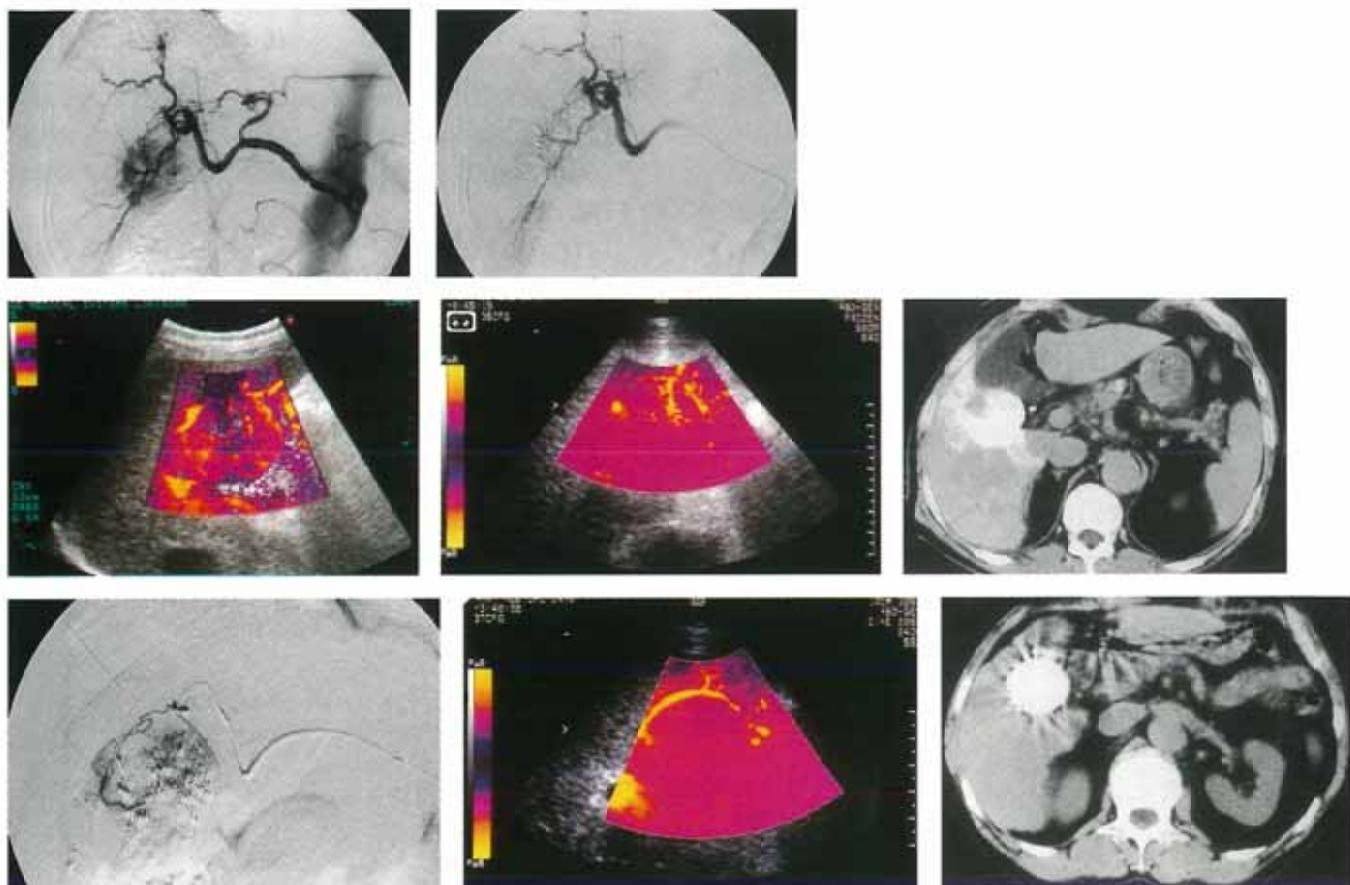


Fig.6 Hypervasculature HCC treated by Lp-TAE

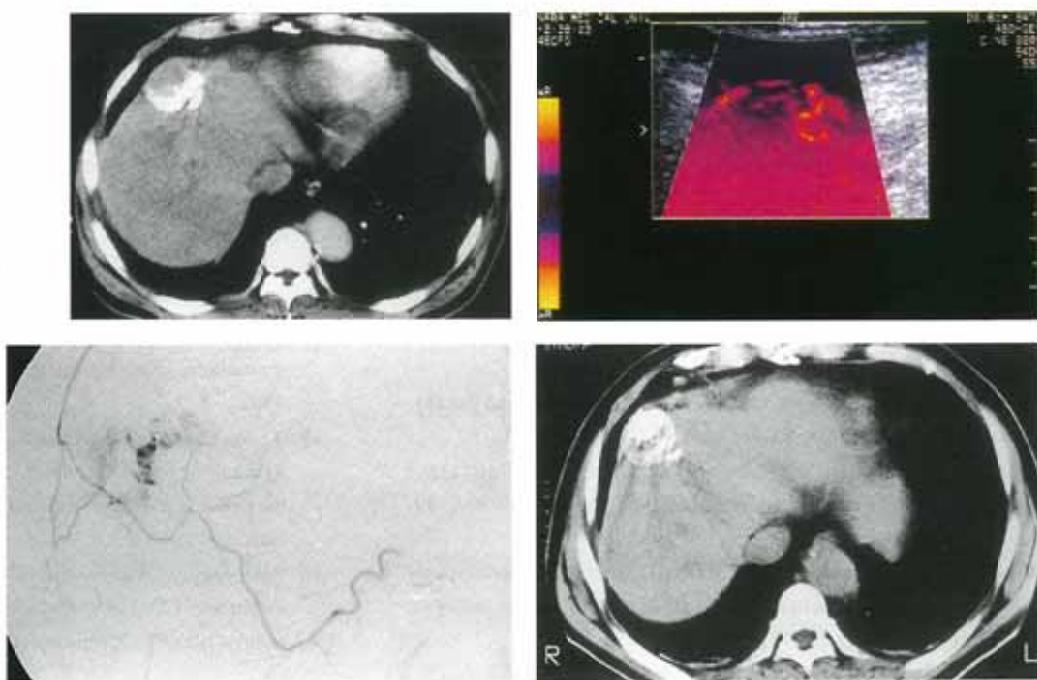
- (A) Hepatic angiogram shows a hypervasculature HCC in right anterior inferior segment.
- (B) Immediately after Lp-TAE, tumor vessels were almost embolized.
- (C) On PDS before Lp-TAE, abundant, tortuous intratumoral blood flow can be observed.
- (D) On PDS immediately after Lp-TAE, residual intratumoral blood flow can be seen.
- (E) On CT immediately after Lp-TAE, Lipiodol accumulation defect can be visualized.
- (F) On angiogram one week after Lp-TAE showed existence of tumor vessels from the hepatic arterial branches.
- (G) On PDS immediately after repeated Lp-TAE, no intratumoral blood flow is shown.
- (H) On CT one week after repeated Lp-TAE, homogeneous Lipiodol accumulation in the tumor is shown.

A	B	
C	D	E
F	G	H

A      B  
—  
C      D

Fig.7 Recurrence of HCC treated by Lp-TAE

- (A) On CT image which was obtained 6 months after the last Lp-TAE, the filling defect of Lipiodol accumulation can be observed.
- (B) On PDS, intratumoral blood flow from the edge of the liver can be clearly observed.
- (C) Angiogram showed the tumor vessels from the branches of the internal mammary artery.
- (D) On CT one week after Lp-TAE, good Lipiodol accumulation was obtained and on PDS, no intratumoral blood flow is visualized.



合わせてこれらを診断している。われわれの施設では、腫瘍全域の密なりピオドールの集積が確認できれば、治療効果が良好あるいは再発なし、腫瘍内のリピオドールの集積部分欠損が見られれば、治療効果不十分あるいは再発の可能性があると判定し、造影CTあるいは造影MRIを組み合わせこれらを診断している<sup>16)</sup>。しかし、腫瘍内に集積したリピオドールの高吸収域の影響は、時に厳密な診断の妨げとなることも経験する。このような理由により、最近では造影MRIがこれらの診断に有効であるとする報告も散見される<sup>17)-18)</sup>。今回、われわれは、肝細胞癌の腫瘍内血流の検出に鋭敏であると確認したPDSを肝細胞癌Lp-TAE後の効果判定と再発診断に応用したところ、先の結果に示した通りの有用性を見いだした。特に、Lp-TAE直後のCT上で腫瘍全域に密なりピオドール集積が確認できた症例に明らかな腫瘍内血流の残存が比較的高率に存在することが判明したこと意義がある。正確な治療効果判定と再度のLp-TAEの施行は予後の延長に寄与しうると考えられる。同様に、経過観察において容易に再発の診断が可能となり適切な再TAEの施行時期が決定しうることは、Lp-TAEによるHCCの治療成績の向上に寄与しうるといえる。

## 結語

肝細胞癌の腫瘍内血流描出能についてCDSとPDSを対比し、次いで肝細胞癌に対するLp-TAE後の効果判定と再発診断に対するPDSの有用性について検討したところ以下の結論を得た。

- 1.PDSによる肝細胞癌の腫瘍内血流描出能はCDSのそれを凌駕していた。
- 2.CDSで点状または非連続に描出された腫瘍内血流がPDSでは連続的にカラー表示され、屈曲・蛇行した腫瘍内血流ならびに腫瘍内血流構築が明瞭となった。
- 3.PDSにより肝細胞癌Lp-TAE後の効果判定と再発診断が高精度に可能であることが判明した。
- 4.PDSの精度向上にはさらにモーションを抑圧する高性能のアルゴリズムの開発が必要である。

本研究の要旨は第54回日本医学放射線学会学術発表会(名古屋)において発表した。

## 文 献

- 1) Tanaka S, Kitamura T, Fujita M, et al : Color Doppler flow imaging of liver tumors. AJR 154 : 509-514, 1990
- 2) Kudo M, Tomita S, Minowa K, et al : Color Doppler flow imaging of hepatic focal nodular hyperplasia. J Ultrasound Med 11 : 553-557, 1992
- 3) Shimamoto K, Sakuma S, Ishigaki T, et al: Hepatocellular carcinoma: evaluation with color Doppler US and MR imaging. Radiology 182 : 149- 153, 1992
- 4) Paltiel HJ, Patriquin HB, Keller MS, et al : Infantile hepatic hemangioma : Doppler US . Radiology 182 : 735-742, 1992
- 5) Golli M, Mathieu D, Anglade MC, et al: Focal nodular hyperplasia of the liver : value of color Doppler US in association with MR imaging. Radiology 187 : 113-117, 1993
- 6) Rubin JM, Bude RO, Carson PL, et al : Power Doppler US : a potentially useful alternative to mean frequency based color Doppler US. Radiology 190: 853-856, 1994
- 7) Horstman WG, Melson GL, Middleton WD, Andriole GL : Testicular tumors : Findings with color Doppler US. Radiology 185 : 733-737, 1992
- 8) Kelly IM, Lees WR, Rickards D : Prostate cancer and the role of color Doppler US. Radiology 189 : 153-156, 1993
- 9) Cosgrove DO, Kedar RP, Bamber JC, et al : Breast diseases ; color Doppler US differential diagnosis. Radiology 189 : 99- 10, 1993
- 10) Fleischer AC, Radgers WH, Keller DM, et al: Color Doppler sonography of benign and malignant ovarian masses. RadioGraphics 12 : 879-885, 1992
- 11) Bude RO, Rubin JM, Adler RS : Power Doppler versus conventional color Doppler sonography : comparison in the depiction of normal intrarenal vasculature. Radiology 192 : 777- 780, 1994
- 12) Newan JS, Adler RS, Bude RO, Rubin JM : Detection of soft-tissue hyperemia: value of power Doppler sonography. AJR 163 : 385- 389, 1994
- 13) 山田麗子, 平井都始子, 大石 元, 他 : 腎疾患に対するカラードプラパワー表示法の評価. 超音波医学 22 : 449-454, 1995
- 14) Ohishi H, Uchida H, Yoshimura H, et al : Hepatocellular carcinoma detected by iodized oil. Use of anticancer agents. Radiology 154 : 25-29, 1985
- 15) Uchida H, Ohishi H, Matsuo N, et al : Transcatheter hepatic segmental arterial embolization using Lipiodol mixed with an anticancer drug and Gelform particles for hepatocellular carcinoma. Cardiovasc Intervent Radiol 13 : 140-145, 1990
- 16) Nishimine K, Uchida H, Matsuo N, et al : Segmental transarterial chemoembolization with Lipiodol mixed with anticancer drugs for nonresectable hepatocellular carcinoma : follow-up CT and therapeutic results. Cancer Chemother Pharmacol 33 : 60-68, 1994
- 17) Yamashita Y, Yoshimatsu S, Sumi M, et al : Dynamic MR imaging of hepatoma treated by transcatheter arterial embolization therapy. Assessment of treatment effect. Acta Radiologica 34 : 303-308, 1993
- 18) Bartolucci C, Lencioni R, Caramella D, et al: Hepatocellular carcinoma; CT and MR features after transcatheter arterial embolization and percutaneous ethanol injection. Radiology 191 : 123-128, 1994