

Title	Intraarterial Digital Subtraction Portographyの門脈枝造影能に関する検討
Author(s)	松岡, 利幸; 小林, 伸行; 中塚, 春樹 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1984, 44(9), p. 1151-1159
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18017
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

Intraarterial Digital Subtraction Portography の 門脈枝造影能に関する検討

大阪市立大学医学部放射線医学教室

松岡 利幸 小林 伸行 中塚 春樹
高島 澄夫 玉岡 紅一 中村 健治
水口 和夫 小野山靖人

和歌山県立医科大学放射線医学教室

山 田 龍 作

(昭和58年12月26日受付)

(昭和59年 2 月22日最終原稿受付)

Intraarterial Digital Subtraction Portography —Visualization of the Portal System—

Toshiyuki Matsuoka, Nobuyuki Kobayashi, Haruki Nakatsuka, Sumio Takashima,
Kouichi Tamaoka, Kenji Nakamura, Kazuo Minakuchi and
Yasuto Onoyama
Department of Radiology, Osaka City University Medical School
Ryusaku Yamada
Department of Radiology, Wakayama Medical College

Research Code No. : 514.4

Key Words : DSA, IADSP, portal vein, Transarterial portography

DSA was applied to transarterial portography (IADSP: intraarterial digital subtraction portography) in seventy seven cases between October 1982 and August 1983, and image quality and visualization of the portal system were studied. There were 60 cases with hepatoma, 6 with metastatic liver tumor, 3 with liver cirrhosis, and 8 with other disorders. A catheter was placed into the superior mesenteric artery and contrast medium (76% Urografin) was injected at the rate of 5 ml/sec. for a total volume of 15 ml. Two cases were excluded from the evaluation, because the DSA apparatus was handled incorrectly in these cases.

First, image quality was studied. Although only one-third of the amount of contrast medium used in film-screen angiography was used, the image quality of the IADSP examination was considered to be good or excellent in 68% of the cases, and there was no uninterpretable case. With the improved DSA apparatus which we started to use during this study, 82% of the cases were of good or excellent quality. Then we excluded cases of obstruction by tumor and postoperative cases, and studied the visualization of the portal system. The right first-order branch was visualized in 95% of the cases and the left in 98%. Cases with highly-developed portal systemic shunts due to liver cirrhosis accounted for all cases of failure to visualize one first-order branch. In addition, excluding cases with marked motion artifacts or highly-developed portal systemic shunts, the second-order branch of the right and the first of the left

were visualized in all cases. A high percentage (89% of the right, 78% of the left) of the third-order branch was visualized in cases where we used the improved apparatus. Sixteen cases underwent both IADSP and film-screen angiography. In most cases (10/16 of the right, 9/16 of the left), IADSP delineated the portal system as well as did film-screen angiography. For the right branches, film-screen angiography was better in 4/16 of the cases, and for the left, IADSP was better in 5/16 of the cases. Of the eight cases in which the portal branch was seen to be occluded in film-screen angiography, seven cases were seen the same way in IADSP.

We conclude that IADSP is a useful imaging modality in transarterial portography which may replace film-screen angiography, especially in transcatheter arterial embolization. It visualizes the proximal portal system with a reduction in the volume of contrast medium needed, causing less discomfort to the patients.

1. はじめに

DSA (digital subtraction angiography) は、X線映像情報をデジタル化し、種々の画像処理を行なうことにより低濃度の造影血管像を鮮明に描出することが可能になるため、近年注目を集めている血管造影法である。特に、経静脈性に造影剤を注入する IVDSA (intravenous digital subtraction angiography) は患者への侵襲が少なく、外来でも可能な検査法として我が国でも1981年頃より臨床応用が開始され¹⁾、頭頸部、大動脈およびその1次分枝、四肢動脈等の領域について既に多数の報告もあり^{2)~5)}、診断における有用性は確立しつつある。

一方我々は、DSA のもつ低濃度領域での優れた造影剤認識能⁶⁾を経動脈性静脈造影に応用すれば、IVDSA で太い動脈枝が良好に造影されると同様に、より少ない造影剤量で従来のフィルム法による経動脈性静脈造影と同等に近い静脈像が得られる可能性があると考え、経動脈性門脈造影に DSA を応用してきた^{6)~8)} (intraarterial digital subtraction portography……以下 IADSP と略す)。今回、IADSP を施行した77例において本法の造影能、特に肝内門脈枝の描出能について検討したので報告する。

2. 対象と方法

対象は1982年10月より1983年8月の間に IADSP を施行した77例で、年齢は39歳から80歳、性別は男性56例、女性21例である。77例の血管造影診断は肝細胞癌60例、転移性肝癌6例、肝硬変症3例、その他8例であった。

使用した DSA 装置は我々の開発による日本アビオニクス社製 ANGIO IMAGER で¹⁾、初期の装置では digital frame memory の matrix は512×512であったが、その後 matrix を640×512とし、さらに TV カメラ、演算処理装置に種々の改良を加えるとともに、得られた DSA 像を直接 digital frame memory に記憶させる方式を採用した⁹⁾。

IADSP の撮影方法は、上腸間膜動脈に送入了たカテーテルよりプロスタグランディン E₁20 μ g を動注後、患者の呼吸停止下に76%ウログラフィン15ml を5ml/sec. で注入した。撮影 mode は continuous mode とし、recursive filter によるノイズ低減を行なった。撮影条件は X線管電圧60~70 KV、電流100mA で、約20秒間撮影し、得られた DSA 像をマルチフォーマットカメラにてフィルムに転写して読影を行なった。フィルム法による経動脈性門脈造影(以下フィルム法と略す)はプロスタグランディン E₁40 μ g を動注後、76%ウログラフィン45~50ml を8~10ml/sec. で注入し撮影を行なった。

3. 結果

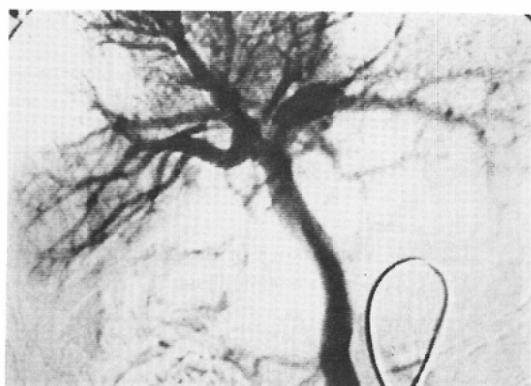
IADSP を施行した77例のうち撮影条件の設定に失敗した2例を除く75例につき、得られた門脈像の鮮鋭度をもとに三段階の画質評価を行なった (Table 1)。すなわち、診断は可能であるが血管辺縁のシャープさに欠け画面のノイズも多いものを poor、血管が比較的鮮明に描出され診断に十分なものを good、更に血管が鮮明でノイズも極めて少なく良好な画像を示したものを excellent とした (Fig. 1)。全体の68%が good および excellent に

Table 1 Image quality of IADSP

No. of cases	Poor	Good	Excellent
75	24 (32%)	39 (52%)	12 (16%)
Poor:	Diagnostic, but with reduced vascular contrast and spatial resolution.		
Good:	Good vascular contrast and spatial resolution.		
Excellent:	Exceedingly good vascular contrast and spatial resolution.		

属し良好な画質であった。次に、DSA 装置の改良に伴う画質の向上を検討するため、装置改良前後の症例で同様の評価を行なった。ここでは、造影中の患者の呼吸停止不良が甚だしく、著しい画質低下をきたした7例（いずれも poor の症例であった）は装置の性能に無関係と考え除外し、残りの68例について検討した（Table 2）。装置改良後には good, excellent の割合は82%と改良前の58%に比べ大きく増加しており、特に excellent の増加が著しい。しかし、改良後の装置においてもなお18%に poor 例がみられた。

次に、肝内門脈枝の造影能について検討した。読影に当たっては門脈左右枝を第1次、右前・後区域枝および門脈臍部を第2次、Couinaudの区域に入る右前上・下枝、右後上・下枝および左外側枝を第3次の分枝とした。75例中腫瘍により門脈本幹が閉塞していた4例を除き、さらに右枝では第1次分枝が閉塞していた2例と肝右葉切除を受けた3例を除く66例で、左枝では同じく第1次および第2次分枝が閉塞していた6例を除く65例で検討を行なった（Table 3）。この中には呼吸停止が不良であったり、側副血行路の発達がみられた例など条件の良くない例も含まれている（Fig. 2）。その結果、第1次分枝が同定可能であったのは右枝で95%、左枝では98%であった。第1次分



a



b

Fig. 1 Examples of excellent image

- a) The margins of the vessels are sharp and the peripheral portal branches are well-opacified.
- b) The antero-superior branches of the right are spread by the tumor, but there is no occlusion.

枝が同定不能であった例はいずれも肝硬変による高度の側副血行路の発達がみられた症例であり、1例は同時期にフィルム法も施行したが同様に第1次分枝は同定不能であった。そこで、更に呼吸停止不良の7例、高度の側副血行路発達のため肝

Table 2 Comparison of image quality:—previous vs. improved apparatus

	No. of cases	Poor	Good	Excellent
Previous apparatus	19	8 (42%)	10 (53%)	1 (5%)
Improved apparatus	49	9 (18%)	29 (59%)	11 (22%)
Total	68	17 (25%)	39 (57%)	12 (18%)

Poor: Diagnostic, but with reduced vascular contrast and spatial resolution.

Good: Good vascular contrast and spatial resolution.

Excellent: Exceedingly good vascular contrast and spatial resolution.

Table 3 Visualization of the portal system

	No. of cases	1st-order branch visualized	2nd-order branch visualized	3rd-order branch visualized
Right branch	66	63 (95%)	55 (83%)	41 (62%)
Left branch	65	64 (98%)	57 (88%)	40 (62%)

Table 4 Visualization of the portal system—excluding cases with marked motion artifacts or highly-developed portal systemic shunts

		No. of cases	1st-order branch visualized	2nd-order branch visualized	3rd-order branch visualized
Right branch	Previous apparatus	12	12 (100%)	12 (100%)	8 (67%)
	Improved apparatus	36	36 (100%)	36 (100%)	32 (89%)
	Total	48	48 (100%)	48 (100%)	40 (83%)
Left branch	Previous apparatus	12	12 (100%)	11 (92%)	9 (75%)
	Improved apparatus	36	36 (100%)	33 (92%)	28 (78%)
	Total	48	48 (100%)	44 (92%)	37 (77%)

Table 5 Visualization of the portal system compared with FSA

	No. of cases	IADSP better than FSA	IADSP equal to FSA	IADSP worse than FSA
Right branch	16	2 (13%)	10 (63%)	4 (25%)
Left branch	16	5 (31%)	9 (56%)	2 (13%)

FSA: film-screen angiography



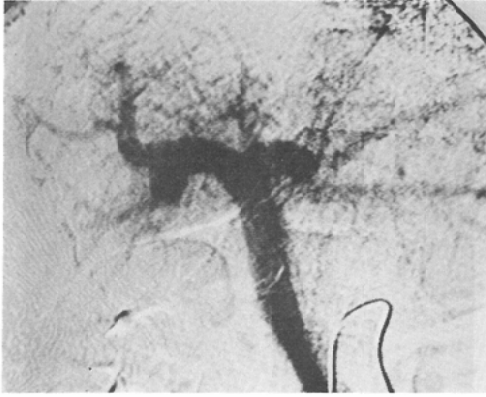
Fig. 2 Despite marked artifacts due to respiratory motion, giving poor image quality, the first-order branch is faintly visible.

は装置改良前には67%で同定可能であったものが改良後には89%で同定可能となった。左枝では全例で第1次分枝の同定が可能であった。第3次分枝が同定可能な割合は、装置の改良前後でそれぞれ75%、78%と著明な差はみられなかった。

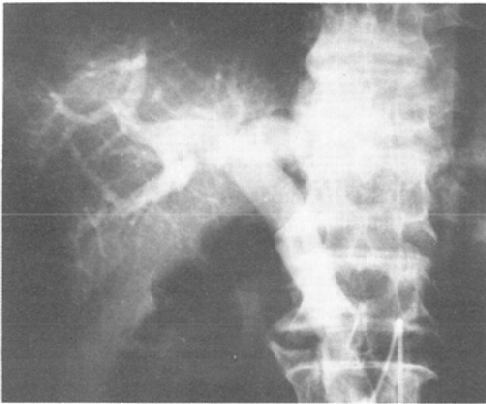
次に、IADSPとフィルム法の両者が施行された16例について、第3次分枝より中枢側の肝内門脈枝造影能を比較検討してみた (Table 5)。右枝については、フィルム法に対しIADSPの方が優れていたもの2例、同等であったもの10例、劣っていたもの4例であり、左枝についてはそれぞれ5例、9例、2例であった。すなわち、フィルム法に比べIADSPは右枝については同等ないしやや劣り、左枝については同等ないし優れている場合が多かった (Fig. 3)。

肝細胞癌に対する動脈塞栓術の適応決定に際して重要な門脈本幹ないし第1次分枝の腫瘍塞栓の検出に、IADSPは極めて有用であった (Fig. 4)。また、フィルム法において第3次分枝より中枢側

内への血流が極めて少なかった11例 (うち1例は門脈左枝閉塞例) を除外し、造影条件の整った48例について、DSA装置の改良前後の比較も含めて検討してみた (Table 4)。この結果、右枝では全例で第2次分枝まで同定可能であり、第3次分枝



a



b

Fig. 3 The portal system by IADSP (a) and film-screen angiography (b) in the same patient. The left branch is well-visualized by IADSP, but the right by film-screen angiography.

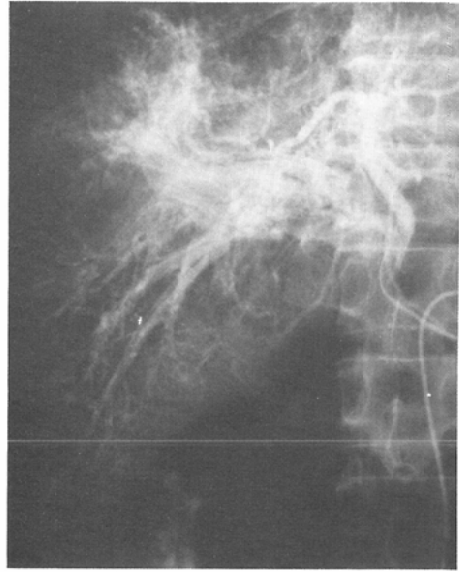
(門脈本幹を含む)に腫瘍塞栓ありと診断された8例のうち、IADSPでは7例で同部位の閉塞の診断が可能であった(Fig. 5). IADSPで診断出来なかった1例は初期の装置によるものであった。

IADSPにて肝硬変による高度の側副血行路の発達がみられた11例の内訳は脾静脈6例、脐静脈4例および胃冠状静脈1例で(Fig. 6)、全例でTVモニター上にて血流の走行状態をリアルタイムで連続的に観察することが可能であった。

また、造影時に患者の訴える灼熱感については、フィルム法では全例でみられたが、IADSPでは訴えが無いが、あっても軽度であった。

4. 考 按

我々は1977年以來、肝細胞癌に対し肝動脈塞栓



a



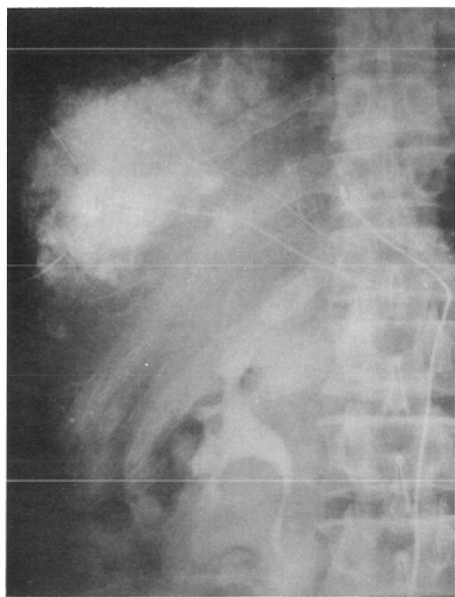
b

Fig. 4 a) Proper hepatic arteriography shows a large tumor in the right lobe.
b) IADSP shows occlusion of the right branch and a filling defect in the portal trunk.

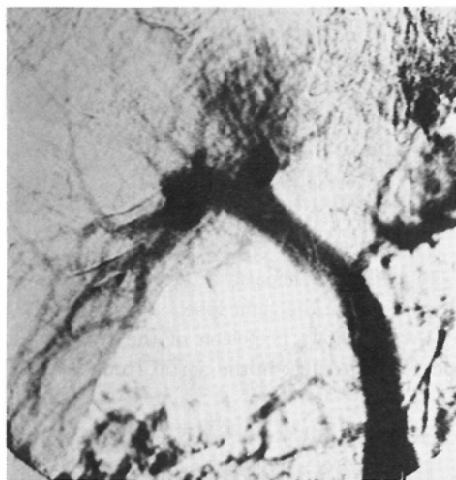
術を多数例に行ない、良好な成績を得てきた⁹⁾。この際、腫瘍の存在、進展範囲を診断する情報として、また塞栓術の適応を決定する目的で、塞栓術

前には必ず経動脈性門脈造影を施行し、門脈枝の開存状態を知ることが必要である。しかしながら、従来の経動脈性門脈造影ではかなりの造影剤量を必要とし、患者にとっては苦痛を伴う検査である上、左枝については椎体との重なりのため十分な情報が得られない例もみられた。

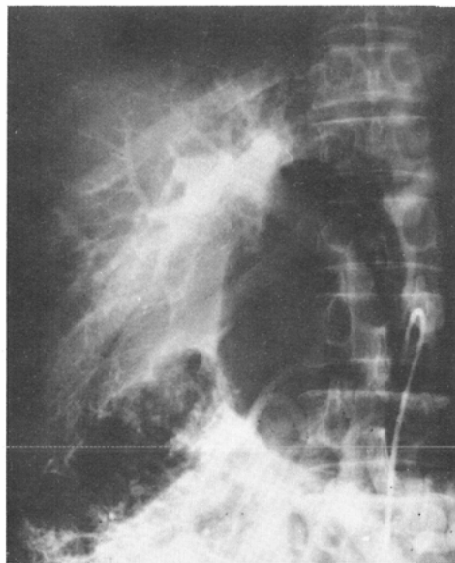
一方、最近のコンピューター技術の進歩に伴い、血管造影の分野においても、X線画像信号のデジタル化を行ない subtraction を初めとする種々の



a



b



c

Fig. 5 Large tumor is seen in the right lobe (a). Both IADSP (b) and film-screen angiography (c) show occlusion of the right anterior-superior branch.

画像処理を加えることにより、容易に血管内の低濃度造影剤を検出し imaging を行ない得る装置、すなわち DSA 装置が出現してきた。この DSA 装置を用いて経静脈性に動脈造影を行なう IVDSA は、低侵襲性血管造影法として既に広く普及しており、また最近では頭頸部領域や四肢において、経動脈性動脈造影に DSA を応用する試みも報告されるようになった^{10)~12)}。しかしながら、空間分



a



b

Fig. 6 IADSP delineates extrahepatic portal systemic shunts on sequential frames.

- a) Retrograde flow in the gastric coronary vein
b) Patent umbilical vein defined

解能に劣る DSA が完全に従来のフィルム法による血管造影にとって代わることは、現状では不可能と考えられる。そこで我々は、造影剤認識能に優れた DSA は空間分解能より濃度分解能の要求される経動脈性静脈造影においてこそ威力を発揮すると考えた。なかでも門脈造影に関しては、直接造影法である経皮経肝門脈造影 (PTP)¹³⁾は侵襲が大きいため通常は経動脈性門脈造影が頻用されており、これに DSA を応用すれば、フィルム法に比べより少ない造影剤量で患者の苦痛を軽減し、なおかつフィルム法と同等に近い良好な門脈像を得ることが期待される。さらに、subtraction により椎体の影響も避けることが出来ると考え、IADSP という名称を提唱するとともに、1982年10月より IADSP の臨床応用を開始した^{6)~8)}。その後欧米でも同様に IADSP の報告が散見されるようになったが¹³⁾¹⁴⁾、いずれも少数例の報告であり、その造影能を系統的に評価した報告は未だみられない。そこで我々は、IADSP の有用性について、画質および門脈枝造影能の点から検討を試みた。

まず、77例のうち撮影条件の設定を誤った例を除く75例で画像の鮮鋭度を検討したところ、68%が good および excellent に属しており、poor は 32%にみられるものの読影不能例は1例もなく、

フィルム法に比べ約1/3以下の造影剤量しか使用していないにもかかわらず全体としては良好な造影であった。また、装置改良前後で画像の鮮鋭度を検討すると、改良後の DSA 装置を用いた場合には高率に良好な像が得られ、使用する DSA 装置の性能が IADSP の評価に大きく関与することを示している。

むしろ改良後の装置においても18%に poor がみられるように、画質は DSA 装置の性能のみに左右されるものではなく、造影中のわずかな動きや肝硬変による肝内門脈血流減少のため画質劣化をきたす場合も多いと考えられる。

IADSP に限らず、一般に DSA において最も問題になるのは造影中の動きによる misregistration artifact であり、これには ① 呼吸による横隔膜の動き、② 心臓の拍動、③ 腸管ガスの動きなどの理由が考えられる。③ については肝内門脈枝と腸管が重なることは少なく、例え重なっても腹部を圧迫することで容易に重なりを取り除くことが可能である。②については第3次分枝より中枢側の門脈枝ではあまり問題とはならなかった。①については、高齢者や呼吸停止の不得手な患者では撮影途中で呼吸をしてしまうことがあり、特に撮影時間が15~20秒と長い IADSP では画質劣化の大きな要因になっていると考えられ、今後装置の改良、造影剤の注入量、注入速度について更に検討を進めるとともに、misregistration artifact を防ぐ工夫が必要であるといえる。

次に、肝内門脈枝の造影能について検討が可能であった例についてみると、造影条件の不利な呼吸停止不良例、側副血行路発達例を含めているにもかかわらず、右枝で95%、左枝では98%の症例で第1次分枝の描出がみられた。また、臍静脈の開存のため IADSP で右枝第1分枝の描出がみられなかった1例は、同時期にフィルム法も施行されたが、やはり右枝第1次分枝の描出はみられなかった。従って、第1次分枝の開存を知る目的であれば、少々不利な条件下であっても IADSP はフィルム法とほぼ同等の診断能を有していると考えられた。更に、呼吸停止不良例および高度の側副血行路発達例を除いて検討すると、肝内門脈枝

造影能はより向上し、右枝では全例で第2次分枝が、また左枝では全例で第1次分枝が同定可能であった。特に改良後の装置を使用した場合、右枝第3次分枝は89%、左枝第3次分枝は78%で同定が可能で、腫瘍の進展範囲を推定する際の門脈枝開存の診断にもかなりの程度まで有用であると考えられた。ただし、門脈枝を重視する外科的系統切除術を行なう場合、IADSPのみでは情報不足と考えられるが、我々はフィルム法でもなお情報量は不十分と考え、手術例に対しては全例PTPによる詳細な門脈像の検討を行なっている¹⁵⁾。

DSA装置の改良による門脈枝造影能の向上は特に右枝に関して著しいが、これは装置のSN比と空間分解能の改善が、細かい枝の重なることが多い右枝で効果的であったためと考えられる。しかし、肝内門脈枝の造影能については、このような装置の性能、造影方法が関与するのみではなく、患者自身の肝機能、すなわち肝硬変による肝内門脈の血流動態も影響すると考えられる。一般に、肝硬変のない症例では、末梢まで鮮明な門脈枝の描出がみられる傾向にあった。

一方、IADSPの造影能の評価については、フィルム法との比較検討を行なう必要がある。そこで、IADSPとフィルム法の両者が施行された症例で、第3次分枝より中枢側での肝内門脈枝の造影能を比較した。その結果、両者が同等であった場合が最も多く、次いで右枝ではフィルム法が、左枝ではIADSPが優れている場合が多かった。その理由として、IADSPでは右葉上部に重なる肺血管が拍動によりmisregistration artifactを生じやすく、読影に際して門脈枝同定の妨げになった例がみられたためである。逆に左枝でフィルム法が不利なのは、椎体との重なりのため、外側枝の読影が困難な例がみられたためである。

門脈内腫瘍塞栓の診断に関してはIADSPは高精度であり、特に改良後の装置では、フィルム法でみられた腫瘍塞栓は全例検出可能であった。従って、第1次分枝についてIADSPがフィルム法と同等の造影能力を有していることと合わせ、現在我々は塞栓術の適応決定にはIADSPのみを施行し、フィルム法は必ずしも必要ではないと考

えている。

また、DSA装置では像をTVモニターにて、リアルタイムで動画として観察することが可能である。従って、側副血行路が存在する例において、IADSPは血流の走行状態を連続的に観察し得るという点で、フィルム法に比し特に有用であった。ただし、DSA装置では空間分解能の問題から大きなimage intensifierを使用することが出来ないため、フィルム法に比べ撮影範囲が狭く、一回の撮影では側副血行路の全体像をとらえきれない場合もあると思われる。

造影時に患者の訴える灼熱感については、IADSPではフィルム法に比べはるかに少なく、使用量、使用する造影剤量を減らし得る点と合わせ、患者への負担は著しく軽減されたと言えよう。

5. 結 語

IADSPを施行した77例について、造影上の問題点を明らかにするとともに、肝内門脈枝の造影能について検討した。IADSPは肝細胞癌に対する動脈塞栓術の適応を決定する際の門脈造影法として十分有用であり、また少量の造影剤量にもかかわらず、第3次分枝より中枢側ではフィルム法と同等の造影能を示す場合が多く、左枝に関してはフィルム法より優れている場合も多かった。リアルタイムで連続的に像を観察出来る点はフィルム法にみられない長所であり、ことに側副血行路の観察に有用であった。IADSPは患者の苦痛も少なく、今後装置の改良とともにmisregistration artifactを防ぐ工夫をすることで、更に発展が期待される造影法と考えられた。

文 献

- 1) 工藤弘明, 奥山和夫, 中塚春樹, 佐藤守男, 山田龍作: 血管造影用画像処理装置Angioimagerの開発とその各種臨床的応用—特にIntravenous Digital Subtraction Angiographyについて—, 映像情報, 13(14): 1027—1035, 1981
- 2) Chilcote, W.A., Modic, M.T., Pavlicek, W.A., Little, J.R., Furlan, A.J., Duchesneau, P.M. and Weinstein, M.A.: Digital subtraction angiography of the carotid arteries: A comparative study in 100 patients. Radiology, 139: 287—295, 1981
- 3) Buonocore, E., Meaney, T.F., Borkowski, G.P.,

- Pavicek, W. and Gallagher, J.: Digital subtraction angiography of the abdominal aorta and renal arteries. *Radiology*, 139: 281—286, 1981
- 4) Hillman, B.J., Ovitt, T.W., Nudelman, S., Fisher, H.D., Frost, M.M., Capp, M.P., Roehring, H. and Seeley, G.: Digital video subtraction angiography of renal vascular abnormalities. *Radiology*, 139: 277—280, 1981
 - 5) Crummy, A.B., Strother, C.M., Lieberman, R.P., Stieghorst, M.F., Sackett, J.F., Wojtowycz, M. M., Kruger, R.A., Trunipseed, W.D., Ergun, D. L., Shaw, C.G., Mistretta, C.A. and Ruzicka, F. F.: Digital video subtraction angiography for evaluation of peripheral vascular disease. *Radiology*, 141: 33—37, 1981
 - 6) 山田龍作, 中塚春樹, 工藤弘明: 腹部の Digital Radiography. デジタル・ラジオグラフィ—臨床応用へのパースペクティブ—, 137—156, 1982. ライフ・サイエンス・センター, 東京
 - 7) 山田龍作, 松岡利幸, 中塚春樹, 小林伸行, 工藤弘明: 腹部領域における Digital subtraction angiography. 画像診断, 14(1): 44—50, 1983
 - 8) 山田龍作, 松岡利幸, 工藤弘明, 中塚春樹: 腹部血管造影法としての DSA. 日本臨床, 41(7): 109—116, 1983
 - 9) Yamada, R., Sato, M., Kawabata, M., Nakatsuka, H., Nakamura, K. and Takashima, S.: Hepatic artery embolization in 120 patients with unresectable hepatoma. *Radiology*, 148: 397—401, 1983
 - 10) Crummy, A.B., Stieghorst, M.F., Turski, P.A., Strother, C.M., Lieberman, R.P., Sackett, J.F., Turnipseed, W.D., Detmer, D.E. and Mistretta, C.A.: Digital subtraction angiography: Current status and use of intraarterial injection. *Radiology*, 145: 303—307, 1982
 - 11) Brant-Zawadzki, M., Gould, R., Norman, D., Newton, T.H. and Lane, B.: Digital subtraction cerebral angiography by intraarterial injection: Comparison with conventional angiography. *A.J.R.*, 140: 347—353, 1983
 - 12) Weinstein, M.A., Pavlicek, W.A., Modic, M.T. and Duchesneau, P.M.: Intra-arterial digital subtraction angiography of the head and neck. *Radiology*, 147: 717—724, 1983
 - 13) Foley, W.D., Stewart, E.T., Milbrath, J.R., SanDretto, M. and Milde, M.: Digital subtraction angiography of the portal venous system. *A.J.R.*, 140: 497—499, 1983
 - 14) Flannigan, B.D., Gomes, A.S., Stambuk, E.C., Lois, J.F. and Pais, S.O.: Intra-arterial digital subtraction angiography: Comparison with conventional hepatic arteriography. *Radiology*, 148: 17—21, 1983
 - 15) 井川澄人, 木下博明, 井上直, 松岡修二, 長田栄一, 鈴木範男, 李東雨, 村松秀幸, 街保敏, 広橋一裕, 成山多喜男, 酒井克治: 原発性肝癌における超音波誘導下経皮経肝門脈造影. 日消外会誌, 1: 45—52, 1983