



Title	腹部血管造影における動注法digital subtraction arteriographyの役割
Author(s)	八代, 直文; 大友, 邦; 古井, 滋 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1984, 44(11), p. 1366-1373
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/19852">https://hdl.handle.net/11094/19852</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

## 腹部血管造影における動注法 digital subtraction arteriography の役割

東京大学医学部放射線科

八代 直文 大友 邦 古井 滋  
小久保 宇 板井 悠二 飯尾 正宏

(昭和59年4月18日受付)

(昭和59年5月17日最終原稿受付)

### The Role of Intraarterial Digital Subtraction Arteriography in Visceral Angiography

Naobumi Yashiro, Kuni Ohtomo, Shigeru Furui, Takashi Kokubo,  
Yuji Itai and Masahiro Iio

---

Research Cord No. : 517.2

---

Key Words : *Intraarterial digital subtraction arteriography  
(IADSA), Interventional angiography, Visceral  
angiography*

---

Intraarterial digital subtraction arteriography (IADSA) was performed in 132 patients who received visceral arteriography. LU/A, linked to DF3000, (General Electric) was used as a digital subtraction angiography unit.

Of the 132, 115 patients received IADSA combined with conventional film study. The rest 17 patients were studied only with IADSA. Interventional technique was performed in 62% of combined group and 71% of IADSA group, respectively. IADSA was found convenient and time-saving for the interventional angiography due to its real-time image availability. Total dose of the contrast material was much reduced because IADSA required only small dose of contrast.

In 89 patients, IADSA was compared with conventional film study in arterial phase. The position of the catheter of the film study was set identical to IADSA. Both dose of contrast media and rate of injection were reduced to one third of which required for film study in IADSA. 76% meglumine amidotrizoate was used as a contrast material without dilution. Small arteries were better visualized in conventional film study. IADSA was inferior to film study in the visualization of small arteries approximately as much as one-order-branch degree. IADSA was thought to be adequate for the study of hepatic and renal tumors. But when the minimal arterial changes had to be visualized, conventional film study was preferred.

In 73 patients, IADSA was compared with conventional film study in parenchymal phase. The dose and the rate of contrast injection were same to that mentioned previously. IADSA was better in the visualization of small and faint stains, especially when the bone was superimposed. This advantage of IADSA was due to its high contrast resolution and instantaneous subtraction capability.

In 94 patients, IADSA was applied for intraarterial portography (IADSP). 15 ml of 76% meglumine amidotrizoate was injected with 5 ml per second into superior mesenteric artery after 20 $\mu$ g of

prostaglandin E<sub>1</sub> was infused. The dose was well tolerated by the patients. 96% of IADSP was diagnostic for the patency, narrowing, and obstruction of the main portion and major branches of the portal system.

## 序 言

本邦での digital subtraction arteriography (DSA)装置の普及もしいに進み、静注法による DSA は多くの施設で行われるようになった。我々は、動注法による DSA (IADSA)が臨床医学への DSA の応用の中でも有望な分野であると考え、腹部領域の血管造影に IADSA を行って来た。本論文の目的は、腹部血管造影における IADSA の臨床的意義を評価し、有用性と限界を検討することにある。

## 対象および方法

1983年3月から1984年1月までの11カ月間に東大病院放射線科で IADSA を行った132例を対象とした。症例の内訳は Table 1に示した。132例のうち、フィルム法による動脈撮影を併用して手技が行われたものは115例、IADSA のみで施行されたものは17例である。使用装置は GE 社製血管撮影装置 LU/A に DSA 装置 DF 3000を結合したものである。DF 3000はスタティックモードとダイナミックモードの双方で撮影が可能であるが、フィルム法との比較のため、スタティックモード(パルス X 線曝射による連続撮影、プログレッションモードによるデータ取得)を使用した。I.I.面での入射線量は0.5mR/フレームである。I.I.は最大視野9インチ、マトリックスは512×512、グレイスケールは10ビットである。フィルム法には Puck フィルムチェンジャーを使用して連続撮影を行った。我々の装置の特徴は、IADSA とフィルム撮影を同一管球で行い、I.I.とフィルムチェンジャーを入れ替えることによって、患者を移動することなく双方の撮影が短い移行時間で行える点にある。透視から IADSA、フィルム撮影への移行も容易である。撮影条件は、非拡大の場合は IADSA、フィルム法とも同一で、1.2mmの焦点を用い、75 KVP, 600mA で撮影した。拡大撮影では、IADSA では0.3mm、フィルム法では0.15mmの焦点を用いている。条件は、共に70KVP, 100mA である。

Table 1 Patient analysis of IADSA

	IADSA and film study		IADSA only
Liver	98(74%)	94	4
Kidney	19(15%)	11	8
Others	15(11%)	10	5
Total	132	115	17

IADSA での拡大はフィルム法の場合と同様にグリッドを用いずに幾何学的拡大を行った。IADSA とフィルム法の拡大率は同一である。

動脈相での IADSA とフィルム法の描出力の差を検討するため、同一血管の同一部位にカテーテルを置いて IADSA とフィルム法の双方で撮影が行われた89例を対象として、主として細動脈の描出能について検討した。造影剤は双方ともに76%ウログラフィンを用い、IADSA では注入量、注入速度ともフィルム法の場合の約1/3とした。続いて、実質相での IADSA とフィルム法の描出力を検討するため、同一条件で実質相での比較の行えた73例について検討した。撮影および造影剤の注入についての条件は動脈相での検討の場合と同様である。検討の対象は実質相での病変部の描出力においた。また、94例の IADSA による経上腸間膜動脈門脈造影 (IADSP) について、門脈分枝の描出力を検討した。IADSP は、初期の数例を除いて、上腸間膜動脈にカテーテルをおき、プロスタグランディン E<sub>1</sub> 20 $\mu$ g の動注後に76%ウログラフィン15ml を5ml/s で注入して撮影した。

## 結 果

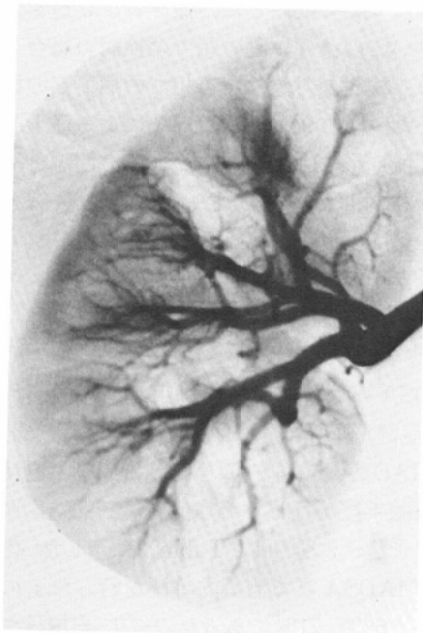
IADSA とフィルム法を併用して手技が行われた115症例(併用群)と IADSA のみで行われた17症例 (IADSA 群)を、塞栓術、抗癌剤の動注などの治療的手技が行われた症例と診断的造影のみで終了した症例に分類し、Table 2に示した。併用群および IADSA 群で治療的手技を行ったものの頻度は各々62%、71%であった。一方、当施設で1983年1月～9月に行われた約200例の腹部血管造影

Table 2 Incidence of interventional and diagnostic angiography in IADSA

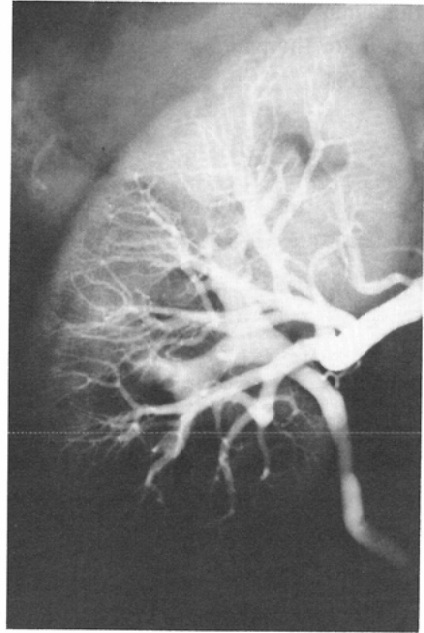
	IADSA and film study	IADSA only
Interventional	71(62%)	12(71%)
Diagnostic	44(38%)	5(29%)
Total	115	17

の調査では、治療的手技は46%に行われている<sup>1)</sup>。この数字から明らかなように、併用群では治療的手技が行われる頻度が高く、IADSAのみの群では、この頻度は更に高い。

動脈相でのIADSAとフィルム法の比較の結果をTable 3に示した。89例のうち、径の小さい動脈分枝の描出にIADSAがフィルム法より優れていたものは皆無であったが、フィルム法と同等と評価できたものは29例(32%)あった。また、IADSAがフィルム法より約一次分枝分だけ描出が劣っていたものは40例(45%)、二次分枝以上描出が劣っていたが診断的には問題ないと考えられたものは14例(16%)であった(Fig. 1)。診断に不適と考えられたものは6例(7%)で、ほとんどがmisregistration artefactによるものであった。



A



B

Fig. 1 IADSA and conventional film study in arterial phase of selective right renal arteriogram.

A: IADSA, B: film study

In IADSA, the terminal portion of interlobar arteries are barely visible. While in film study, arcuate arteries are well visualized. This is a typical example of difference between IADSA and film study in the capability of visualization of small arteries.

Table 3 IADSA compared with film study in arterial phase

excellent	0	(0%)
good	29	(32%)
adequate	40	(45%)
fair	14	(16%)
poor	6	(7%)
Total	89	

excellent: IADSA > Film study

good: IADSA = Film study

adequate: IADSA < Film study

fair: IADSA << Film study

poor: IADSA not diagnostic

実質相でのIADSAとフィルム法の比較の結果はTable 4に示した。73例のうち、IADSAでの病変部の描出がフィルム法より明らかに優れていた

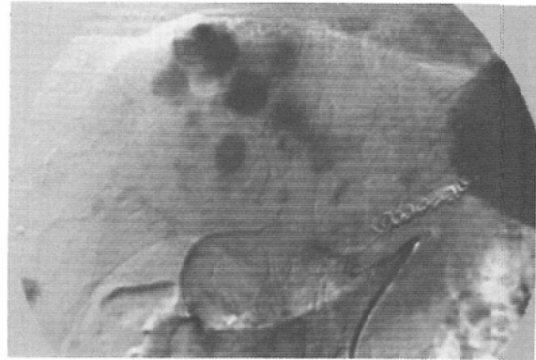
Table 4 IADSA compared with film study in parenchymal phase

excellent	23	(32%)
good	35	(48%)
fair	12	(16%)
poor	3	(4%)
Total	73	

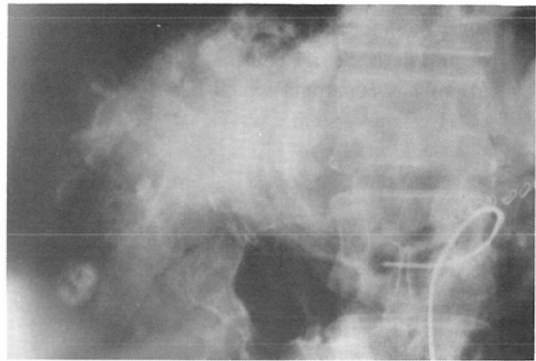
excellent : IADSA > Film study  
 good : IADSA = Film study  
 fair : IADSA < Film study  
 poor : IADSA not diagnostic

ものが23例(32%)あった(Fig. 2). IADSA がフィルム法と同等だったものは35例(48%), IADSA がやや劣っていたものは12例(16%)であった. IADSA がフィルム法にやや劣っていた症例では原因は2つあり, ひとつは軽度の misregistration artefact によるものである. 他は, 初期の症例で, AD 変換のダイナミックレンジを静注法 DSA で低コントラストの血管を描出する場合と同様に狭く設定したために, IADSA で得られる強いコントラストの濃染像ではサチュレーションをおこして内部構造が不明確になったものである. これは, ダイナミックレンジを広く設定することで解決できた. IADSA が診断に不適であったものは3例(4%)で, 原因は, ほとんどが misregistration artefact によるものであった.

94例の IADSP では, 我々は門脈の描出には通常はフィルム法を省略しているため, フィルム法との比較は行わなかったが, 肝内門脈分枝の描出度によって4群に分類し, 結果を Table 5に示した. この場合, 門脈主分枝(右葉枝, 左葉枝)を門脈の第1次分枝と定義した. 何次分枝まで描出されたかの観察は, 撮影したハードコピー上で肉眼的に行った. 門脈の5次分枝以上まで描出できた症例は4例(4%), 3, 4次分枝が描出された症例は47例(50%)であった. 2次分枝以下の描出しか得られなかったが, 門脈本幹および主分枝の開存の有無を評価する目的には十分な画像が得られたものは40例(43%)である(Fig. 3). この中には, 門脈本幹の閉塞(4例)および主分枝の閉塞(9例)が描出された症例が含まれている.



A



B

Fig. 2 IADSA and conventional film study in parenchymal phase of hepatic arteriogram of a patient with hepatoma.

A : IADSA, B : film study

In IADSA, faint stains of daughter nodules which lie on the vertebral shadow are clearly visualized. In film study, it is difficult to tell their exact number and location.

Table 5 Visualization of portal vein branches with IADSA

excellent	4	(4%)
good	47	(50%)
fair*	40	(43%)
poor	3	(4%)
Total	94	

excellent : more than 5th order branches

good : 3rd and 4th order branches

fair : less than 2nd order branches, but adequate for diagnosis

poor : film study required

\*4 main portal vein obstructions and 9 main branch obstructions are included.

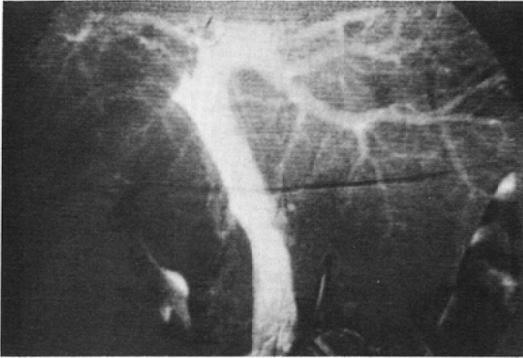


Fig. 3 IADSAP in a patient with portal vein branch obstruction.

Obstruction of the right primary branch of the portal vein is clearly depicted with IADSP. The patient has hepatoma which has extended into portal venous system.

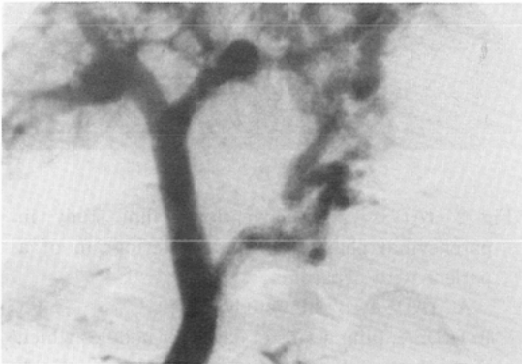
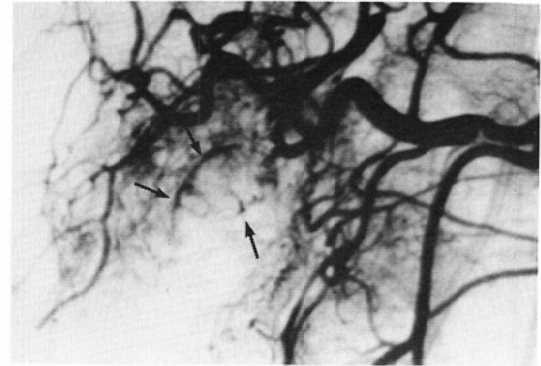
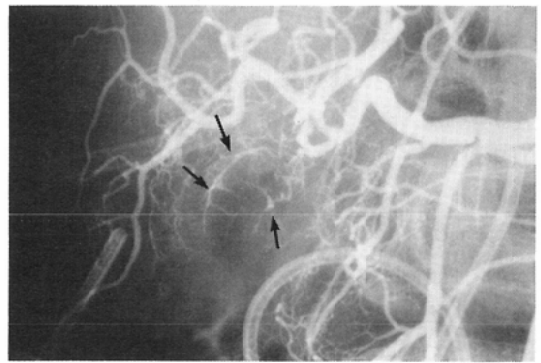


Fig. 4 IADSP with collaterals.

Portal system with coronary vein collaterals is well opacified.



A



B

Fig. 5 IADSA and conventional film study of common hepatic arteriogram in a patient with gallbladder cancer.

A: IADSP, B: film study

In IADSA, encased cystic artery and its branches are not as clearly delineated as in film study (arrows). Film study is required when these small arterial changes have to be visualized.

IADSP で十分な画像が得られず、フィルム法による再撮影が必要だった症例は 3 例 (4%) であった。この原因は、やはり misregistration artefact によるものである。94 例中 15 例では、門脈の側副路が明瞭に描出された (Fig. 4)。

#### 考 察

IADSA が塞栓術などの治療的手技に有効であることには疑問の余地はないと思われる<sup>2)</sup>。我々の症例でも IADSA 併用で血管造影が行われた群では 62% の高率で治療的手技が行われており、IADSA のみで手技を終了した群では更に高率で

あった。塞栓術などの治療的応用では径の小さい動脈分枝を描出することには大きな意義はなく、手技の結果を確認し、次の手順への意志決定に資する情報に価値がある。また、何度もの造影が繰り返されることも多く、造影剤の使用量も多くなりがちである。IADSA では透視の位置のまま患者を移動することなく撮影でき、造影と同時に画像が得られるため、手技以外の所要時間を大幅に短縮することができる。また、造影剤量も、1 回の造影にはフィルム法の 1/3~1/4 の量で十分な画像が得られ、稀釈した造影剤を用いることもで

きる。このため、患者への造影剤負荷を減ずることができ、特に腎腫瘍の塞栓術では術後には患側の腎機能が確実に失われることを考えると、IADSAの利点大きい。

治療的手技に先だって、術前の血管解剖の描出のために大動脈造影が必要な場合も多い。フィルム法では大動脈造影は大量の造影剤を急速に注入するために側孔のある比較的径の大きなカテーテルが必要で、治療的手技に移行するには別のカテーテルへの抜き替えを要した。IADSAでは造影剤の注入速度、注入量をフィルム法の1/3以下にしても十分な画像が得られるため、治療的手技に用いるカテーテルのままで大動脈造影を行うことができ、手技の簡略化と所要時間の削減が可能である。

我々の使用している装置は、血管撮影室内のモニターは1台であるが、透視を行っていない時にはディスク内の任意のDSA画像を表示しておくことができる。このため、いわゆる“road-map”法<sup>3)</sup>とは異なるが、透視の位置でIADSAによる撮影を行ってこれをモニターに表示しておき、透視スイッチのon/offによって透視像とIADSA像を対比しながら超選択的手技に応用でき、治療的手技にも有効である。

IADSAとフィルム法の動脈相での比較では、細動脈の描出能は明らかにフィルム法が優れていると考えられる。IADSAではフィルム法とほぼ同等と判定できたものも32%あったが、やはり約一次分枝程度は描出が劣るものが多い(45%)。9インチI.I.で512×512マトリックスでは、空間分解能は2 lp/mm程度である。これに対してフィルム法の空間分解能は5 lp/mmと考えられ、フィルム法が約2.5倍優れていることになる<sup>4)</sup>。我々の結果もこの理論値を裏づけることになったが、肝腫瘍、腎腫瘍などでは、臨床的にはこの程度の差はほとんど問題を感じさせない。しかし、血行に乏しい腫瘍で、encasementなどによる血管壁の微細な変化の描出が望ましい場合には、やはりフィルム法を選択すべきである(Fig. 5)。

実質相でのIADSAとフィルム法の比較では、病変部の描出にIADSAが明らかに優れていると

考えられるものが32%あった。これには、DSAの低コントラスト病変の描出力が高いことが寄与していると同時に、DSAではサブトラクション画像が得られることも要因と考えられる<sup>5)</sup>。IADSAがフィルム法より優れていた症例は大部分が肝細胞癌症例で、娘結節の描出にIADSAが優れていたものである。IADSAでは淡い染まりがよく描出されると同時に、椎体、肋骨に重なる陰影の描出が優れており、サブトラクションの有効性が裏づけられる。画像的にフィルム法とIADSAの厳密な比較を行うためには、フィルム法でもサブトラクションを行うべきであるがこれには時間を要し現実には血管造影を行ったその場で結果を判定して治療的手技へ移行するか否かの判断をする場合が多いことを考えると、我々の行った比較法が実際的であると思われる。

IADSAでは、AD変換のダイナミックレンジを静注法DSAの場合のように狭くして行くと、強い濃染を示す病変部ではサチュレーションのために構造が不明瞭になる場合がある。我々の初期の症例ではこのような失敗があったが、対象によってダイナミックレンジを広げることで解決できる。一般に静注法DSAでは128~256段階を用いるのに対し、IADSAでは256~512段階程度が経験的には適当と思われる。

我々はIADSAでは76%ウログラフィンを稀釈せずに用い、注入量と速度をフィルム法の約1/3に設定して造影している。IADSAでもフィルム法と同一条件で注入を行えば、あるいは現在よりも良好な成績が得られるかもしれないが、それではIADSAの大きな利点の一つである造影剤負荷の軽減が失われることになる。むしろ逆に、必要十分な情報を得るためには、どの程度まで造影剤を減らし得るのかを検討する方が実際的である。適応によって、注入速度を変えずに注入量を減らす方法、注入速度を増して注入量は減らす方法、注入速度、注入量ともに減らす方法、稀釈造影剤を用いる方法などを検討する必要がある。造影剤を稀釈して用いた場合には、造影剤の総量を減少できる利点のほかに、高浸透圧造影剤による患者に対する熱感、疼痛の軽減というメリットがあり、

四肢の動脈造影には有効である。腹部血管造影の場合でも、大動脈造影などのように流量が多く流速の速い動脈の造影では、IADSAでも単純に造影剤の量、注入速度を減ずるよりは、注入条件をフィルム法と同一にして、稀釈した造影剤を用いた方が全体の動脈枝の描出は良好と思われる。しかし、より細かい分枝の造影については、どちらに利点があるかは今後の検討が必要と思われる。我々のようにフィルム法とIADSAを併用することの多い施設では、稀釈した造影剤を別の注入器に用意することは煩雑でもあり、手技の簡便性が損われるデメリットも考慮する必要がある。

一画像あたりのIADSAの被曝については、I.I.面での入射線量を0.5mR/フレームとした場合には撮影条件がフィルム法とほとんど変わらない。動脈造影で造影された血管のSN比は造影剤濃度と入射線量の1/2乗の積に比例し、IADSAでは造影剤濃度を高く保つことができるため、必要十分な情報が得られる範囲で入射線量を低減する方向での検討も行われるべきである。単純な計算では、造影剤濃度が2倍になれば被曝は1/4にすることが可能である。このことから、分枝の造影では造影剤を稀釈せずに用いて被曝を低減する方向が現実的であるように思われるが、更に臨床的な検討を要する。

肝腫瘍の塞栓術に際して門脈本幹と主分枝の開存の有無を知ることは、術後の肝不全を未然に防ぐ上で不可欠である<sup>6)</sup>。IADSAはこの目的のためには十分な造影力、解像力を示し、96%で診断的に有効であった。我々はIADSPでは76%ウログラフィン15mlを稀釈せずに5ml/sで注入して造影している。また、プロスタグランジンE<sub>1</sub> 20 $\mu$ gの動注も併用している。これらは、門脈系での造影剤の濃度を高め、造影剤の出現のタイミングを早めてmisregistration artefactを防ごうとする配慮によるが、本幹と主分枝だけの描出の目的には、必ずしも血管拡張剤は必要でないと思われる。IADSPについても稀釈した造影剤を用いる利点はあるが、我々は手技の簡便さと確実性の2点から現在の方法を採用しており、患者の熱感、造影剤負荷の点からも無理のない方法と考えている。

なお、IADSPについての結果の一部はすでに報告した<sup>7,8)</sup>。

一般的なDSAの短所としてmisregistration artefactの影響を受けやすい点と視野がI.I.の径で制限される点を挙げるができる。IADSAでも事情は同じであるが、血管中の造影剤濃度が高いこと、造影剤注入から撮影までが短時間であることのために、動脈相でのmisregistration artefactの影響は比較的軽微である。しかし、実質相およびIADSPではmisregistration artefactの影響は無視できず、静注法によるDSAと同様の予防策を講ずる必要がある。視野の制限はIADSAにとっても重要な制約要因で、大口径I.I.の搭載が望ましい。I.I.の大口径化によって、マトリックス数が同一であれば空間分解能は劣化することになるが、I.I.径15インチ程度までは、むしろ広視野が得られるメリットの方が大きいと考えられる。

## 結 語

1. IADSAは画像の即時性、操作の簡便性の点から治療的血管造影手技に適しており、手技時間が短縮できる。また、患者に対する造影剤負荷も軽減できる。

2. 細動脈の描出では、フィルム法がIADSAより優れている。IADSAの描出能は約一次分枝分程度フィルム法に劣るが、肝腫瘍、腎腫瘍では実用上支障はない。しかし、動脈壁の微細な変化の描出が望ましい場合にはフィルム法を採用すべきである。

3. 実質相ではIADSAがフィルム法より優れている場合も多く、特に淡いstainや骨に重なる病巣の描出に適当である。ただし、misregistration artefactとダイナミックレンジの調整に注意を要する。

4. IADSPでは門脈本幹と主分枝の描出について満足すべき結果が得られ、塞栓術前の門脈系の確認に最適である。

本論文の要旨は第43回医学放射線学会総会（パネルディスカッション）で報告した。

本研究の一部は厚生省癌特別研究助成金（館野班）の援助を受けて行われた。



## 文 献

- 1) 八代直文：血管造影の進歩。放射線科，2：495—499，1983
  - 2) Chang, R., Kaufman, S.L., kadir, S., Mitchell, S. E. and White, R.I. jr.: Digital subtraction angiography in interventional radiology. A.J. R., 142: 363—366, 1984
  - 3) Turski, A.T., Stieghorst, M.F., Strother, C.M., Crummy, A.B., Lieberman, R.P. and Mistretta, C.A.: Digital subtraction angiography "road map". A.J.R., 139: 1233—1234, 1982
  - 4) Davis, P.C. and Hoffman, J.C. Jr.: Work in progress. Intraarterial digital subtraction angiography: Evaluation in 15 patients. Radiology, 148: 9—15, 1983
  - 5) 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
  - 6) Yamada, R., Sato, M., kawabata, M., Nakatsuka, H., Nakamura, K. and Takahashi, S.: Hepatic artery embolization in 120 patients with unresectable hepatoma. Radiology, 148: 397—401, 1983
  - 7) 大友 邦, 古井 滋, 八代直文, 板井悠二, 飯尾正宏: Digital subtractkon angiography の経動脈門脈造影への臨床的応用。臨放, 28: 1549—1552, 1983
  - 8) Itai, Y., Ohtomo, K., Furui, S., Yashiro, N., Kokubo, T. and Iio, M.: Intraarterial digital subtraction portography in patients with liver tumors. Radiation Medicine (in press)
-