



Title	神経放射線領域におけるデジタルサブトラクション血管造影法の検討
Author(s)	佛坂, 博正
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1984, 44(2), p. 364-378
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17904
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

神経放射線領域におけるデジタルサブトラクション 血管造影法の検討

熊本大学医学部放射線科（主任，高橋睦正教授）

佛 坂 博 正

（昭和58年11月4日受付特別掲載）

（昭和58年12月22日最終原稿受付）

Clinical Evaluation of Digital Subtraction Angiography for Cerebral and Cervical Lesions

Hiromasa Bussaka

Department of Radiology, Kumamoto University School of Medicine

(Director: Prof. Mutsumasa Takahashi)

Research Code No. : 504.4

Key Words : *Digital subtraction angiography, Cerebral and
cervical lesions*

Digital subtraction angiography was evaluated for its clinical usefulness and role in cerebral angiography. DSA was performed on 325 patients with use of DFA-1 (Hitachi), DAR-100 (Schimadzu), and DR-960 (Technicare). Forty ml of 76% meglumine and sodium diatrizoate solution were injected mechanically at a flow rate of 10—ml/sec.

The results of DSA were graded as follows; 1) excellent, when findings are comparable or superior to conventional angiography, 2) good, when useful information is obtained, but there is chance of error, 3) fair, when diagnostic information is not obtained, although vessels are seen, and 4) poor, when the study is unsuccessful.

Conventional angiography was performed on 98 patients within 2 weeks before or after DSA. For the cerebral lesions, 6.6% was graded as excellent, 63.3% good, 22.8% fair and 7.3% poor. For the cervical lesions, 3.0% was graded as excellent, 82.1% good, 11.9% fair and 3.0% poor. DSA was useful for meningioma in demonstrating tumor stain and sinus occlusion, pituitary adenoma for differentiating from aneurysm, and AVM and aneurysm for the screening procedure. For cervical lesions, DSA was useful for occlusive disease and aortitis syndrome. DSA is less invasive and a useful screening examination in neuroradiology.

I. 緒 言

脳血管造影法は，神経放射線診断における重要な検査法であり診断的意義は大きい¹⁾²⁾。CTの出現により大きな影響を受けたにもかかわらず検査回数は減少せず³⁾，むしろ質的に高度なものが要求され，立体拡大撮影・断層撮影などを併用した詳細な検討が加えられている⁴⁾。

しかし，手技に熟練を要し，カテーテル操作による合併症も無視できず，とくに高齢者で脳血管障害の場合はその危険性が大きい^{5)~7)}。その問題を解消する方法として，静脈内に注入した造影剤により動脈側の情報を得ようとする方法が古くから試みられてはいたが⁸⁾，機械的技術的面から省みられなかった。ところが，最近のコンピュー

ターやテレビ撮像管などの電気的技術と画像処理技術の飛躍的進歩をきっかけに再び注目されるようになった。

この方法はデジタルサブトラクション血管造影法 Digital subtraction angiography (DSA)⁹⁾、またはデジタル透視血管造影法 Digital fluoroscopic angiography (DFA)¹⁰⁾、デジタルビデオサブトラクション血管造影法 Digital video subtraction angiography (DVSA)¹¹⁾、コンピューター透視法 Computerized fluoroscopy¹²⁾、などとよばれ、人体を通過した X 線情報を蛍光増倍管、テレビ撮像管を介して電気信号に変換し、これにコンピューターを用いて各種演算を加えた後、画像としてとりだし診断する方法である¹³⁾。

この方法はわずかな濃度差を画像としてとらえることができるので、経静脈性に注入した造影剤を動脈側で像として得ることができ、またデジタル変換を行っているため種々の画像処理ができる利点をもっている。1973年頃より研究が開始され¹⁴⁾、1980年頃から臨床結果が発表され、おもに大動脈、腎動脈、頸動脈に有用であることが報告されている¹⁵⁾。しかし、頭蓋内疾患に対しては X 線吸収の高い頭蓋骨のため応用が遅れ、Seeger¹⁶⁾、Modic¹⁷⁾、Carmody ら¹⁸⁾によって初期の経験の報

告がなされたにすぎず、いまだ詳細な検討を加えた報告はみられない。

熊本大学附属病院とその関連病院に DSA 装置が設置されて数多くの臨床応用が行われているが、心疾患について神経放射線領域への利用度が最も多くその有用性が期待されている。そこで昭和57年2月から昭和58年7月までに実施した静注 DSA の症例について臨床的検討を行いその有用性について報告する。動注 DSA の有用性については別に検討し報告する¹⁹⁾。

II. 装 置

使用した装置は日立製 DFA-1、島津製 DAR-100、テクニケア製 DR-960 である。

日立製 DFA-1 のブロック図を Fig. 1 に示す。透過 X 線情報を I.I.-T.V.系で受け、512×512画素数で8ビット(256階調)で A/D 変換をしたのち、対数増幅を行い演算ユニットに送る。演算ユニットではマスク像を4枚加算してフレームメモリー1に、血管に造影剤がはいったフレームは4枚加算した後、マスク像との間でサブトラクションを行ってフレームメモリー2に送られる。フレームメモリーの情報は D/A 変換を行ってそれぞれ2個のテレビモニターに表示するとともに、ビデオディスクレコーダー(VDR)、ビデオテープレコー

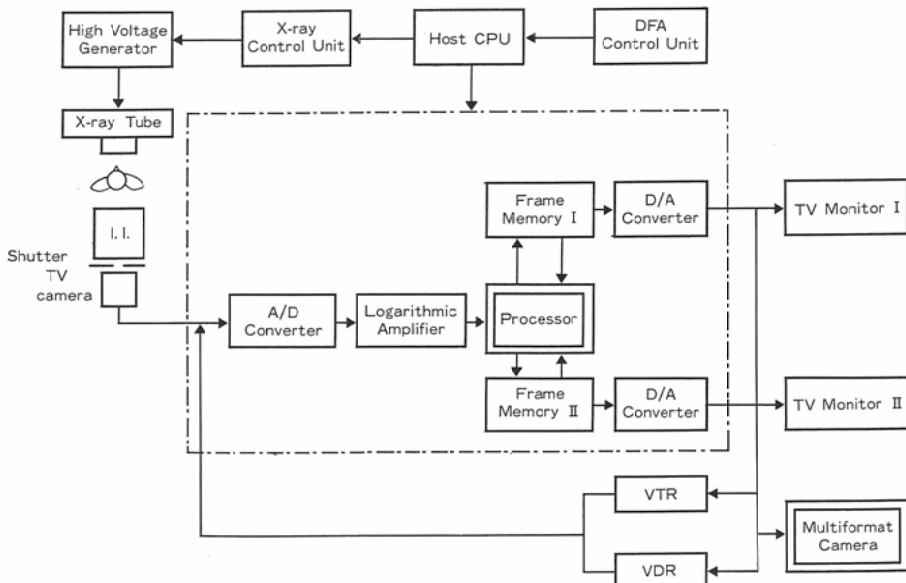


Fig. 1 Block diagram of digital subtraction angiography

ダー (VTR) に記録し必要な像をマルチフォーマットカメラで X 線フィルムに焼き付ける。後処置として γ 補正, remasking, 輪郭強調, スムージング, 拡大, 時間-濃度曲線等が可能である。

島津製 DAR-100 の機構もほぼ同様である。テクニケア製 DR-960 は, progressive mode という方法で撮像管の電子像をデジタル化し, 加算せずにサブトラクションを行う。その後 VTR, VDR に記録し, 必要な像を D/A 変換してフィルムに焼き付ける。デジタル化した状態で保存するので再現性にすぐれ, また加算しないので被曝線量が低減できる。

III. 方 法

検査前は絶飲食とし, 前処置としてジアゼパム 10mg と硫酸アトロピン 0.5mg の筋注を行う。16 gauge のエラストカ針またはペニューラ針を肘静脈に挿入固定し, 3 連 3 方括栓を通して自動注入器に連結する。側管には 76% メグルミンジアトリゾ酸ナトリウム 100ml と 5% ブドウ糖液または生理食塩水 500ml を接続する。ブドウ糖液または生理食塩水 10~20ml を先に吸引し, その後造影剤 40ml をゆっくり吸引すると比重の差により上層にブドウ糖液, 下層に造影剤と二層に分離される。これを 10~15ml/sec の速さで急速注入する。10~20ml のブドウ糖液は造影剤をできるだけ心房に送りだすためと, 静脈へ停滞して静脈炎が発生するのを防ぐためである。肘静脈に穿刺することが困難な場合は大腿静脈から 5~7 French のビッグティルカテーテルを右房近くの下大静脈に挿入し, 15~22ml/sec の割合で注入した。撮影前に側管の一つから少量の造影剤を流し安全性を確認し, 検査の合間にはブドウ糖液の点滴を行い脱水防止と利尿に努めた。

撮影体位は, 頭部では正面像と側面像を一般に行い, 必要に応じて Towne 撮影や斜位を追加した。側面像で左右の頸動脈の重なりを避けるため体軸に 5~10° 斜位を加えることもあった。頭部では 60° の両側斜位を, 時に正面像を撮影し, 大動脈弓部から分枝する部位を観察する時は第 2 斜位で行った。

プログラムは造影剤注入開始より 5~7 秒後か

ら 1 秒に 2 枚を 5 秒間とその後 1 秒間に 1 枚を 10 秒間, または 1 秒 2 枚を 10 秒間か, 1 秒 1 枚を 20 秒間とした。小児や循環時間の短い症例, 動静脈の短絡が疑われる症例については, 毎秒 2 枚 10 秒間の撮影を行った。

撮影後は, 各種後処理を加えた後, マルチフォーマットカメラでフィルムに焼き付け診断に供した。

得られた DSA を従来の血管造影と対比するか, または画質により 4 段階に分類した。

1) Excellent は従来の血管造影とほぼ同程度かまたはそれ以上の所見が得られたもの,

2) Good は従来の血管造影に劣るが診断的に有用な所見が得られたもの,

3) Fair は診断的所見にやや乏しいが主な大血管は造影されているもの,

4) Poor は造影不良のもの, 失敗例とした。

IV. 対 象

頭頸部の疾患が疑われた 325 例を対象とした (Table 1)。男 188 例, 女 137 例である。年齢別では 50 歳台が最も多く 86 例 (26.5%) で, 50 歳台以上は 208 例 (64.0%) と過半数を占める。DSA の前後約 2 週間に従来の血管造影が行ってある症例は 98 例 (30.2%) である。

V. 結 果

(1) 頭部領域では, Excellent 21 例 (6.6%), Good 200 例 (63.3%), Fair 72 例 (22.8%), Poor 23 例 (7.3%) であった (Table 2)。

次に頭部疾患別の検討を行った。

Table 1

Materials				
age	sex	Male	Female	Total
0-9		11	6	17
10-19		9	6	15
20-29		14	8	22
30-39		13	14	27
40-49		22	14	36
50-59		47	39	86
60-69		54	31	85
70-		18	19	37
Total		188	137	325

*Conventional angiography was performed on 98 Patients

Table 2 Clinical evaluation of DSA for the cerebral lesions

	Excellent	Good	Fair	Poor	Total	Angio.
Brain tumor	10	41	9	7	67	
Meningioma	8	8	2	0	18	16
Pituitary tumor		14	1		15	4
Glioma		7	3	4	14	10
Metastasis	1	1	2	1	5	5
Craniopharyngioma		3			3	0
Neurinoma		2	1		3	2
Epidermoid	1			1	2	2
Hemangioblastoma		2			2	2
Cavernous hemangioma		2			2	1
Pineal tumor		1			1	1
Medulloblastoma		1			1	1
Malignant lymphoma				1	1	0
Vascular disease	11	89	30	11	141	
Aneurysm	6	10	4		20	11
AVM	3	5			8	2
Hemorrhage		11	4	1	16	4
Occlusive disease		58	20	9	87	6
STA-MCA anastomosis		3	1	1	5	3
Venous angioma	1	2	1		4	2
CCF	1				1	1
Encephalocele			2	1	3	0
Hydrocephalus		1		1	2	1
Arachnoid cyst		2	1		3	1
Nasopharyngeal tumor			1	2	3	3
Orbital tumor		3	1		4	1
Others		11	5		16	1
Normal		53	23	1	77	2
Total	21 (5.6%)	200 (63.3%)	72 (22.8%)	23 (7.3%)	316 (100%)	82

1) 髄膜腫

2例の術後症例を除き、18例について腫瘍濃染像、栄養血管、血管偏位、静脈洞閉塞の描出の有無について検討した。従来の血管造影は16例に施行した。腫瘍濃染像は15例(83.3%)にみられ、血管造影の11例(68.8%)よりまさり、また濃染の程度もDSAに強く、腫瘍全体の大きさを知るにもDSAはすぐれていた。栄養血管については、血管造影では14例(87.5%)に認めたが、DSAでは3例(16.7%)にのみみられ、しかも頭頂部付近の大きな髄膜腫のとき中硬膜動脈や浅側頭動脈が関与していると推測される程度であった。血管の偏位は7例(38.9%)にみられたが、前・中・後大脳動脈など主幹動脈の圧排所見のみを観察したにすぎなかった(Fig. 2)。

静脈洞の閉塞は5例にみられ、DSAと血管造影

の双方で描出されたがDSAでその所見がより明瞭に得られた。DSAでは左右の頸動脈からの造影剤が静脈洞へ流れ込むためによく観察できるものと考えられた(Fig. 3)。

髄膜腫では、CTとDSAで病巣の広がり、大きい血管や静脈洞との関連を診断することができるが、術前には従来の血管造影を行って栄養血管の同定が必要と考えられた。

2) 下垂体腫瘍

前大脳動脈水平部の圧排所見が15例中8例(53.3%)にみられたが、腫瘍濃染像はみられなかった。1例に軸方向撮影を行い、内頸動脈海綿静脈洞部の外側圧排がみられた。経蝶形骨洞下垂体手術の術前検査として、トルコ鞍近傍の内頸動脈の走行、動脈瘤の有無を知る目的で血管造影が行われるが、このためにはDSAでも十分目的を

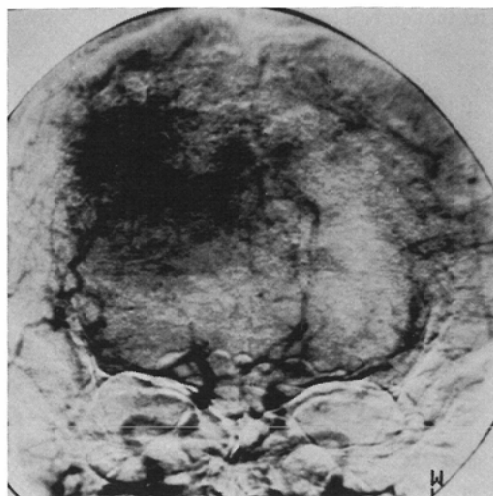


Fig. 2 a.

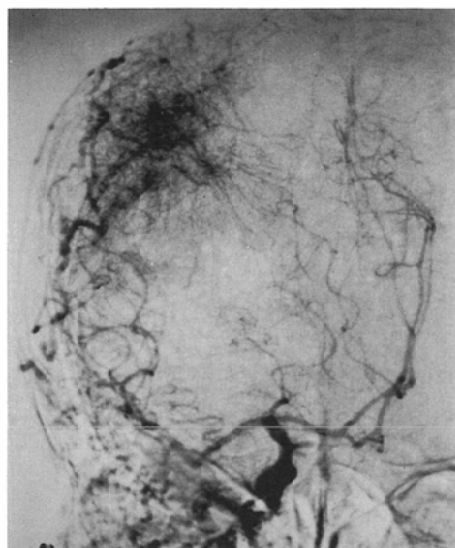


Fig. 2 c.

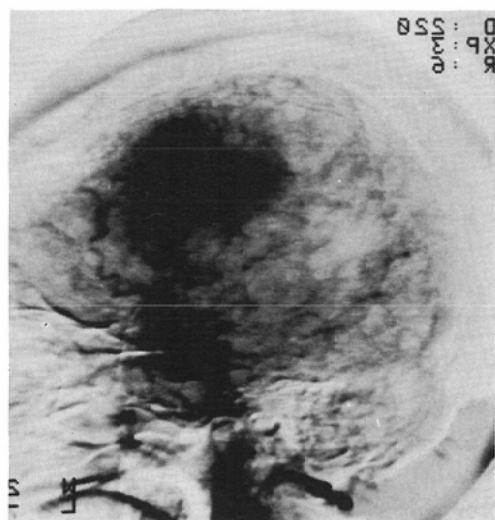


Fig. 2 b.



Fig. 2 d

Fig. 2 Convexity meningioma in a 66-year-old female

- a. DSA postero-anterior projection
 - b. DSA lateral projection
 - c. Conventional angiography, antero-posterior projection
 - d. Conventional angiography, lateral projection
- DSA reveals midline shift of the anterior cerebral artery and tumor stains well which are fed by the superficial temporal artery and the middle meningeal artery. Conventional angiography, however, is necessary to identify the feeding arteries to good advantage.

達せられると思われる (Fig. 4)。ただし、時には前大脳動脈、前交通動脈付近が蛇行やループのため動脈瘤様にみえることがあり、斜位または軸方向撮影が必要となることもあった。

3) 神経膠腫

腫瘍濃染像は14例中3例 (21.4%) に、血管の圧排所見は6例 (42.9%) にみられたが、腫瘍血管は1例もみられなかった。無血管性腫瘍や軽度の腫瘍血管しかない病変では診断的な所見が得られることは少なく、質的診断は困難であった。

4) 転移性脳腫瘍

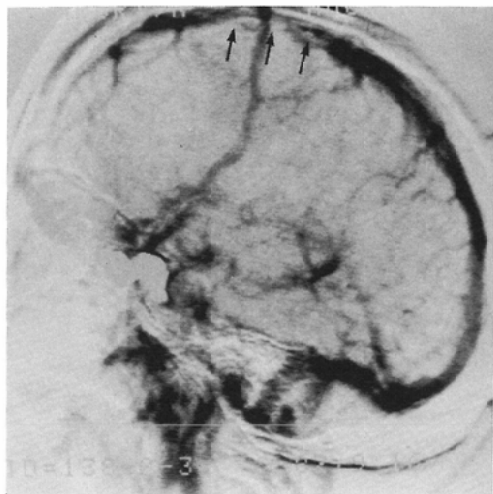


Fig. 3 a.

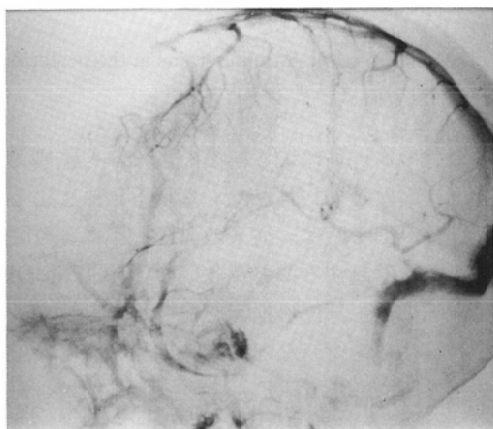


Fig. 3 b.

Fig. 3 Parasagittal meningioma in a 61-year-old male

a. DSA lateral projection

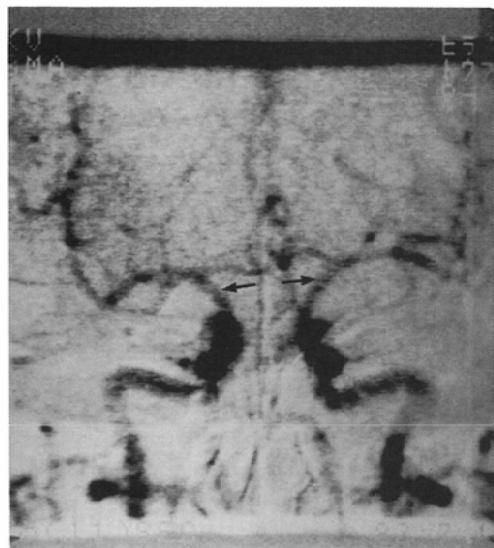
b. Conventional angiography, lateral projection
Stenosis of the superior sagittal sinus is well demonstrated on DSA than on conventional angiography.

Fig. 4 a.



Fig. 4 b.

Fig. 4 Pituitary tumor in a 44-year-old male

a. DSA postero-anterior projection

b. DSA lateral projection

The supraclinoid portion of the internal carotid artery is stretched and displaced laterally. An aneurysm can be excluded.

DSA では5例中3例(60.0%)にリング状の濃染像が得られたが、その程度は従来の血管造影にやや劣っていた。しかし、腎癌、悪性絨毛上皮腫など腫瘍血管に富む病変の転移の時は濃染像としてよく検出されるものと考えられる (Fig. 5)。

5) その他の頭蓋内腫瘍

血管芽腫、松果体腫瘍、海綿状血管腫、髄芽腫に腫瘍濃染像がみられた。類上皮腫では脳底動脈

の後方への圧排が、頭蓋咽頭腫では前大脳動脈水平部の上方への圧排がみられた。腫瘍血管に富む病変では濃染像として、腫瘍血管に乏しい病変では圧排所見がみられ、DSAは腫瘍の大きさを推定

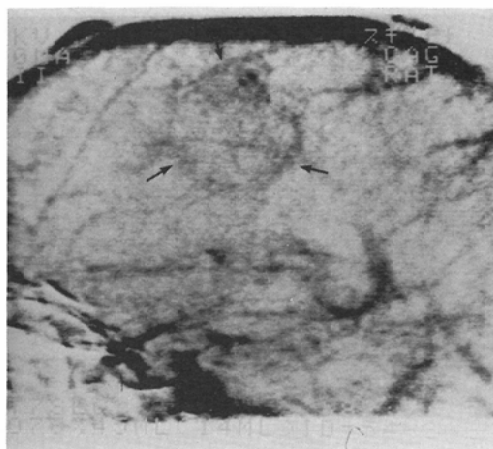


Fig. 5 Brain metastasis from carcinoma of the lung in a 53-year-old male
DSA lateral projection.
Ring-like tumor stains can be seen in the parietal lobe.

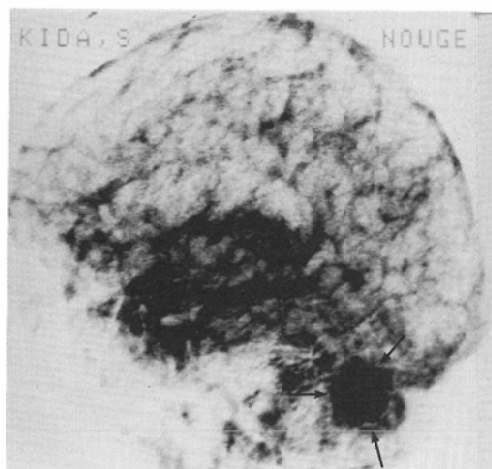


Fig. 6 b.

Fig. 6 Hemangioblastoma in a 54-year-old female
a. DSA capillary phase
b. DSA venous phase
DSA shows marked tumor stains in the posterior fossa.

するのに有用であった (Fig. 6).

6) 動脈瘤

術後症例 5 例を除くと、15 例全例に動脈瘤を認めた。1 例は浅側頭動脈に、他はウィリス動脈輪近くに発生したもので、中大脳動脈水平部にあった 4mm の動脈瘤 1 例を除くと他はすべて血管の直径の 2 ~ 3 倍以上の大きな動脈瘤であった。動脈瘤は描出されたが、基部の所見を得ることはできなかった。また末梢血管に発生した小さな動脈

瘤は血管のループによる前後の重なりと鑑別できず検出は困難と思われた。くも膜下出血による血管の攣縮がある時は、従来の血管造影により更に強い攣縮を惹起することが多いので、CT と DSA で動脈瘤の発生部位の推定を行い、術前は必要な動脈のみ造影を行うなど手術時期を考慮した使用方法となるであろう (Fig. 7)。

7) 動静脈奇形

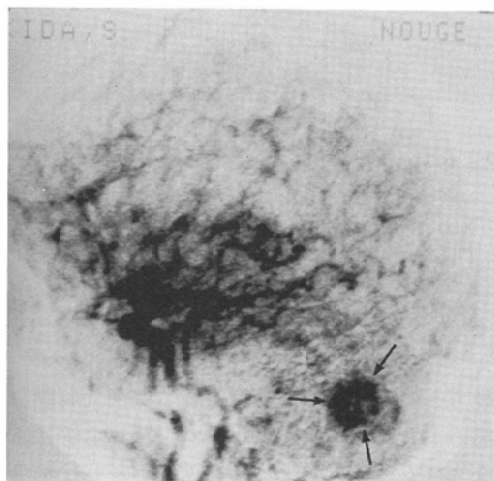


Fig. 6 a

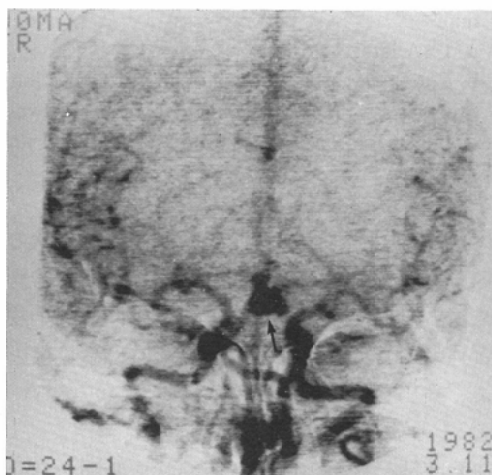


Fig. 7 a.

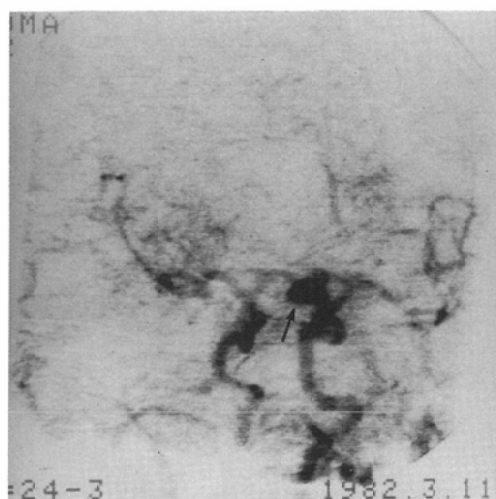


Fig. 7 b.

Fig. 7 Aneurysm of the anterior communicating artery in a 69-year-old male

a. DSA postero-anterior projection

b. DSA right anterior projection

A saccular aneurysm of the anterior communicating artery is diagnosed on the PA and RAO projections.

術前の4例に栄養動脈と導出静脈が観察されたがいずれも大きな動静脈奇形の症例であった。病巣と反対側からの血流も同時にみられ、全体的な血流状態を知るのに有用であった。ただし、個々の血管の関与を知るとき、小さな動静脈奇形で存在診断は可能だが栄養動脈、導出静脈が明らかでないときなどは従来の血管造影が必要となる。4例の術後症例は病変の残存を示唆する所見はなく、経過観察にすぐれていた (Fig. 8)。

8) 脳内出血

16例中5例 (31.3%) に前・中大脳動脈の圧排所見がみられた。この疾患ではCTが診断に不可欠だが、DSAは原因疾患としての動脈瘤、動静脈奇形の鑑別診断に役立つと考えられる。

9) 閉塞性疾患

87例中12例 (13.8%) に異常がみられ、4例は内頸動脈の閉塞、8例は前・中大脳動脈水平部の閉塞であった。3例のモヤモヤ病では主幹動脈の閉塞はみられたが、モヤモヤ血管の描出は困難であった。主幹動脈の50%以上の狭窄または閉塞の

時検出されるものとする (Fig. 9)。

10) その他の血管性病変

Venous Angioma では導出静脈が観察され、放射線治療前と治療後の2回の経過観察では所見にほとんど差がみられなかった (Fig. 10)。頸動脈海綿静脈洞瘻では動脈相早期に上下の眼静脈が描出され、DSAのみでも診断可能であった。しかし、特発性頸動脈海綿静脈洞瘻では外頸動脈の分枝も関与するので、これらの小さな所見を描出することは困難と思われる (Fig. 11)。

浅側頭動脈・中大脳動脈吻合術後では、2例に吻合部が描出されたが、他の症例では不明であっ

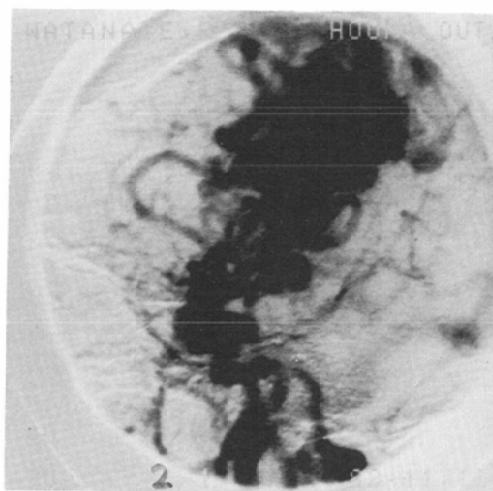


Fig. 8 a.

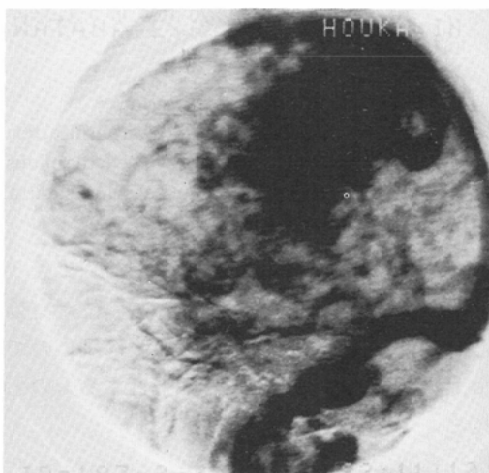


Fig. 8 b.



Fig. 8 c.

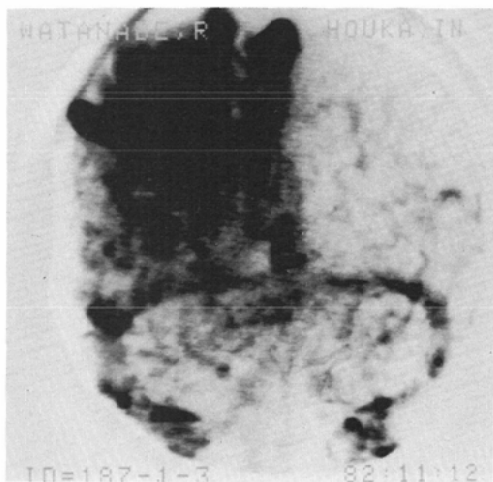


Fig. 8 d.

Fig. 8 Arteriovenous malformation in a 43-year-old female

a.b. DSA lateral projection

c.d. DSA postero-anterior projection

Dilated and tortuous right middle cerebral artery and left anterior cerebral artery feed the nidus. The AVM is drained by the superior sagittal sinus and internal cerebral vein.

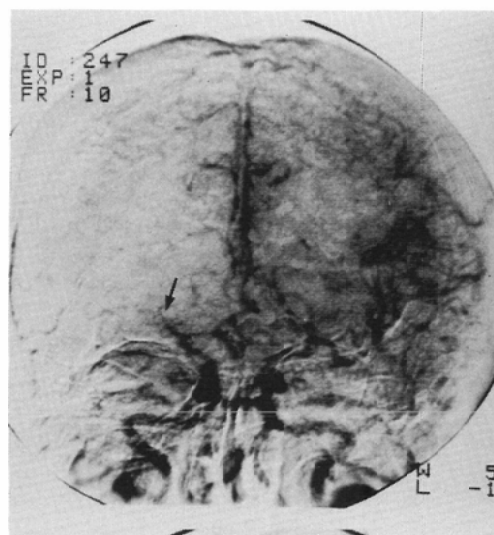


Fig. 9 Cerebral infarction in a 73-year-old male.
The right middle cerebral artery is occluded at its origin.

が大きすぎて適切な条件の撮影を得るのが困難であった。特に側面像の場合、その感じが強かった。主として正面像と Caldwell 撮影が用いられたが、一般に鼻咽頭腫瘍と眼窩腫瘍は血管造影所見に乏しいため、DSA でも診断に有用な情報は得られなかった。

(2) 頸部領域では、Excellent 4 例 (3.0%), Good 110 例 (82.1%), Fair 16 例 (11.9%), Poor

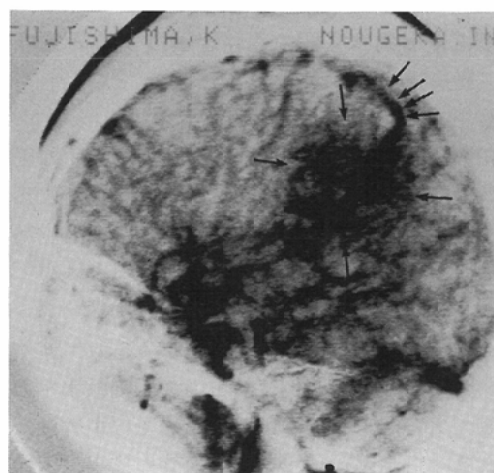


Fig. 10 a.

た。撮影体位は正面と側面の他に、斜位が有効なこともあった。一般に吻合部の血管は細いので、狭窄よりも血流の有無を知るにとどまるものと思われる。

11) 鼻咽頭腫瘍と眼窩腫瘍

含気部が周囲を取り囲むためコントラストの差

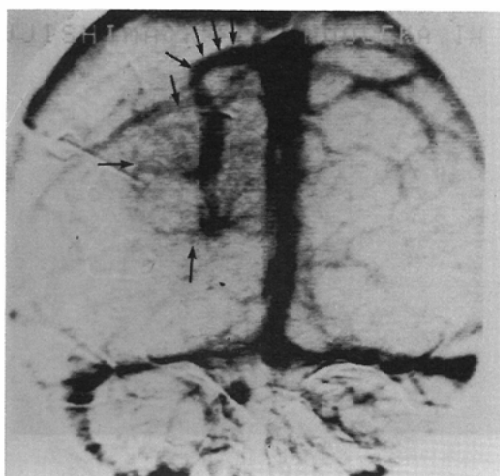


Fig. 10 b.

Fig. 10 Venous angioma in a 18-year-old male
a. DSA lateral projection
b. DSA postero-anterior projection
Tumor stains and a dilated draining vein are demonstrated on the venous phase.

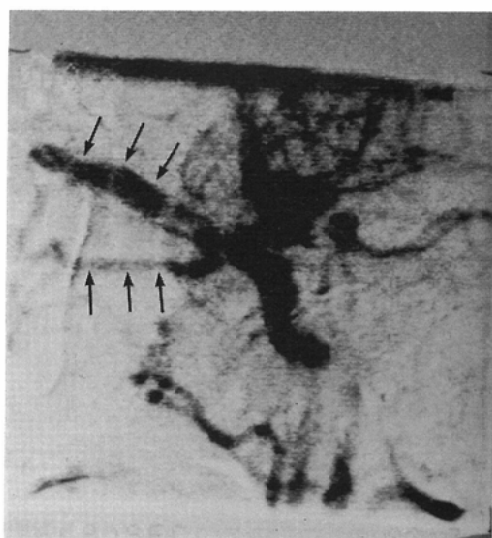


Fig. 11 Carotid-cavernous sinus fistula in a 30-year-old female
DSA lateral projection
The superior and inferior ophthalmic veins are seen in the arterial phase.

4例(3.0%)であった(Table 3).

次に疾患別に検討した。

1) 頸部腫瘍

甲状腺癌は3例とも腫瘍濃染像として描出され、病巣と頸動脈、頸静脈との位置関係の把握に

有用であった。副甲状腺腫の1例は病巣が4×4×2mmと小さかったためか濃染像は得られなかった。悪性線維組織球症と大腸癌頸部リンパ節転移例で頸動脈の圧排と頸静脈の閉塞がみられたが、その他の疾患では特に異常所見は得られなかつ

Table 3 Clinical evaluation of DSA for the cervical lesions

	Excellent	Good	Fair	Poor	Total	Angio.
Cervical tumor		8	3	1	12	
Thyroid cancer		3			3	1
Metastasis		2			2	
Parathyroid tumor		1			1	
Lymphangioma		1			1	
Neurinoma			1		1	1
Malignant fibrous histiocytoma			1		1	
Mucoepidermoid			1		1	
Atheroma				1	1	
Others		1			1	
Vascular disease	4	65	10	1	80	
Occlusive disease	4	51	9	1	65	9
Aortitis syndrome		12			12	1
Dilatation of carotid A.		1	1		2	2
Persistent hypoglossal A.		1			1	1
Normal		37	3	2	42	1
Total	4 (3.0%)	110 (82.1%)	16 (11.9%)	4 (3.0%)	134 (100%)	16

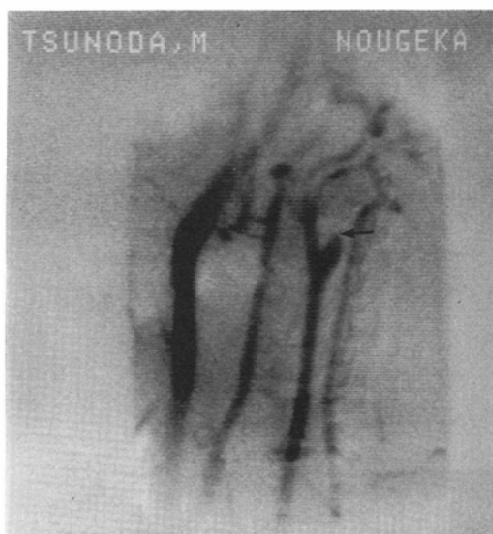


Fig. 12 Obstruction of the left internal carotid artery in a 38-year-old female
Left anterior oblique projection of the neck.
The left internal carotid artery is obstructed at its bifurcation.

た。神経鞘腫では血管造影で腫瘍が淡く濃染像としてみられたが、DSA では濃染像は得られなかった。

2) 頸部閉塞性疾患

65例中17例(26.2%)に異常所見が得られ、内頸動脈起部の閉塞3例、狭窄10例、潰瘍形成3例、左総頸動脈の閉塞1例であった。1例では内膜除去術後にDSAを行い、内腔の辺縁は平滑であることが確認された。また他の1例は左総頸動脈・

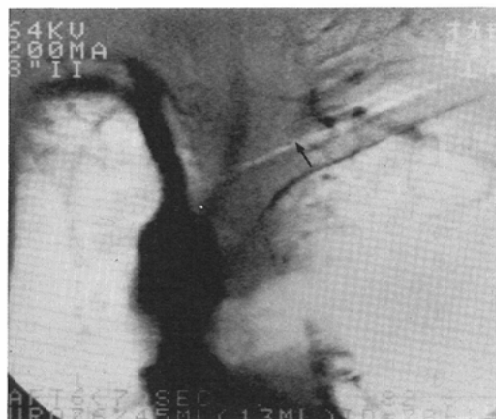


Fig. 13 a.



Fig. 13 b.

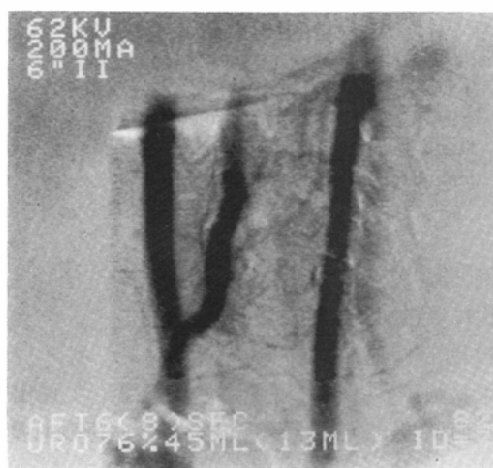


Fig. 13 c.

Fig. 13 Aortitis syndrome with right sided aorta in a 24-year-old female

- DSA left anterior oblique projection
- DSA right anterior oblique projection
- DSA left anterior oblique projection of the neck

The thoracic aorta descends to the right of the spine and the left subclavian artery is obstructed. The left distal subclavian artery is reconstituted via the collateral circulation from right to the left vertebral artery.

左鎖骨下動脈バイパス術後の血流が良好であり、治療後の経過観察に役立つものと思われた。(Fig. 12)

3) 大動脈炎症候群

10例(83.3%)に異常所見が得られ、頸動脈の閉塞、狭窄が3例に、鎖骨下動脈の閉塞や狭窄が

10例にみられた。頸動脈に限らず、大動脈弓部の描出にもすぐれ、全体的な側副路の血行動態を知るのに有用であった。(Fig. 13)

4) その他の頸部病変

Persistent primitive hypoglossal artery, 動脈瘤様動脈拡張がDSAで検出された。また、蛇行する頸動脈が胸部X線撮影で動脈瘤様にみえた3例では、正面と斜位の2方向からDSAを行って動脈瘤を除外診断することができた。

(3) 合併症

軽度な副作用として、全身の熱感、悪心はしばしばみられたが、一過性で数分後には軽快した。おもに、1回目の造影時に強く、2回目以降の造影ではその不快感は軽度であった。注意すべき副作用として、造影剤の血管外漏出があるが、10例(3.1%)に発生した。一時的に注入部の痛みを訴えたが、湿布のみで軽快し、後に障害は残らなかった。呼吸困難、ショック、心停止など重篤な副作用は一例もなかった。

VI. 考 察

DSAの最大の特長は優れた濃度分解能と画像のデジタル処理にある。

濃度分解能にすぐれているので、経静脈性に造影剤を注入しても動脈側の画像が得られ、わずかな濃染像も所見としてとらえることができる。血管ファントムとICG(インドシアニンググリーン)を使った基礎的検討から内径1.0mmのチューブでは1.5%ヨード濃度で2.0mm間隔が検出し得ることがわかった。静脈穿刺のみで動脈造影が可能となったことにより、動脈穿刺や動脈内カテーテル操作が不要となり、それに併う血栓症などの合併症がなくなり、高齢者や動脈硬化の強い患者にも容易に行えるようになった。さらに動脈の攣縮をひきおこさずに造影されるので、真の病態生理に近い状態で病巣全体の血流状態を知ることができる。また病巣周囲の血管との関係、側副路の状態も観察可能である。

次に情報をデジタル処理するために、種々の後処理が可能で、マスク像の変換、γ補正、拡大、辺縁強調、スムージング、時間濃度曲線が得られる。また、情報の伝達や保存、再現性の向上など、医

用電子工学の応用が幅広く行われる可能性を含んでいる。

その他、リアルタイムでTVモニター上に画像が得られる点も大きな特徴である。小さいフィルムに必要な部分のみを焼き付けるのでフィルムコストを下げるができる。外来患者でも実施可能で、検査全体の費用も少なく、ルーチン検査として役立つものと思われる。

DSAの適応として、頸部病変では頸動脈の狭窄、閉塞や拡張と血管に富む腫瘍がある。頸動脈の変化は、動脈硬化症、大動脈炎症候群などにみられ、動脈硬化症においては、Chilcoteら²⁰⁾によると両側の頸動脈に60%、片側では23%にすぐれた像が得られ、約70%に正確な診断が可能としている。Woodら²¹⁾は総頸動脈、内頸動脈、外頸動脈に90%以上良好な像を得、正診率は約94%と報告している。これらの疾患ではDSAで所見がよくとらえられ、ルーチン検査として有用と考えられる。腫瘍性病変では副甲状腺腫の局在診断が可能とする報告や²²⁾、脊髄動静脈奇形、血管芽腫の診断に有用とする報告²³⁾がみられる。甲状腺癌も腫瘍血管に富むことが多く、DSAでは濃染像として描出されるので、術前に頸動脈との位置関係を知るのに有用と思われる。その他、頸動脈内膜除去術後や大動脈炎症候群のバイパス術後などの経過観察にもすぐれている。

頭部では、血管性病変として動脈瘤、動静脈奇形、閉塞性疾患、頸動脈海綿静脈洞瘻、静脈洞の閉塞、STA-MCA吻合術後の経過観察など¹⁷⁾²⁴⁾、また腫瘍性病変では血管に富む病変、たとえば髄膜腫、転移性腫瘍、血管芽腫、海綿状血管腫などが適応となる¹⁷⁾¹⁸⁾。下垂体腫瘍の経蝶形骨洞下垂体手術の際、動脈瘤の除外診断としても有用である。Modicら¹⁷⁾は頭蓋内血管性病変で65%に診断的に有用であったと報告しているが、著者の結果も69.9%とほぼ同じ成績を得た。

しかし、DSAは空間分解能に乏しく、頭蓋内の全血管が同時に造影されるため、術前には従来の血管造影を行って詳細な所見を検討し、個々の血管の関与について知る必要が残る。ただし、従来の血管造影前にDSAを行っていると、血管造影

の必要な血管をあらかじめ知ることができ、検査時間の短縮、検査もれをなくすことなどに役立つ。また、DSAは時間濃度曲線も描かせることができるので²⁵⁾、従来の血管造影にはなかった特徴をもっている。その場合、関心領域の大きさや形に制約があり、基準点の設定部位に困難を伴うなどの問題点が残っており、その評価には検討の余地が残っている。

DSAの失敗の原因として、頸部では造影剤の頸静脈への逆流、嚥下運動、体動などが、頭部では体動があげられる。頸静脈への逆流は解剖学的理由から左肘静脈に注入した時発生しやすく²⁶⁾、それをさけるために右肘静脈や下大静脈内注入を行う。体動に関しては頭部固定帯の改良を、嚥下運動など軟部組織の動きによるものはマスク像の変換やpixel shift、さらには現在検討中のHybrid subtraction²⁷⁾を行うと解消できるものと思われる。

その他、良好な画質が得られない原因として患者の心機能が関与すると考える。ICGを使用した造影剤濃度の検討では、0.9~2.6%の差があり、これは心拍出量とヨード濃度上昇率に影響をうけるものと推測される。しかし診断能に関しては目的とする血管の太さにもより、頸部の太い血管については末梢の静脈内注入で十分だが、頭蓋内の小さい血管の場合は下大静脈内注入が必要となることがある²⁸⁾。

注意すべき事項として撮影開始のタイミングもあるが、造影前に少量のICGを注入し、イイヤープースを用いた色素希釈法で循環時間や心拍出量、上昇時間、希釈度をあらかじめ知り、それにより造影剤注入速度、撮影開始時間設定に役立てたいと考えている。

合併症として、造影剤そのものによるものと血管外漏出がある。造影剤による熱感等はほとんどすべての症例にみられ、特に1回目の造影の時に強いが、2回目以降は軽度となる。しかし、これは低浸透圧や非イオン性造影剤などの開発により軽減されるであろう²⁹⁾。血管外漏出は肘部静脈から注入する時におこり得る副作用であるが、血管の太さを考慮して注入速度を決めると発生頻度を低

くおさえることができる。また、数回造影する時は注入部の疼痛の有無を調べて注入速度を調節するか、下大静脈内注入に変更するなどの方法をとっている。今までに重篤な障害を残した例はないが、DSA以外の検査で局所壊死が報告³⁰⁾されているので注意が必要である。その他、1回の撮影に40mlの造影剤を使用し、一般に3~4回体位をかえて撮影することが多いので腎機能についても注意すべきである。DSAの施行前後に点滴を行い、脱水状態の改善に努め、急性腎機能障害の予防を計っている³¹⁾。造影剤の使用量を減少させるために同時2方向撮影³²⁾やMatched filtering³³⁾など装置の改良が期待される。

DSAの出現によって従来の血管造影の一部は省略できるが、術前の詳細な所見の検討などには従来の血管造影にたよらざるをえない。今後はDSAをルーチン検査として、また従来の血管造影の一助として有効に応用していく方向が望まれる。そのためにもDSAの空間分解能向上、コンピュータ容量増大、断層撮影など装置の進歩が期待される³⁴⁾。

VII. 結 論

頭頸部疾患が疑われた男188例、女137例計325例にDSAを行い、得られた画質を4段階に評価した。

1) 頭部領域ではExcellent 21例(6.6%)、Good 200例(63.3%)、Fair 72例(22.8%)、Poor 23例(7.3%)であった。

2) 頸部領域ではExcellent 4例(3.0%)、Good 110例(82.1%)、Fair 16例(11.9%)、Poor 4例(3.0%)であった。

3) 頭部の疾患別では、髄膜腫の腫瘍濃染像と静脈洞の閉塞の有無の検出、下垂体腫瘍の経蝶形骨手術の術前検査、動脈瘤の検出、動静脈奇形の描出と栄養動脈と導出静脈の推定が適応と考えられた。

4) 頸部では、頸動脈閉塞性疾患の閉塞状態と側副路の検出、大動脈炎症候群の動脈狭窄と側副路の検出、その他血流の豊富な腫瘍の描出が適応と考えられた。

5) 合併症として造影剤の血管外漏出が10例

(3.1%)にみられたが障害は残らなかった。

(本論文の要旨は第42回日医放会総会に於て発表した。御高聞、御指導いただきました高橋睦正教授に深謝いたします。また、御協力いただきました教室員諸兄に感謝いたします。)

参考文献

- 1) Takahashi M.: Atlas of Carotid Angiography. Igaku-Shoin, 1977
- 2) Takahashi, M.: Atlas of Vertebral Angiography. Igaku-Shoin, 1977
- 3) Larson, E.B., Omen, G.S., Margolis, O.M., et al.: Impact of computed tomography on utilization of cerebral angiograms. A.J.R., 129: 1—3, 1977
- 4) 高橋睦正: 神経放射線診断の新しい方向. 日医放会誌, 42: 203—222, 1982
- 5) Mani, R.L., Eisenberg, R.L., McDonald, E.J., et al.: Complications of catheter cerebral arteriography: Analysis of 5,000 procedures. I. Criteria and incidence. A.J.R., 131: 861—865, 1978
- 6) Mani, R.L. and Eisenberg, R.L.: Complications of catheter cerebral angiography: Analysis of 5,000 procedures. III. Relation of complication rates to clinical and arteriographic diagnosis. A.J.R., 131: 867—869, 1978
- 7) Mani, R.L. and Eisenberg, R.L.: Complications of catheter cerebral arteriography: Analysis of 5,000 procedures. III. Assessment of arteries injected, contrast medium used, duration of procedure, and age of patient. A.J.R., 131: 871—874, 1978
- 8) Robb, G.P. and Steinberg, I.: Visualization of the chambers of the heart, the pulmonary circulation and the great blood vessels in man: A practical approach. A.J.R., 41: 1—17, 1939
- 9) Meaney, T.F., Weinstein, M.A., Buonocore, E., et al.: Digital subtraction angiography of the human cardiovascular system A.J.R., 135: 1153—1160, 1980
- 10) 高橋睦正, 広田嘉久, 土亀直俊, 他: デジタル透視血管造影法の臨床的評価. 画像診断, 2: 660—672, 1982
- 11) Ovitt, T.W., Christenson, P.C., Fisher, H.D., et al.: Intravenous angiography using digital video subtraction: X-ray imaging system. A.J.N.R., 1: 387—390, 1980
- 12) Krugar, R.A., Mistretta, C.A., Honk, T.L., et al.: Computerized fluoroscopy in real time for noninvasive visualization of the cardiovascular system. Preliminary studies. Radiology, 130: 49—57, 1979
- 13) Takahashi, M., Hirota, Y., Bussaka, H., et al.: Evaluation of prototype equipment for digital subtraction angiography in diagnosing intracranial lesions. A.J.N.R., 4: 259—262, 1983
- 14) Mistretta, C.A., Ort, M.G., Cameron, J.R., et al.: A multiple image subtraction technique for enhancing low contrast, periodic objects. Invest. Radiol., 8: 43—49, 1973
- 15) Crummy, A.B., Strother, C.M., Sackett, J.F., et al.: Computerized fluoroscopy: Digital subtraction for intravenous angiocardiology and arteriography. A.J.R., 135: 1131—1140, 1980
- 16) Seeger, J.F., Weinstein, P.R., Carmody, R.F., et al.: Digital video subtraction angiography of the cervical and cerebral vasculature. J. Neurosurg., 57: 173—179, 1982
- 17) Modic, M.T., Weinstein, M.A., Chilcote, W.A., et al.: Digital Subtraction angiography of the intracranial vascular system: Comparative study in 55 patients A.J.R., 138: 299—306, 1982
- 18) Carmody, R.F., Smith, J.R.L., Seeger, J.F., et al.: Intracranial applications of digital intravenous subtraction angiography. Radiology, 144: 529—534, 1982
- 19) Takahashi, M., Bussaka, H. and Nakagawa, N.: In vivo resolution of cerebral vasculature by intraarterial DSA. in press.
- 20) Chilcote, W.A., Modic, M.T., Pavlicek, W.A., et al.: Digital subtraction angiography of the carotid arteries: A comparative study in 100 patients. Radiology, 139: 287—295, 1981
- 21) Wood, G.W., Lukin, R.R., Tomstick, T.A., et al.: Digital subtraction angiography with intravenous injection: Assessment of 1,000 carotid bifurcations. A.J.R., 140: 855—859, 1983
- 22) 田村正三, 岸川 高, 蓮尾金博, 他: 頭頸部領域の Digital Subtraction Angiography. 画像診断, 3: 16—22, 1983
- 23) DiChiro, G., Rieth, K.G., Oldfield, E.H., et al.: Digital subtraction angiography and dynamic computed tomography in the evaluation of arteriovenous malformations and hemangioblastomas of the spinal cord. J. Comput. Assist. Tomogr., 6: 655—670, 1982
- 24) Modic, M.T., Weinstein, M.A., Starnes, D.L., et al.: Intravenous digital subtraction angiography of the intracranial veins and dural sinuses. Radiology, 146: 383—389, 1983
- 25) Bürsch, J.H., Hahne, H.J., Brennecke, R., et al.: Assessment of arterial blood flow measure-

- ments by digital angiography. *Radiology*, 141: 39—47, 1981
- 26) McCarthy, J. and Solomon, N.A.: The effects of injection site, age, and body position on cervical venous reflux. *Radiology*, 130: 536—537, 1979
- 27) Brody, W.R.: Hybrid subtraction for improved arteriography. *Radiology*, 141: 828—831, 1981
- 28) Modic, M.T., Weinstein, M.A., Pavlicek, W., et al.: Intravenous digital subtraction angiography: peripheral versus central injection of contrast material. *Radiology*, 147: 711—715, 1983
- 29) 宮脇正行, 佛坂博正, 高橋睦正: 非イオン性造影剤 iopamidol の DSA における使用経験. 画像診断, 投稿中
- 30) Spigos, D.G., Thane, T.T. and Capek, V.: Skin necrosis following extravasation during peripheral phlebography. *Radiology*, 123: 605—606, 1977
- 31) Eisenberg, R.L., Bank, W.O. and Hedgcock, M. W.: Renal failure after major angiography can be avoided with hydration. *A.J.R.*, 136: 859—861, 1981
- 32) Price, R.R., Pickens, D.R., Smith, C.W., et al.: Simultaneous bi-plane digital video-fluoroscopy. *Radiology*, 143: 255—257, 1982
- 33) Riederer, S.J., Enzmann, D.R., Brody, W.R., et al.: The application of matched filtering to contrast material dose reduction in digital subtraction angiography. *Radiology*, 147: 853—858, 1983
- 34) Riederer, S.J. and Krugar, R.A.: Intravenous digital subtraction: A summary of recent developments. *Radiology*, 147: 633—638, 1983
-