



Title	頭頸部領域における動注DSAの臨床的評価
Author(s)	内野, 晃; 蓮尾, 金博; 田村, 正三 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1985, 45(7), p. 990-999
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16709
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

頭頸部領域における動注 DSA の臨床的評価

九州大学医学部放射線科学教室

内野 晃* 蓮尾 金博 田村 正三

工藤 祥 松浦 啓一

九州大学医学部脳研外科学教室

福 井 仁 士 北 村 勝 俊

（昭和60年2月4日受付）

（昭和60年3月18日最終原稿受付）

Intra-Arterial Digital Subtraction Angiography of the Head and Neck: A Clinical Evaluation

Akira Uchino, Kanehiro Hasuo, Shozo Tamura, Sho Kudo and Keiichi Matsuura

Department of Radiology, Faculty of Medicine, Kyushu University

Masashi Fukui and Katsutoshi Kitamura

Department of Neurosurgery, Faculty of Medicine, Kyushu University

Research Code No. : 504.4

Key Words : Digital subtraction angiography (DSA),
Intra-arterial DSA, Angiography of head and
neck, Cerebral angiography

Intra-arterial digital subtraction angiography (IADSA) was evaluated for its clinical usefulness in head and neck angiography by reviewing IADSA performed on 309 arteries 169 of patients using Angiotron (Siemens).

Because of its high contrast resolution and the availability of real-time imaging, IADSA offered several advantages over conventional angiography; namely, requiring less contrast medium, briefer examination times, and lower film costs.

Our purposes for IADSA without conventional angiography were classified for; 1) documenting the normal, 2) evaluating embolization therapy, 3) guiding selective catheterization, 4) additional special views, 5) confirming cross flow, 6) examining great vessels in the neck, and 7) analyzing hemodynamics. Our purposes for IADSA with conventional angiography were classified, for; 1) demonstrating tumor stains, 2) analyzing blood flow in dynamic imaging, and 3) better visualization of the venous system.

After evaluating IADSA for each of the above purposes, we concluded that IADSA is especially useful for documenting the normal, evaluating embolization therapy, guiding selective catheterization, confirming cross flow, and for analyzing hemodynamics.

I. はじめに

Digital subtraction angiography（以下 DSA と略す）は造影剤の静脈内投与による動脈造影が

可能ということで開発当初より脚光を浴びた¹⁾が、臨床経験が増すにつれてその限界も知られてきた²⁾。一方、セルジンガー法によって選択的に動脈内に挿入されたカテーテルを用いて DSA を行う動注 DSA の有用性が注目されるようになって

*現)九州労災病院放射線科

た³⁾⁻¹⁵⁾。しかし、これらの報告は断片的であり、どのような場合に通常の動脈造影（フィルム・スクリーン法、以下通常の造影と呼ぶ）の代替として動注 DSA を利用できるか、あるいはどのような場合に通常の造影に動注 DSA を併用すべきかについてのまとまった報告はみられない。そこで、我々は頭頸部領域において動注 DSA を施行した目的別にその有用性を系統的に検討したので報告する。

II. 対象および方法

1982年12月から1984年7月までの1年8ヵ月間に九州大学医学部附属病院放射線科にて頭頸部領域の動注 DSA を施行した169例309動脈を検討の

Table 1 Abnormalities investigated

Angiographic diagnoses	Cases (number)
Cerebral aneurysm	30
Meningioma	29
Arterial occlusive diseases	24
AVM, AVF, venous angioma	21
Glioma	11
Neurinoma	6
Hemangioblastoma	5
Other extracranial lesions	16
Other intracranial lesions	8
Normal	19
Total	169

Table 2 Structures investigated using intra-arterial digital subtraction angiography (IADSA)

Catheter tip location	Arteries (number)
1. Right external carotid artery	52
2. Right common carotid artery	45
3. Left common carotid artery	39
4. Left external carotid artery	34
5. Left vertebral artery	28
6. Right internal carotid artery	24
7. Right vertebral artery	23
8. Left Internal carotid artery	20
9. Left subclavian artery	11
10. Innominate artery	10
11. Left thyrocervical trunk	6
12. Ascending aorta	6
13. Right thyrocervical trunk	5
14. Right subclavian artery	4
15. Right costocervical trunk	2
Total	309

対象とした (Table 1, 2)。

使用した DSA 装置はシーメンス社製アンジオトロンで、I.I サイズは7インチ、9インチおよび12インチの3種類から選択できるが、大部分は9インチを用いた。原則として2倍に希釈した造影剤を用いて、通常の造影と同量を手動で注入した。撮影条件は焦点0.6mm、電圧60~80kv、電流約20 mAs、I.I 面でのX線量は100 μ R/sec.であった。連続透視で、画像の重ね合わせは16フレームとした。得られた画像は大角フィルムに9コマのハードコピーを焼き付け、読影を行った。

症例および注入動脈の選択は、選択的血管造影を施行する際に術者の判断で行った。動注 DSA のみを行った造影と、通常の造影と平行して動注 DSA を行った造影とがあり、各々について目的別に評価を行った。

十分目的を果たして有用であったものを excellent、目的はほぼ果たせたが誤読の可能性のあるものを good、目的を果たせなかったものを poor と3段階に評価した。

III. 結 果

対象期間に施行した頭頸部領域の通常の血管造影は375例、静注法による頭頸部の DSA 検査は102例であった。すなわち、頭頸部血管造影における動注 DSA の併用率は375例中169例 (45%)、動注 DSA の頭頸部 DSA 検査に占める割合は271 (169+102) 例中169例 (62%) であった。

動注 DSA の施行目的を Table 3に示す。通常の造影の代替とした動注 DSA は174動脈で、通常の造影と平行して動注 DSA を施行したのは135動脈であった。

Table 3の A-1の異常のないことの確認は、異常がなかろうとの予想のみでは疑問を残すので確認しておく必要があると判断し、動注 DSA を施行したもので、67動脈（外頸動脈、総頸動脈、右椎骨動脈、腕頭動脈など）に用いた。腕頭動脈内注入での評価はあまり良くなかったが、48動脈 (72%) が excellent であった (Table 4, Fig. 1)。

A-2の塞栓術中の評価は、塞栓術に際し、動注 DSA で塞栓状況を確認しようというもので、27動脈に施行し、その大部分は外頸動脈であった。

Table 3 Purposes and results of IADSA

Purposes	Number of arteries	Results		
		Excellent*	Good**	Poor***
A. IADSA without conventional angiography (174)				
1. Documentation of normal	67	48	16	3
2. Evaluation of embolization therapy	27	27		
3. Guide for selective catheterization	22	18	4	
4. Additional special view	20	7	13	
5. Confirmation of cross flow	18	14	4	
6. Examination of great vessels in the neck	14	13	1	
7. Analysis of hemodynamics	6	6		
B. IADSA with conventional angiography (135)				
1. Demonstration of tumor stains	63	21	37	5
2. Analysis of blood flow in dynamic imaging	32	13	19	
3. Better visualization of the venous system	9	4	5	
4. Miscellaneous	31	?	?	?

*Excellent; IADSA was adequate for the purpose.

**Good; IADSA was helpful, but incorporated a chance of error.

***Poor; IADSA was not useful.

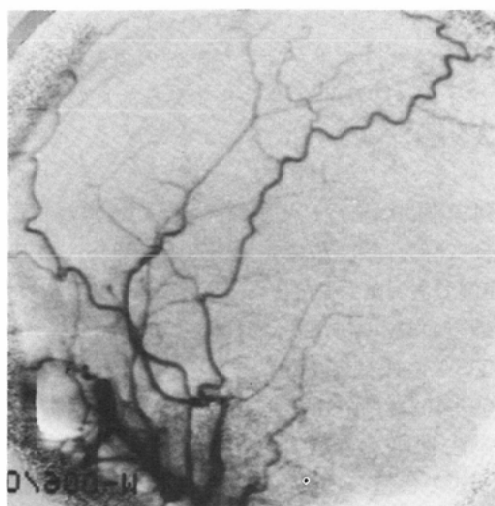


Fig. 1 IADSA of a right external carotid arteriogram of a patient with glioblastoma in the right frontal lobe. Dural involvement was ruled out.

評価はすべて excellent であった (Table 5, Fig. 2).

A-3のカテーテル操作時における road map 目的は、カテーテル操作中に容易に目的とする動脈内にカテーテルを挿入できない場合などに、動脈の分岐形態を知る目的で施行したものである。22動脈に使い、総頸動脈や上行大動脈に比較的多用したが、18動脈 (82%) が excellent であった

Table 4 A-1, Documentation of the normal

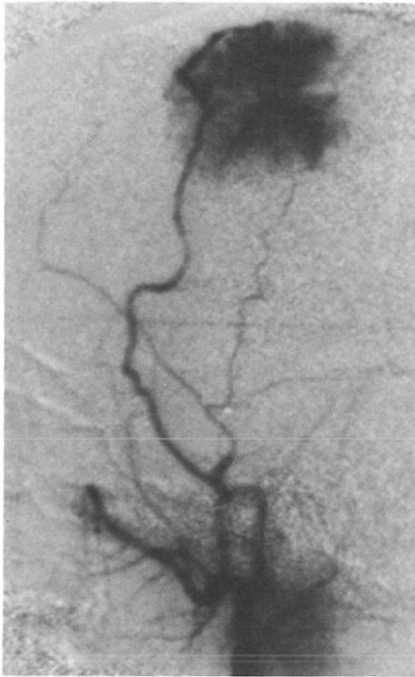
Catheter tip location	Excellent	Good	Poor	Total
1. Right external carotid artery	6	4		10
2. Right common carotid artery	6	3		9
3. Right vertebral artery	8			8
4. Innominate artery	1	5	2	8
5. Left external carotid artery	4	1		5
6. Left common carotid artery	3	2		5
7. Left thyrocervical trunk	4			4
8. Right subclavian artery	2	1	1	4
9. Others	14			14
Total	48	16	3	67

Table 5 A-2, Evaluation of embolization therapy

Catheter tip location	Excellent
1. Right external carotid artery	14
2. Left external carotid artery	8
3. Others	5
Total	27

Table 6 A-3, Guide for selective catheterization

Catheter tip location	Excellent	Good
1. Right common carotid artery	5	1
2. Ascending aorta	4	2
3. Left subclavian artery	4	
4. Others	5	1
Total	18	4



A



B

Fig. 2 IADSA of a right external carotid arteriogram of a patient with a falx meningioma. A. pre-embolization, B. post-embolization. The effects of embolization were adequately documented.

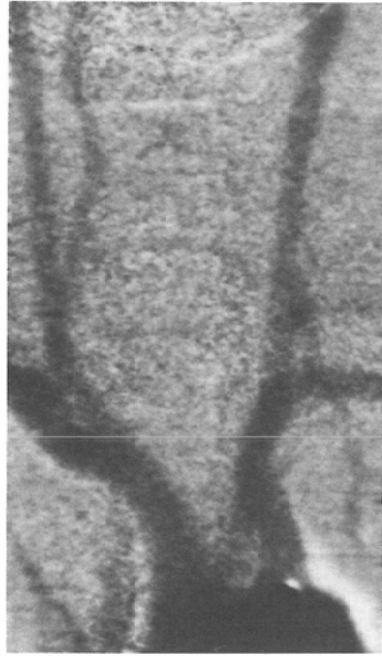


Fig. 3 IADSA of an ascending aortogram of a patient with occlusion of the left vertebral artery. There was no left vertebral artery arising from the aortic arch.

Table 7 A-4, Additional special view

Catheter tip location	Excellent	Good
1. Right vertebral artery	3	3
2. Right common carotid artery	3	2
3. Left vertebral artery	1	3
4. Left common carotid artery		3
5. Others		2
Total	7	13

(Table 6, Fig. 3).

A-4の special view の追加は、拡大立体 2 方向撮影による通常の造影に special view の動注 DSA を追加して新たな情報を得ようとしたもので、20動脈に用い、椎骨動脈や総頸動脈に多用した。しかし、excellent は 7 動脈 (35%) にすぎなかった (Table 7, Fig. 4)。

A-5の cross flow の確認は、前交通動脈や後交通動脈を介しての cross flow の確認を必要とする例で、通常の造影にて十分確認できなかった場合に、用手的に総頸動脈を圧迫して動注 DSA を



Fig. 4 IADSA of a right common carotid arteriogram of a patient with a saccular aneurysm of the right middle cerebral artery. The neck of the aneurysm (arrow) was well demonstrated on this special view.

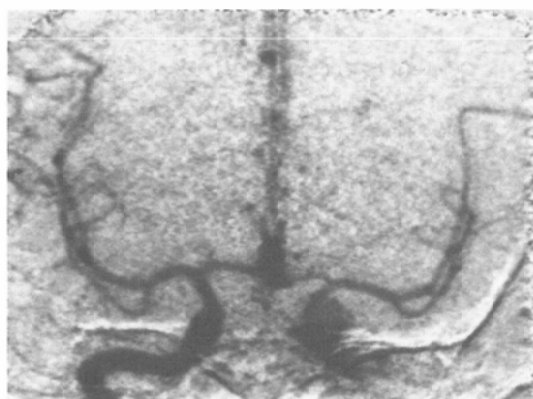


Fig. 5 IADSA of a right common carotid arteriogram of a patient with a direct carotid-cavernous fistula on the left. Cross flow through the anterior communicating artery was well documented.

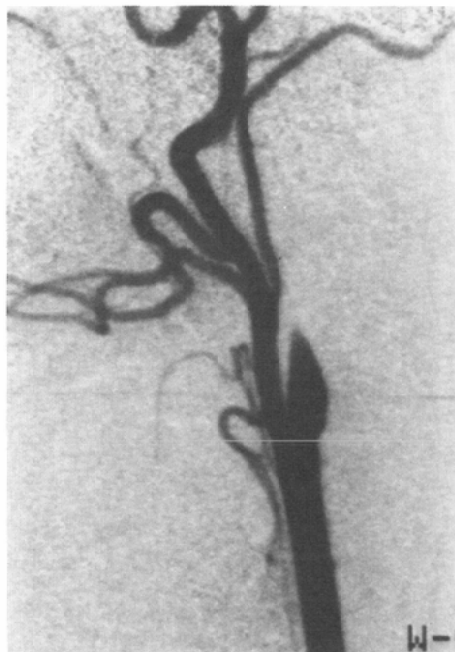


Fig. 6 IADSA of a left common carotid arteriogram of a patient with obstruction of the left internal carotid artery. The affected lesion was well demonstrated.

Table 8 A-5, Confirmation of cross flow

Catheter tip location	Excellent	Good
1. Left common carotid artery	5	3
2. Right common carotid artery	5	1
3. Left vertebral artery	3	
4. Others	1	
Total	14	4

Table 9 A-6, Examination of the great vessels of the neck

Catheter tip location	Excellent	Good
1. Right common carotid artery	5	1
2. Left common carotid artery	5	
3. Left vertebral artery	3	
Total	13	1

追加したものである。18動脈に用い、excellentは14動脈（78%）であった（Table 8, Fig. 5）。

A-6の頸部動脈の検査は、通常の造影を拡大撮影で行っているため、内頸動脈起始部などが撮影

野からはずれる場合があり、必要に応じて頸部の動注 DSA を追加したものである。14動脈に用い、13動脈（93%）が excellent であった（Table 9, Fig. 6）。



Fig. 7 IADSA of a right vertebral arteriogram of a patient with obstruction of the left vertebral artery at the extracranial portion. The intra-cranial portion of the left vertebral artery was visualized.

A-7の血行動態の解析は、閉塞性血管性病変に際し、病的血管以外の動脈の造影を動注 DSA で済ませたものなど6動脈に用い、すべて excellent であった (Table 10, Fig. 7)。

B-1の腫瘍濃染の明瞭化は、腫瘍性病変において通常の造影では腫瘍濃染が不明瞭な場合に、濃染像をより明瞭化する目的で動注 DSA を併用したもので、63動脈に用いた。excellent は21動脈 (33%) にすぎなかった (Table 11, Fig. 8)。

B-2の血行動態の動的映像による解析は、動静脈奇形など血流の速い病変において、その血流を経時的に観察する目的で通常の造影に動注 DSA を併用したものである。32動脈に用い、excellent は13動脈 (41%) であった (Table 12)。

B-3の静脈系の造影の改善は、静脈系の病変が考えられる例で、通常の造影よりも明瞭に病変を描出する目的で動注 DSA を追加したものであ

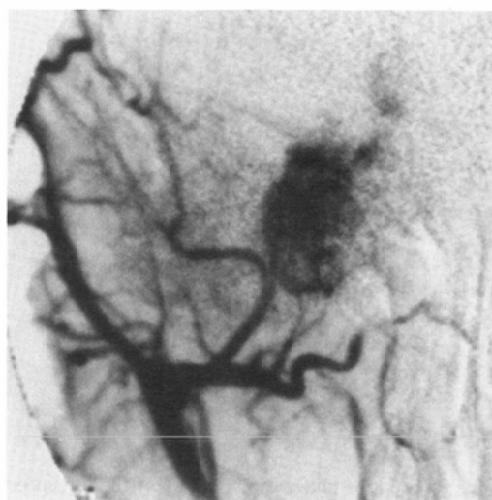


Fig. 8 IADSA of a right external carotid arteriogram of a patient with meningioma arising from the sphenoid ridge. A tumor stain was clearly demonstrated.

Table 10 A-7, Analysis of hemodynamics

Catheter tip location	Excellent
1. Left common carotid artery	2
2. Left subclavian artery	2
3. Others	2
Total	6

Table 11 B-1, Demonstration of tumor stains

Catheter tip location	Excellent	Good	Poor	Total
1. Right external carotid artery	7	10	2	19
2. Right internal carotid artery	6	4	1	11
3. Left external carotid artery	3	7	1	11
4. Left internal carotid artery	3	5		8
5. Left common carotid artery	1	4		5
6. Others	1	7	1	9
Total	21	37	5	63

Table 12 B-2, Analysis of blood flow in dynamic imaging

Catheter tip location	Excellent	Good
1. Right external carotid artery	2	4
2. Left external carotid artery	4	1
3. Right common carotid artery	1	4
4. Left vertebral artery	1	3
5. Others	5	7
Total	13	19

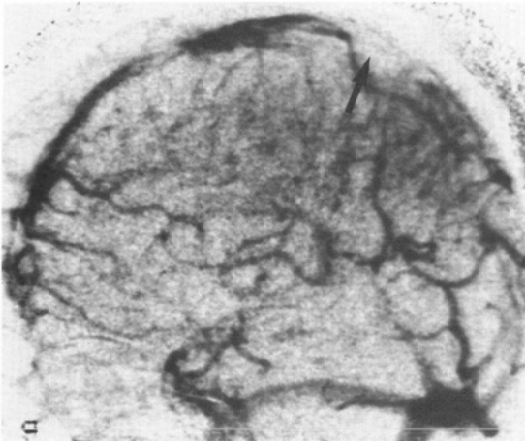


Fig. 9 Venous phase of a IADSA of the left internal carotid arteriogram of a patient with thrombosis of the superior sagittal sinus (arrow). The dural sinuses were well visualized.

Table 13 B-3, Better visualization of the venous system

Catheter tip location	Excellent	Good
1. Right common carotid artery	1	2
2. Right internal carotid artery	1	2
3. Left internal carotid artery	1	1
4. Others	1	
Total	4	5

る。9動脈に用い、4動脈(44%)が excellent であった (Table 13, Fig. 9)。

B-4のその他31動脈は、retrospective に考えて併用目的がはっきりしないもので、それらの有用性についての評価は困難であった。

IV. 考 案

DSA 装置はすでに多くの施設で稼働しており、その静注法による臨床の評価は本邦においてもほぼ確立された¹⁶⁾¹⁷⁾。しかし、動注 DSA の有用性についてはいまだ十分に検討されたとは言えない。我々は頭頸部の血管造影を施行した症例の約2分の1に何らかの形で動注 DSA を併用してきているので、retrospective に考えた併用目的別に臨床的有用性を検討した。

1. 通常の造影の一部の代替とした動注 DSA の評価

動注 DSA の有用性についての欧米での報告は

すでに多い^{3)~12)14)}が、本邦からの報告はいまだ少ない¹³⁾¹⁵⁾。通常の造影と比較した場合の動注 DSA の一般的な長所として、造影剤の投与量が少ない、所要時間が短い、使用フィルムが少ない等が挙げられている^{3)5)~10)12~15)}。しかし、具体的にどのような目的の場合に動注 DSA で代替できるかについての系統的検討を行った報告はない。

造影剤の投与量が少ないと注入時の苦痛も少なく、かつ全身性の副作用も軽減されるので、腎機能の低下した例にも比較的安全に利用できる。Kaufman ら¹²⁾は15%に稀釈した造影剤で良いと報告しているが、我々は Davis ら⁹⁾と同じく50%に稀釈して利用し良好な画像を得ている。これは DSA のコントラスト分解能が通常の造影のそれよりも優れているためである。動注 DSA においても空間分解能の悪さを十分補いうる場合には有用である。言いかえれば、微小な血管や微細な異常所見を描出することが検査の目的である場合には、通常の造影の代替とするには問題があるということである。

Crummy ら³⁾は高コントラスト分解能のため、動注 DSA では選択的造影の必要性は低いと報告している。我々も右椎骨動脈造影の目的で腕頭動脈や右鎖骨下動脈から、左椎骨動脈造影の目的で左鎖骨下動脈から造影剤を投与した場合がある。これらの画像は造影剤不足でやや不良な傾向があったが、症例によっては十分な場合もあった。

また、動注 DSA は手技が簡単でかつ即時性であり¹⁵⁾、所要時間を短縮できる。よって、被検者の苦痛や合併症を軽減でき、検査担当医の負担も軽減できる。この長所を利用して road map に用いた報告⁴⁾や、interventional な手技に応用した報告¹¹⁾もみられる。

さらに、本邦ではあまり議論されないが、通常の造影の使用フィルム約15枚が動注 DSA では1枚で済み、フィルムの費用が節約できる。

我々が通常の造影の代替とした動注 DSA はこれらの長所を利用したもので、以下にそれぞれの目的別に考察を加える。

A-1の異常のないことの確認は、たとえば悪性神経膠腫で通常の内頸動脈造影の後に硬膜浸潤を

否定する目的で外頸動脈の動注 DSA を追加する場合などである。このような否定的目的で用いて有用であったという報告はみられない。ここで気をつけるべきは、簡便であるがために、ややもすれば不必要な動注 DSA を追加することである。

A-2の塞栓術中における塞栓状況の把握には、瞬時に CRT モニターに表示される即時性の点できわめて有用であった。Change ら¹¹⁾は塞栓術や血管形成術中に用いてその有用性を強調している。我々は髄膜腫の手術前塞栓術や硬膜動静脈奇形の塞栓術などに際し、目的とする外頸動脈内にカテーテルを挿入したのち、頭部を固定してカテーテル先端と病巣が同一の撮影野に含まれるように位置合せをし、透視下に塞栓物質を投与して最後に動注 DSA で確認して手技を終了している。所要時間が短縮でき、動注 DSA の最も有用な利用法の 1 つと考えられる。

A-3の road map 目的で用いる方法は Crummy ら³⁾や Turski ら⁴⁾が報告している。これも動注 DSA の即時性という長所を利用したものである。我々も目的とする血管へカテーテルを容易に挿入できない場合に動脈の分岐状況を知る目的で用い、カテーテル操作に要する時間が短縮されている。大動脈からの分岐状況や内頸動脈と外頸動脈との分岐部の把握に有用であった。

A-4の special view の追加では、椎骨動脈造影の straight AP 像や総頸動脈造影の斜位像などを動注 DSA で追加して新たな情報を得ようと試みたが、目的を十分に果たしたものは少なかった。空間分解能の悪さが評価の悪さに結びついたもので、このような場合には通常の造影を撮影枚数を減らして追加すべきであろう。

A-5の cross flow の確認には良い空間分解能は必要でなく、目的を十分果たせたものが多かった。治療の際に内頸動脈を閉塞させる可能性のある症例では、術前に cross flow が確認されなければならず、通常の造影時にそれがなされなかった場合に、総頸動脈を手動的に圧迫して動注 DSA を追加している。このような利用法に言及した報告はみられない。

A-6では、拡大撮影のために内頸動脈起始部が

撮影野に含まれない例で、必要に応じて同部を動注 DSA で追加した。ほとんど満足な情報が得られたが、閉塞性血管性病変など病変が予想される場合には、横方向の通常の造影時に拡大率を下げる工夫をすれば、動注 DSA は必要でなくなるであろう。

A-7の血行動態の解析では、椎骨動脈閉塞例に反対側の椎骨動脈や同側の総頸動脈の造影を動注 DSA で済ませた例などで、目的を十分果たせた。これは機会は少ないが、動注 DSA の良い適応と考えられた。

2. 通常の造影に併用した動注 DSA の評価

前項とは異なって、動注 DSA に用いただけ造影剤の量は増加し、場合によっては検査時間も延長する。さらに、被曝線量(静注法による DSA 1 回あたりの入射皮膚面における照射線量は 10~15 R¹²⁾であり、動注法はその 5 分の 1 の 2~3R)の増加も問題である。よって、その評価はこれらの負担増を念頭において行う必要がある。

B-1の腫瘍濃染の明瞭化では、十分に目的が果たせたのは 3 分の 1 にすぎなかった。動脈相後期以後は被検者の体動によるアーティファクトのために画像が劣化し、評価が悪くなる例がかなりみられた。従って、通常の造影で腫瘍濃染がある程度認められれば、動注 DSA を追加する意義は少ない。

B-2の血行動態の動的観察は、動静脈奇形など血流の速い疾患で有用であった。我々が用いている通常の拡大撮影では 1 秒間に 2 枚までの撮影が限度であり、経時的なより詳しい血行動態の解析に動注 DSA は適している。しかし、動注 DSA の追加があえて必要でなかったと思われる例や、A-7のように通常の造影が省略できたと考えられる例も含まれており、適応はかなり限られることになる。

B-3の静脈系の造影の改善は、高コントラスト分解能を利用したもので、静脈洞閉塞などを良好に描出できたが、空間分解能が悪いことと体動によるアーティファクトが生じやすいために評価はやや低かった。しかし、撮影野を限局して I.I. サイズを小さくすると空間分解能は向上し、メトリザ

マイドなどの非イオン性造影剤を用いれば体動が少なくなるため、これらの欠点はある程度克服できる。よって、動注 DSA 併用の良い適応の 1 つと思われる。

B-4では、DSA 装置導入の初期にどの程度の画像が得られるのか通常の造影と比較するために施行したものが含まれる。また、当初の目的が A-1 で、異常のないことを動注 DSA では確認できずに通常の造影を追加した場合もあった。さらに、検査の遂行を急ぐ場合、ある動脈を通常の造影で撮影し、そのフィルムが現像される前に動注 DSA を追加し、検査を終了しないしは次の動脈の造影に移ることもあった。この場合、検査時間は短縮できても造影剤と被曝線量は増加するため、緊急の検査など検査終了を特に急ぐ場合以外には用いるべきではない。

以上のようにセルジンガー法による通常の血管造影時に動注 DSA を補助的に用いるとさまざまな利点があった。DSA 装置を通常の血管造影装置と切り離して別室に設置している施設もあるが、動注 DSA の活用を著しく制限するものであり、好ましくないと考える。

V. ま と め

頭頸部領域における 309 動脈の動注 DSA の経験をもとにその使用目的別の有用性を検討し、下記の結論を得た。

1. DSA 画像の高コントラスト分解能と即時性という長所により、通常の血管造影の一部を動注 DSA で代替することができ、造影剤・検査時間および使用フィルムの減少をはかることができた。

2. 動注 DSA の使用目的を(i) 通常の血管造影の代替として利用する、すなわち、異常のないことの確認、塞栓術中の評価、road map 目的、special view の追加、cross flow の確認、頸部動脈の検査、血行動態の解析および(ii) 通常の造影に併用する、すなわち、腫瘍濃染の明瞭化、血行動態の動的映像による解析、静脈系の造影の改善、その他の 11 種類に分類できた。

3. 上記の使用目的のうち動注 DSA の最も良い適応は、異常のないことの確認、塞栓術中の評価、road map 目的、cross flow の確認および血行

動態の解析であった。

英文を訂正していただいた放射線影響研究所放射線科部長 Walter J. Russell 先生に御礼申し上げます。本論文の要旨は第 7 回脳神経 CT 研究会 (1984 年、京都) にて発表した。

文 献

- 1) Christenson, P.C., Ovitt, T.W., Fisher, H.D. III., Frost, M.M., Nudelman, S. and Roehrig, H.: Intravenous angiography using digital video subtraction: Intravenous cervicocerebrovascular angiography. *A.J.R.*, 135: 1145-1152, 1980
- 2) Turski, P.A., Zwiebel, W.J., Strother, C.M., Crummy, A.B., Celestia, G.G. and Sackett, J.F.: Limitation of intravenous digital subtraction angiography. *A.J.N.R.*, 4: 271-273, 1983
- 3) Crummy, A.B., Stieghorst, M.F., Turski, P.A., Storther, C.M., Lieberman, R.R., Sackett, J.F., Turnipseed, W.D., Detmer, D.E. and Mistretta, C.A.: Digital subtraction angiography: Current status and use of intra-arterial injection. *Radiology*, 145: 303-307, 1982
- 4) Turski, P.A., 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
- 5) 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
- 6) Eggers, F.M., Price, A.C., Allen, J.H. and James, A.E. Jr.: Neuroradiologic applications of intraarterial digital subtraction angiography. *A.J.N.R.*, 4: 854-856, 1983
- 7) 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
- 8) Kelly, W., Brant-Zawadzki, M. and Pitts, L.H.: Arterial injection-digital subtraction angiography. *J. Neurosurg.*, 58: 851-856, 1983
- 9) Davis, P.C. and Hoffman, J.C. Jr.: Work in progress. Intraarterial digital subtraction angiography: Evaluation in 150 patients. *Radiology*, 148: 9-15, 1983
- 10) Miller, F.J., Mineau, D.E., Koehler, P.R., Nelson, J.A., Luers, P.D., Sherry, R.A., Lawrence, F.P., Anderson, R.E. and Kruger, R.A.: Clinical intra-arterial digital subtraction imaging. *Radiology*, 148: 273-278, 1983

- 11) 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
- 12) Kaufman, S.L., Chang, R., Kadir, S., Mitchell, S.E. and White, R.I. Jr.: Intraarterial digital subtraction angiography in diagnostic arteriography. *Radiology*, 151: 323—327, 1984
- 13) Takahashi, M., Bussaka, H. and Nakagawa, N.: Evaluation of the cerebral vasculature by intraarterial DSA—with emphasis on in vivo resolution. *Neuroradiology*, 26: 253—259, 1984
- 14) Zimmerman, R.A., Grossman, R.I., Goldberg, H. I., Lynch, R., Levine, R. and Samuel, L.: Comparison of digital subtraction arteriography and conventional film screen subtraction arteriography for neuroradiology. *Neuroradiology*, 26: 457—462, 1984
- 15) 八代直文, 大友 邦, 古井 滋, 小久保宇, 板井 悠二, 飯尾正宏: 腹部血管造影における動注法 digital subtraction angiography の役割. *日本医放会誌*, 44: 1366—1373, 1984
- 16) 佛坂博正: 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. *日本医放会誌*, 44: 364—378, 1984
- 17) 田村正三: 静注法による digital subtraction angiography の基礎的及び臨床的研究, 特に分解能, 被曝線量及び胸腹部疾患への適応について. *福岡医誌*, 75: 661—682, 1984
- 18) 田村正三, 岸川 高, 蓮尾金博, 崎野郁夫, 松浦 啓一: 頭頸部領域の Digital Subtraction Angiography. *画像診断*, 3: 16—22, 1983