

Digital subtraction angiography による解離性大動脈瘤の診断

Diagnosis of aortic dissection by digital subtraction angiography: A preliminary report

山口 敏雄*
西村 玄
木村 晃二
高宮 誠
小塚 隆弘

Toshio YAMAGUCHI*
Gen NISHIMURA
Koji KIMURA
Makoto TAKAMIYA
Takahiro KOZUKA

Summary

The aim of the study was to determine whether digital subtraction angiography (DSA) can be used in the diagnosis of aortic dissection. The study group consisted of six patients with aortic dissection including one of type 2 and five of type 3 by the DeBakey classification. DSA findings were compared to cineangiographic findings.

The results were as follows;

1) In all the patients, the diagnosis of aortic dissection was possible using DSA. Especially as to the entry, which was not detected by other non-invasive methods, there was an excellent correlation between cineangiograms and DSA (sensitivity 100%).

2) Of the 20 vessels in the abdomen, which included the celiac, superior mesenteric, and right and left renal arteries, three vessels (15%) were not identified by DSA. Causes of the failure were the low spatial resolution and the artifact due to the motion of the patients and intestinal gas movement. The accuracy rate of the abdominal branch involvement was 70%.

3) While using a prototype equipment, the preliminary study showed that DSA is a safe and very useful method not only for diagnosing aortic dissection, but for evaluation of the entry, extension of the dissection, and involvement of major branches of the abdominal aorta and for a follow-up study.

Key words

Aortic dissection

Digital subtraction angiography

Intravenous angiography

国立循環器病センター 放射線診療部
吹田市藤白台 5-125 (〒565)
*現: 広島大学医学部 中央放射線部
広島市南区霞 1-2-3 (〒734)

Department of Radiology, National Cardiovascular Center, Fujishirodai, 5-125, Suita, Osaka 565
*Present Address: Department of Radiology, Hiroshima University Medical School, Kasumi, 1-2-3, Minamiku, Hiroshima 734

Presented at the 24th Meeting of the Cardiology Society held in Tokyo, March 23-24, 1982
Received for publication October 25, 1982

はじめに

Digital subtraction angiography (以下 DSA) はこの 2, 3 年, アメリカを中心に急速に研究開発されてきた方法で, その装置構成, 情報処理には種々のものがある¹⁻⁵⁾. 我々が使用した装置は digital fluorography, digital vide subtraction angiography と呼ばれるものであり, I.I.-T.V. 系より得られた透過 X 線像を digital 化し, 画像処理を行った後, 再度 analog 画像として表示する新しい診断用 X 線システムである^{6,7,8)}.

実際の手技は静脈に造影剤を注入し, 肺を通過した後の動脈側の情報を得るものである. この方法は 1939 年, Robb, Steinberg ら⁹⁾により, 直接撮影法として開発された. 当時はそれなりに使用されたが, 低コントラスト, 血管像の重なりなどの欠点があり, その後の選択的動脈造影の発達とともに, それと置き換えられた手技であった. しかし優れた濃度分解能を持つ DSA 装置の開発により, ふたたびその手法が脚光をあびている.

临床上, DSA は大動脈のみの情報で十分で, かつ動脈へカテーテルを入れることによる危険性が少なくない疾患には, 最も良い適応となると考えられる. 本論文は解離性大動脈瘤の診断をプロトタイプの DSA 装置を用いて行ったが, その有用性と問題点について, 我々の初期の経験に基づき述べるものである.

装置の概要

X 線装置は overtube 型消化管透視用 T.V. 装置であり, digital processor は試作した東芝製 Digiformer II を使用した. 装置の概要とシステムブロック図を Table 1, Fig. 1 に示す⁶⁾. DSA では経静脈的に投与され, 希釈された動脈側の造影剤を X 線量子モトルの中から描出するために大線量が必要で, 容量の大きな発生器, X 線管が必要とされている. I.I. は高性能のメタル I.I. が用いられている. またテレビ系での電氣的雑音を最少とするために, テレビカメラの SN 比も

Table 1. Digital system

Digiformer II	
Generator	150 KV, 1250 mA
Table	ring stand
X-ray tube	4,000,000 HU 0.6/1.2 mm
I. I.	6''/9''/12'' CsI
T.V. camera	carnicon 528×8 50 dB
SNR	400:1 interlace T.V. scan
A/D converter	8 bit 10 MHz
Digital memory	512 × 512 × 12 bit
Analog storage	VDR 40 dB

通常の透視装置に比べ, 格段に高いものである.

X 線の曝写方法として, continuous mode と pulse mode の二種類があるが, 解離性大動脈瘤の診断には動画像が有用と考えられ^{10,11)}, 撮影方式として, 1秒に 30 フレームの処理が可能な continuous mode を採用した.

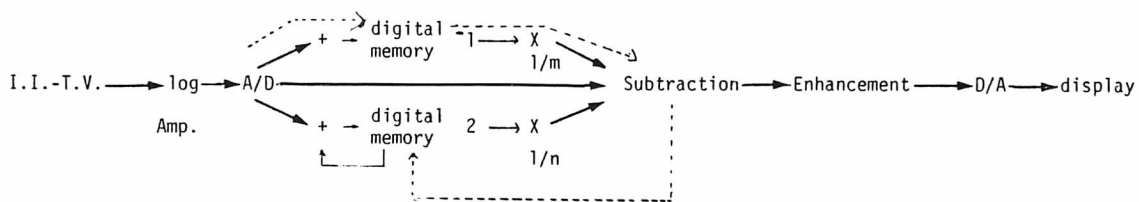
対象と方法

対象は 1981 年 11 月より 1982 年 3 月までに DSA を施行された 6 例である. 年齢は 41~69 歳 (平均 58±9.7 歳), 男 5 例, 女 1 例である. 全例, 血管造影により解離性大動脈瘤と診断されている (Table 2).

造影剤の注入方法: 76% ウログラフィン 30~40 ml を肘静脈より 18G のエラストー針で行う場合は 10~12 ml/sec で, また上大静脈までカテーテルを挿入した場合は 10~18 ml/sec で注入した.

撮影は Schad らの方式¹²⁾により, 胸部では注入後 11 心拍, 腹部では 13 心拍より開始した. 胸部の撮像方向は, 左前斜位像 (LAO 60°), 腹部は正面像とした.

血管造影は全例, 60 fps の cineangiography で行い, DSA と対比検討した. 腹部の DSA に



- 1. memory 1---masking image hold
memory 2---line image hold (——)
or display buffer(-----)
- 2. m:2~32
n:2,4

Fig. 1. Block diagrams of digital subtraction angiography (Digiformer II).

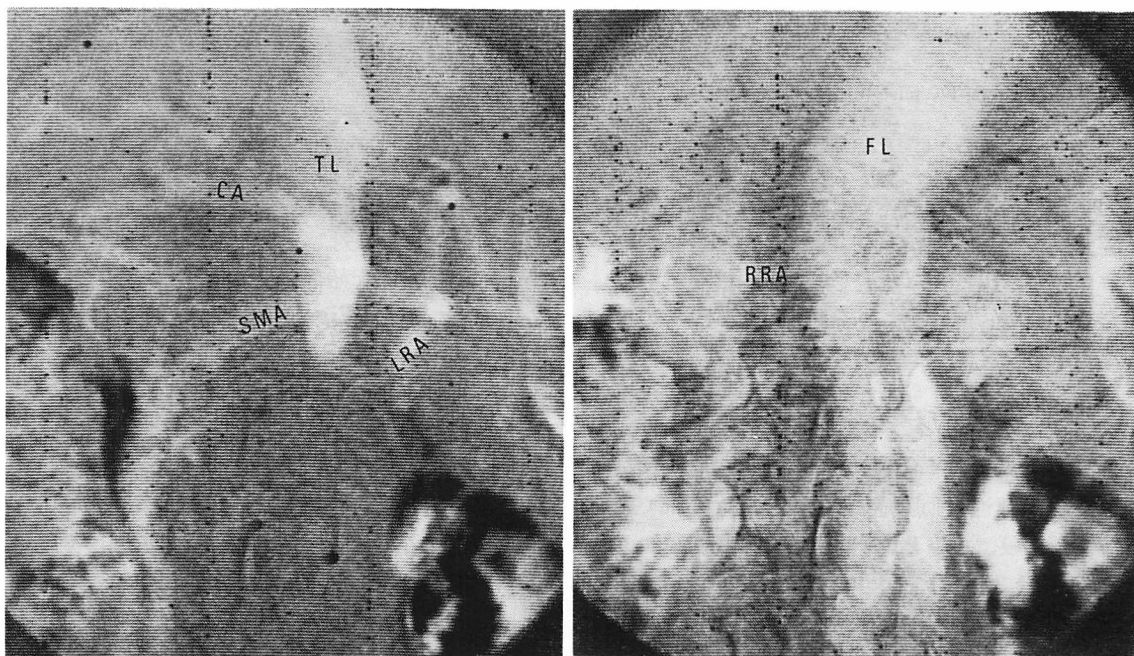


Fig. 2. An example of abdominal DSA.

Contrast medium flows in the true lumen at first (left) and after that in the false lumen (right).

Table 2. Comparison between DSA and cineangiographic findings

Case	Age & Sex	Type	Entry	Intimal flap	Abdominal branch			
					CA	SMA	RRA	LRA
1. S. Y.	66 F	II						
		*Cine	Innominate a. proximal	+	not examined			
		*DSA	Same	-	T	T	T	T
2. Y. Y.	55 M	IIIb						
		*Cine	lt. subclavian a. distal	+	T	T	F	T
		*DSA	Same	+	?	T	?	T
3. F. K.	41 M	IIb						
		*Cine	lt. subclavian a. distal	+	T	T	F	T
		*DSA	Same	+	T	T	F	F
4. K. M.	65 F	IIIb						
		*Cine	lt. subclavian a. distal	+	T	T	F	T
		*DSA	Same	+	T	T	F	T
5. K. G.	69 M	IIIa						
		*Cine	lt. subclavian a. distal	-	T	T	T	T
		*DSA	Same	-	T	T	T	T
6. O. M.	52 M	IIIb						
		*Cine	lt. subclavian a. distal	+	T	T	F	F
		*DSA	Same	+	F	F	F	?

T=true lumen; F=false lumen; lt.=left; a.=artery.

(1981. 11.-1982. 3.)

において先に造影される腔を真腔, 遅れて描出される腔を偽腔, 上腸間膜, 左右腎動脈の4分枝がいずれの腔から出ているか読影した (Fig. 2). それらを cineangiography の所見と対比し, その正診率を求めた.

成 績

胸部の DSA では6例全例に満足すべき画像が得られ, 解離性大動脈瘤の診断は entry 部での jet, 剝離内膜, 真腔と偽腔の区別等の所見により全例で可能であった. Cineangiography によると, DeBakey の II 型1例, III 型5例であり, DSA の正診率は II 型, III 型とも 100% であった (Table 2). 他の非侵襲的検査で明確に同定し得ない entry の部位は全例において, DSA で jet として診断可能であった. III 型の entry はいずれも左鎖骨下動脈分岐部直下の下行大動脈に

存在し, 解離は順向性に進展していたものである (Fig. 3). これに対し, II 型の entry は上行大動脈の無名動脈起始部付近に存在し, 逆行性解離をきたしていた (Fig. 4). 以上の所見は cineangiography と DSA とも合致していた.

腹部の DSA については, 6例中2例は artifact のため詳細な情報を得ることができなかった. この artifact は体動, 腸管のガスによって生じたものと考えられた. また血管造影と DSA で対比し得た腹部血管 20 枝中, 14 枝(70%)において, 両者の診断が一致した.

考 察

X 線像を digital 化し, 画像処理をする技術は CT により始められ, DSA はその技術革新の延長線上にあるものである¹⁻⁵⁾. DSA の技術は Wisconsin の Mistretta, Kruger らにより研究

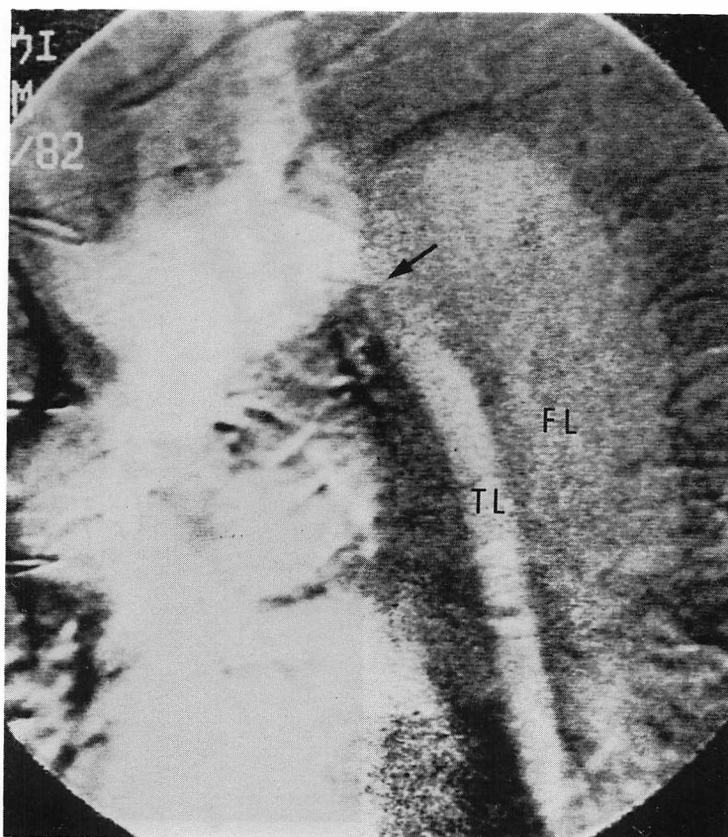


Fig. 3. DSA of DeBakey type III dissection (LAO 60°) (Case 6).
TL=true lumen; FL=false lumen. A black arrow indicates an entry.

開発されてきたものであるが、最近の電子技術の進歩、高解像力のテレビの出現などにより急速に進歩をとげ、臨床に取り入れられつつある。DSAの特徴は優れた濃度分解能にある。また空間分解能は I.I. やテレビカメラの解像力、ノイズなどの制約により、現在 2% 造影剤で 1 mm 径でやっとなところであるが、将来は 1%, 1 mm の血管の解像が目標とされている⁶⁻⁸⁾。さらに時間分解能が優れ、秒間 30 枚の画像処理が可能で、心臓、大血管領域への応用が期待されている。現在まで、その臨床応用として、頸部の血管、腎血管、末梢血管、などに対する報告はなされているが¹³⁻¹⁶⁾、解離性大動脈瘤の診断に関する報告は少

ない¹⁷⁾。

解離性大動脈瘤の非侵襲的診断法として現在 CT scan, 超音波検査法 (以下 Echo), 核医学的検査法 (以下 RI) があるが、それぞれ一長一短があることは否めない。心エコー図では剥離内膜の描出により、確定診断が可能で、特に上行大動脈の検出に sensitivity が高く、急性期における予後不良の I 型の早期診断に不可欠なものである¹⁸⁾。CT scan においては上行大動脈の薄い剥離内膜はその空間分解能の低さ、心臓の動きによる artifact のため、検出困難な症例が存在するが、下行大動脈の剥離内膜は我々の施設ではよく検出されており、慢性期の解離腔の経過観察には有用

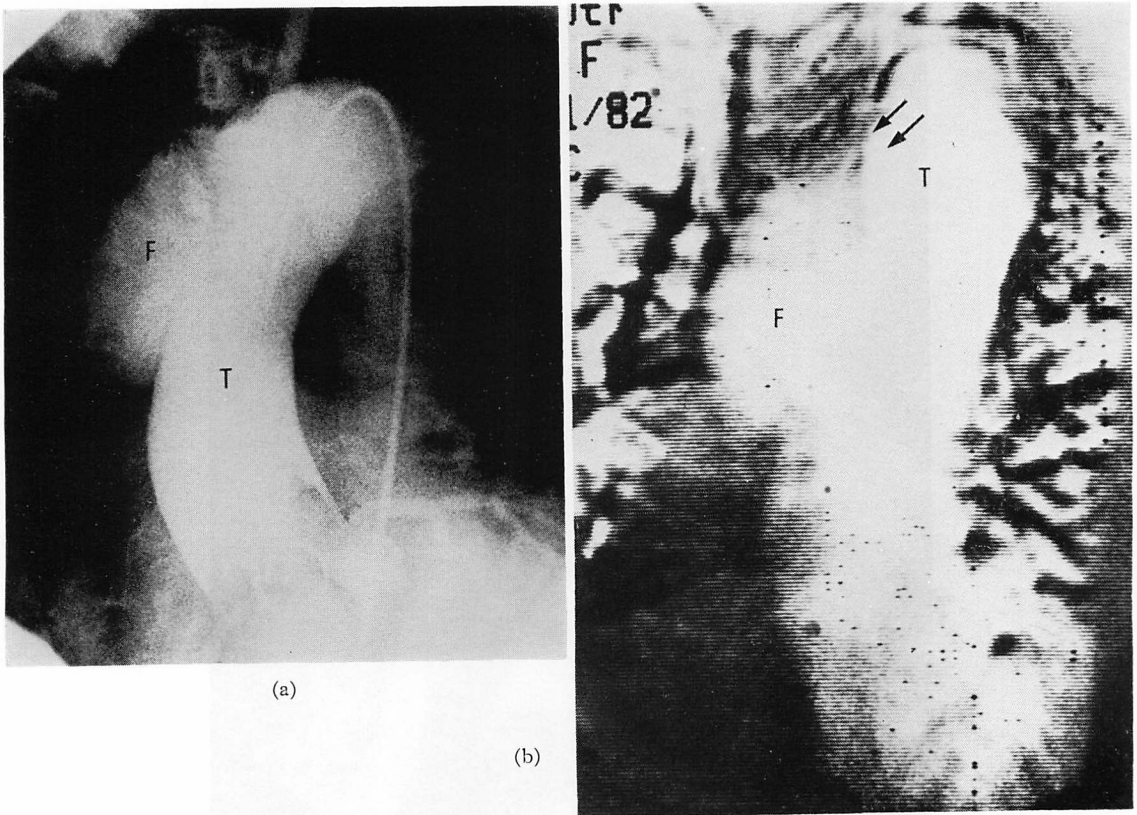


Fig. 4. Conventional (a) and digital (b) angiograms in a patient with aortic dissection of DeBakey type II (Case 3).

a) RAO 30°, b) A.P. view.

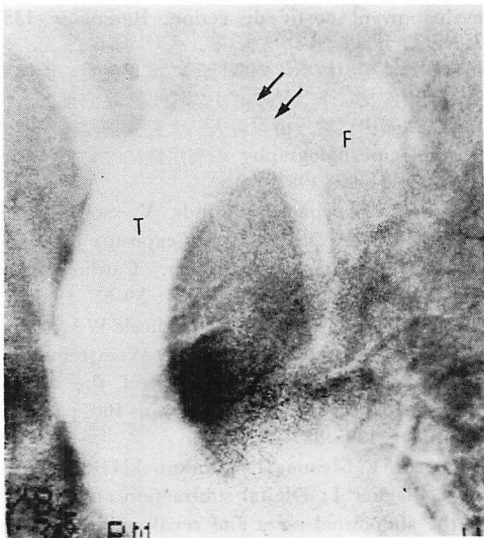
Arrows show the site of an entry. Retrograde dissection was seen in the motion picture. T=true lumen: F=false lumen.

であろう^{19,20)}. RI は簡便で全体像の把握には適しているが, 大嶺らの述べるごとく, 診断の sensitivity は低いものである²¹⁾.

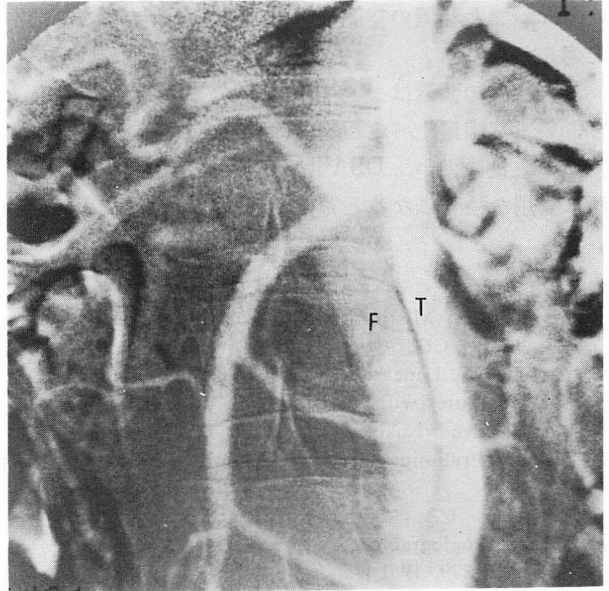
DSA がもっとも臨床的に有用と思われる点は, 他の非侵襲的検査が剥離内膜の所見しか得られないのに対し, 外科手術においてもっとも重要である entry の部が判明することであろう. さらに RI と同様, 血流動態が順行性に, 生理状態で観察可能である. この点で一瞬の造影しか得られない血管造影より多くの情報が期待できる. Fig. 2 は腎動脈が偽腔より出ているため, entry 閉鎖術前に腹部の fenestration を施行した症例の腹部の

DSA である. このように血流動態を生理的に観察し得ることは, 術後の効果判定に重要な情報をもたらす. またこの疾患に対する動脈造影は, 偽腔にカテーテルが入ることにより解離が進行する危険性もあり, なるべく避けたい検査である. DSA によって解離大動脈の血管造影の減少が可能であるし, 経過観察, 外科手術後の評価のため, 汎用される検査となろう.

しかし我々の使用した DSA 装置はプロトタイプのものであり, 様々の問題を含んでいる⁶⁻⁸⁾. 第 1 に temporal subtraction という方法は被験者の動き,あるいは腸管のガスの動きにより artifact



(a)



(b)

Fig. 5. An example of DSA.

a) Thoracic DSA, b) Abdominal DSA (Angiotron).

Arrows show the site of an entry.

T=true lumen; F=false lumen.

を生じ、判読に耐え得ない画像となる。これは腹部において顕著で、post process 処理を含む画像処理の開発が望まれる。第2の問題は空間分解能の悪さである。前述したように現在の DSA では 1% の濃度で 1 mm の空間分解能が限度であり、ことに我々が用いた continuous mode では動画像を得るため、時間分解能を上げているので、空間分解能を犠牲にせざるを得ない。また腹部における偽腔の造影剤の濃度は、偽腔の拡張していることや、真腔より時間的に遅れて流れるような症例では低濃度であることが推測され、これも判読を困難にしている因子と考えられる。

以上我々の使用した装置はプロトタイプのもので、かつ初期の経験である。今後装置の改良に伴い、画質の向上が期待できる。それにより DSA は解離性大動脈瘤の診断上、大きな位置を占めると考えられる。

(付記)

1982年4月より別機種の DSA (Angiotron, Siemens 製)を用いて、同様に検査を施行している。画質はプロトタイプのものより一段と優れ、腹部における正診率も高いものである (Figs. 5)。

要 約

6例の解離性大動脈症例 (DeBakey II 型1例, III 型5例)において DSA を施行した。Cine-angiography と対比し、その有用性と問題点について検討した。

1) 解離性大動脈瘤の診断は DSA で全例可能であり、特に他の非侵襲的検査で同定し得ない entry の診断に有用であった。

2) 腹部の主要分枝 (腹腔, 上腸間膜, 左右腎動脈) が真, 偽腔のいずれよりでているかの DSA の正診率は 70% であった。判読困難なおもな理由は、体動, 腸管ガスに起因すると思われる

artifact, また装置の空間分解能の悪さによるものと考えられた。

3) 我々の装置はプロトタイプの DSA であり, いまだ満足すべき画質ではない。しかし今後装置の改良に従い, DSA は解離性大動脈瘤の診断に有用な検査になると考えられる。

文 献

- 1) Kruger RA, Mistretta CA, Houk TL, Riederer SJ, Shaw CG, Goodsitt MM, Crummy AB, Zwiebel W, Lancaster JC, Rowe GG, Flemming D: Computerized fluoroscopy in real time for noninvasive visualization of the cardiovascular system. Preliminary studies. *Radiology* **130**: 49-57, 1979
- 2) Mistretta CA, Crummy AB, Strother CM: Digital angiography: A perspective. *Radiology* **139**: 273-279, 1981
- 3) Brody Wr, Enzmann D, Deutsch LS, Hall A, Pelc N: Intravenous carotid arteriography using line scanned digital radiography. *Radiology* **139**: 297-300, 1981
- 4) Crummy AB, Strother CM, Sackett JF, Ergun DL, Shaw CG, Kruger RA, Mistretta CA, Turnispeed WD, Lieberman RP, Myerowitz PD, Ruzicka FF: Computerized fluoroscopy: Digital subtraction for intravenous angiocardiology and arteriography. *Am J Roentgenol* **135**: 1131-1140, 1980
- 5) Ovitt TW, Christenson PC, Fisher HD, Frost MM, Nudelman S, Roehrig H, Seeley G: Intravenous angiography using digital video subtraction: X-ray imaging system. *AJR* **135**: 1141-1144, 1980
- 6) 大野英丸: Digital Fluorography の基礎. 画像診断 **2**: 117-181, 1982
- 7) 西村 玄, 内藤博昭, 山口敏雄, 高宮 誠, 小塚隆弘, 大野英丸, 安原 弘: Digital video Subtraction Angiography (DSA) の臨床. 画像診断 **2**: 182-187, 1982
- 8) 西村 玄, 内藤博昭, 李 晃二, 高宮 誠, 小塚隆弘, 大野英丸, 安原 弘: Digital Angiography の現状と問題点. 映像情報 **13**: 1290-1296, 1981
- 9) Robb GP, Steinberg I: Visualization of the chambers of the heart, the pulmonary circulation, and the great vessels in man. *Am J Roentgenol* **41**: 1-17, 1939
- 10) Gutierrez FR, Gowda S, Ludbrook PA, Mcknight RC: Cineangiography in the diagnosis and evaluation of aortic dissection. *Radiology* **135**: 759-761, 1980
- 11) 山口敏雄, 植原敏勇, 内藤博昭, 太田光重, 菅原徹雄, 前田宏文, 李 晃二, 小塚隆弘, 足立郁夫, 中島伸元, 藤田 毅, 由谷親夫: 大動脈解離の解離形態診断—cineangiography の有用性について—. 脈管学 **22**: 21-27, 1982
- 12) Schad N, Schepke P, Rohde V, Schepke H, Schmid V, Breit A: Timing of exposure in angiographic computed tomography. *Cardiovascular and interventional. Radiology* **4**: 59-65, 1981
- 13) Chilcote WA, Modic MT, Pavlicek WA, Little JR, Furlan AJ, Duchesneau PM, Weinstein MA: Digital subtraction angiography of the carotid arteries: A comparative study in 100 patients. *Radiology* **139**: 287-295, 1981
- 14) Buonocore E, Meaney TF, Borkowski GP, Pavlicek W, Gallagher J: Digital subtraction angiography of the abdominal aorta and renal arteries: Comparison with conventional aortography. *Radiology* **139**: 281-286, 1981
- 15) Hillman BJ, Ovitt TW, Nudelman S, Fisher HO, Frost MM, Capp MP, Roehrig H, Seeley G: Digital video subtraction angiography of renal vascular abnormalities. *Radiology* **139**: 277-280, 1981
- 16) Smith CW, Winfield AC, Price RR, Harding DR, Tucker SW, Witt WS, Hollifield JW: Evaluation of digital venous angiography for the diagnosis of renovascular hypertension. *Radiology* **144**: 51-54, 1982
- 17) Guthaner DF, Brody WR, Miller DC: Intravenous aortography after aortic dissection repair. *Am J Roentgenol* **137**: 1019-1022, 1981
- 18) Matsumoto M, Matsuo H, Ohara T, Yoshioka Y, Abe H: A two-dimensional echoaortocardiographic approach to prevent false positive diagnosis. *Radiology* **127**: 491-499, 1978
- 19) Godwin JD, Herfkeus RL, Skiölderbraud CG, Federle MP, Lipton MJ: Evaluation of dissections and aneurysms of the thoracic aorta by conventional and dynamic CT scanning. *Radiology* **136**: 125-133, 1980
- 20) 山口敏雄, 木村元政, 大嶺広海, 西村 玄, 植原敏勇, 内藤博昭, 太田光重, 菅原徹雄, 李 晃二, 高宮 誠, 小塚隆弘: 大動脈解離の偽腔の運命—CT scan による検討—. 臨床放射線 **26**: 1009-1014, 1981
- 21) 大嶺広海, 西村恒彦, 山口敏雄, 林田孝平, 植原敏勇, 小塚隆弘: 解離性大動脈瘤における核医学的診断の有用性と限界. 臨床放射線 **27**: 897-901, 1982