

頸部頸動脈閉塞性病変に対する digital subtraction angiography と超音波診断

古賀 博明・西村 修平・河野 輝昭・小野 博久・森 和夫・横山 博明*

Digital Subtraction Angiography and Ultrasound Sonography for Detection of Occlusive Carotid Lesions in the Neck

Hiroaki KOGA, Shuhei NISHIMURA, Teruaki KAWANO, Hirohisa ONO, Kazuo MORI and Hiroaki YOKOYAMA*

Department of Neurosurgery, Nagasaki University, Nagasaki; *Department of Neurosurgery, Nagasaki Rosai Hospital, Nagasaki

Abstract

Digital subtraction angiography (DSA), high resolution real time B-mode scanner (HRS), and pulsed doppler sonography were used to examine the cervical carotid lesions. Seventeen patients were studied by DSA before or after conventional angiography. To obtain good images, exposures were performed in both oblique positions. Sometimes, repeat studies were required with different degrees of obliquity to obtain more information. Subtracted images were obtained in real time, and post processing, especially remasking, was used to improve the image quality. In 28 carotid arteries of 17 patients, good images were obtained through such procedures. The quality of detecting carotid lesions with DSA was fairly good (sensitivity of 85%, specificity of 100%, accuracy of 93%). HRS demonstrated minor irregularities or slight stenosis within the lumen of the carotid artery, while the doppler examination appeared to be more useful in demonstrating obstructions of the carotid artery. It was concluded that DSA is a safe and reliable non-invasive screening method for detection of occlusive carotid disease.

Key words: digital subtraction angiography, ultrasound sonography, pulsed doppler, angiography, carotid artery

I はじめに

非侵襲的な新しい画像診断法の一つとして経静脈性造影剤注入による digital subtraction angiography (DSA) が開発され^{9,12)}、本邦でも注目されている^{10,13)}。DSA は、X 線のTV像をデジタル画像処理システムを用い real time subtraction により画像表示したものであり、今後デジタル化された情報を利用して数量的解析を行いうる可能性も有している。今回我々は、頸部頸動脈病変に対する非侵襲的補助検査法として DSA を行い、conventional angiography の所見と対比検討し、また一部症例において real time B-mode 法や pulsed doppler 法による超音波診断も行い、こ

れら補助検査法のスクリーニングテストとしての有用性についても検討を加えたので報告する。

II 対象および方法

1. 対象

対象は男性12例、女性5例の計17例であり、年齢は33~74才、平均55才である。全例に conventional angiography を行い、angiogram 上両側頸動脈に病変を認めないもの6例、一側狭窄4例、両側狭窄3例、一側閉塞3例、一側閉塞および対側狭窄1例であった(Table 1)。一側閉塞の3例中2例は、内頸動脈海綿静脈洞部動脈瘤に対し内頸動脈の ligation を行った症例であり、ligation に先立ち浅側頭

長崎大学脳神経外科 *長崎労災病院脳神経外科

Address reprint requests to: H. Koga, M. D., Department of Neurosurgery, Nagasaki University, 7-1 Sakamoto-machi, Nagasaki 852.

受稿 1983年3月7日 受理 1983年8月22日

Table 1 Angiographic findings in 17 cases

Normal	6
Unilateral stenosis	4
Bilateral stenosis	3
Unilateral occlusion	3*
Occlusion and stenosis	1

* including 2 cases of internal carotid ligation.

動脈一中大脳動脈 (STA-MCA) 吻合術を施行した。

2. 方法

DSAには、Philips社製のDigital Vascular Imagingを使用した。頭蓋外頸部血管病変の検索には、肘静脈に挿入した16ゲージのエラスタ針より76%ウログラフィン30~40mlを自動注入器にて12~15ml/secで急速bolus注入を行った。撮影方向は原則として右斜位(RAO)65度、左斜位(LAO)65度の2方向とし、一部正面(AP)を追加した。なお撮影条件の調整のため、患者の位置や撮影方向の決定後通常の透視条件によるtime interval difference mode(TID mode)の撮影を行い、またhalationにより信号のないblack spot部分が生じると画質が著しく悪化するため、絞りや補償フィルターを挿入した画像処理の計測modeとしては、造影剤注入後得られたマスク像を続いて撮影された造影像からsubtractionするserial imaging modeを利用したが、頸部の撮影においても体動や嚥下運動によるマスク像と造影像の位置のずれによりartifact(misregistration artifact)が生じ、画質を低下させることもあった。この場合は、画像記録装置からsubtractionされた録画像を呼び出して再度subtractionするremaskingなどのpost processing処理により、画像の改善を行った。

超音波診断はreal time brightness modulation mode(B-mode)法により行い、Bio Dynamics社のBio Soundと横河電機製作所のU-Sonic RT2000を使用した。Bio Soundは、探触子の共振周波数平均8MHz、幅3cm・深さ4cmの範囲をscanningし、焦点部位で0.3mmの解像度を有しており、さらにrange gated pulsed doppler法により焦点部位の約1mm³中の血流量の検出も可能であった。一方U-Sonicは、共振周波数3.5MHzの標準中型探触子を用い、視野8.5cm・深さ15cm、焦点部位で0.5mmの解像度を有していた。Pulsed doppler法にはDiagnostic Electronics社のEcho flowを使用したが、これは4MHzのdoppler血流装置であり、動脈血流速度の違いを3段階に分けてカラー表示することができた。

III 結 果

DSA上良好な画像が得られた28頸動脈につき、conven-

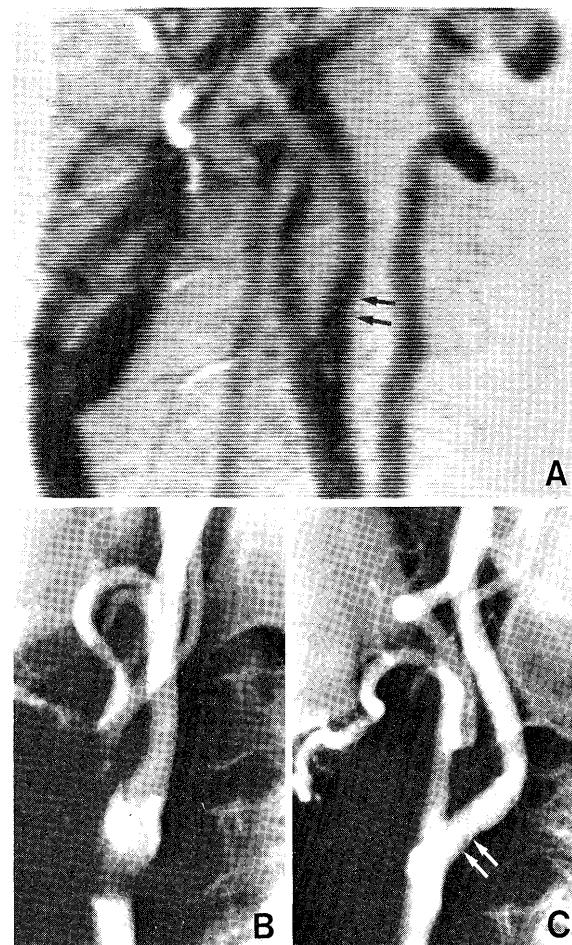


Fig. 1 Digital subtraction angiograph (DSA) in the left anterior oblique (LAO) position (A), and right (B) and left (C) common carotid conventional arteriograms. Mild stenosis (arrows) of the left internal carotid artery is seen on both examinations. The visualized portions of the right carotid and both vertebral arteries on DSA are normal. The apparent narrowing in the common carotid artery in B is an artifact.

tional angiographyとDSAとの所見を狭窄度により正常、50%以下狭窄、50%以上狭窄、閉塞の4群に分け検討した。Table 2のごとく、angiogram上で正常であったものはすべてDSA上も正常でありfalse positiveはなかったが、両側頸動脈に壁不整(狭窄度10%以下)を認めた1例はDSA上両側ともに正常と判断され、false negativeは13%であった。これらの結果をまとめると、病変を有する症例に対するtest陽性率であるsensitivity(true positive/true positive+false negative)は85%，病変を有さない症例に対するtest陰性率であるspecificity(true negative/true negative+false positive)は100%，正確率(accuracy)は93%を示していた。

以下、一部症例に行った超音波診断やpulsed doppler法

Table 2 Results of digital subtraction angiography (DSA) in 17 cases (28 arteries)

Conventional angiogram	Degree of stenosis on DSA			
	Normal	<50%	>50%	Occlusion
Normal	15	0	0	0
<50%	2	6	0	0
>50%	0	0	1	0
Occlusion	0	0	0	4

の所見につき代表例を挙げて述べる。

症例1：64才、男性

TIA様症状を繰り返した症例で、angiogram上(Fig. 1 B, C)右頸動脈には異常所見を認めないが、左頸動脈分岐部直上の内頸動脈に50%以下の軽度狭窄を認めた。Fig. 1 Aは頸部DSAのLAO 65度の像で、両側頸動脈・椎骨動脈が良好に造影されており、angiogram上の所見と同様、右頸動脈は正常、左内頸動脈の軽度狭窄を認めることができた。

症例2：68才、男性

スクリーニングとして頸部頸動脈の観察を行ったところ、Fig. 2AのごとくDSAにて左内頸動脈に50%以下の軽度狭窄を認め、上甲状腺動脈をはじめとし頸動脈主幹から分岐する主要血管も同定可能であり、angiogram(Fig. 2 B)にほぼ匹敵する良質な画像が得られた。

症例3：47才、男性

左半身運動不全麻痺を主症状とするRINDの発作を3回繰り返した一側内頸動脈閉塞、対側内頸動脈軽度狭窄(Fig. 3 C, D)の症例で、DSAのRAO像(Fig. 3 A)にて右内頸動脈はangiogram上の所見と同様、分岐後先細りとなって閉塞していた。一方LAO像(Fig. 3 B)では、左内頸動脈は左椎骨動脈と一部重なっているが、分岐後に軽度狭窄の存在を認めることができた。さらにU-Sonicを使用しB-mode法により観察すると、右頸動脈には分岐後内頸動脈の閉塞を思わせる強いecho shadowを認めるが、先細り像は明らかではなく(Fig. 3 E),左頸動脈分岐部では狭窄病変に一致してatheroma plaque形成を思わせる強いecho shadowを認めた(Fig. 3 F)。

症例4：57才、男性

左半身運動麻痺を主症状とするstrokeにて発症した一側完全閉塞例(Fig. 4 A)で、右内頸動脈は分岐後急峻に狭小化し完全閉塞に至っており、DSAにおいても良質な画像ではないが閉塞像は明らかであった。一方pulsed doppler法によるsonogramでは、右内頸動脈は分岐後まったく血流パターンを認めず閉塞像を示しているが、病変を有さない左頸動脈は流速も正常パターンでほぼ良好な分岐部の形態

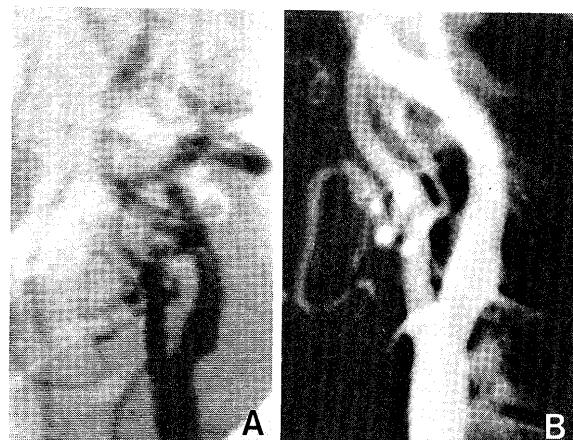


Fig. 2 DSA (A) and right common carotid conventional arteriograms (B) demonstrate the stenotic internal carotid artery. The superior thyroidal artery and other branches of the carotid artery are also seen in the DSA.

を示していた(Fig. 4 B)。

症例5：63才、女性

左内頸動脈海綿静脈洞部巨大脳動脈瘤の症例であり、直達手術は不可能と判断してSTA-MCA吻合術後内頸動脈のligationを行ったところ、結紮部にstumpを形成し、stump内の血栓が外頸動脈からさらに吻合部を経由して脳虚血発作を惹起したため、結紮部の中枢側で再結紮し銀クリップで閉塞した(Fig. 5 B)。DSAでは内頸動脈の結紮部および金属クリップも描出されている(Fig. 5 A)。一方Bio Soundを使用してB-mode法により観察すると、分岐部直上より内頸動脈に一致して淡いecho shadowを認めるが、その末梢部はecho freeとなっており、明らかな閉塞像としては確定できなかった(Fig. 5 C)。なおDSAの頭部AP像においては、左海綿静脈洞部の脳動脈瘤は造影されなかった。

IV 考 察

頸部頸動脈の閉塞性病変は主に欧米諸国において注目され、本病変に対する非侵襲的補助検査法についても種々の検討がなされてきた^{1,3-5,7,8,14}。一方本邦では、脳血管写および剖検による検討において頭蓋外よりも頭蓋内の動脈硬化が強いことが知られ^{6,11}、最近のEC/IC bypassに関する国際共同研究の中間報告²においても、本邦では欧米に比して内頸動脈の閉塞は1/3以下、中大脳動脈の閉塞は約3倍とされている。しかしスクリーニングテストとしてのDSAの有用性については、普及後の浅いことも関係し、いまだほとんど検討されていない。

DSAは、透過X線画像をデジタル化してsubtractionな

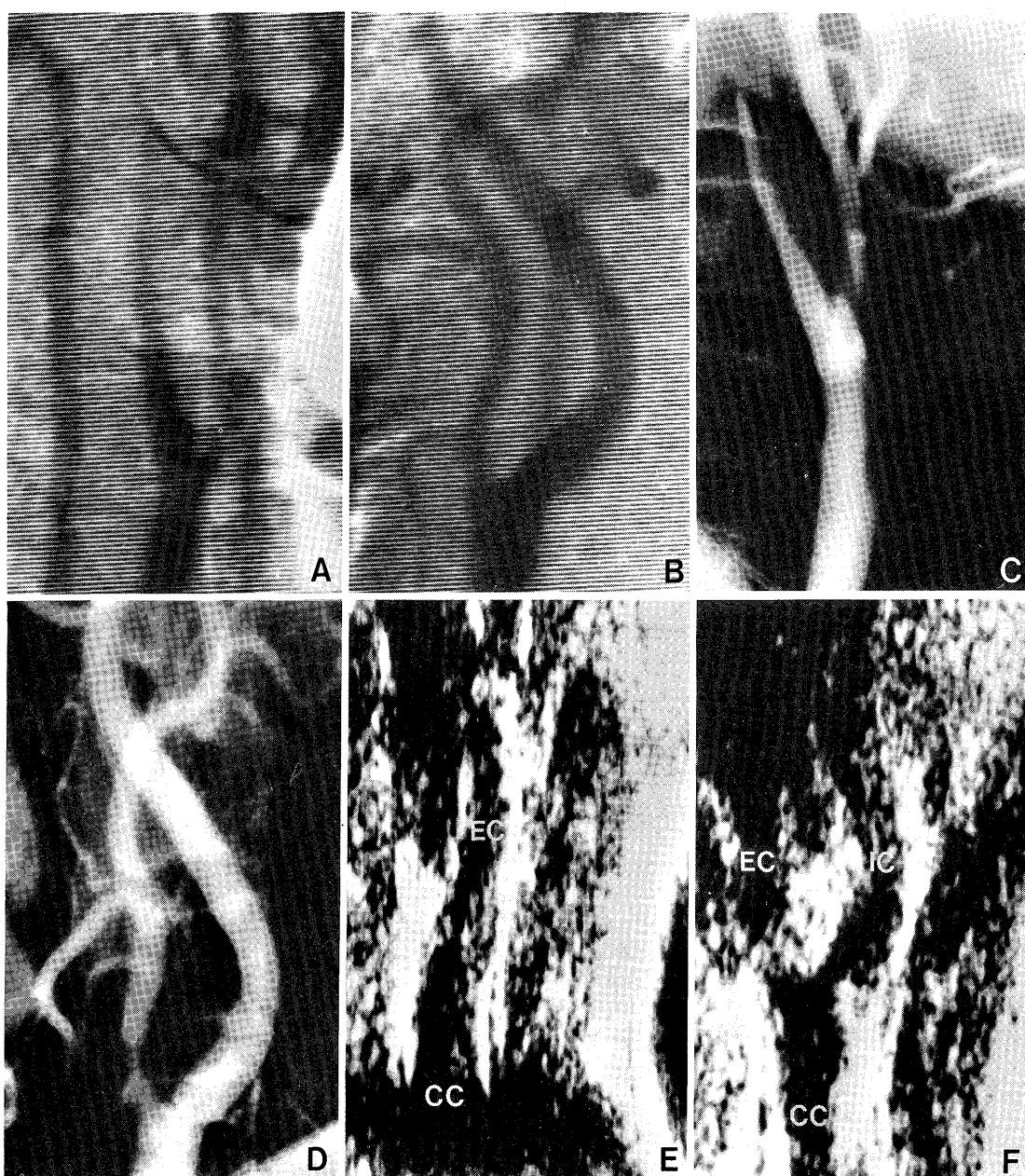


Fig. 3 Right anterior oblique (RAO) position (A) and LAO position (B) of the DSA, and right (C) and left (D) common carotid conventional arteriograms. The right (E) and left (F) high resolution real time B-mode scanner images (HRS) are also shown. The right internal carotid artery occlusion and left internal carotid artery stenosis are seen with DSA. HRS images demonstrate plaque at the origin of the left internal carotid artery. Occlusion of the right internal carotid artery is also suspected. CC indicates common carotid artery; EC, external carotid artery; IC, internal carotid artery.

どの処理により画像構成を行う digital radiography の発達によって 1970 年代後半に開発されたもので^{9,12)}、経静脈性血管造影法として期待され、我々の施設でも 1982 年 7 月より臨床応用を開始した。

DSA と conventional angiography の所見を対比してみると、壁不整程度のきわめて軽い狭窄病変を除けば狭窄・閉塞病変とともに十分判定可能であり、sensitivity 85%，speci-

ficity 100%，accuracy 93% と高い診断率を示した。これは、Chilcote ら³⁾の良好な画質が得られた場合の sensitivity 95%，specificity 99%，accuracy 97% という成績にはほぼ匹敵するものであり、症例を重ねることにより成績はいっそう高まるものと予想される。また静脈経路での造影が行えるため侵襲が少なく、1 回の造影で主要 4 血管系を同一画像上に捉えられ、外来患者にも簡単に検査ができ各種治

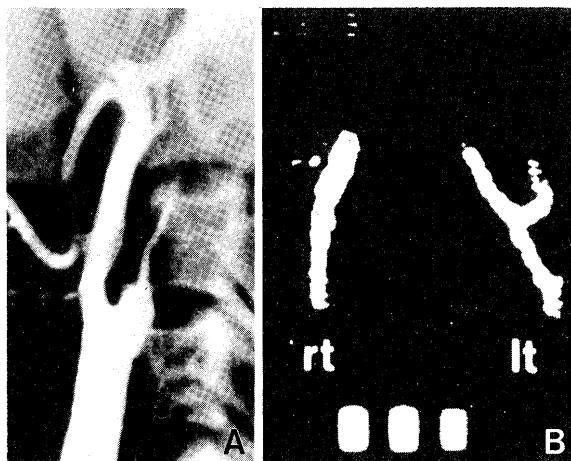


Fig. 4 Right common carotid conventional arteriogram (A) and pulsed doppler ultrasonogram (B). The right internal carotid occlusion is successfully imaged with the pulsed doppler techniques.

療後の経過観察にも優れ、さらに本邦では頭蓋内に病変を有する(tandem lesion)例が多いが、その同時検索にも有用であり、閉塞性病変や副血行路の把握が可能であるなどの優れた特長を有している。

なお画像処理に利用した serial imaging mode は、頸部領域のごとく本来動きの少ない領域では鮮明な像が得られる subtraction 法であるが、それでも患者の呼吸や嚥下運動などのため65度の斜位像においても対側の頸動脈や椎骨動脈の画像が不良になる場合がある。この misregistration artifact や同側の頸動脈と椎骨動脈の重なりのため、約 10% の症例に斜位の角度を変えた造影を必要とし、頭蓋外頸部動脈病変の検索には原則として両側斜位の撮影を行っている。こうした撮影方向の配慮のほか先に述べた撮影条件の調整のため、造影前に TID mode にて透視条件により撮影し、撮影管の dynamic range が狭く X 線の透過度が強すぎるために生じる black spot を事前にチェックし、これを絞りや補償フィルターにより除き原画の質を上げるよう努める。また造影後は画像記録装置から録画像を呼び出し、remasking をはじめホストコンピューターによる post processing の画像処理によりいっそう画質の改善をはかっている。以上の手法により良質な画像が得られれば、DSA はすでに述べたごとく頸部血管病変において高い診断率を有し、スクリーニングテストとして優れた検査法と考えられる。しかし現時点においては、空間分解能は約 1 mm 程度と conventional angiography に比して低く、手術決定には従来の血管造影法が必要であろう。

本邦例における頸部頸動脈病変の超音波診断の検討については一部をすでに報告しており¹⁵⁾、今回は DSA との対

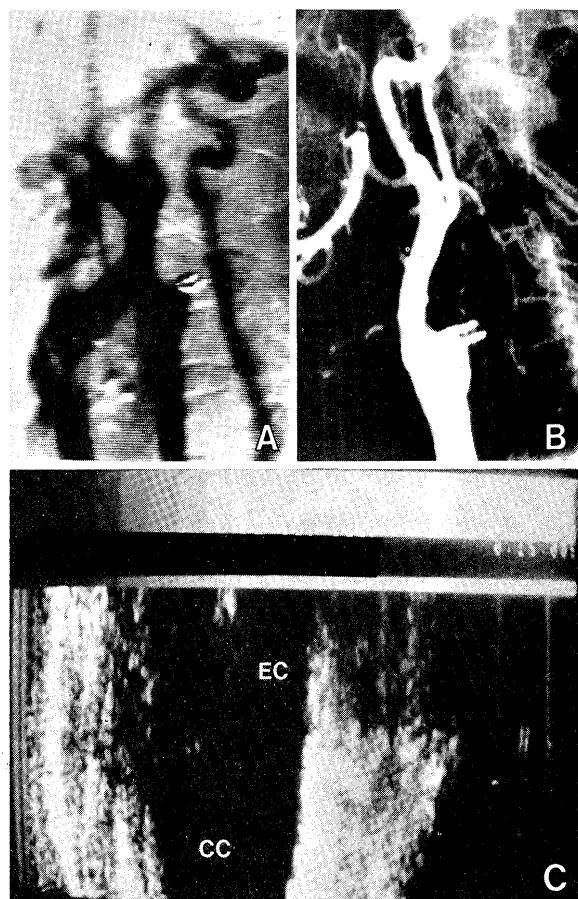


Fig. 5 DSA (A), left common carotid conventional arteriogram (B), and HRS (C). DSA demonstrates internal carotid artery occlusion and presence of clips on the origin of the internal carotid artery, but HRS does not show the presence of the arterial occlusion.

比を行った症例の呈示にとどめた。Zwiebel¹⁶⁾ はプロトタイプの DSA と超音波診断を比較し、carotid plaque の広がりや程度、plaque 表面の不整の判定において DSA と high resolution sonography (HRS) との間に差はなかったが、頸動脈分岐部全体の描出には DSA が優れ、閉塞病変の検索では doppler 法による診断を加味した HRS が sensitivity, accuracy ともに高かったと報告している。また Hobson ら⁴⁾ は real time B-mode 法と pulsed doppler 法を比較検討し、B-mode 法は狭窄病変の診断には有用だが false negative の頻度が高く、doppler 法は閉塞病変には 100% の正確率を示していると述べている。さらに Johnston ら⁵⁾ は、pulsed doppler 法によるスクリーニングに周波数分析を加味することにより specificity は 93% に増加したとし、その有用性を強調している。我々の本邦例の検討でも、B-mode 法は壁不整や狭窄病変の診断に、doppler 法は血管閉塞の診断に有用であった。このような閉塞病変に対する有用性の違いは、pulsed doppler 法が doppler 現象を利用した血流の

同定を基礎とした方法であるのに対し、B-mode 法は血流動態よりも組織の違いを音響 impedance の相違として捉えることを主目的としていることによると思われた。

V 結 語

1. 17症例の頸部頸動脈に DSA を行い、conventional angiography の所見と比較検討した。一部症例では超音波診断 (B-mode 法および pulsed doppler 法) にても観察した。
2. DSA は、撮影方向の配慮や post processing の画像処理を行うことにより血管閉塞・狭窄病変とともに診断能に優れ、正確率93%であった。
3. B-mode法は壁不整や狭窄病変に、pulsed doppler 法は血管閉塞の診断に有用であった。
4. DSAは、頸部頸動脈病変のスクリーニングテストとして優れた検査法と考えられた。

稿を終えるにあたり、御協力頂いた当大学放射線科 松永尚文先生ならびに放射線部 松尾英典技師に感謝致します。

本論文の要旨は、第10回日本脳神経外科学会九州地方会(1982年12月、北九州)において発表した。

文 献

- 1) Ackerman RH: A perspective on noninvasive diagnosis of carotid disease. *Neurology (Minneapolis)* 29: 615-622, 1979
- 2) Barnett HJM: Rationale of the international cooperative study of EC/IC bypass, in Handa H, Barnett HJM, Goldstein M, Yonekawa Y (eds): *Cerebral Ischemia, Clinical and Experimental Approach*. Tokyo, Igaku-Shoin, 1982, pp 131-134
- 3) 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: 289-295, 1981
- 4) Hobson RWII, Berry SM, Katocs AS, O'Donnell JA, Jamil Z, Savilsky JP: Comparison of pulsed doppler and real time B-mode echo arteriography for noninvasive imaging of the extracranial carotid arteries. *Surgery* 87: 286-293, 1980
- 5) Johnston KW, Brown PM, Kassam M: Problems of carotid doppler scanning which can be overcome by using frequency analysis. *Stroke* 13: 660-666, 1982
- 6) 亀山正邦: 日本人の脳梗塞の臨床的・病理学的特徴. *日臨* 40: 2148-2153, 1982
- 7) Kartchner MM, McRae LP, Morrison F: Noninvasive detection and evaluation of carotid occlusion disease. *Arch Surg* 106: 528-535, 1973
- 8) Keagy BA, Pharr WF, Thomas D, Bowes DE: Comparison of oculoplethysmography/carotid phonoangiography with duplex scan/spectral analysis in the detection of carotid artery stenosis. *Stroke* 13: 43-45, 1982
- 9) Kruger RA, Mistretta CA, Houck TL, Riederer SJ, Shaw CG, Goodsitt MM, Crummy AB, Zwiebel W, Lancaster JC, Rome GG, Flemming D: Computerized fluoroscopy in real time for noninvasive visualization of the cardiovascular system. *Radiology* 130: 49-57, 1979
- 10) 西村 玄, 内藤博昭, 山口敏雄, 高宮 誠, 小塚隆弘, 大野英久, 安原 弘: Digital video subtraction angiography (DSA) の臨床. *画像診断* 2: 182-187, 1982
- 11) 岡部信彦: 脳卒中と動脈硬化. *九州歯会誌* 23: 168-170, 1969
- 12) Ovitt TW, Christenson PC, Fisher HC, Frost MM, Nudelman S, Roehring H, Seeley G: Intravenous angiography using digital video subtraction: X ray imaging system. *Am J Neuroradiol* 1: 387-389, 1980
- 13) 高橋睦正, 広田嘉久, 土亀正俊, 宮脇正行, 仏坂博正, 上野助義, 三浦義一, 野中信人, 島倭又郎, 常岡雅幸: 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
- 14) Turski PA, Strother CM, Turnipsed WD, Sackett JF, Crummy AB, Lieberman RP, Steighors MF: Evaluation of occlusive disease by digital subtraction angiography. *Surg Neurol* 16: 394-398, 1981
- 15) 横山博明, 西村修平, 古賀博明, 小野博久, 森 和夫: 頸部頸動脈狭窄性病変に対する B-mode scanner の使用経験. *映像情報* (印刷中)
- 16) Zwiebel WJ: Comparison of ultrasound and digital subtraction arteriography, in Mistretta CA, Crummy AB, Strother CM, Sackett JF (eds): *Digital Subtraction Arteriography; An Application of Computerized Fluoroscopy*. Chicago, Year Book Med, 1982, pp 41-52

[別刷請求先: 〒852 長崎市坂本町7-1, 長崎大学脳神経外科, 古賀博明]