



Title	拡大連続脳血管撮影に関する基礎的および臨床的研究
Author(s)	宮崎, 雄二
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1974, 34(9), p. 657-682
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20312
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

拡大連続脳血管撮影に関する基礎的および臨床的研究

札幌医科大学脳神経外科助教授

宮 崎 雄 二

(昭和49年4月25日受付)

(昭和49年5月29日最終原稿受付)

Fundamental and Clinical Studies on Magnification Serial Cerebral Angiography

Yuji Miyazaki

Department of Neurological Surgery Sapporo Medical College and Hospital

Research Code No.: 503

Key Word: *Magnification radiography*
Cerebral angiography

Magnification serial cerebral angiography was carried out with a fine-focus tube (0.1 mm), Toshiba DRX-431, which is capable of withstanding a higher loading required for high-energy and short-exposure technique. As fundamental studies, radiography by the conventional method and in two- and three-fold magnification was made on the cadaver brain, previously injected with a solution of fine-grain barium sulfate in the posterior artery. The films were examined for number and minimum diameter of observable arteries and the minimum diameter of the artery which can be used to check the state of an arterial wall. The number of observable arteries increased in the three-fold magnified radiograph, twice of that of the conventional radiograph in the occipital area, 2.5 times in the paraventricular area, and 8 times in the posterior part of the thalamus. Minimum diameter of observable arteries in the three-fold magnified radiograph decreased to 0.1–0.05 mm from 0.4–0.5 mm in the conventional radiograph. An artery of 0.8 mm in diameter is the minimum size that can be used to observe the state of arterial wall by the conventional radiograph but, in three-fold magnification, arteries of 0.3–0.5 mm in diameter can be used for this purpose. These fundamental studies showed that very fine vessels can be observed by the three-fold magnified radiograph and this point markedly differs from the conventional radiograph.

This magnification serial cerebral angiography was carried out on 101 clinical cases, including 38 cases of intracranial tumor and 44 cases of cerebral vascular diseases. This technique was also used in two cases of vascular disease of the orbit and two cases of spinal cord disease. A new movable and elevation table with a radiolucent head supporter was developed for magnification in lateral and anteroposterior radiography. As a result of this examination, suspected diagnosis of intracranial tumor was denied in 4 cases and negative diagnosis of intracranial tumor was confirmed in 8 cases by this magnified angiography, which could make correct and final diagnosis of intracranial tumor possible.

One of the advantages of this magnification serial cerebral angiography of intracranial tumor is the great visibility of tumor vessels which cannot be seen on conventional angiogram and makes it possible to obtain an accurate estimation of the extent of a tumor.

Various cerebro-vascular lesions studied were arteriovenous malformation, cerebral aneurysm, cerebral infarct, transient ischemic attack, hypertensive or spontane intracerebral hematoma, carotid-cavernous fistula, and Moya Moya disease. Small vessels that are indistinct or not visible on the conventional angiogram are readily identified on the magnified film.

緒 言

脳血管撮影法は現在中枢神経系疾患診断のための各種補助診断法のうちで最も普及され、しかも診断価値が最も高い方法であるが、中枢神経系病態探索のために脳血管撮影像へ要求される所見は年をへて変化してきている。すなわち従来は脳主幹動脈の位置および走行の変化や異常陰影が主な観察目的であったが、近年の神経放射線解剖学の進歩にともない細小動脈の観察や微小陰影の発見が望まれ、しかもこれらを血液流動に従つて観察することが望まれるようになつていている。また現在脳血管撮影法によつて観察可能な脳血管の最小限界直径である 400～500 μよりも小なる直径の脳血管を観察することが望まれるようになつてゐる。

以上の様な脳血管撮影法に対する新しい要求に対処するためには、微小な焦点の管球を用いる直接X線拡大撮影法を応用し、しかも脳血流に従つて連続的に撮影を行う以外に方法はない。而して直接X線拡大撮影法の有用性については単純X線撮影として肺および四肢骨において、また血管撮影として肝、腎、肺などの諸内臓および冠動脈について認められているが、脳血管撮影についてはきわめて小数の研究者によつて試みられているにすぎなく、しかも脳血管撮影における拡大撮影の価値については未だ殆んど解明されていないと云つても差し支えない現状である。

著者は焦点の大きさが 100 μのX線管球を用いて脳血管拡大撮影法につき基礎的研究を行なうとともに、これらの基礎的研究の結果に基づいて拡大連続脳血管撮影法を 100例の臨床例に応用し、その利点と価値を明らかにしたので報告する。

I. 拡大X線撮影法について

生体内組織を拡大してX線撮影をする拡大X線撮影法には間接法と直接法とがある。

1. 間接拡大撮影法

間接拡大撮影法とはまず鮮鋭なX線写真を撮影し、このX線写真の像を光線、電子線その他の二次的な手段によつて間接的に引伸しを行つて観察する方法であるが、X線フィルムおよび増感紙の鮮鋭度の関係から2倍拡大が限度で、それ以上の拡大では感光乳剤粒子のアレが目立つのみで、特別の所見は附加されない。一方、間接拡大撮影法は撮影対象とフィルム間の距離を小とし、しかも管球焦点と撮影対象との距離を充分に離すことによつて、撮影像上の半影が縮小されて高拡大の可能性が生ずる。しかしこの様にすると増感紙のアレがますます生ずるために充分に良い拡大像は得られない。また増感紙を用いないとすればX線露出を多くしなければならなくなる。而してX線露出を比較的少なくし、しかも増感紙を使用しないとすれば臨床的に応用しうる体の部位は指尖や歯にすぎないという欠点が生ずる。

2. 直接拡大撮影法

X線は可視光線とは異なり、レンズなどによつて屈折させることも収斂させることもできない。このためX線が球面波として拡散しつつ進行するという原理を応用し、しかも普通のX線管—被写体—X線フィルム間の距離関係を変え、被写体をX線管球へ近接させ、かつX線フィルムを被写体からはなすことによつて像を拡大しようとするのが直接拡大撮影法である。この目的には普通のX線撮影に用いられている大きさのX線焦点では大きな半影が生じ像が不明瞭になるため微小なX線

焦点でなければならない。

直接拡大撮影を初めて行つたのは1922年の Wasson²⁵⁾であり、氏は直径1mmの針孔を持つた隔壁を作製し、撮影対象とフィルムとの間の距離を18インチとしてX線撮影を行つた。また1931年 Vall-ebona²⁴⁾は直径1~1/2 decimillimeterの孔を有する鉛板を用いてX線の縮小を行なつた。その後1946年フイリップス社の Burger et al²³⁾は0.3mmの微小焦点X線管球を製作した。この微小焦点X線管球を用いて1951年 Zimmer²⁸⁾は頭蓋骨の2倍および2.5倍の直接拡大撮影を行なつた。他方、1952年高橋信次教授¹⁶⁾(当時弘前大学)は0.3mmの微小焦点管球を当時本邦において試作することが困難な事情であつたことから微小放射源点として放射性同位元素を用うることに着目し¹⁸⁾から発する陰極線を点線源(0.13mm以下)として用い、40 meshの金網の直接3倍拡大撮影の実験に成功した。しかしこの放射性同位元素のエネルギーは小さく、物体を自由に通過しないため人体の拡大撮影は不能であつた。また同教授¹⁷⁾は同年に高電圧によって発生させたX線による拡大撮影の可能性を検討するために深部治療用X線発生装置を用い、しかも放射源を点状にするために厚さ3mmの鉛板中央に直径0.2mmの円形針孔を設け、この針孔を通してX線曝射を行なつた。而してこの方法によつて生体脛骨の3倍拡大撮影に成功した。その後 Stevenson (1952)¹⁵⁾, Garnes (1952)⁵⁾, Wood (1953)²⁶⁾, Adehold und Seifert (1954)¹⁴⁾, Wood and Bream (1954)²⁷⁾の研究が発表された。これらの諸家のうち Wood は拡大撮影が椎弓骨折の診断に有用である他、骨の感染、腫瘍、変性の診断、トルコ鞍の変化の探索に有用であるとした。また高橋信次教授¹⁸⁾は1954年から小なるX線管球焦点をうるべく研究を行ない、市販の三極真空管X線管球の集束筒と加熱線条が管球外で短絡されて等電圧になつているものを、短絡をはなして絶縁し、しかも集束筒へ行く線に抵抗を入れることによつて集束筒電圧を管球加熱線条電圧よりも低下させることによつて電子線に、所謂自己バイアス現象をおこさせ、加熱線条から発

する電子束を絞つて対陰極に極小焦点をはじめて作った。同教授は共同研究者とともに世界最初の自己バイアス管球によつて人体肘関節の2倍拡大撮影を行ない、また成人硬化性肺尖結核の3倍拡大撮影に成功した。而して高橋教授の自己バイアス微小焦点の大きさが検討され0.15mmよりも小で、0.13mmよりも大であることが知られた。高橋教授と共同研究者¹⁹⁾は前述の微小焦点管球を更に進展させ1955年には極微小焦点をうるために加熱線条、集束筒を改造し至適バイアスによつて80μ台以下の極微小焦点回転陽極バイアス管球を作製し、これによる高圧撮影を行なうことによつて人体腕関節および胸部の鮮鋭な6倍直接拡大撮影を行ないえた。他方 Etter (1959)⁴⁾は拡大撮影は骨折特に四肢および頭蓋の骨折の診断に有用であり、鼻骨、腕関節、足関節、手指、足趾の骨折診断の骨折診断の有力手段となると述べた。

拡大撮影が血管撮影に用いられたのは近年であり、1958年の Lagergren et al¹⁰⁾が最初である。而して氏らについて1961年 Takaro et al²⁴⁾は昇降自由なX線撮影台を用いて動物において脳動脈、腎動脈、末梢動脈の2倍および3倍の拡大撮影を行なつた。特に氏は脳、心、腎、腸間膜の毛細血管吻合が拡大撮影によつて観察されることを述べた。また氏は6例の人体において末梢動脈の拡大撮影に成功し、今後人体における脳、心、腎、腸間膜の拡大血管撮影も可能になることを示唆した。また氏らは翌年の1962年²²⁾に犬冠動脈の拡大血管撮影の実験的研究を行ない、100μ血管まで観察しうると述べた。他方1964年本邦において高橋信次教授の共同研究者である金子⁸⁾は四肢および脳の拡大血管撮影は比較的小範囲を拡大して微細な血管分岐および性状を観察するのが目的であるため広範囲に造影剤が注入される時は血管重複像のために観察が妨げられることと、造影剤の稀釀を防ぎ末梢部分まで対比度を良くして造影せねばならないことの両理由からセルヂンガーカテーテルによる選択的造影法の実施を推奨し、またバイアス方法回転陽極微小焦点X線管球を用いた拡大連続撮影のための連続撮影装置を試作した。

1964年 Takaro and Scott²³は17例について行つた拡大血管撮影の結果を発表したが、これらのうちの1例は脳血管造影であつた。而して両氏が行つた1例が脳血管拡大造影の最初の例である。而して両氏が脳血管拡大造影を行うことができたのは 500mA またはそれ以上に耐えうる微小焦点(0.3mm) 管球を製作したためであつた。しかし当時のフィラメント寿命は10時間にすぎず熱伝導の改良が必要とされた。他方本邦において1964年佐久間¹³は兎において総頸動脈から造影剤を注入し眼動脈の4倍拡大撮影を行ない、また氏は眼球腫瘍例において経皮的総頸動脈内造影剤注入による3倍拡大撮影を行ない、日本最初の頸動脈造影拡大撮影に成功した。また1965年には Greenspan⁶によって拡大血管撮影の詳細が報告され、1966年佐々木他¹⁴によつて4倍拡大脳血管撮影が報告された。

II. 拡大連続脳血管撮影のためのX線管球

著者が拡大連続脳血管撮影に使用したX線管球は東芝メディカルに依頼して開発した東芝 DRX-431 であり、この管球は大容量高速回転陽極で拡大X線撮影のための 0.1mm の焦点の他に一般X線撮影のための 1.5mm の焦点が内蔵され、グリッド電圧を必要としない汎用形 2 極構造である。

フィラメントの縮小によつて作製された 100 μ の拡大X線撮影用微小焦点は主に3相全波整流回路に使用され最高使用管電圧は 150kVp であり、陽極ターゲットは直径 100mm の W-Mo Disk でターゲット角度は10度で陽極ターゲットの熱容量は 200,000H.U.、照射野は焦点から 100cm にて 28cm × 28cm である。また Radiographic Rating は Table 1 のごとくである。なお フィラメントの特性使用範囲は電圧 1.5~3.5V、電流 3.0~4.5A であり最大フィラメント電流は 4.5A である。この微小焦点管球は解像力テスト用チャートである R-1w 型チャートで 100 μ まで解像しうるとともに R-4w 型チャートの撮影によつては 52 μ まで解像しうる。また OK 型チャート X 線撮影によつては 90 μ まで解像しうることが確認されている。

× 28cm である。また Radiographic Rating は Table 1 のごとくである。なお フィラメントの特性使用範囲は電圧 1.5~3.5V、電流 3.0~4.5A であり最大フィラメント電流は 4.5A である。この微小焦点管球は解像力テスト用チャートである R-1w 型チャートで 100 μ まで解像しうるとともに R-4w 型チャートの撮影によつては 52 μ まで解像しうる。また OK 型チャート X 線撮影によつては 90 μ まで解像しうることが確認されている。

III. 基礎的実験

東芝メディカルによつて製作された公称焦点寸法 0.1mm の大容量小焦点 X 線管球の人脳動脈に対する造影能力を検討する目的に基礎的研究を行なつた。

1. 実験材料

札幌医大脳神経外科における死亡例の病理解剖によつて剔出された 5 例の人脳髄を研究材料として用い、しかも狭い範囲に多数の細径動脈の分枝を有する後大脑動脈を実験対象とした。まず脳髄の両側後大脑動脈を露出し、本動脈領域を生理的食塩水によつて充分に灌流洗滌し、ついで超微粒子バリウム液を手動によつて強圧注入し、10% フォルマリン溶液にて固定した。

2. 実験方法

実験にあたつては脳髄標本の後大脑動脈全領域が X 線撮影されるようにして非拡大撮影、2 倍拡大撮影および 3 倍拡大撮影を行なつた。なお X 線フィルムとしてはフジフィルム KX を、また増感紙として FS を用いた。

X 線撮影にあたつては X 線焦点—フィルム間距離を 90cm とし、非拡大撮影にはカセット上に標本を密着しておき X 線撮影を行ない、2 倍拡大撮影には標本を X 線焦点とフィルムとの中央において X 線撮影を行ない、3 倍拡大撮影には標本を焦点から 30cm、フィルムから 60cm の処において X 線撮影を行なつた。

撮影された各フィルムにおいて Fig. 1 のごとく 4 カ所の同一な部位を選定して観察部位とした。これらのうち A 領域と B 領域は各々後頭葉の前半部と後半部であり、C 領域は傍脳室部であ

Table 1. Radiographic Rating of 0.1mm Focus in Direct Three Fold Magnification Radiography

Exposure Mode	Tube Voltage	Exposure Time	
		0.1 sec	0.2 sec
Single Exposure	80 kVp	35 mA	34 mA
	100 kVp	28 mA	27 mA
1 Exposure/sec × 7 sec	80 kVp	32 mA	29 mA
	100 kVp	25 mA	23 mA
2 Exposure/sec × 7 sec	80 kVp	29 mA	27 mA
	100 kVp	23 mA	21 mA

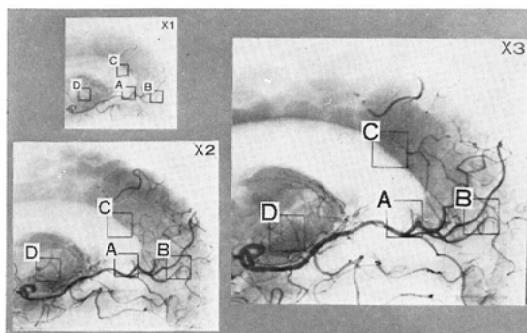


Fig. 1 Radiographs of a cadaver's brain injected solution of fine particle barium sulphate into posterior cerebral artery. Radiograph were taken in conventional method, two fold and three fold magnification.

- A: Anterior part of occipital lobe
- B: Posterior part of occipital lobe
- C: Paraventricular part
- D: Posterior part of thalamus

り、D領域は視床後部である。而して観察は同一範囲内における可視動脈数、可視最小動脈直径および動脈壁の状態を観察しうる最小動脈の直径について行なつた。

3. 実験結果

1) 可視動脈数

5例、10側の人脳髄標本の非拡大撮影、2倍拡大撮影および3倍拡大撮影の各フィルム上各4部位において観察した動脈数の最低値を示すとTable 2のごとくである。

非拡大撮影においては、後頭葉領域において観察された動脈数が最も少ない例においては6本、傍脳室領域においては5本であり、視床後部にお

Table 2. Number of Observable Artery of Cadaver's Brain in Three Methods of Radiograph.

Parts of Brain \ Method of Radiograph	Conventional Method	Magnification	
		Two Fold	Three Fold
A	6	9	13
B	6	9	13
C	5	9	12
D	1	3	8

いては動脈と思われる疑問的な1本がみられるにすぎない。これに反し、2倍拡大撮影においては後頭葉領域も傍脳室領域も9本であり、しかも視床後部には明らかに3本の動脈が観察された。更に3倍拡大撮影においては後頭葉領域において13本、傍脳室領域において12本が観察された最低動脈数であり、また視床後部では最も少ない例で8本の動脈が識別観察された。

2) 可視動脈の最小直径

観察される動脈の最小直径はTable 3のごとくであり、非拡大撮影では後頭葉前半部および傍脳室領域において0.5mm、後頭葉後半部において0.4mmである。これに反して2倍拡大撮影ではいずれの脳部分においても観察しうる動脈の最小直径は0.2mmであり、3倍拡大撮影では更に小なる直径の動脈までも観察され最小直径は0.1mmであり、また視床後部においては0.05mmにも達している。

Table 3. Minimal Diameter of Observable Artery of Cadaver's Brain in Three Methods of Radiograph. (mm)

Parts of Brain \ Method of Radiograph	Conventional Method	Magnification	
		Two Fold	Three Fold
A	0.5	0.2	0.1
B	0.4	0.2	0.1
C	0.5	0.2	0.1
D		0.2	0.05

Table 4. Minimal Diameter of Artery of Cadaver's Brain Which Is Able to Observe The State of Wall in Three Methods of Radiograph. (mm)

Parts of Brain \ Method of Radiograph	Conventional Method	Magnification	
		Two Fold	Three Fold
A	0.8	0.5	0.3
B	0.8	0.5	0.3
C	0.8	0.5	0.5
D		0.3	0.3

3) 動脈壁の状態を観察しうる動脈の最小直径撮影フィルムについての観察方法を厳格にし、観察しうる動脈のうち動脈壁の状態までも観察しうる動脈の最小直径を求めるに Table 4 のごとくである。非拡大撮影ではいずれの脳部分においても 0.8mm であるのに反し、2 倍拡大撮影では大部分の脳部分が 0.5mm であり、視床後部では 0.3mm である。また 3 倍拡大撮影では大部分の脳部分が 0.3mm であり傍脳室領域が 0.5mm である。

以上の造影剤注入人脳髄標本を用いた実験的研究では 2 倍および 3 倍の拡大撮影において非拡大撮影では観察しえない小なる直径の動脈までも観察しうることが明らかになり、その程度は 2 倍拡大撮影では非拡大撮影の $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ の直径の動脈が、また 3 倍拡大撮影では $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{5}$ の動脈が観察しうる。また 3 倍拡大撮影では 50 μ の直径の毛細動脈までも観察しうることが明らかになつた。

IV. 拡大連続脳血管撮影の方法

1. 拡大撮影実施範囲の決定

拡大連続脳血管撮影は普通の脳血管（連続）撮影によつて得られた陽性または疑問的所見を更に詳細に観察検討することを目的として行なわれるべき検査法である。このため普通脳血管撮影または普通連続脳血管撮影によつて得られた頭蓋内の病巣部位に撮影範囲を限定して拡大連続撮影を行なう。而して 2 倍拡大撮影における面積拡大は 4 倍であり非拡大撮影時の $\frac{1}{4}$ の範囲が、また 3 倍拡大撮影における面積拡大は 9 倍であり非拡大撮影時の $\frac{1}{9}$ の範囲が撮影されるにすぎない。

2. X 線焦点、被写体、X 線フィルムの相互位置の関係

拡大撮影では X 線焦点と被写体の距離、被写体と X 線フィルムの距離の両者の比率によつて拡大率が定まる。両者の比率が 1 : 1 の場合は 2 倍拡大撮影が行なわれ、1 : 2 の場合は 3 倍拡大撮影が行なわれる。著者は X 線焦点と X 線フィルムとの距離を 90cm に固定し、造影を目的とする患者頭部内の部位が両者間の中央に位置させることによつて 2 倍拡大撮影を、また X 線焦点から 30cm の距離に位置させることによつて 3 倍拡大撮影を行な

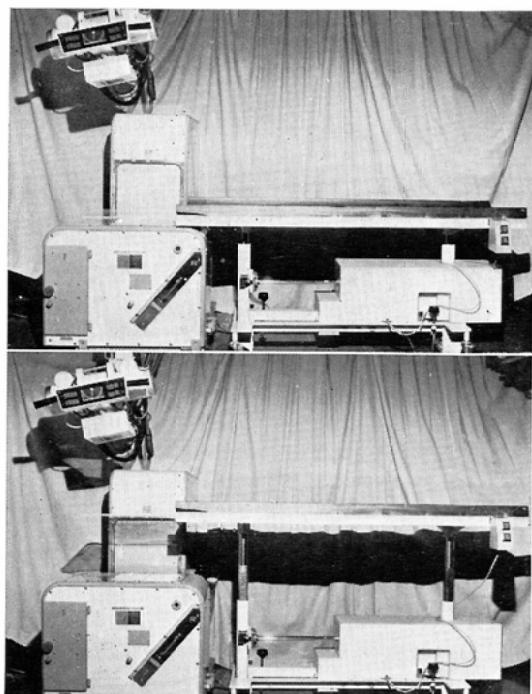


Fig. 2 Movable and elevation table for magnification radiograph with a radiolucent head supporter.

Upper: Arrangement for conventional radiograph.
Lower: Arrangement for magnification radiograph.

つている。

3. 拡大撮影のための患者移動ベット

拡大撮影実施のためには X 線焦点と X 線フィルムとの間において患者頭部を自由に移動しうる様な装置が必要である。特に前後方向拡大連続脳血管撮影においては頭部が空中に支持されねばならない。この様な目的に著者は Fig. 2 のごとき拡大撮影用患者移動ベッドを作製して用いている。この患者移動ベットは車輪によつて左右前後への移動が容易であり、電動昇降も行ないうる。また Fig. 3 にみる如くベッド上端からひき出される厚さ 8 mm のアクリール板によつて患者頭部を支持する。

4. 連続撮影装置

エルマ・シェンダー社製 AOT を連続撮影装置として用いる。拡大連続脳血管撮影は前述のごとく詳細観察手段であるため 2 方向同時撮影を行な

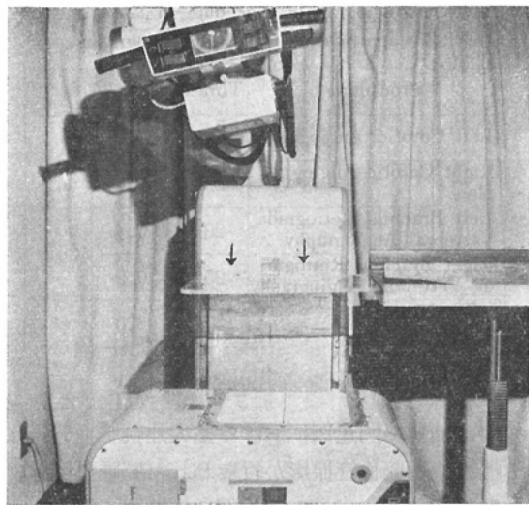


Fig. 3 Radiolucent plate as head supporter (arrow) which is pulled out from upper end of table.

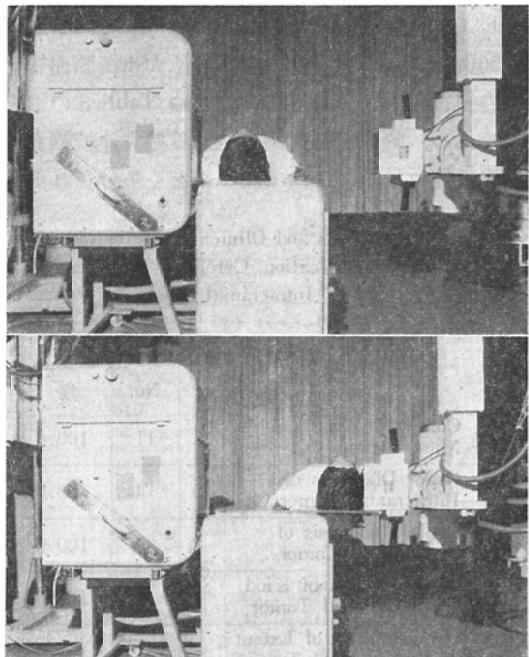


Fig. 4 Arrangement of roentgen tube, patient's head and rapid film changer for conventional and magnification cerebral serial angiography in lateral direction.

Upper: Conventional angiography.

Bottom: Three fold magnification angiography.

Patient's head is supported by radiolucent plate.

う必要が生ずる場合は殆んどありえなく、側面方向撮影または前後方向撮影が単独に行なわれる。またX線撮影は1秒間1~2枚とし、8~9秒間にわたつて行なう。

1) 側面拡大連続撮影法：Fig. 4 のごとく患者移動用ベット上にて患者に仰臥位をとらしめ、しかも頭部をベット上縁から上方へひき出されたアクリル板上におく。ついで拡大撮影目的範囲が撮影されるようX線管球を移動するとともに、可能な限り多重絞りを絞つて撮影範囲を限定する。

2) 正面拡大連続撮影法：側面拡大連続撮影法と同様に患者移動用ベット上に患者を仰臥させた後、患者移動用ベットを Fig. 5 のごとく電気モーターによつて目的拡大率に応じて上昇させる。而して正面拡大撮影においては僅かのX線管球の傾斜によつてもX線像が著しく流れるためX線フィルムの位置に注意せねばならない。

3) その他：脳血管造影のための造影剤と注入量、注入方法などは一般脳血管撮影や一般連続脳血管撮影と全く同様である。なお拡大撮影においては些少の患者頭部移動も影像の量となるため完全に頭部の固定を行なわねばならない。またX線

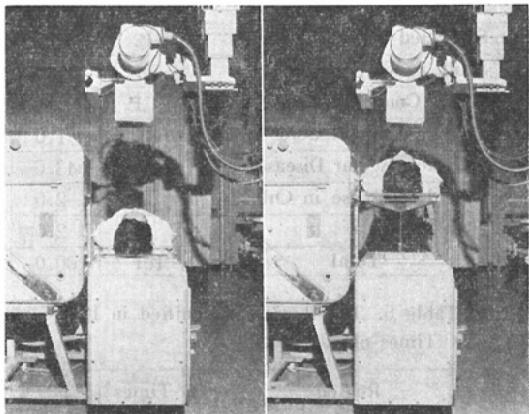


Fig. 5 Arrangement of roentgen tube, patient's head and rapid film changer for conventional magnification cerebral serial angiography in antero-posterior direction.

Left: Conventional angiography.

Right: Two fold magnification angiography.

Patient's head is supported by radiolucent plate.

曝射条件においても些少の不良も拡大X線写真においては高度の不適正となるため、あらかじめテスト撮影を行ない個々の患者に応じた適正曝射条件をきめることが重要である。

V. 臨床例

著者が1972年4月から1974年3月までに行なった拡大連続脳血管撮影は101例 122回であり 101例の疾病内容は Table 5 のごとくで、大部分が脳血管障害か脳腫瘍であり、前者が43.6%、後者が37.6%である。また拡大連続脳血管撮影 122回における観察目的病巣部位は Table 6 の如くであり、最も多いのが頭蓋内天幕上領域で73.9%をしめている。なお2回は眼窩内病巣を、5回は頸髄病巣を、2回は頸部および上部胸腔における総頸動脈および椎骨動脈を観察目標とした。なお122回の拡大連続脳血管撮影における造影剤注入経路別分類は Table 7 のごとくであり頸動脈撮影が77回、経上腕動脈逆行性椎骨動脈撮影が45回である。

Table 5. Clinical Cases of Serial Magnification Cerebral Angiography.
(From April 1972 to March 1974)

Disease	No.	%
Intracranial Tumor	38	37.6
Suspected Tumor	12	11.8
Skull Tumor	1	1.0
Spinal Cord Tumor	1	1.0
Suspected Spinal Cord Tumor	1	1.0
Cerebro-vascular Disease	44	43.6
Vascular Disease in Orbit	2	2.0
Head Injury	2	2.0
Total	101	100.0

Table 6. The Regions Magnified in 122 Times of 101 Cases.

Region	Times	%
Skull	1	0.8
Orbit	2	1.6
Intracranial Space	90	73.9
	22	18.0
Cervical Cord	5	4.1
Neck and Upper Part of Thorax	2	1.6
Total	122	100.0

Table 7. Angiographic Procedure in 122 Times of Serial Magnification Cerebral Angiography.

Procedure	Times	%
Left Carotid Angiography	44	36.1
Right Carotid Angiography	33	27.0
Left Brachial Retrograde Vertebral Angiography	20	16.4
Right Brachial Retrograde Vertebral Angiography	25	20.5
Total	122	100.0

る。

VI. 脳腫瘍関連例における拡大連続脳血管撮影

拡大連続脳血管撮影が行なわれた脳腫瘍関連例は50例であり、このうち12例は一般脳血管撮影によつて脳腫瘍の疑診が持たれたが拡大連続脳血管撮影によつて否定された例である。

1. 拡大連続脳血管撮影の施行目的と貢献度

50例の脳腫瘍関連例における拡大連続脳血管撮影の施行目的と施行目的貢献度は Table 8 のごとくである。脳腫瘍関連例に対する拡大連続脳血管撮影は施行目的によつて次のごとく7分される。

Table 8. Objects and Clinical Contribution of Serial Magnification Cerebral Angiography in 50 Cases of Intracranial Tumor.

Object	No.	Contribution to Object	
		No.	%
1. Correct Diagnosis of Mass Lesion	11	11*	100.0
2. Exact Diagnosis of Intracranial Tumor	15	14	93.0
3. Denial Diagnosis of Intracranial Tumor	8	8	100.0
4. Determination of Kind of Intracranial Tumor	4	4	100.0
5. Determination of Extent of Intracranial Tumor	3	3	100.0
6. Analysis of Conventional Angiographic Finding	7	5	71.4
7. Additional Information for Operation	2	1	50.0
Total	50	46	92.0

* Intracranial Tumor was denied in 4 cases out of 11 cases.

1) 頭蓋内空間占拠病変が脳腫瘍であるか否かの判定の目的

一般脳血管撮影によつて脳主幹動脈の位置および走行の軽度または中等度の変化がみとめられ頭蓋内空間占拠病変を示唆したが臨床症状との一致性に問題があるため脳腫瘍存否の判定が拡大連続脳血管撮影にゆだねられた。11例中の7例は次項に記載するごとき所見を観察することによつて脳腫瘍と診断され、4例は脳腫瘍でないことが明らかとなり、全例に施行目的が果たされた。

2) 脳腫瘍であることの確認診断の目的

一般脳血管撮影によつて脳主幹動脈の走行変化とともに腫瘍陰影が認められ脳腫瘍の診断が下されたが、腫瘍陰影が薄いとか腫瘍陰影が瀰漫性でその中に腫瘍血管が認められなく、また腫瘍部位と推定される部分がむしろ乏血管性である場合などに、更に脳腫瘍としての詳細な所見をえて確定診断を下すことを目的に15例に拡大連続脳血管撮影が行なわれ、14例すなわち93.3%に施行目的が果たされた。

3) 脳腫瘍でないことの確定診断の目的

前者とは反対に一般脳血管撮影によつて脳腫瘍であることが否定的な所見が得られたが、更にそれを確定するための目的に8例に拡大連続脳血管撮影が行なわれ全例において施行目的が果たされた。

4) 脳腫瘍の組織学種類を判別する目的

一般脳血管撮影によつて腫瘍陰影が認められたが、それのみでは腫瘍の種類が判明しないため、拡大連続脳血管撮影によつて大凡の種類の判定を行なうことを目的とした。このような目的に4例に拡大連続脳血管撮影が行なわれ、全例において施行目的が果たされた。

5) 脳腫瘍の発育範囲を知る目的。

腫瘍発育範囲を可能な限り確実に知る目的から微小な腫瘍陰影をも証明することを目的として3例に行なわれた。これら3例中の1例はクラニオファリンヂオーマ例であり他の2例は大脳半球神経膠腫例であり、うち1例は腫瘍剥出手術後の再発例である。而していずれの例においても施行目

的が果たされた。

6) 一般脳血管撮影によつて得られた影像を更に詳細に分析観察する目的

一般脳血管撮影によつて観察された腫瘍陰影を更に詳細に分析する目的に、また天幕下腫瘍例で錐体骨陰影と重畳して造影された腫瘍像を更に明瞭に検討する目的に7例に拡大連続脳血管撮影が行なわれ、5例に施行目的が果たされた。

7) 脳腫瘍剥出手術施行のために必要とする詳細な情報をうることの目的

脳腫瘍手術にあたり腫瘍への栄養細動脈の有無およびその走行や進入部分を知る目的に2例の脳腫瘍に対して拡大連続脳血管撮影が行なわれたが、1例において一般脳血管撮影においては得られなかつた腫瘍の栄養動脈が認められ、この所見は手術中出血抑制のためにきわめて有用であった。

2. 診断上に有用であつた拡大連続脳血管撮影所見

拡大連続脳血管撮影が施行目的に貢献した脳腫瘍34例において診断上に有用であつた所見はTable 9のごとくである。

1) 腫瘍陰影の発見

2例において普通脳血管連続撮影によつては造影されなかつた腫瘍陰影が拡大連続脳血管撮影によつて造影された。すなわちFig. 6のごとく非拡大普通連続脳血管撮影において中大脳動脈(M_4)の軽度上方挙上がみられたが、側頭葉後部には腫

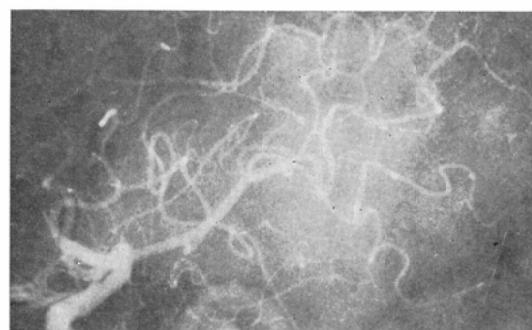


Fig. 6 Conventional angiogram showed elevation of middle cerebral artery (M_4) but no tumor stain is observed.

Table 9. Valuable Finding of Serial Magnification Cerebral Angiography in 34 Cases of Intracranial Tumor

Object of Magnification Cases Findings	Correct Diagnosis of Mass Lesion	Exact Diagnosis of Intracranial Tumor	Determination of Kind of Intracranial Tumor	Determination of Extent of Intracranial Tumor	Analysis of Conventional Angiographic Finding	Additional Information for Operation	Total
	7	14	4	3	5	1	34
Tumor Stain is Observed	2						2
Tumor Stain Became Clearly		5		1	1		7
Tumor Vessels is Delineated	5	9	4	1	4		23
Localized Dilatation of Vessels in The Tumor is Observed	2				1		3
Irregular Wall of Vessels in and para Tumor is Observed		1			2		3
Feeding Artery is Observed	1	2				1	4
Star-Burst Vascularity is Observed		2					2
Drainage and/or Early Vein is Observed	2	4	2		2	1	11

腫瘍陰影が証明されない例において拡大連続脳血管撮影を施行したところ、Fig. 7 のごとく腫瘍陰影が造影され、しかもその中に血管壁不整な腫瘍血管が新たに描出された。なお Fig. 8 は非拡大普通連続脳血管撮影フィルムを 3 倍に光学的引伸しを行なつたものであるが腫瘍陰影は認められない。この様に腫瘍陰影を拡大連続脳血管撮影によつて

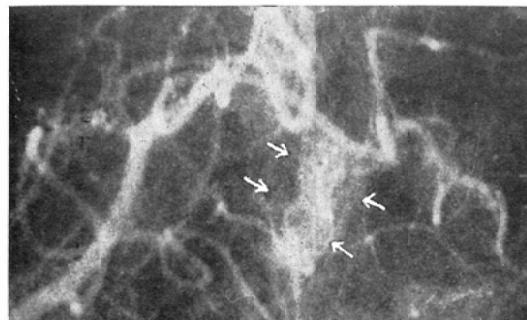


Fig. 7 Three fold magnification angiogram of same case as in Fig. 6. Magnification reveals definite tumor stain and tumor vessels (arrow).

証明することによつて 2 例の大脳半球神経膠腫例の診断が決定された。

2) 腫瘍陰影の明瞭化

8 例において一般脳血管撮影によつて造影された不明確な腫瘍陰影が拡大連続脳血管撮影によつて明瞭となつた。これら 8 例は大脳半球神経膠腫が 3 例であつた他、視床神経膠腫、側脳室脈絡叢乳頭腫、クラニオファリンギオーマ、大脳半球膠



Fig. 8 Optical enlargement of film of Fig. 6. No tumor stain is visible.

瘍、小脳天幕脛膜腫が各1例である。この様に腫瘍陰影が明瞭になつたことによつて5例は脳腫瘍の診断が確認され2例は発育範囲が明らかとなり、1例は普通脳血管撮影像の解析が行なわれた。

3) 腫瘍血管の描出

大脳半球神経膠腫11例、小脳半球神経膠腫1例、脳梁神経膠腫2例、小脳橋角神経膠腫1例、視床神経膠腫1例、小脳血管芽腫1例、大脳半球転移性腫瘍1例、髄膜腫3例、大脳半球膿瘍1例において腫瘍内の腫瘍血管が造影された。

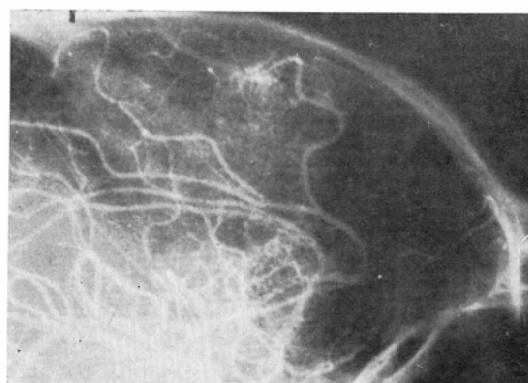


Fig. 9 Glioma of the 1st. frontal lobe.

Diffuse shadow in the middle part of 1st. frontal area is only evidence in conventional cerebral serial angiogram.

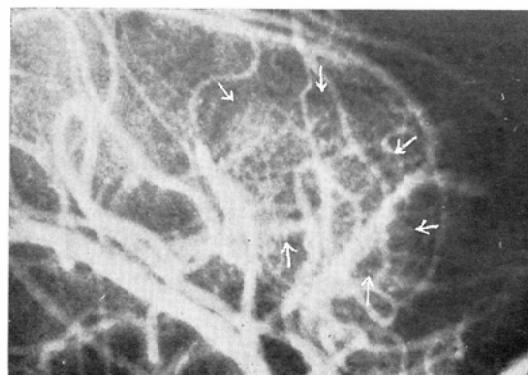


Fig. 10 Three fold magnification angiogram of same case as in Fig. 9.

Magnification demonstrates that the tumor stain is consisted from tumor vessels which has irregular lumen (arrow).

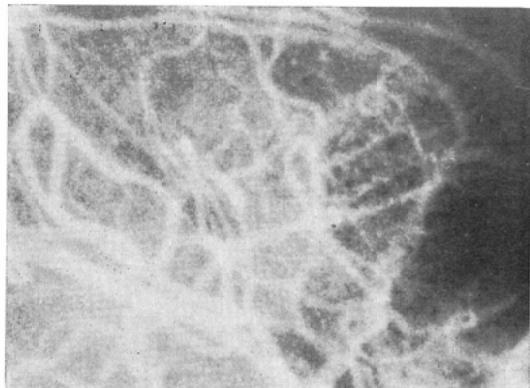


Fig. 11 Optical enlargement of film of Fig. 9.
No tumor vessels is observed.

大脳半球神経膠腫11例中の5例においては普通連続脳血管撮影において瀰漫性陰影が認められたが、拡大連続脳血管撮影を行なうことによつて瀰漫性陰影の部分が管腔不規則な細血管すなわち腫瘍血管の集団であることが知られた。Fig. 9は左大脳半球前頭葉神経膠腫例の普通脳血管撮影像であり前頭葉中央部に腫瘍陰影を認める。本例に対して拡大連続脳血管撮影を行なつたところ、Fig. 10のごとく普通脳血管撮影において認められた腫瘍陰影の部分は管腔が不規則な血管の集団であり、この血管の集団が普通脳血管撮影において腫瘍陰影として造影されたことが知られた。このように腫瘍陰影の解析が行なわれたが、これによつて腫瘍であることの決定や確認もなされた。なおFig. 11は普通脳血管撮影フィルムを光学的に間接拡大したものであるが直接拡大連続撮影にみると腫瘍血管は認められない。大脳半球神経膠腫の5例においては一般脳血管撮影において脳主幹動脈の偏位が証明されたが腫瘍陰影など腫瘍存在を思わしめる所見がなく脳腫瘍の確定診断が困難であった。しかし拡大連続脳血管撮影によつて明瞭な腫瘍血管が造影され脳腫瘍であることが診断された。また腫瘍再発の3例においては前回手術部周辺に疑問的な薄影を一般脳血管撮影によつて認めたがそれが再発であるとの判定に困難を感じ拡大連続脳血管撮影を行なつたところ薄影内に腫瘍血管の存在を認め再発であることが診断さ

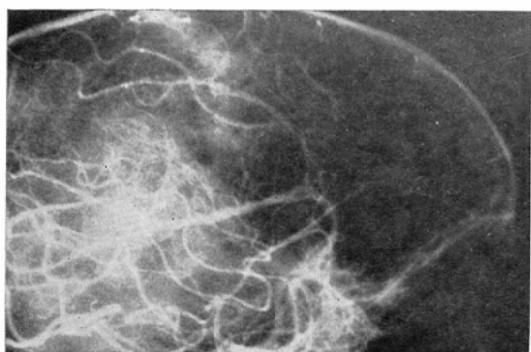


Fig. 12 Glioma of the Corpus Callosum.

Marked separation of pericallosal artery and ciliostom marginal artery is only evidence in conventional cerebral serial angiogram.

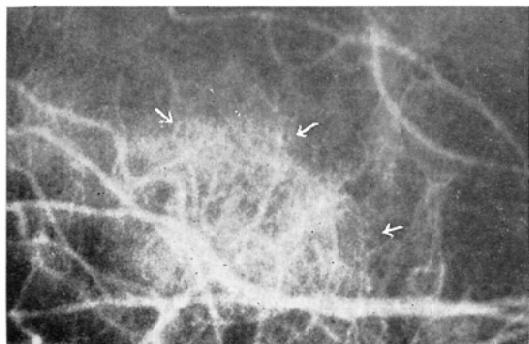


Fig. 13 Three fold magnification angiogram of same case as in Fig. 12.

Magnification shows brush-like tumor vessels remarkably (arrow).

れた。また1例の大脳半球神経膠腫例においては放射状陰影を一般脳血管撮影によつて認め、この放射状陰影が管腔不規則な小血管から構成されていることを知つた。

脳梁神経膠腫の2例においてはFig.12のごとく一般脳血管撮影において脳梁周囲動脈と脳梁辺縁動脈との間が離開し、この部に薄い腫瘍陰影を認めたが、拡大連続脳血管撮影によつてFig.13のごとく刷子状腫瘍血管を認めることができた。

小脳橋角神経膠腫例においては乳突洞と重畠した部分の腫瘍陰影であるにもかかわらず拡大連続脳血管撮影によつて腫瘍血管を認め、しかも腫瘍血管内腔の不規則な性状までも認めえた。

転移性大脳半球腫瘍の2例においては一般脳血管撮影によつて認められた無血管領野に拡大連続脳血管撮影によつて細小腫瘍血管を認め転移性腫瘍であることが知られた。

視床腫瘍の1例においては普通脳血管撮影によつて視床部腫瘍陰影を認めたが、深部陰影のために、それが腫瘍に原因することの判定が困難であった。本例に対して前後方向拡大連続撮影を行なうことによつて腫瘍陰影が腫瘍血管から構成されていたことを知りえた。

髄膜腫の3例においては、いずれも普通連続脳血管撮影による腫瘍陰影が神経膠腫と類似していたが、拡大連続脳血管撮影によつて神経膠腫における腫瘍血管とは異なり境界が明瞭でしかも血管壁の不規則性がない細小血管から腫瘍陰影が形成されていることを知り、また連続撮影における中間相から初期静脈相にわたつて血液貯留を示す小斑点状陰影をみとめたことによつて、髄膜腫である可能性を手術前に知りえた。

4) 腫瘍内血管拡張

大脳半球神経膠腫の3例において拡大連続脳血管撮影によつて腫瘍血管が部分的に拡張していることを証明した。これらのうち1例は普通脳血管撮影において腫瘍陰影内に玉状斑点を有したが、これが腫瘍内小動脈の袋状拡張であることを拡大連続脳血管撮影によつて明らかにした。また他の2例は拡大連続撮影によつてはじめて腫瘍血管の部分的な玉状拡張を認めえた。

5) 動静脉壁不整化

大脳半球神経膠腫の3例において腫瘍部の比較的大なる直径の動脈または静脈の壁が不整化していることを拡大連続脳血管撮影によつて認めた。この所見は腫瘍がこれら動静脉の走行部にまで発育していることを示した。

6) 腫瘍栄養動脈の造影

側頭葉神経膠腫、視床神経膠腫、側脳室脈絡叢乳頭腫の各1例および天幕下髄膜腫の2例において腫瘍へ分布する栄養動脈が拡大連続脳血管撮影によつて造影された。特に脈絡叢乳頭腫例においては腫瘍栄養動脈である前脈絡動脈が拡大連続血

管撮影によつて全長にわたつて造影され、これが同時に明瞭化した腫瘍陰影へ接続しているのが認められた。また天幕下髄膜腫例においては拡大連続脳血管撮影によつて乳突洞陰影と重疊しているにもかかわらず腫瘍への分布動脈が明瞭に造影された。

7) 骨陰影下腫瘍陰影の明瞭化

蝶形骨稜髄膜腫例の1例と天幕下髄膜腫の1例において、腫瘍陰影が骨陰影と重疊して撮影されたにもかかわらず、髄膜腫に特有な star-burst vascularity が認められた。すなわち蝶形骨稜髄膜腫例においては普通連続脳血管撮影によつて Fig. 14 のごとく頭蓋底に瀰漫性陰影をみとめるのみであるが、拡大連続脳血管撮影を行なえば Fig. 15



Fig. 14 Sphenoid ridge meningioma.

Conventional cerebral serial angiogram shows diffuse shadow in skull base beside opening of carotid siphon.

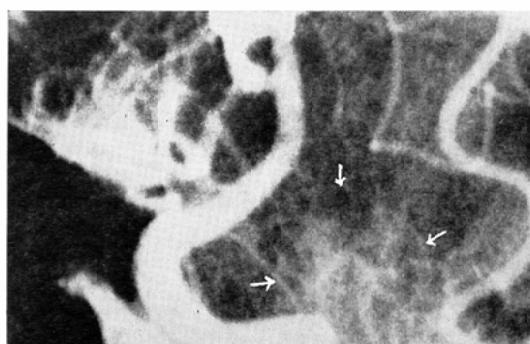


Fig. 15 Three fold magnification angiogram of same case as in Fig. 14.

Magnification demonstrates star-burst vascularity in the site of tumor (arrow).

のごとく腫瘍詳細像の拡大造影と同時に骨陰影が稀薄化されることによつて star-burst vascularity が明瞭となる。また天幕下髄膜腫例においても乳様洞との重疊されて造影された髄膜腫であり、一般脳血管撮影によつては到底認められない star-burst vascularity が造影される。

8) 流出静脈および早期出現静脈の造影

大脑半球神経膠腫の2例、小脳半球神経膠腫の1例、小脳血管芽腫の1例、髄膜腫の3例において腫瘍からの早期出現静脈を拡大連続脳血管撮影によつてのみ認めた。また大脑半球神経膠腫の2例、脳梁神経膠腫の1例および髄膜腫の1例においては腫瘍からの流出静脈を拡大連続撮影によつて認め、これらのうち1例は普通連続脳血管撮影の静脈相において示した陰影が拡大連続撮影によつて流出細小静脈の集団であることを知らせてくれた。

VII. 脳血管障害例における拡大連続脳血管撮影
拡大連続脳血管撮影が行なわれた脳血管障害例は44例であり、Table 10 のごとく、このうち脳動静脈奇型が最も多く12例、ついで脳硬塞が9例、脳動脈瘤が5例である。原因不明くも膜下出血3例中の2例は脳動脈瘤疑診例であり、1例は天幕下脳動静脈奇型疑診例であつたが拡大連続脳血管撮影の施行によつて否定された。

Table 10. Serial Magnification Cerebral Angiography in 44 Cases of Cerebrovascular Disease.

Diagnosis	No.
Cerebral Infarct	9
Transient Ischemic Attack	2
Cerebral Atherosclerosis	2
Hypertensive Cerebral Apoplexy	3
Spontane Intracerebral Hematoma	2
Cerebral Aneurysm	5
Cerebral Arterio-venous Malformation	12
Carotid-Cavernous Fistula	2
Moya Moya Disease	3
Cerebellar Angioma	1
Subarachnoid Hemorrhage of Unknown Cause	3
Total	44

1. 脳動脈瘤例に対する拡大連続脳血管撮影

5例の脳動脈瘤例と2例の脳動脈瘤疑診例に対して行なつた拡大連続脳血管撮影の目的と貢献度は次のとくである。

1) 動脈瘤柄部状態の探索

脳底動脈中央部から発生した脳底動脈瘤の1例において、動脈瘤柄部の状態を側面撮影によつて知ろうとしたが、錐体骨影像と重疊するため不明瞭であつた。このため拡大連続脳血管撮影を行なつたところ動脈瘤柄部の状態を明瞭にしめた。

2) いわゆる後交通動脈瘤の柄部と後交通動脈との位置的関係の明瞭化。

内頸動脈からの後交通動脈分岐部に近く発生した所謂後交通動脈瘤の3例において一般脳血管撮影においては動脈瘤が内頸動脈から発生したか、内頸動脈からの後交通動脈分岐部から発生したか、または後交通動脈から発生したかが明らかでなかつた。而してこれら3者を鑑別しておくことは脳動脈瘤に対する手術進行の上にきわめて重要であるために拡大連続脳血管撮影を行なつた。これら3例のうち1例は拡大連続撮影によつても何の情報もえられなかつたが、2例においては後交通動脈とは全く無関係に発生した内頸動脈瘤であることが明らかになり手術手技上にきわめて有用であつた。

3) 微小動脈瘤例における脳動脈瘤確定診断

前交通動脈の微小動脈瘤の1例において一般脳血管撮影の正面撮影および斜位撮影によつて微小な動脈瘤の存在することが示されたが、これを確定診断する目的に拡大連続脳血管撮影を行ない目的が果たされた。これは拡大撮影によつて微小動脈瘤が拡大されて観察しうるようになつた他に前交通動脈の長さも拡大されたため微小動脈瘤が周囲から分離されたためである。

4) 動脈瘤内壁在血栓存在の確認

可成り大なる壁在血栓を有しないかぎりは一般脳血管撮影によつては証明しえない。それは動脈瘤内血栓形成のための動脈瘤内における造影剤の濃淡の差は小であるため一般血管撮影によつては表現しえないためである。しかし拡大連続脳血管

撮影が行なわれた5例の脳動脈瘤例中の内頸動脈瘤の1例と前交通動脈瘤の1例においては動脈瘤内壁在血栓形成が明瞭に造影された。

5) 動脈硬化像の観察

内頸動脈瘤の1例においては頭蓋内の内頸動脈は勿論のこと頸動脈管内の内頸動脈さえも、動脈壁硬化の状態が拡大連続脳血管撮影によつて明瞭に観察された。

6) 脳動脈瘤の否定

拡大連続脳血管撮影は脳動脈瘤であることの確認や動脈瘤性状の観察のみではなく、一般脳血管撮影によつては確定しえない疑問的動脈瘤の否定にも貢献した。一般脳血管撮影によつて内頸動脈の粒状動脈瘤である疑いのもたれた1例と中大脳動脈瘤の疑診が持たれた1例の両例において脳動脈瘤でないことが確定された。すなわち両例においては斜位撮影などによつても周囲小動脈枝の迂廻、屈曲、翻転か小動脈瘤かの鑑別が困難であつた。しかし拡大撮影によつて屈曲した動脈枝の相互間隙が拡大されて明瞭になつたため動脈瘤でないことが明らかになつた。

2. 脳動静脈奇形に対する拡大連続脳血管撮影

1) 塊状陰影の解析

脳動静脈奇形例はたとえ普通連続脳血管撮影を行なつても屡々塊状陰影として造影される。天幕上脳動静脈奇形7例中の4例はこの様な塊状陰影を示したためそれら影像の分析を行なうために拡大連続脳血管撮影が行なわれたが、拡大連続脳血管撮影によつて拡張した血管の集合体であることを明らかにしめた。また静脈相においては静脈瘤も存在することを明らかにしめた。

2) 流入動脈の造影

脳動静脈奇形への流入動脈は普通連続脳血管撮影法によつても知りうる例が大部分であるが、上述の塊状陰影を示す例、互に近接して多数の流入動脈を有する例、流入動脈直徑が細い例および脳内血腫を合併する例においては普通連続脳血管撮影によつて流入動脈が不明瞭か造影されない。この様な例において拡大連続脳血管撮影を行なうことによつてすべての流入動脈が明瞭に描出され

るのみでなく、拡大撮影の間隙効果によつて細い流入動脈間相互の間隙も拡大されるため細い流入動脈さえも証明され、また流入部位も観察しうる。天幕上脳動静脈奇形7例中の4例にこの様な目的が果たされた。Fig.16は側頭葉脳動静脈奇形例の普通連続撮影であるが、本例に対して拡大連続脳血管撮影を行なうことによつてFig.17のごとく普通連続脳血管撮影においては認められなかつた部位に流入動脈が認められた。この所見は手術時にきわめて重要な情報となつた。同様なことは他の1例においても認められた。

3) 流出静脈の造影

普通連続脳血管撮影によつては流出静脈が太い索状血管としてのみ造影され、しかも動静脈奇形

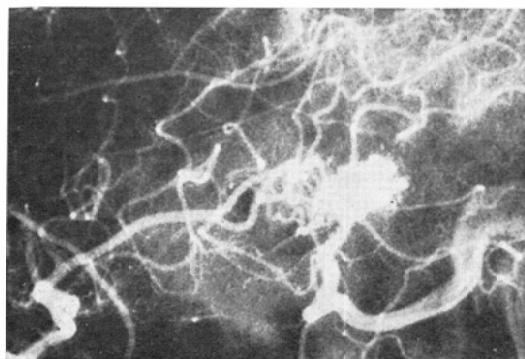


Fig. 16 Conventional serial cerebral angiogram of the case of Arterio-venous malformation in the temporal lobe.



Fig. 17 Three fold magnification of same case as in Fig. 16. Magnification demonstrates new feeding artery (arrow).

からの流出静脈起始部の描出や流入動脈終末との区別は全く困難である。しかし拡大連続撮影によつて7例中の4例において流入動脈終末部と流出静脈起始部との鑑別が容易であり、後者へ集合する微細静脈枝さえも描出した。

4) 副脳動静脈奇形の造影

脳動静脈奇形例においては主病巣と近接して副(娘)病巣を有することがあり、この様なことは脳動静脈奇形の剥出手術を行なう場合には特に重要である。7例中の1例は左大脳半球運動領域の脳動静脈奇形であり、普通連続血管撮影では1コの脳動静脈奇形病巣として描出された。しかし病巣が機能的重要部位に存在するため拡大連続脳血管撮影を行なつたところ、主動靜脈奇形病巣の周囲に娘動静脈奇形病巣が存在することが知られた。而してこの所見は本例における顕微鏡下剥出手術進行の上に重要な情報となつた。

5) 小動静脈奇形の描出

脳動静脈奇形が小なる時は普通連続脳血管撮影によつては造影されないか、流入動脈または流出静脈起始部に重疊されて認められない。7例中の1例は脳内血腫を形成した側頭葉の小脳動静脈奇形であつたが、1本の流出静脈のみを認め動静脈奇形は認められなかつた。しかし拡大連続撮影を行なうことによつて小動静脈奇形を描出した。

6) 天幕下脳動静脈奇形において

天幕下脳動静脈奇形は錐体骨および乳様洞などの骨陰影と重疊するために普通連続撮影によつては動静脈奇形および流入出する動静脈の描出が不良である。この様な天幕下脳動静脈奇形の4例に対して拡大連続脳血管撮影を行なつたが、これによつてFig.18のごとき骨陰影下の脳動静脈奇形がFig.19のごとく動静脈奇形を構成する血管がうきぼりになつた他、導出静脈も明瞭化した。また1例において骨陰影重疊部の天幕下脳動静脈奇形の疑診があつたが拡大連続撮影によつて動静脈奇形でないことが明らかになつた。

7) 脳動静脈奇形剥出手術後の周辺部娘病巣残存有無の検索

脳動静脈奇形の剥出手術においては、たとえ近

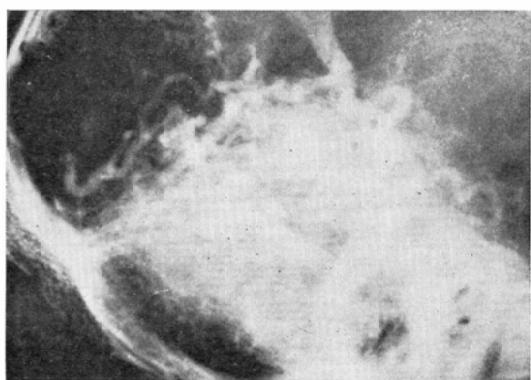


Fig. 18 Arterio-venous malformation in the cerebellar hemisphere. Conventional cerebral serial angiogram shows large diffuse shadow in the posterior fossa.

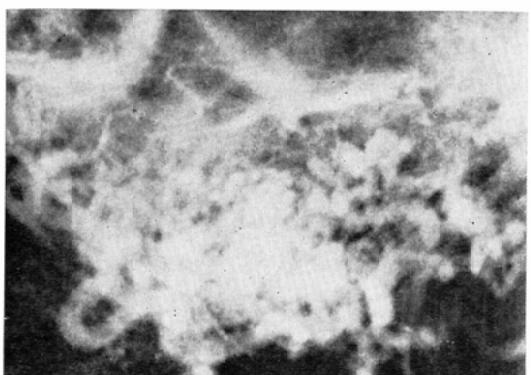


Fig. 19 Three fold magnification angiogram of same case as in Fig. 18.

Magnification demonstrates numerous vessels of arteriovenous malformation as well as drainage veins.

年の顕微鏡下手術によつても娘病巣をとりのこす事がある。この様な場合には娘病巣が後に発育し再発する原因となる。このため剥出手術後に娘病巣の残存有無を検討するには拡大連続脳血管撮影が好適である。

3. 脳硬塞に対する拡大連続脳血管撮影

9例の脳硬塞例に対して拡大連続脳血管撮影が行なわれたが、その目的と貢献度は次のとくである。

1) 閉塞動脈枝の発見

脳硬塞急性例においてさえも閉塞動脈枝を脳血

管写によつて証明することは必ずしも容易ではない。普通連続脳血管撮影を行なつたが閉塞動脈枝が不明瞭であつた3例に対して拡大連続脳血管撮影を行ない、2例において閉塞動脈枝が描出された。これは普通連続撮影において閉塞動脈枝と他の健常動脈枝が重畠したり、きわめて近接していたため閉塞動脈枝を認めえなかつたが、拡大撮影によつて閉塞動脈枝が拡大されたことと両者の間隙も拡大されたためである。

2) 早期出現小静脈の描出

脳硬塞例においては閉塞動脈枝を脳血管撮影によつてたとえ描出しえなくとも硬塞部分からの早期出現小静脈を描出しうれば脳硬塞の診断と硬塞部位の診断をなしうる。前項において述べた閉塞動脈枝を拡大連続脳血管撮影によつて描出しえた2例では早期出現小静脈の描出も行なわれ、確定診断の資料とされた。特にこれら両例においては普通連続脳血管撮影にみられた脳硬塞部の雲状陰影が拡大撮影によつて早期出現小静脈群であることが知られた。また普通連続脳血管撮影によつて閉塞動脈枝が描出された3例中の2例においても拡大連続脳血管撮影によつて無血管領野内に早期出現小静脈を認めた。

3) 逆流一流入動脈小枝の描出

無血管領野を示す脳硬塞例の2例において普通連続脳血管撮影によつては認めえない他動脈から逆流して脳硬塞部分へ流入する小動脈枝を認め確定診断をなした。

4) 雲状陰影の解析

1例において普通連続脳血管撮影によつて脳硬塞部分に認めた雲状陰影が拡大連続撮影によつて早期出現小静脈群によつて形成されていたことが知られ、2例において雲状陰影が他動脈からの副血行路としての細動脈であることが知られた。

4. 一過性脳虚血発作に対する拡大連続脳血管撮影

2例の一過性脳虚血発作例において頸動脈本幹または椎骨動脈本幹の変化更には両動脈よりも心臓側において一過性脳虚血発作を招来する動脈壁変化の有無を検討した。この様な目的に著者は頸

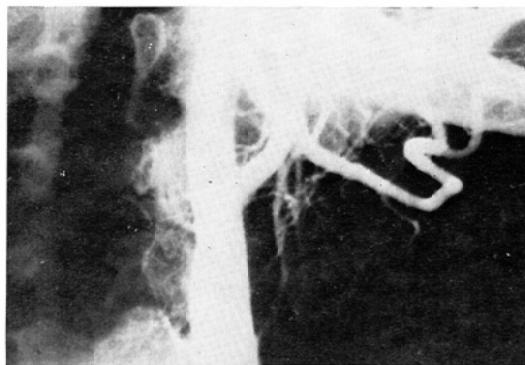


Fig. 20 Common carotid artery and Vertebral artery in the neck of the case who had history of transient ischemic attack. Conventional serial angiogram shows no pathological evidence.



Fig. 22 Conventional carotid serial angiogram of the case of Carotid-Cavernous fistula.

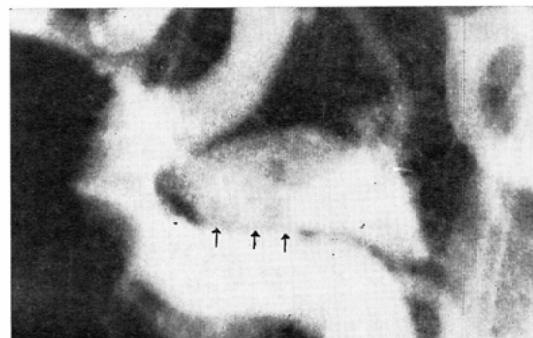


Fig. 23 Three fold magnification angiogram of same case as in Fig. 22.
Magnification demonstrates three fistula between internal carotid artery and cavernous sinus.



Fig. 21 Two fold magnification angiogram of same case as in Fig. 20.
Magnification reveals irregular wall and atherosomatous plaque of vertebral artery.

部における頸動脈および椎骨動脈の壁構造のみならず、下位頸部から上部縦隔洞にわたつて主幹動脈の変化を前後撮影によつて観察した。普通連続脳血管撮影によつては Fig. 20 のごとく動脈壁変化を認めえないと、拡大連続撮影によつては Fig. 21 のごとく椎骨動脈起始部壁の狭窄と不整化が認められ、これらが脳虚血発作の原因病巣であることが知られた。

5. 内頸動脈・海綿洞瘻に対する拡大連続脳血管撮影

内頸動脈・海綿洞瘻は頭部外傷が原因をなす外傷性と明瞭な外傷なしに発生する特発性とがあり、内頸動脈と海綿洞との間の交通は前者に比し

て後者が複雑であるとされている。しかし従来の非拡大連続脳血管撮影法では造影剤が内頸動脈から海綿洞へ直接移行している現象は観察しうるが瘻孔自身の造影は行ないえない。

著者は2例の特発性内頸動脈・海綿洞瘻例に対して拡大連続脳血管撮影を行なつたが、1例において普通連続撮影においては Fig. 22 のごとく1本の太い瘻孔が存在するようにみえた。しかし拡大連続脳血管撮影を行なつたところ、Fig. 23 のごとく内頸動脈・海綿洞間に3コの瘻孔が存在することが明らかにされ、また他の1例においては1コの瘻孔が存在することを観察した。また内頸動脈から海綿洞内へ動脈血がデット流をなして流入している像さえも造影された。

6. 特発性脳内血腫に対する拡大連続脳血管撮影

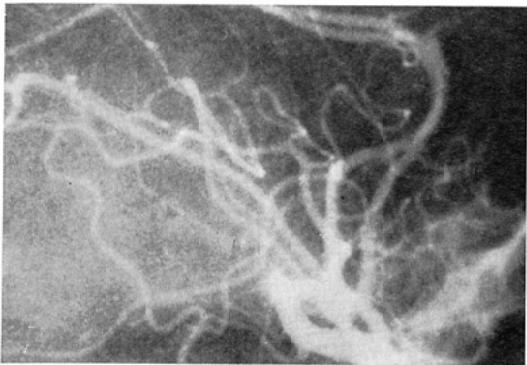


Fig. 24 Spontane intracerebral hematoma of the temporal lobe. Conventional cerebral serial angiogram shows avascular area in the temporal lobe.

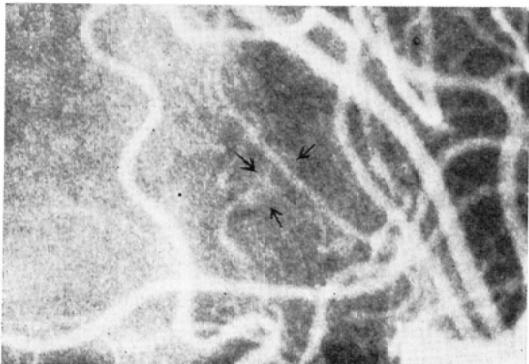


Fig. 25 Three fold magnification angiogram of same case as in Fig. 24.
Magnification reveals small shadow of angioma in the wall of hematoma.

影

特発性脳内血腫の2例に対して拡大連続脳血管撮影を行なつたが、そのうちの1例は側頭葉の特発性脳内血腫例であり、普通連続撮影によつてはFig. 24のごとく側頭葉空間占拠性病変を示す主幹脳動脈の変位と側頭葉中部の無血管性を示すのみであつた。しかし拡大連続脳血管撮影を行なつたところFig. 25のごとく無血管性領域内小動脈枝とその先端に小雲状陰影をみとめ、雲状陰影には不明瞭ながら血管構造をみとめた。而してこの雲状陰影は血腫壁に存在する小血管腫であり、出血源であつた。

VIII. 眼窩内血管疾患における拡大連続脳血管

撮影

眼窓内の血管性疾病は病巣の大きさが小なることと、病巣が眼窓を構成する骨陰影と重疊するため血管撮影像は不明瞭である。このような眼窓内血管性疾病の2例に対して拡大連続血管撮影を行なつた。

1例は19才の女性であり、頭部を下垂することによつて眼球結膜および眼瞼結膜の浮腫が出現する症例である。本例における普通連続血管撮影では眼窓内眼球後部に瀰漫性陰影をみとめたが、拡大連続血管撮影を行なつたところ前述の瀰漫性陰影が顆粒状陰影の集団であり、これが靜脈瘤であることを明らかにした。また他の1例は眼窓内血管腫であり拡大連続撮影によつて血管腫を構成する血管群が明瞭に造影されるとともに流入動脈および流出静脈を明瞭に描出しえた。

考 按

近年の脳血管撮影法をめぐる進歩は、1) 自動フィルムチェンジャー(1方向または2方向同時), 2) 自動造影剤注入装置(造影剤の注入速度、注入圧を一定化しうる様になつた), 3) セルデンガーフ法などカテーテル法, 4) 立体撮影法, 5) サブトラクション法, 6) 脳血管断層撮影などの開発があげられる。一方、従来の神経系疾患に対する血管撮影が専ら頭蓋内の血管撮影に限られていたのに対し近年における神経学の進歩は神経系疾患として頭蓋内のみではなく脊髄の血管撮影も行なうことを望むようになり、また従来主なる観察対象とされていた主幹動脈のみでなく、その分枝すなわち細動静脈枝の観察を必要とし、しかも各種直径の血管壁の性状の変化も知る必要が生じている。また更に従来異常陰影として扱われていたものを分析し、その構成体を明らかにする必要が生ずるとともに、従来の血管撮影では観察しえなかつた微小陰影または稀薄陰影を観察する必要が生じている。これらの神経系疾病血管撮影における近年の変容は従来造影されていた血管径よりも小なる直径の血管が造影されることを要求し、しかも血行動態による推移に応じてそれらを観察することを必要としている。このような新らたな

必要性をみたすには従来造影可能であつた 400～500 μ の血管を造影するのみでは不適当であり、更に小なる 100 μ 内外の血管を造影しうるようにならなければならまい。これには 0.3mm 以下の大きさの微小焦点 X 線管球を用い、直接拡大撮影を連続撮影として行なう以外に方法はない。而してこの様な直接拡大連続血管撮影を行なうためには微小焦点を持つ管球が反覆して高エネルギーで短時間曝射を行なうための高い負荷に耐えうる大容量であらねばならない。著者は東芝メディカルの協力をえてこの目的に一致する微小焦点管球をうることができた。すなわち微小焦点管球においては電子流が衝突する陽極面材質のタングステンの融解点に限界があるため、熱的に管電圧と管電流の積に比例する Total input power が低くなり X 線出力も減少する。この様なことを避けるためには陽極面の傾斜角を減少させ、陽極面の直径を増大させ更に陽極面を高速回転させると良い。拡大撮影においては照射野が狭くても良いため通常の汎用 X 線管の陽極面傾斜角度が 16～20 度であるものを 10 度に減少させるならば負荷電子流を増大せしむ。実際に 18 度を 10 度にすることによつて 78% 増大せしめた。また傘型陽極を汎用の 74 mm ϕ から 100 mm ϕ の大型にし、回転速度を通常の 2800 rpm を高速の 8400 rpm にすることによつて陽極面上の焦点面移動が大となり、この部分に発生する電子衝撃熱が良く分散され、より多くの電子流を流しうる様になり、Imput は 2 倍に増大する。更に前述の陽極面傾斜角減少による Imput 増大を加算すれば容易に 3 倍以上に達することとなる。これによつて短時間曝射のもとでの拡大連続撮影が可能となつた。

1. 拡大連続撮影法における影像に関係する諸因子

高橋信次教授²⁰⁾は拡大撮影を支配する諸種の効果として動遙効果、歪効果、濾過効果、細去効果、間隙効果、重複効果、擬影効果の 7 効果を挙げているが、これらのうち動遙効果、歪効果および濾過効果は鮮銳度に関連する因子であり、その他の 4 者は対比度に関連する因子である。

動遙効果は直接拡大撮影実施上に重要であり、被写体が動遙すると拡大撮影の場合には単純撮影の場合に比べて著しくぼける。すなわち α 倍の拡大撮影を行なう場合には被写体の動遙による X 線像のぼけは単純撮影の場合の α 倍になる。このため被写体の運動によるぼけを単純撮影時の程度にするためには露出時間を $1/\alpha$ にしなければならない。この様に直接拡大撮影時には被写体の動遙によるぼけが大となるため被写体を充分に固定することが要求される。

濾過効果は焦点の大きさよりも小さい造影対象はあたかも焦点によつて濾過されたごとく量去され、像にならない現象であるが、この現象は反面

100 μ 焦点の X 線管球によつて 100 μ の対象物が造影されることを示している。しかし細去効果は対比度の面に重要であり、微少な造影対象は厚さが薄いため対比度が悪くなるが、この事実は直接拡大撮影において避けられない。

間隙効果は拡大撮影によつて造影対象自身が拡大されると同時に相隣接した造影対象相互間の空間も拡大される現象であり、また拡大によつて増感紙による量の範囲外に像が開大されることのため対比度が良くなり観察容易になる現象である。直接拡大撮影における間隙効果によつて間隙が狭くとも観察しうるようになる。この間隙効果は拡大撮影における大きな利点の一つである。しかし一方では重複効果は大となる。すなわち拡大撮影によつて細小な部分を撮影しようとすればする程、単位容積内に含有され撮影される構成体が裸眼ではみえない様な細小となり、この様な裸眼では見えない小なる構成体が互いに重複されて撮影されることが多くなる。特に前述のように細去効果によつて陰影とならないような小なるものまでも重複されることとなるため厚さが増し陰影となる。この様な重複効果は陰影を与えるのみでなく、重複効果が不規則に行なわれるために本来の形と異なる影像を示す擬影効果を呈する。このため重複効果と擬影効果との両者を常に念頭において拡大撮影像の検討を行なわねばならない。

2. 拡大連続脳血管撮影の全般的特長

Baker²⁾ が述べているごとく、拡大連続脳血管撮影法は決して新しい方法でないにもかかわらず、珍しい方法また研究的な手段であると考えられてきていた。それは拡大連続脳血管撮影法が一般脳血管撮影法に比してどの程度有用であるかが知られていなかつたことと、拡大連続脳血管撮影が一般脳血管撮影によつても観察しうる所見を更に印象的に表現する方法として用いられてきたにすぎなかつたためである。著者は本法を疾病の診断と疾病性状の探索の目的に臨床応用したが、本法の臨床診断上への応用の主目的は微細血管変化を発見することであり、本法の特長は3大分しらる。

1) 一般脳血管撮影法によつては不明瞭であるか、観察しえない微細血管を造影する。

著者の基礎的実験においては3倍拡大によつて直径100~50μの微細血管が造影され、臨床例においても100μ直径の血管が造影された。Greenspan et al.⁷⁾ も拡大血管撮影によつて微細血管の可視性は断然上昇増加し、一般脳血管撮影における瀰漫性薄陰影のなかに細血管が証明されると述べ、氏は3倍拡大によつて100~200μ直径の血管を観察しうると述べている。またLeeds et al.¹¹⁾ は後頭蓋窩病巣の診断にあたつて後頭蓋窩細血管の造影が良好であるほか、後脈絡動脈の変位の観察、穿通動脈枝の造影が行なわれ、また視床線状体動脈の変位および内腔変化の観察が行なわれ、更に一般脳血管撮影において脳内無血管領域にも拡大撮影によつて明瞭な細血管が存在することが認められると述べている。

2) 一般脳血管撮影によつても造影される血管の詳細像が造影される。

椎骨動脈、総頸動脈、内・外頸動脈のごとき大なる直径を有する主幹動脈から前・中・後大脳動脈の比較的太い分枝にいたるまで動脈壁の凹凸などの性状を充分に観察しうる。また動脈内造影剤の濃淡すなわち動脈壁肥厚の有無が明瞭に観察される。Leeds et al. も動脈直径の些少の変化は従来の血管撮影によつて観察しえなかつたが、拡大血管撮影によつて可能になつたと述べ、Greens-

pan et al. も従来の血管撮影によつて造影された動脈の詳細性が明らかに増進向上されたと述べている。

3) 骨陰影下血管撮影像の明瞭化

拡大脳血管撮影によつて同時に撮影される骨の濃度が広いフィルム面上に漏散されるため、骨の下に存在する血管が容易に観察されるようになる。著者の拡大連続脳血管撮影における椎骨動脈側面撮影において乳様洞および錐体骨と重疊する脳底動脈が全長にわたつて観察しうるようになつた他、頭蓋底または頭蓋底に近接する病巣が良く造影された。このため従来サブトラクションを必要とした部分の血管系の観察においてサブトラクションを行なわざとも良く観察しうる。

3. 脳腫瘍例に対する拡大連続脳血管撮影の意義

1) 脳腫瘍の診断

Baker²⁾ は28例の脳腫瘍例に拡大脳血管撮影を行ない、拡大脳血管撮影は脳腫瘍であることを診断するために屢々有用な助けとなるが、存否診断のために決定的であることは稀であると述べている。しかし著者は脳腫瘍例に対する拡大連続脳血管撮影は脳腫瘍か否かの判定、脳腫瘍であることの裏付け確定診断および脳腫瘍でないことの裏付け確定診断の3点において有用であると考える。すなわち一般脳血管撮影によつて脳主幹動脈の位置および走行の軽度または中等度の変化が認められたが臨床症候の面または普通血管撮影所見の面から脳腫瘍であるとの確定診断を下し難い例において拡大連続脳血管撮影を行ない全例に診断目的をはたした。この様な利点は脳腫瘍の早期診断および脳炎例などとの鑑別診断の上に重要である。

以上の様な目的に有用な拡大連続脳血管撮影の所見は一般脳血管撮影によつては観察しえない腫瘍陰影を造影したり、明瞭化し、腫瘍内を走る管腔不規則な腫瘍血管が造影され、またstar-burst vascularityが造影され、流出静脈および早期出現細小静脈が造影されることである。Baker は脳梁膨大のButterfly Gliomaの1例において一般脳血管撮影によつて明瞭な異常所見を認めなかつた

が、拡大脳血管撮影によつて小範囲の異常血管群をみとめて診断したと述べた。而して氏はその機序について一般脳血管撮影においては異常血管がそれに重畠した脳血管に陰影されているが、拡大脳血管撮影によつて脳血管とその下に重畠した異常血管とが離開されるためであると述べている。また氏は著者と同様に無血管性脳腫瘍を思われる症例において拡大脳血管撮影を行なうことによつて血管に富む悪性腫瘍であることが知られたと述べ、また神経膠腫内の特長的な深在性細静脈が認められたと述べている。著者の脳腫瘍例中の蝶形骨核膜腫例において、この部の腫瘍存在を示す所見は一般脳血管撮影によつて得られたが、側面像において star-burst vascularity は骨陰影と重畠するため認めえず、拡大連続脳血管撮影によつて初めて認められ本腫瘍の診断が下された。

2) 普通脳血管撮影所見の分析

普通脳血管撮影によつて得られた血管撮影所見を分析しうることも拡大連続脳血管撮影の利点である。すなわち一般脳血管撮影像上の瀰漫性陰影が拡大連続脳血管撮影によつて内腔不規則な腫瘍血管の集合であることが知られ、また放射状陰影が同様に管腔不規則な小血管から構成されていることが知られた。またこれら腫瘍血管の一部が袋状の拡張をしていることさえも観察された。また後頭蓋窩腫瘍においては錐体骨陰影と重畠しているにもかかわらず、このような腫瘍陰影の解析が拡大連続脳血管撮影によつて行なわれた。

3) 腫瘍分布動脈の造影

腫瘍へ血液供給を行なつてゐる動脈を脳血管撮影によつて観察することは腫瘍の確定診断の上に、腫瘍に対する手術の上に重要な情報を与えてくれる。特に脳深部の腫瘍や後頭蓋窩腫瘍において重要である。この目的に拡大連続脳血管撮影はきわめて有用な検査法である。Baker も頭蓋底膜腫に対する硬膜動脈からの分布動脈が拡大脳血管撮影によつて容易に造影されると述べている。

4) 脳腫瘍発育範囲の確定

脳腫瘍の発育範囲は特に神経膠腫例において知ることが必要であり、このことは手術のためは勿

論のこと放射線治療のためにも重要である。また手術後の腫瘍再発を確認する上にも重要である。これらの目的には拡大連続脳血管撮影はきわめて有用であつた。

5) 拡大連続脳血管撮影の適応となる脳腫瘍

大部分の脳腫瘍の診断は普通脳血管撮影または普通連続脳血管撮影によつて診断しうるが、次のような例においては拡大連続脳血管撮影の適応があると考える。

(a) 普通脳血管撮影によつて脳主幹動脈の偏位、走行変化のみが認められる場合：拡大連続脳血管撮影によつて腫瘍陰影、腫瘍血管の造影をえて脳腫瘍であることの確定診断をうる目的である。

(b) 乏(無)血管性腫瘍：転移性腫瘍など乏(無)血管性腫瘍に対して拡大連続脳血管撮影を行ない、その部の微細血管を造影することによつて確定診断をうる目的である。

(c) 後頭蓋窩腫瘍：普通椎骨動脈撮影によつて確定診断のえられない場合に拡大連続撮影を行ない、骨重畠による造影障害を除いて腫瘍陰影、腫瘍血管、腫瘍分布動脈を造影することによつて確定診断を行なう目的である。

(d) 頭蓋底部腫瘍：骨重畠をさけて腫瘍所見を描出し、確定診断を行なう目的である。

(e) トルコ鞍、傍鞍部腫瘍：極めて繊細な腫瘍分布動脈まで造影し、腫瘍診断とともに腫瘍の視床方面への発育を推測する目的である。

4. 脳血管障害に対する拡大連続脳血管撮影の意義

1) 脳動脈瘤例における意義

特発性くも膜下出血の主たる原因が脳動脈瘤の破裂であることが一般に知られるようになり、脳動脈瘤探索のためには 4-Vessels angiography を実施することが最も重要である。しかしたとえ 4-Vessels angiography を行なつても頭蓋内および脊椎管内における出血性疾病を発見しえない症例が存在することも事実である。しかしこの様な症例において微小脳動脈瘤が存在することも事実であり、著者はこの様な微小脳動脈瘤の 7 例に対して

脳動脈瘤根治手術を行なつた経験を有している。而してこれらの微小脳動脈瘤を一般的な撮影方向の脳血管撮影によつて発見することは困難であり、著者は微小脳動脈瘤の長軸がX線フィルムに投射される様なX線方法を種々工夫して撮影を行なつてゐる。しかしこの様な努力によつても動脈から分枝する小枝特に小枝の迂曲との鑑別は困難であり、この目的に拡大連続脳血管撮影が有用である。すなわち拡大連続脳血管撮影によつて微小脳動脈瘤の確認をうることは勿論のこと一般脳血管撮影によつて得られた疑問的微小脳動脈瘤像が脳動脈瘤でないことを確定しうる。近年多発性脳動脈瘤例の発見が増加していることと考えあわせて微小脳動脈瘤探索のためにきわめて重要である。

脳動脈瘤に対する頭蓋内直達手術にあたつて予め脳血管撮影像から知つておきたい重要なことは脳動脈瘤柄部の状態である。この目的に斜位方向など各種方向の脳血管撮影が行なわれるが、これによつても動脈瘤柄部の状態を明瞭にしえない場合がある。特に内頸動脈瘤例において後交通動脈起始部と関係を有するか否かを知ることは両者がきわめて近接している場合には普通脳血管撮影によつては困難であるが、この様な場合には拡大連続撮影によつて両者の関係を明らかにしうる。以上のように脳動脈瘤柄部の状態は拡大連続撮影によつて明瞭になしうるのみでなく、近接他動脈からも分離離開されるため他動脈との関係も明らかになしうる。このような所見は脳動脈瘤に対する頭蓋内直達手術にあたつて脳動脈瘤柄部と他動脈との分離に役立つのみでなく、往々脳動脈瘤柄部への進入路決定の上にも有用である。

拡大連続脳血管撮影によつて脳動脈瘤囊内の壁在血栓形成の状態も明らかにしうる他、脳動脈瘤が発生している脳動脈および近位主幹脳動脈の動脈硬化の状態をも明らかにしうる。なおBakerは脳動脈瘤に対して拡大脳血管撮影を行なつても新たな有用所見は得られないと述べているため、上記の著者による脳動脈瘤における有用所見の指摘は最初の記載であると思われる。

2) 脳動脈奇形例における意義

脳動脈奇形はくも膜下出血、脳内血腫形成または痙攣発作を初発症状とする疾病であり、近年における脳血管撮影の普及によつて発見されるようになつた脳血管性疾病の一つであり、諸家のうち脳動脈奇形に対する拡大脳血管撮影について述べているのはBakerのみであり、氏は脳動脈奇形例における硬膜性動脈血供給を知る上に助けとなるが、決定的ではないと述べている。

著者は脳動脈奇形例に対する拡大連続脳血管撮影は次のとき多くの価値を有すると考える。

脳動脈奇形であることの確定診断法として拡大連続脳血管撮影法が有用であることはきわめて稀であり、著者経験例においては天幕下乳様洞近傍の疑問的な小なる脳動脈奇形が拡大連続脳血管撮影によつて否定されたにすぎない。これに反して拡大連続脳血管撮影は脳動脈奇形の性状を知る上にきわめて有用である。すなわち普通連続脳血管撮影の動脈相および中間相において脳動脈奇形は塊状陰影をなすことが大多数であるが、この様な塊状陰影の解析が拡大連続脳血管撮影によつて行なわれ、拡張した異常血管や静脈瘤から形成されていることが観察される。また主脳動脈奇形塊の周辺に存在する未熟（副）脳動脈奇形を発見することは拡大連続撮影によつてのみ可能である。また天幕下脳動脈奇形の全容は一般脳血管撮影によつては、たとえサブトラクション法を行なつたにしても必ずしも明瞭になしえない。しかし拡大連続脳血管撮影を行なうならばサブトラクションを施行せざとも全容を明瞭に描出しうる。また脳動脈奇形の流入動脈と流出静脈の把握は手術的治療進行上にきわめて重要である。而して流入動脈は普通連続脳血管撮影によつても造影される例が多いが、普通連続脳血管撮影によつては流入動脈造影が不明瞭な例において拡大連続脳血管撮影を応用するならばすべての流入動脈を明瞭に造影しうる。また普通連続脳血管撮影によつてすべての流入動脈を造影したと思われた例においても拡大連続撮影によつて新たな細径流入動脈を造影しうる例がある。更に拡大連続撮影によつて流入動脈の脳動脈奇形への進入部

分の状態を明らかにしうる。他方、流出静脈についてもその起始部と流入動脈終末との区別が可能である。

3) 脳硬塞例における意義

Leeds et al. は小血管の閉塞、小動脈直径の些少の変化および微細副血行路の形成は拡大血管撮影によつて観察しうると述べている。Baker は拡大血管撮影によつて中大脳動脈小枝の閉塞が証明され、また一般脳血管撮影によつて血管性腫瘍であると診断された1例において拡大血管撮影を行なうことによつて血管性腫瘍と思われた所見が豊富な副血行路のためであることが知られ、脳硬塞の診断がえられたと述べている。このように両氏ともに脳硬塞が拡大血管撮影の好対象例であるとしている。

著者が拡大連続脳血管撮影を行なつた脳硬塞例中において普通連続脳血管撮影によつて閉塞動脈を知りえなかつた例では拡大連続脳血管撮影によつて閉塞動脈の上に重疊した動脈枝と閉塞動脈との間隔が間隙効果によつて拡大されたため閉塞動脈枝を明らかにした。また脳硬塞であることのうらづけ診断ともなる早期出現小靜脈の造影は一般脳血管連続撮影に比べてきわめて確実に行なわれ、また脳硬塞部の雲状陰影が早期出現小靜脈群または副血行小動脈枝群であることが知られた。このように微細副血行路が拡大連続撮影によつて詳細に造影されるため脳硬塞急性例に対して拡大連続脳血管撮影を行なうならば、脳硬塞急性例の予後判定に貢献しうると思われる。

4) 大血管壁性状探索における意義

Baker は頸動脈の動脈硬化性変化については拡大血管撮影を行なつても特に新たな所見はえられないと述べている。しかし著者は総頸動脈およびその分枝である内・外頸動脈および椎骨動脈の壁性状は拡大連続脳血管撮影によつて詳細に観察しえた。

一過性脳虚血発作例において原因となる血栓または塞栓の形成部位を探索することは重要であり、近年これらは総頸動脈、内頸動脈、椎骨動脈、特にそれらの起始部に形成されると考えられ

ている。而してこれらの直径の比較的大なる主幹動脈は血管撮影において造影剤の厚さが厚いため動脈壁の微細な変化を認め難かつた。このため著者は連続血管撮影における動脈相の早期、または末期などのごとく動脈内における造影剤の濃度が稀薄な時相のフィルムを観察したり、動脈内造影剤注入速度を低下させ動脈単位容積内造影剤濃度を低下させて行なつた連続血管撮影像について動脈壁の変化を検討していた。しかし拡大連続血管撮影を行なうことによつて動脈壁の不整化および動脈硬化状態を普通に行なわれる造影剤注入速度のもとで知ることができるようになった。

5) その他の脳血管障害例における意義

Leeds and Goldberg¹²⁾ は拡大脳血管撮影によつて視床線状体動脈について詳細を検討報告したが、氏らは視床線状体動脈が 200~400 μ の直径であることから拡大撮影でなければそれらの異常所見の観察は困難であるとし、これら細動脈の蛇行と伸長、狭隘、位置および走行の異常、辺縁不規則化、紡錐状拡張および微小動脈瘤を病的所見として挙げた。著者も高血圧性脳出血の1例において視床線状体動脈に珠数状拡張を認め1例において微小動脈瘤と思われる所見を認めた。また高血圧性脳出血例の3例全例において視床線状体動脈群の位置移動は普通脳血管撮影に比して明瞭に観察しえた。

特発性脳内血腫例において血腫の形成原因が小血管腫からの出血であるか否かを手術前の脳血管撮影所見から予め想像しうるならば、手術進行上にきわめて有用であるが、普通脳血管撮影によつて小血管腫を証明することは困難である。しかし著者によつて拡大連続脳血管撮影が行なわれた特発性脳内血腫の1例においては小血管腫を観察しえた。このように今後拡大連続脳血管撮影は特発性脳内血腫の出血原因探索上に有用な手段となると思われる。他方、内頸動脈・海綿洞瘻例において両者間の瘻孔を拡大連続脳血管撮影によつて観察しえた。而して従来は特発性内頸動脈・海綿洞瘻例の瘻孔の複雑性は想像されていたが、複数の瘻孔が存在することは知られていなかつた。

6) 拡大連続脳血管撮影の適応となる脳血管障害

(a) 脳硬塞例

(i) 閉塞動脈の証明

(ii) 無血管領域が脳硬塞病巣であることを早期出現小静脈および副血行路の観察によつて証明する。

(iii) 頸動脈、椎骨動脈など主幹動脈壁の動脈硬化の観察

(b) 脳動脈瘤例

(i) 微小粒状動脈瘤の確認

(ii) 脳動脈瘤柄部性状の観察

(iii) 脳動脈瘤と近位他動脈（特に迂曲部）との鑑別

(iv) 脳動脈瘤柄部の位置特に他動脈起始部との位置的関係の明瞭化

(v) 天幕下脳動脈瘤例

(c) 脳動静脈奇形例

(i) 天幕下脳動静脈奇形存在の確認

(ii) 流出入血管の詳細検討

(iii) 構成体の詳細検討

(d) 特発性脳内血腫例における血管腫の探索

(e) 特発性内頸動脈・海綿洞瘻

(g) 眼窩内血管性疾病

結語

拡大連続脳血管撮影について基礎的研究を行なうとともに 100例に対して臨床応用を行なつたので、これらの諸結果について検討報告した。

1) 基礎的研究としては超微粒子バリウムを後大脑動脈に注入した人脳髄標本について普通X線撮影、2倍および3倍の拡大X線撮影を行ない、これらにおける微細動脈の造影能について検討した。一定領域内可視動脈数は3倍拡大撮影によつて普通撮影時の2~8倍に増加し、可視最小動脈直径は普通撮影において0.4~0.5mmであるが3倍拡大撮影においては0.05~0.1mmである。また動脈壁の状態を観察しうる動脈の最小直径は普通撮影で0.8mmであるが、3倍拡大撮影では0.3~0.5mmである。これらの基礎的研究によつて3倍拡大撮影がきわめて微細な脳動脈の造影を可能に

していることが確認された。

2) 3倍拡大連続脳血管撮影を脳神経外科における101例（122回）の臨床例に応用した。疾病内容は脳血管障害が最も多く43.6%，ついで脳腫瘍が37.6%である。拡大連続血管撮影による観察目的部位は天幕上頭蓋腔が73.9%で最も多く、ついで天幕下頭蓋腔が18.0%であつたほか、頸髄および眼窓内も観察対象とした。

3) 脳腫瘍関連例は50例であり、3倍拡大連続血管撮影の施行目的貢献度は92.0%に及んだ。而して施行目的中で最も多いのは脳腫瘍であることの確認であり93.0%の貢献度であつた。拡大連続脳血管撮影によつて新たに腫瘍陰影の発見された症例があつた他、腫瘍血管の描出はきわめて良好であり、これらのためには脳腫瘍種類の判別および脳腫瘍発育範囲の判定ならびに普通脳血管撮影像を更に解析する上にきわめて有用であつた。

4) 脳血管障害例は44例であるが、脳動静脈奇形が最も多く12例、ついで脳硬塞、脳動脈瘤の順であつた。

5) 脳動静脈奇形例において拡大連続脳血管撮影によつて病巣を形成する個々の動静脈が描出されたほか、流入動脈および流出静脈についても普通連続脳血管撮影像以上の詳細所見がえられ、手術進行上に重要な情報を提供してくれた。また天幕下動静脈奇形は普通連続脳血管撮影によつては屢々描出が困難であるが、拡大連続脳血管撮影によつて骨陰影と重疊するにもかかわらず動静脈奇形の全体を正確詳細に描出しえた。

6) 脳硬塞例は拡大連続脳血管撮影の好対象の一つであり、微細動脈の閉塞部を描出しえたとともに、硬塞脳部分からの微細流出静脈が造影され、これらが本症の確定診断と予後判定上有用であつた。

7) 脳動脈瘤例においては拡大連続脳血管撮影によつて微小動脈瘤の診断が可能であつたほか、動脈瘤柄部の状態特に動脈瘤柄部と近位他動脈とが分離されて相互関係を明らかにしえた。

8) 頸動脈・海綿洞瘻例においては拡大連続脳血管撮影によつて両者間の瘻孔を明瞭に造影しえ

たが、これによつて両者間に複数の瘻孔を有する例が存在することを明らかにした。また特発性脳内血腫例においては血腫形成原因であつた血腫壁の血管腫を造影した。

9) 眼窩内血管性疾病は厚い骨壁によつて閉まっているために普通連続脳血管撮影によつては病巣の造影が困難である。しかし拡大連続脳血管撮影によつて微細病的血管までも造影した。

10) 従来の血管撮影によつて造影した頸部および上胸腔における直径の大なる動脈も拡大連続脳血管撮影によつて動脈壁の不規則性および動脈硬化斑の存在などの詳細像を知りえた。

稿を終るにのぞみ本研究に対し御助言を下された名古屋大学医学部放射線医学教室高橋信次教授に感謝致します。また微小焦点管球の製作ならびに本研究進行のために御助力を下された東芝メディカル株式会社ならびに同社の西堀清美氏、輪湖正就氏、大沢清氏、田辺要氏に感謝致します。

本論文の1部分は第32回および第33回の日本医学放射線学会総会において発表した。

文献

- 1) Adehold, K. und Seifert, L.: Ergebnisse der radiologischen Vergrößerungs Technik mit einer neuen Feinstfokus röntgenröhre für Abbildungsmasstäbe. Grösser als 2:1, Fortschr. Röntgenstr., 81 (1954), 181.
- 2) Baker, H.L.: The clinical usefulness of magnification cerebral angiography. Radiology, 98 (1971), 587—594.
- 3) Burger, G.C.E., Combee, B. and Van der Tunk, J.H.: X-ray fluoroscopy with enlarged image, Philips Tech. Rev. 8 (1946), 321—329.
- 4) Etter, L.E.: Magnification technique in radiology. Industrial Med. and Surgery, 28 (1959), 8—10.
- 5) Garnes, G.: Direct exposure enlargement techniques utilizing fractional-focus X-ray tubes. X-ray Technician, 23 (1952), 323—328.
- 6) Greenspan, R.H.: Magnified X-rays show fine vasculature. M. World News, 20 (1965), 40—41.
- 7) Greenspan, R.H., Simon, A.L., Ricketts, H.J., Rojas, R.H. and Watson, J.C.: In vivo magnification angiography. Invest. Radiol., 2 (1967), 419—431.
- 8) 金子昌生: 血管造影拡大撮影に於ける経皮的選択的カテーテル法, 血管造影拡大法の研究(第1報), X線拡大撮影法の研究(第31報), 日本医学会誌, 24 (1964), 479—484.
- 9) 小見山喜八郎: 自己バイアス微小焦点の拡大能力及びその焦点の大きさに就いて, X線拡大撮影法の研究(第7報), 日本医学会誌, 14 (1954), 487—493.
- 10) Lagergren, C., Lindblom, A. and Soderberg, G.: Hypervasculatization in chronic inflammation demonstrated by angiography; angiographic, histopathologic and microangiographic studies. Acta Radiol., 49 (1958), 441—452.
- 11) Leeds, N.E., Isard, H.J., Goldberg, H. and Cullinan, J.E.: Serial Magnification cerebral angiography. Radiology, 90 (1968), 1171—1175.
- 12) Leeds, N.E. and Goldberg, H.I.: Lentulostriae artery abnormalities. Radiology, 97 (1970), 377—383.
- 13) Sakuma, S.: Angiography in direct four times magnification applied to field of ophthalmology. Tohoku J. Exp. Med., 82 (1964), 242—249.
- 14) Sasaki, T., Kido, C. and Sakuma, S.: Macroangiography in 4 times magnification applied to cerebral angiography. Nagoya J. Med. Sci., 29 (1966), 245—249.
- 15) Stevenson, W.E.: Value of an ultra-fine focal spot in radiology. Cathode Press., 9 (1952), 16—18.
- 16) 高橋信次, 小見山喜八郎: 微大撮影法の研究(第一報), 人工放射性同位元素³⁵Sによる撮影, 弘前医学, 3 (1952), 27—29.
- 17) 高橋信次, 小見山喜八郎: 硬X線を用いる直接廓大撮影法の研究(第二報), 弘前医学, 3 (1952), 148—153.
- 18) 高橋信次, 小見山喜八郎: X線廓大撮影法の研究(第5報), 自己バイアス微小焦点を用いる直接廓大撮影, 日本医学会誌, 14 (1954), 220—225.
- 19) 高橋信次, 渡辺令, 田中正道: 極微小固定焦点管球の試作(X線拡大撮影法の研究 第13報), 日本医学会誌, 15 (1955), 838—841.
- 20) 高橋信次: X線拡大撮影法, 最新医学, 12 (1957), 2058—2060.
- 21) Takaro, T., Scott, S.M. and Sewell, W.H.: Arteriography utilizing radiographic magnification techniques. Surg. Forum, 12 (1961), 143—145.
- 22) Takaro, T., Scott, S.M. and Sewell, W.H.: Experimental coronary arteriography using

- roentgenographic magnification. Am. J. Roentgen, 87 (1962), 258—264.
- 23) Takaro, T. and Scott, S.M.: Angiography using direct roentgenographic magnification in man. 91 (1964), 448—452.
- 24) Vallebona, A.: Radiography with great enlargement (microradiography) and a technical method for the radiographic dissociation of the shadow. Radiology, 17 (1931), 340—341.
- 25) Wason, W.W.: X-ray as microscope. J. Radiol., 3 (1922), 268—271.
- 26) Wood, E.H.: Preliminary observations re-
- garding value of a very fine focus tube in radiologic diagnosis. Radiology, 61 (1953), 382—389.
- 27) Wood, E.H. and Bream, C.A.: Enlargement radiography without special apparatus other than a very fine focal spot tube. North Carolina Med. J., 15 (1954), 69—75.
- 28) Zimmer, E.A.: Methodische Bemerkungen und Leitsätze zum direkten Röntgen-Vergrösserung. Fortschr. Röntgenstr., 75 (1951), 292—302.