

小児水頭症の脳血管写上の特長

河野 守 正*

(昭和52年4月5日受付)

要 旨

36例の6歳以下の小児水頭症について、脳血管写上の特長を検討した。

1. 動脈像の造影は十分であっても、静脈像は正常小児と異なり、造影が不十分であった。
2. 側面像でTuberculum sellaeとBregmaを結んだ線の midpoint と、脳梁動脈がこれを横切る点を偏位量とすると、この偏位は気脳写による側脳室前角極の脳実質の厚みと相関し、脳室の拡大に伴う脳梁動脈の挙上を認めた。
3. 中大脳動脈主幹の走行のJimenez and Goreeの参考線からの偏位は、一例を除き正常範囲にあり、脳室拡大による変動は有意ではなかった。また側脳室前角極の脳実質の厚みとも有意の相関を認めなかった。
4. 静脈角は交通性水頭症の症例においても後下方への移動を示した。
5. 脳底動脈頂部と基準線(鞍結節と内後頭結節を結ぶ線)のなす平均角度は、交通性水頭症では 28.0° で、中脳水道狭窄症では 14.7° であり、脳室拡大と脳底動脈頂部の位置は、中脳水道狭窄症については相関関係を認めた。
6. 後大脳動脈はすべて下方偏位し、交通性水頭症では、 P_2 と P_4 間に相関関係を認めた。

Keywords: Hydrocephalus, aqueduct stenosis, cerebral angiography, meningitis

はじめに

水頭症とは、脳室系が拡張し、脳脊髄液が貯留し、脳圧亢進を示している状態である¹⁾。

脳室系のいずれかの部位に、あるいはMagendie孔、Luschka孔に閉塞があり、脳室内髄液と脊髄クモ膜下髄液との間の交通が阻害されているものを非交通性水頭症といい、両髄液腔間の通過障害はないものを、交通性水頭症という。

気脳撮影もしくは脳室造影よりも、検査侵襲が少ない脳血管写が、まずはじめに施行される場合が多いが、Tolosa²⁾がはじめて小児水頭症の脳血管写を報告して以来脳血管写により、あらゆる型の水頭症が診断可能とするRaimondi³⁾の立場と、軽症の水頭症では気脳写の方が診断率が高く、脳血管写がすべて気脳写に置きかえられることは不可能とするSwishukら⁴⁾の立場がある。

重症の小児水頭症を脳血管写により、性質、程度を知ること⁵⁾、腫瘍や他の奇形等から鑑別するうえにも重要なことである。

今回、われわれの経験した非腫瘍性の小児水頭症に対する脳血管写の診断学的意義について検討した。

対象および方法

頭囲増大もしくは脳圧亢進を示し、脳血管撮影あるいは脳室造影が必要とされたもので、脳腫瘍、硬膜下液貯留を除いた49例の水頭症のうち、短絡術施行前に脳血管写を施行した36例を対象とした。そのなかで脳血管写のみ施行したものは15例、気脳写または脳室造影も行なったものは21例であった。

年齢別頻度は、1歳未満は24例、1歳から6歳までが

* 千葉大学医学部脳神経外科学教室

MORIMASA KONO: Angiographical Findings in Infantile Hydrocephalus
Department of Neurological Surgery, School of Medicine, Chiba University, Chiba 280.
Received for publication, April 5, 1977.

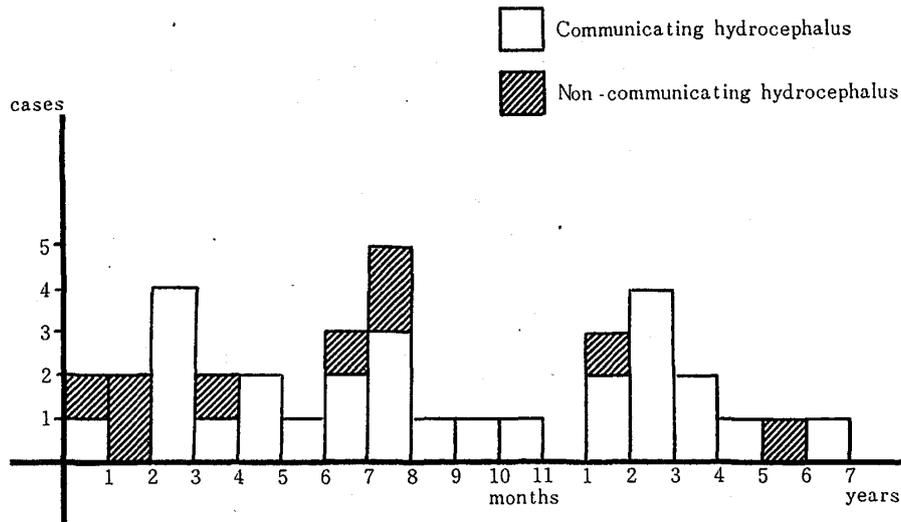


Fig. 1. Age incidence of 36 cases of hydrocephalus.



Fig. 2. Right cerebral angiogram of post-meningitic hydrocephalus. The anterior cerebral arteries are stretched and slightly pushed to right side. The lenticulo-striate artery complex is displaced laterally and downward. The wide space between anterior and middle cerebral arteries is noted.

12例であり、男児20例、女児16例であった (Fig. 1)。

36例の小児のうち、25例は炎症や出血による癒着性クモ膜炎によって引き起された交通性水頭症であり、非交通性水頭症は9例であった。9例のなかで、中脳水道狭窄症6例、Dandy-Walker cyst, Arnold-Chiari malformation および大後頭孔に発生したクモ膜のう腫の各々1例であった。

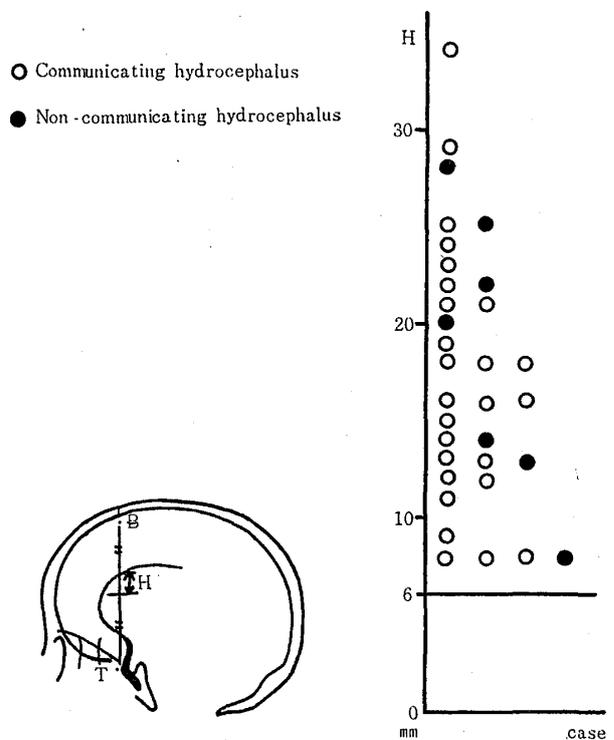


Fig. 3. Height of pericallosal artery.

B : Bregma
 T : Tuberculum sellae
 H : Distance of pericallosal artery from midpoint of B-T line in mm.

以上の症例に対して、脳血管写と気脳写および脳室造影による脳室の拡大の関係、および脳血管写上の特長を、交通性水頭症と中脳水道狭窄症を取上げ比較した。

脳血管写は、前腕動脈、腋窩動脈穿刺もしくは総頸動脈穿刺により、一部は経大腿動脈カテーテル法によっ

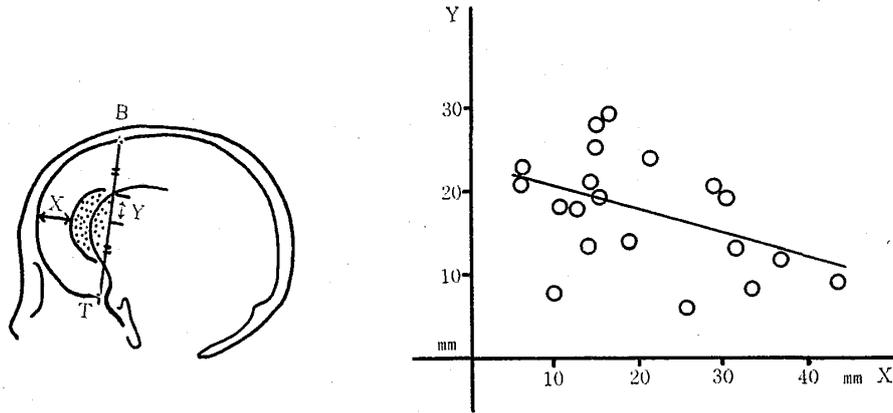


Fig. 4. Hight of pericallosal artery and width of cerebral mantle at frontal pole.

B : Bregma

T : Tuberculum sellae

X : width of cerebral mantle ($\bar{X}=20.0$)

Y : height of pericallosal artery ($Y=17.5$)

$$Y = -0.29X + 23.3 \quad r = 0.458 \quad S_{xy} = 0.12 \quad P < 0.05$$

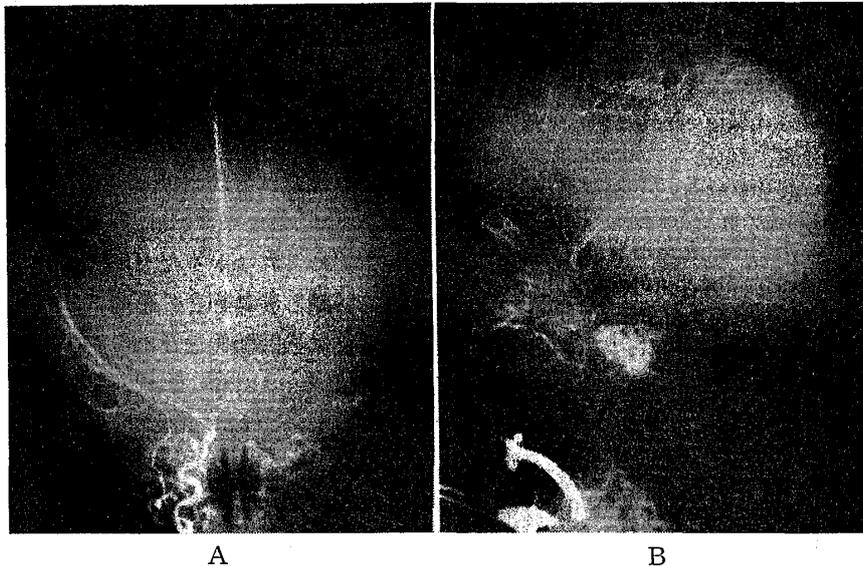


Fig. 5. Right cerebral angiograms of severe hydrocephalus.

Note marked stretching and fanning of middle cerebral artery, difficulty to determine Sylvian point (Fig. 5, A), and high position and stretching of anterior cerebral artery (Fig. 5, B).

た。撮影は管球距離 1 m, 前後方向, 側方向連続撮影で行ない, 2 方向とも毎秒 2 枚 3 秒間, 以後毎秒 1 枚 6 秒間で全経過 9 秒間で終了した。

脳室写, 気脳写は, 脳室・腹腔短絡術施行直前に行なわれたものを対象とした。

結 果

脳血管写的には, 水頭症を示す一般的徴候と閉塞部位を示す特有な徴候とに分けられた。内頸動脈より造影される前大脳動脈, および中大脳動脈の走行の変化は,

一般的な所見であり, すなわち, 脳梁動脈は著しく伸展され, 中大脳動脈島枝, 線状体レンズ核動脈は外側に圧排, 伸展されていた (Fig. 2)。前後像における前大脳動脈の伸展像は, 脳圧亢進を示す所見にすぎないが, 頭蓋が非対称の症例にみられる一側に単に偏位した伸展像は髄膜炎後の水頭症に多く認められた。

側面像では脳梁動脈は unrolling, すなわち挙上と伸展を示した。鞍結節 (T) と Bregma (B) を結んだ線 (T-B 線) の中点より, 正常範囲 ($3.8\text{mm} \pm 2.5\text{mm}$)⁶⁾ をはるかに越えて脳梁動脈は走行していた。脳梁動脈の T-B 線上の中点からの偏位と, 気脳写, 脳室写による

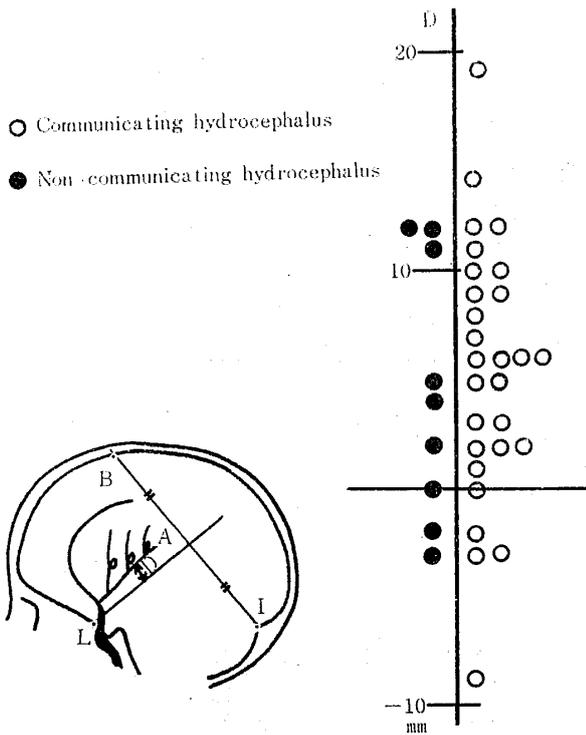


Fig. 6. Deviation of middle cerebral artery axis.

Correlation between distance of middle cerebral artery axis from reference line by Jimenez and Goree in communicating hydrocephalus and in non-communicating hydrocephalus is not significant.

- A : Middle cerebral artery axis
- B : Bregma
- I : Inion
- L : Limbus sphenoidale
- D : Deviation of middle cerebral artery axis from reference line of Jimenez and Goree

側脳室前角極での脳実質の厚みとの関係は、偏位が著明になるに従い脳実質の厚みが減少する傾向を認めた (Fig. 3, 4)。

中大脳動脈の走行で、前後像による angiographic sylvian point の深さは、脳実質の厚みがある程度以上減少すると、血管の伸展が著明で、その深さおよび高さの判定は困難であった (Fig. 5)。中大脳動脈島枝の深さは、脳実質の厚みが減少すると浅くなり、この深さと厚みの間に相関関係を認めた。

側面像の Jimenez and Goree²⁷⁾の参考線 (Bregma の内板点より内後頭結節へ引いた直線の2等分点と Limbus sphenoidalis を結んだ線) と、中大脳動脈主幹の軸との距離の測定では、正常では年齢とともに下方に移動するが²⁸⁾、交通性水頭症では平均5.4mm、中脳水

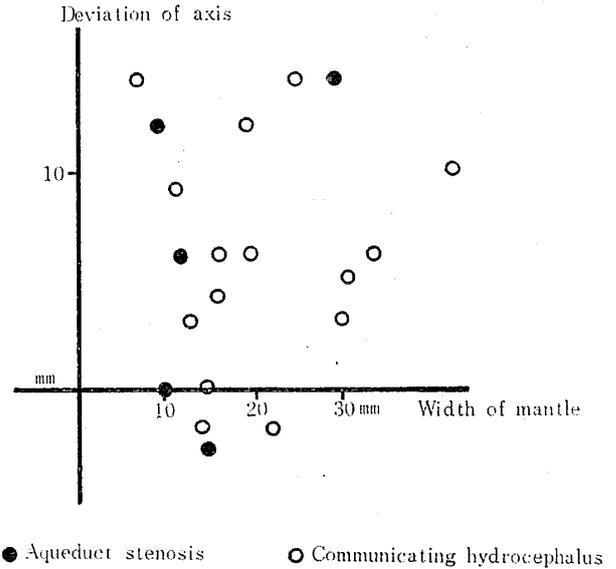


Fig. 7. Deviation of middle cerebral artery axis and width of cerebral mantle. Correlation between distance of middle cerebral artery axis from reference line of Jimenez and Goree and width of cerebral mantle is not significant.

道狭窄症では平均5.0mmであった。これは正常値の最大9mm、最小-2mm、平均5.9mmと比較して、有意差は認められなかった (Fig. 6)。また、この中大脳動脈主幹軸と参考線との距離と、側脳室前角極の脳実質の厚さとは相関関係を認めなかった (Fig. 7)。きわめて低い値 (-9mm) を示した髄膜炎後水頭症は対側で著明な挙上 (19mm) を示していた (Fig. 8)。

椎骨動脈写所見では、中脳水道狭窄症の場合、脳底動脈は斜台方向に圧排され、頂部は下方に著明な圧縮像を認めた。視床穿通動脈は伸展直立を示した。後脈絡膜動脈の造影されたものでは^{9,10)}、側脳室の床を走行する外側脈絡動脈枝と第3脳室の天井を走行する内側脈絡動脈枝との距離は全て短くなっていた。

脳底動脈の頂部と基準線 (鞍結節と内後頭結節を結ぶ線) との角度を鞍結節を原点として測定すると、交通性水頭症では平均28.0°、中脳水道狭窄症では平均14.7°であった (Fig. 9)。脳実質の厚みと頂部の位置角は、中脳水道狭窄症については、2.5%の危険率で相関関係が認められた。これは高度の脳室拡大による上部脳幹の下方への圧縮を示すものと考えられる (Fig. 10)。これに反して交通性水頭症では脳室の大きさとの有意の相関関係は認めなかった。

後大脳動脈は、下方に圧排・伸展されていて¹¹⁾、計測では基準線からの下方偏位はほとんどの場合に認められているが、その変動は少なかった (Fig. 11)。前後像で

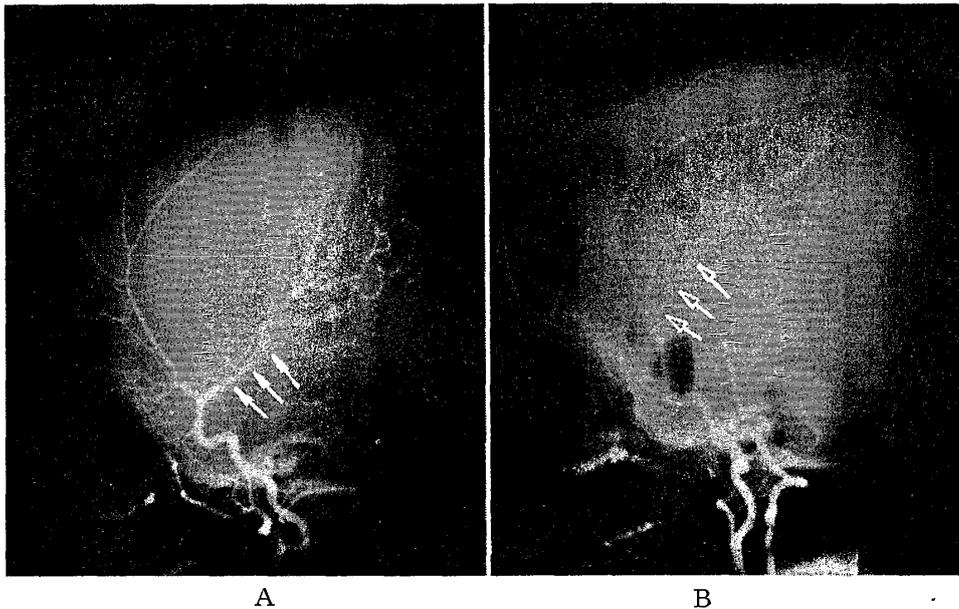


Fig. 8. Cerebral angiograms of post-meningitic hydrocephalus. Left carotid angiogram (Fig. 8, A) shows quite different course of middle cerebral artery (arrows) compared with right middle cerebral artery (Fig. 8, B, open arrows).

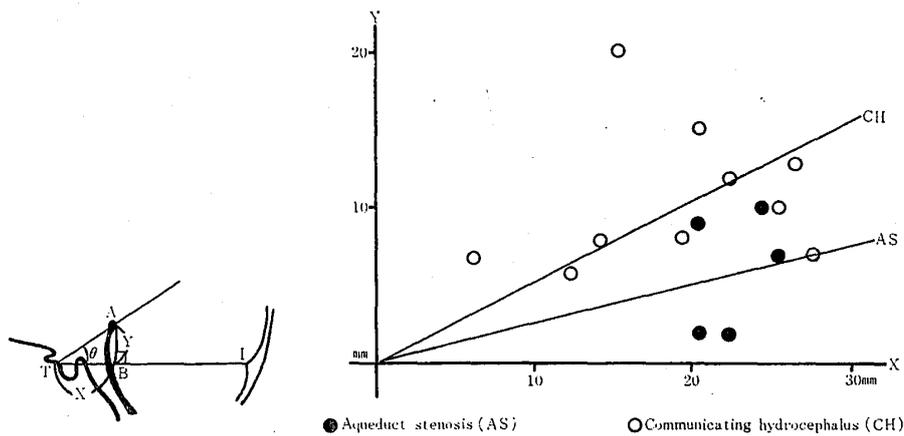


Fig. 9. Position of tip of basilar artery (Apex). Mean θ is $14.7^\circ \pm 9.0^\circ$ in aqueduct stenosis and $28.0^\circ \pm 13.8^\circ$ in communicating hydrocephalus. A: Apex I: Inion T: Tuberculum sellae θ : Angle made by A, T and I. B: Point drawn rectangularly from A to T-I line. X: Distance from T to B Y: Distance from A to B

は、後大脳動脈が大脳脚をめぐる circular segment (P₂) で正中線からの最大距離および medial occipital artery, calcarine branch および occipito-temporal branch 分岐点付近または、その直後で (quadrigeminal portion (P₄)) 正中線との最小距離を計測した¹²⁾。P₂ と P₄ は相関を認めるが、分散分析では、交通性水頭症では等平均を示し、中脳水道狭窄症でも有意の差を認めなかった。むしろ走行のパターンが重要と思われ、交通性水頭症では、ambient cistern を通る部分が拡がり quadrigeminal cistern へ急角度で曲ってい

る例が認められた (Fig. 12)。

考 察

内頸動脈系の主幹動脈、すなわち前大脳動脈および中大脳動脈は、比較的重症の水頭症では脳室写と同様に、側脳室の拡大を二次的な変化として認めることができた。側脳室の対称性高度拡張は、モンロー孔の閉塞による一側性拡大¹³⁾を除けば、いずれの型の水頭症にも認め

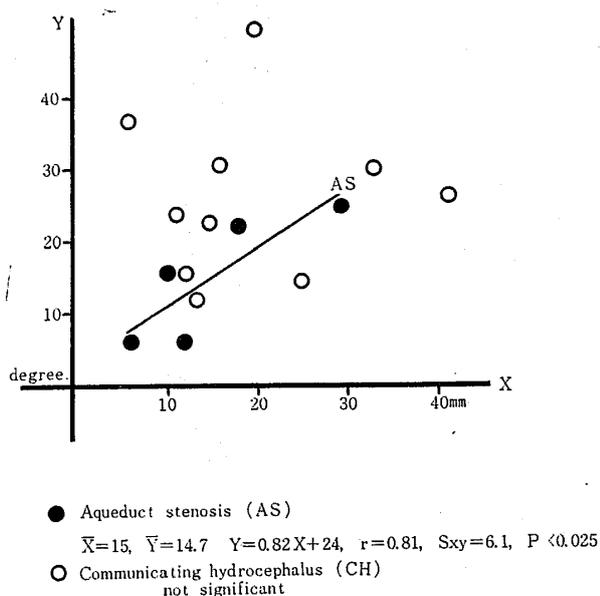


Fig. 10. Correlation between angle of apex and width of cerebral mantle.
 X: Width of cerebral mantle
 Y: Angle of apex



Fig. 11. Cerebral angiogram of aqueduct stenosis.
 Caudal portion of basilar artery runs closely to clivus (arrows), and apex (A) is depressed posteroinferiorly. Posterior cerebral arteries are depressed and stretched (open arrows).

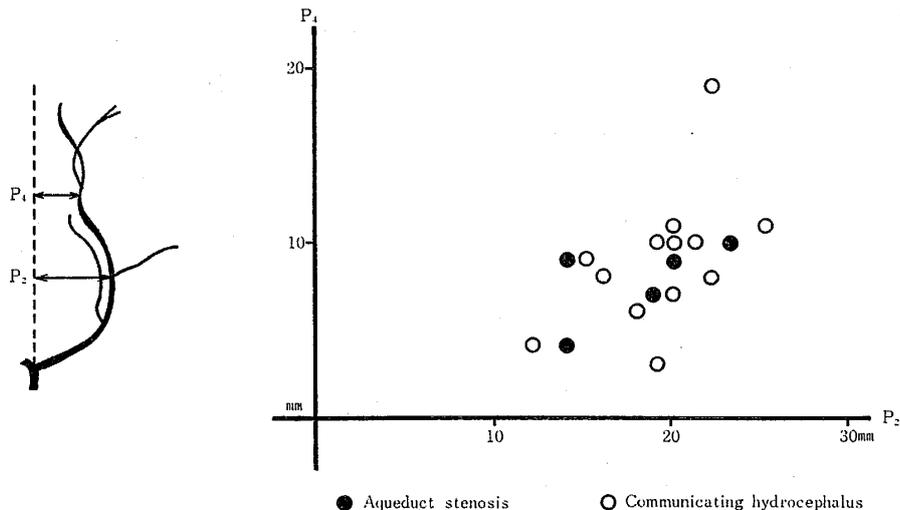


Fig. 12. Width of circular segment (P_2) and quadrigeminal portion (P_4).
 P_2 : Broadest distance from midline to circular segment of posterior cerebral artery
 P_4 : Shortest distance from midline to quadrigeminal portion of posterior cerebral artery
 In communicating hydrocephalus, a correlation was found between P_2 and P_4 .

られるもので、前大脳動脈の脳梁動脈の伸展と挙上、いわゆる unrolling の所見、中大脳脈島枝の外側圧排、レンズ核線状体動脈の外側圧排は共通の所見であり、各血管の偏位の程度と脳室の拡大との間に相関が認められ、計測の簡単な前大脳動脈の脳梁部での挙上の程度で、脳室拡大の程度を示すことがわかった。

脳室壁には subependymal の静脈があり¹⁴⁾、もしその造影が十分であれば、それらの先端をたどることによって、側脳室が描記されてくるわけであるが、われわれ

の症例の連続血管写では、細かい静脈像を判読できるものは得られなかった。また、しばしば静脈洞でさえも判別できないものがあった。このことは年齢的要素があるかもしれないが、いずれも脳圧亢進時に検査されたものであったことは、脳圧亢進との関係が考えさせられる⁴⁾。短絡術施行後の症例には循環時間も短くなり、静脈の造影度も改善したものがあった。

主要な静脈について検討してみると、視床線状体静脈と内大静脈の分岐点、すなわち静脈角¹⁵⁾の位置は Ta-

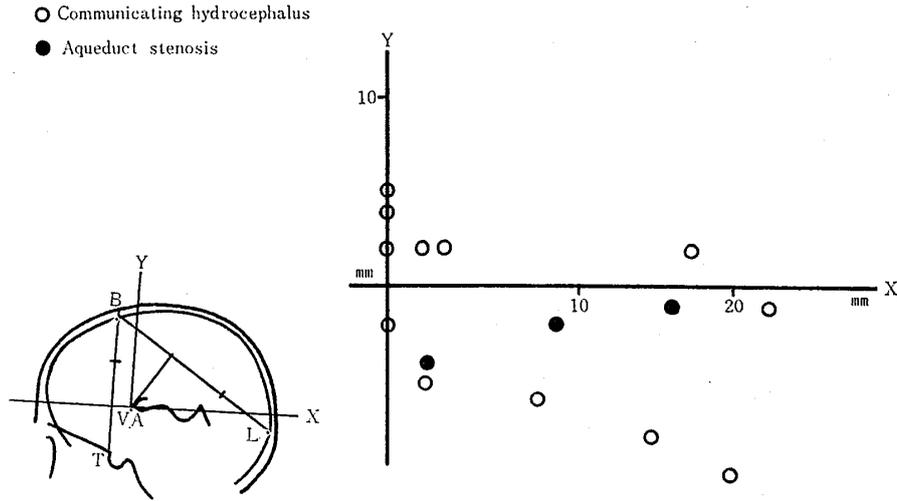


Fig. 13. Position of venous angle.

Venous angle is usually pushed posteroinferiorly.

B: Bregma L: Lambda T: Tuberculum sellae VA: Venous angle

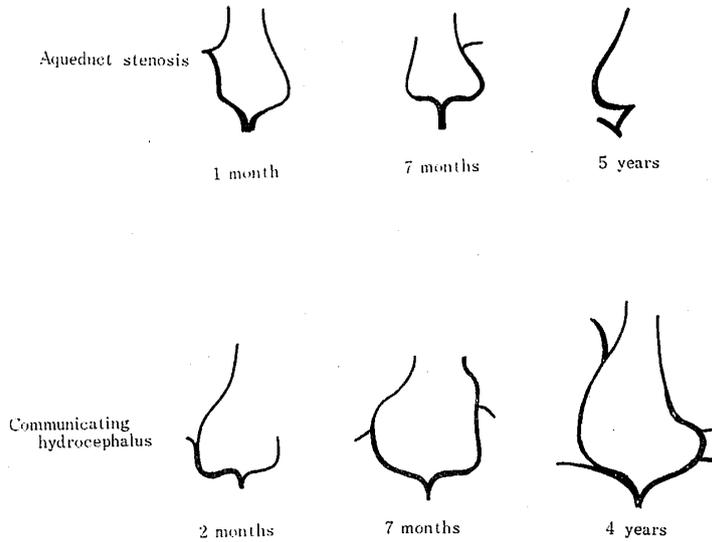


Fig. 14. Change of configuration of posterior cerebral artery by age. In aqueduct stenosis, width of P₂ is in normal range, but dilatation is noted in P₄. In communicating hydrocephalus, marked dilatation is noted not only in P₂, but also in basal cistern and aqueduct of Sylvius.

veras によれば、中脳水道狭窄症に後下方移動が特長的であるといわれているが、われわれの症例では全体に後下方への移動する傾向がみられた。内大静脈の走行が平坦となりガレン静脈が下方に偏位する傾向は¹⁷⁾、交通性水頭症よりも中脳水道狭窄症に著明であった (Fig. 13)。

水頭症の程度を示す指標の一つとして Ventriculo-cranial index (V-C index) がしばしば用いられる¹⁸⁾。脳血管写前後像で、正中線から側脳室体部に分布する視床線状体静脈の外側端までの距離と、正中線から頭蓋骨

内板までの距離の比で、この V-C index は側脳室体部の幅の拡がりの割合を示すものである。Wolpert ら¹⁹⁾によれば、正常小児においては 22.7% (±4.2%) である。われわれの症例では 31.5% から 69% におよぶものが認められ、平均 48.9% (±1.4%) であった。この V-C index は脳実質の厚みと相関があり、V-C index が増加すれば脳室は拡大し、脳実質の厚みが減少する関係を確認した。また V-C index と前大脳動脈の高さについても相関が認められ、いずれも有意であった。

中脳水道狭窄症の診断について Huang ら^{20,21)}は静脈

相を含めて検討し、気脳写、脳室写と対比した結果、側脳室の対称性拡大、第3脳室および閉塞部より上部の中脳水道拡大による上部脳幹の変形、後頭蓋窩構造が正常に保たれていること、正中ないし旁正中を走行する血管群に偏位が認められないこと、クモ膜下槽の狭小あるいは拡大などの変化を指摘した。以来後頭蓋窩の動脈像ばかりでなく静脈像に積極的に取組まれてきたが^{29,28)}、小児に関しては報告が少ない²²⁾。多くの場合には、中脳水道狭窄症の診断は、臨床症状、頭蓋単純写および気脳写が脳血管写と併用してくだされる²³⁾。Schechter and Zingesser²⁴⁾は単純撮影側面像で、天幕上・下の頭蓋内周囲を計測し、その率 (Perimeter ratio) を求め、その値は中脳水道狭窄症では高値を示し、診断の一つの指標となることを強調した。われわれの症例でも非交通性水頭症の平均では12.4であり、交通性水頭症では平均9.6であった²⁵⁾。小児では天幕上の脳圧亢進、脳室拡大により頭蓋変形が容易におこり、結果として、後頭結節の下降が特長として認められる。

後大脳動脈の前後像における走行のパターンを月令別にならべて対比すると (Fig 14)、交通性水頭症では P_2 の幅の広がりには著明だが、これは脳槽の拡大のみではなく、中脳水道の拡大による中脳の拡張も伴っているものと考えられる。これに反し、中脳水道狭窄症では、中脳の幅は正常もしくは狭小化しているが、 P_4 の幅は第3脳室の後方拡大により広がっているものが多い。この点が P_2 , P_4 について相関が求められないことと一致すると考えられる。側面像では、交通性水頭症において、脳底槽の拡大により脳底動脈は斜台より離れて伸展位をとるが、中脳水道狭窄症においては、拡張した第3脳室後部が下方に偏位し、上部脳幹が prepontine cistern に偏位するので、脳底動脈は斜台に向かって圧迫され²⁶⁾、その頂部は後方に屈曲し低位置をとる^{27,28)}。したがって基準線との角度は小さくなるのが特長である。

本論文の要旨は昭和50年10月、第34回日本脳神経外科学会総会において発表した。本論文は審査学位論文である。

SUMMARY

The angiograms were studied in 36 cases of hydrocephalic infants and children up to the age of 6 years old.

1) The arterial phase of the cerebral angiogram was more consistent, easier to assess and generally more reliable than the venous phase,

because venous filling was not so complete as in normal infants.

2) The distance from the position, at which the pericallosal artery crosses the line between the tuberculum sellae and the endobregma, to the midpoint of its line was measured. These measurements were compared with the width of the cerebral mantle at the anterior pole of the frontal lobe measured by pneumoencephalography, and a good correlation was found between these variants.

3) No correlation was found between the position of the middle cerebral artery axis and the width of the cerebral mantle.

4) The angle between the line from the tuberculum sellae to theinion and that from the tuberculum sellae to the tip of the basilar artery was 28.0° in communicating hydrocephalus, while 14.7° in aqueduct stenosis. It was found in aqueduct stenosis that the thinner the cerebral mantle, the smaller the angle.

5) A correlation was found between the width of circular segment (P_2) and that of quadrigeminal portion (P_4) of the posterior cerebral artery, in communicating hydrocephalus.

6) The position of venous angle could be displaced backward and downward even in the cases of communicating hydrocephalus.

文 献

- 1) Matson, D. D.: Neurosurgery of infancy and childhood. 2nd ed. p 199. Thomas Springfield. 1969.
- 2) Tolosa, E.: L'exploration arteriographique dans L'hydrocephalie infantile. Sem. Hop., Paris 27, 2401-2403, 1951.
- 3) Raimondi, A. J.: Angiographic diagnosis of hydrocephalus in the newborn. J. Neurosurg. 31, 550-560, 1969.
- 4) Swischuk, L. E., Meyer G. A. and Bryan, N.: Infantile hydrocephalus and cerebral angiography. Am. J. Roentgenol. 115, 50-61, 1972.
- 5) 牧 豊, 中田義隆, 佐竹良夫, 青木 徹: 水頭

- 症を伴った Schizencephaly の脳血管写的検討
脳と発達 4, 330-338, 1972.
- 6) 渡辺 功: 小児の正常脳血管写像-2, 内頸動脈系の主幹動脈の走行 臨床神経 11, 581-591, 1971.
 - 7) Jimenez, J. P. and Goree, J. A.: The normal middle cerebral artery axis. Am. J. Roentgenol. 101, 88-93, 1967.
 - 8) Bergstrom, K., Lodin, H. and Ottander, H. G. Normal topography of the cerebral vessels in childhood. Acta Radiol. 8, 146-160, 1969.
 - 9) Galloway, J. R., Greita, T. and Sjögren, S. E.: Vertebral angiography in the diagnosis of ventricular dilatation. Acta Radiol. Diag. 2, 321-333, 1964.
 - 10) Pachtman, H., Hilal, S. K. and Wood, E. H.: The posterior choroidal arteries. Normal measurements and displacement by hydrocephalus or tumors of the pineal region or brain stem. Radiol. 112, 343-352, 1974.
 - 11) Löfgren, F. O.: Vertebral angiography in the diagnosis of hydrocephalus and differentiation between stenosis of the aqueduct and cerebellar tumor. Acta Radiol. 46, 186-194, 1956.
 - 12) 中田義隆: 後大脳動脈の脳血管写的検討 千葉医学 46, 395-408, 1970.
 - 13) Segall, H. D., Pitts, F. W., Rumbangh, C. L. and Bergeron, R. T.: Foramen of Monro obstruction in children intra-axial lesions. Radiology. 110, 125-134, 1974.
 - 14) Wolf, B. S. and Huang, Y. P.: The subependymal veins of the lateral ventricles. Am. J. Roentgenol. 91, 406-426, 1964.
 - 15) Fischer, E.: Eine neue Methode zur Lokalisation des Angulus Venosus der tiefen Hirnvenen unter Berücksichtigung der Form des Schädels. Acta Neurochir. 14, 54-68, 1966.
 - 16) Taveras, J. M. and Wood, E. H.: Diagnostic Neuroradiology 2nd. Ed. 2, 1312-1313, 1976.
 - 17) Shah, S. H. and Kendall, B.: Elucidation of the cause of raised intracranial pressure by angiography with special reference to the deep venous system. Brit. J. Radiol. 44, 520, 245-257, 1971.
 - 18) 堀江 武, 国保能彦, 牧野博安: 外傷性正常圧水頭症と補助診断法 災害医学 19, 523-533, 1976.
 - 19) Wolpert, S. M., New, P. F. J. and Barrett, P. J.: The internal cerebral vein: normal and pathological variations in position and configuration. Neuroradiology 7, 63-73, 1974.
 - 20) Huang, Y. P., Wolf, S. B., Antin, S. P., Okudera, T. and Kim, I. H.: Angiographic features of aqueductal stenosis. Am. J. Roentgenol. 104, 90-108, 1968.
 - 21) 奥寺利男, 高橋睦正, 副島 徹, 朝長正道, 米増裕吉, 北村勝俊: 脳血管造影による小児非腫瘍性中脳水道閉塞症の診断 脳神経外科 4, 43-55, 1976.
 - 22) Harwood-Nash, D. C.: Neuroradiology in infants and children. 2, 609-667, St, Louis Mosby, 1976.
 - 23) Rosa, M. and Viale, G. L.: Vertebrobasilar venous system in the angiographic diagnosis of hydrocephalus. Acta Radiol. (Diag) 13, 590-594, 1972.
 - 24) Schechter, M. M. and Zingesser, L. H.: The radiology of aqueduct stenosis. Radiol. 88, 905-916, 1967.
 - 25) 加藤 誠, 牧 豊: 小児頭蓋単純撮影の判読法-1-側面像における Perimeter Ratio の再検討-脳と発達 6, 137-142, 1974.
 - 26) Jakubowski, J. and Jetterson, A.: Axial enlargement of the 3rd ventricle and displacement of the brain-stem in benign aqueduct stenosis. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat. 35, 123-144, 1972.
 - 27) La Torre, E., Occhipinto, E. and Pollicita, A.: Backward displacement of upper part of basilar artery in infantile hydrocephalus. Acta Radiol. (Diag) 8, 385-392, 1969.
 - 28) Scatliff, J. H., Kier, E. L., Zingesser, L. H. and Schechter, M. M.: Terminal basilar artery deformity secondary to supra-sellar masses and third ventricular dilatation. Am. J. Roentgenol. 101, 61-67, 1967.