

水頭症手術後の頭蓋 X 線上の変化

山田 博是・景山 直樹・田島 正孝*

Roentgenographic Skull Changes Following Prolonged Cerebrospinal Fluid Shunting

HIROSHI YAMADA, NAOKI KAGEYAMA and MASATAKA TAJIMA*

Department of Neurosurgery, Nagoya University

**Department of Neurosurgery, Central Hospital, Aichi Prefecture Colony*

Summary

There have been many references to the complications that result from the surgical treatment for hydrocephalic children, but only a few papers about radiological changes of skull following the procedure have been reported. During the last 6 years 120 cases of pediatric hydrocephalic patients were treated with ventriculo-atrial (V-A) or ventriculo-peritoneal (V-P) shunts. Significant skull changes were observed radiologically in those patients who showed increased head circumference at the time of initial surgical procedure performed after the age of one year. Selection of cases for this study was made upon the following criteria.

1. The diagnosis of hydrocephalus with enlarged skull and dilated ventricles was confirmed on the basis of cerebral pneumoencephalography and other diagnostic studies.
2. The shunting procedure was performed after one year of age.
3. The head circumference at the initial operation was over 50 cm.
4. The patients had been followed for at least 2 years after the initial operation.
5. Adequate pre- and postoperative skull films were available.

20 cases were selected using the above criteria, and 15 cases among these cases showed significant radiological skull changes.

The radiological abnormalities of the skull are as follows: 1) Thickening of the vault, 12 cases. 2) Premature fusion of sutures, 12 cases. 3) Marked reduction in size of the sella turcica, 9 cases. 4) Lamination of the diploe, 6 cases. 5) Others: thickening of the cribriform plate, thickening of the planum sphenoidale and calcification of subdural hematoma etc.

These alterations of the skull are due to inward growth of the inner table of the skull in response to the prolonged cerebrospinal fluid shunting procedure and probably due to reduction of cerebrospinal fluid pressure and pulsation. Marked skull changes were observed in cases of marked hydrocephalus with brain atrophy or hypoplasia, but no difference were observed between the patients with V-A and V-P shunting procedures.

These skull changes, especially premature fusion of sutures, may affect prognosis of children. But adequate treatment of these patients with the apparatus available at present seems to be difficult. We feel that it is important to make diagnosis in early stage and that the surgical treatment for infantile hydrocephalus should be performed before the size of the skull and ventricles are markedly increased. The appropriate shunting apparatus to prevent excessive low intracranial pressure should be selected for the operative procedure for these patients.

Key words: skull hyperostosis, hydrocephalus, CSF pressure, CSF shunts, sella turcica

名古屋大学脳神経外科

* 愛知県コロニー中央病院脳神経外科

〔連絡先: 〒466 名古屋市昭和区鶴舞町65, 名古屋大学脳神経外科, 山田博是〕

1976年10月12日 受稿

I はじめに

水頭症の頭部X線写真上の特徴は、大きな頭蓋、薄い頭蓋骨、縫合部の哆開、大泉門部の膨隆、トルコ鞍拡大、指圧痕の増加、鞍背、後床突起の破壊などである。水頭症患者に脳室心房または脳室腹腔吻合術等の手術を行うことにより、これらのX線写真上の変化が正常化することは望ましいことであるが、反対にゆき過ぎると、頭蓋縮小、頭蓋骨肥厚、縫合部早期癒合、トルコ鞍の狭小化等が著明となって、種々の臨床症状を現してくる可能性もあり、水頭症患者の予後向上のためにもできるだけそのような変化を予防するような手術方法の選択が必要と考える。

Shunt手術後低脳圧をきたすことは siphon 現象¹⁷⁾²⁰⁾、呼吸運動²⁴⁾の点からも明らかになってきている。術後、

水頭症頭蓋に低脳圧状態が持続するために発生する種々の合併症、特に硬膜下血腫¹⁰⁾、二次的狭頭症⁵⁾¹⁵⁾¹⁶⁾²¹⁾²⁶⁾などの報告が見られる。しかし、頭蓋骨のX線上的変化に関する報告は少なく、あまり注意されていないのが現状のようである。Shunt手術後の頭部X線上的変化は、患者の年齢、発症から手術を受けるまでの期間などにより異なってくる。すなわち、新生児では二次的狭頭症を主とするのに対し、乳幼児以後ではかなり趣を異にしている。特に種々の原因で Shunt手術が遅れ、大きな頭蓋、脳室を伴っている症例では変化も多彩である。今回はこのような症例を中心に検討を加えてみた。

II 症 例

過去6年間に120例の小児水頭症に対して脳室心房(V-A shunt)、または脳室腹腔(V-P shunt)吻合術を行

Table 1 Roentgenographic skull changes following

No	Sex	Diagnosis	Age at Surgery	H.C.* at Surgery (cm)	Duration of Follow-up	Shunt** Operation	Increase of H.C. after Operation(cm)
1	F	Arachnoid Cyst	6y 10m	55.0	2y 10m	VP	1.0
2	F	Communicating Hydrocephalus	1y 4m	55.3	5y	VA	1.7
3	F	Communicating Hydrocephalus	1y 5m	53.5	3y 2m	VP	1.5
4	F	Communicating Hydrocephalus	1y 7m	50.5	4y 6m	VP	2.0
5	F	VIth Ventricle Obstruction	1y 6m	57.5	3y 6m	VP	0.5
6	F	Aqueduct Stenosis	1y 1m	53.8	3y 4m	VP	1.3
7	F	Aqueduct Stenosis	1y 2m	57.2	9y	VA	3.5
8	F	Arnold-Chiari Malformation	2y 8m	50.0	2y 6m	VP	1.9
9	F	Aqueduct Stenosis	6y 4m	50.7	3y 5m	VA	1.0
10	F	Arnold-Chiari Malformation	5y 6m	53.0	4y	VP	2.0
11	M	Communciating Hydrocephalus	5y 8m	60.0	2y 1m	VP	0
12	F	Arachnoid Cyst	6y 3m	55.0	3y 4m	VP	0.5
13	F	Foramen Monroe Obstruction	3y 3m	56.5	4y 10m	VA	0.5
14	F	Communicating Hydrocephalus	1y 0m	53.5	2y 10m	VA	0.7
15	F	Communicating Hydrocephalus	1y 2m	50.3	3y 7m	VP	0

*H.C.: head circumference

**VA: ventriculo-atrial shunt

VP: ventriculo-peritoneal shunt

っている。手術時1歳以上の幼児で、手術後2年以上を経過し、頭囲が大きく(50 cm 以上)、しかも脳室拡大が高度であった症例は20例であった。それらの症例中、X線上的変化を示した15症例について検討した(Table 1)。X線上的変化は、骨肥厚12例、縫合部早期癒合12例、板間層の層状構造6例トルコ鞍狭小9例、硬膜下血腫石灰化2例であった。ほとんどの症例に何らかのX線写真上の変化を認めたが、頭蓋骨肥厚、板間層の層状構造(Fig. 1)、トルコ鞍狭小は多くの場合相関することが多かった。Shunt手術後の硬膜下血腫は全手術例中7例に見られたが、X線写真上石灰化像を示したのはそれらのうち2例のみであった。(Fig. 2)。縫合の早期癒合は特に冠状、矢状縫合に多く(Fig. 3)、人字縫合はもっとも少なかった。これらの症例の平均shunt手術後の期間は3年10カ月であった。Shunt手術後の頭囲増大は平均

1.3 cm であり、1年に0.4 cm ほどしか増加していない。皮膚、毛髪等を計算に入れると、実際の頭蓋骨周囲の増加はほとんどないか、きわめて少ないということになる。さらに頭部X線写真で頭蓋の径を外板、内板とを区別して計算してみると、頭蓋の高さ、幅、前後径とも外板ではあまり変化しないのに反し、内板ではいずれも減少し、頭蓋骨は全体として内部に向かって縮小していることを示している。

骨肥厚は前頭部で特に肥厚しているものが5例(Fig. 3)、頭頂部2例、均等な肥厚を示したものが3例であった。また脳萎縮を伴っているような症例では頭蓋骨肥厚はより顕著であった(Fig. 4)。非常に高度な肥厚の見られた症例では、精神運動発達遅延を示すもの、てんかん発作を有するもの、脳奇形の高度なもの、片麻酔を伴うものなど、水頭症以外に脳障害程度の強いものが多かった。

CSF shunting for hydrocephalus

Skull Thickness	Premature Fusion of Sutures			Small Sella Turcica	Diploic Lamination	Subdural Hematoma Calcification	Mental Physical Development
	Coronal	Sagittal	Lambdoid				
++	+	+	+	++	+	-	good
+++	+	+	+	+++	+	+	fair
-	+	-	-	-	-	-	excellent
+	+	+	+	+++	-	-	good
-	+	+	-	+	-	-	excellent
+	+	+	-	-	-	-	excellent
+	-	-	-	-	-	+	fair
-	-	-	+	-	-	-	excellent
+	-	-	-	-	-	-	poor
+++	+	+	+	+	+	-	fair
+	+	+	-	+	-	-	excellent
+	-	-	-	+	-	-	good
+++	+	+	+	-	+	-	poor
++	+	+	-	+	+	-	fair
+	+	+	+	+	+	-	poor

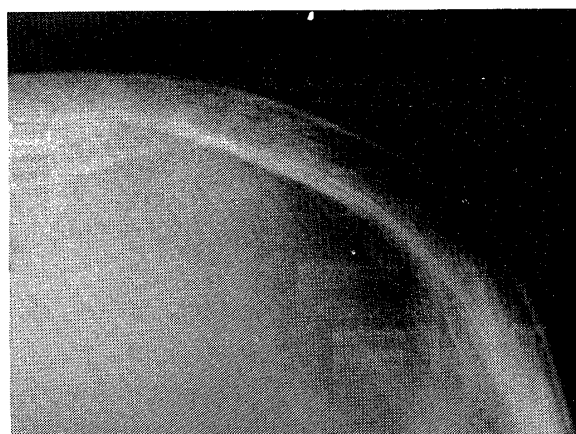


Fig. 1 AP view of the skull of a patient at age 9 years and 6 months after a V-P shunt had been placed for 4 years reveals calvarial thickening and diploic lamination (case 10)

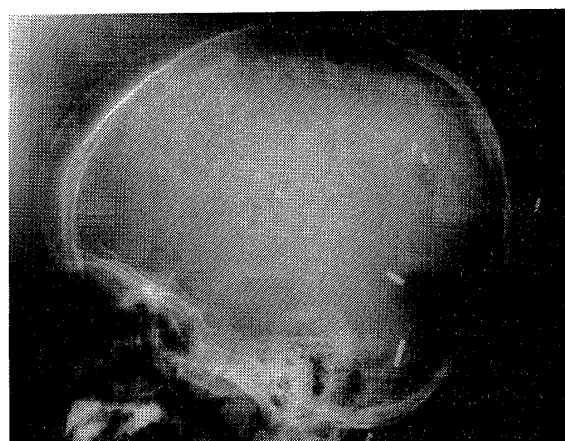


Fig. 2 Lateral view of the skull at age 5 years and 4 months after a V-A shunt had been placed for 5 years. There is definite thickening of the calvaria with the inner table thicker than the outer table. The sella turcica is small (5×6 mm). Fusion of coronal, lambdoid and parietotemporal sutures, calcification of subdural hematoma in front oparietal region are seen (case 2)

た。半球萎縮のある症例でも骨肥厚に左右差はみられなかった。手術は V-A shunt 3 例, V-P shunt 8 例, V-A shunt から V-P shunt に変更したもの 4 例であった。Shunt 装置は全例 Pudenz 型中型 valve を使用した。頭蓋骨変化は V-A shunt, V-P shunt を行ったいずれにも見られた。両者の間に特記すべき差異は見られなかった。縫合部は早期癒合 (premature fusion) の他に縫合部の硬化像が 6 例に見られた (Fig. 5)。この変化はすべての縫合部にみられたが、特に人字縫合, 側頭部鱗状縫合



Fig. 3 Lateral view of the skull at age 4 years and 5 months old with normal intelligence. Calvarial thickening is confined to the frontal bone. Fusion of coronal suture, small sella turcica (7×8 mm) and upward bowing of planum sphenoidale are seen (case 6)

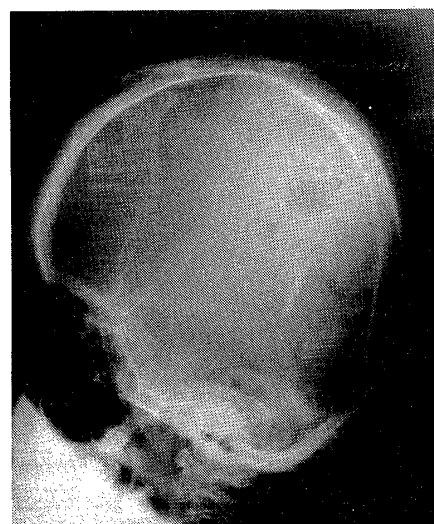


Fig. 4 Marked thickening of the calvaria in a 8 years and one month old patient of postmenigitic hydrocephalus with brain atrophy, after the V-A shunt had been placed for 4 years and 10 months (case 13)

部に多くみられた。これらの変化とは逆に、頭蓋が全体的に均一に肥厚し、X線写真上縫合部がほとんど見られないか、見られても痕跡程度に認めるにすぎない症例もあった。

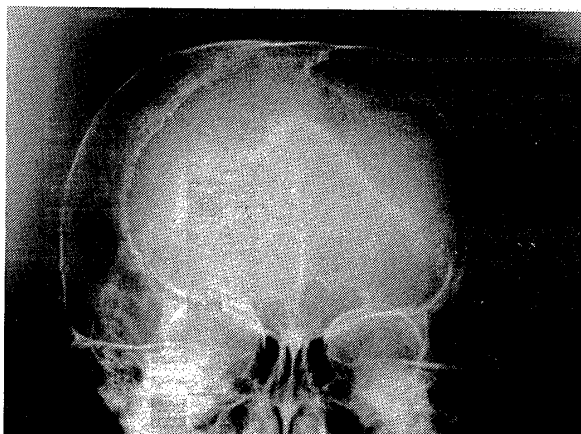


Fig. 5 AP view of the skull at age 6 years and one month after the V-P shunt had been implanted for 4 years and 6 months. Hyperostotic changes of the coronal, sagittal and lambdoid sutures are seen (case 4)

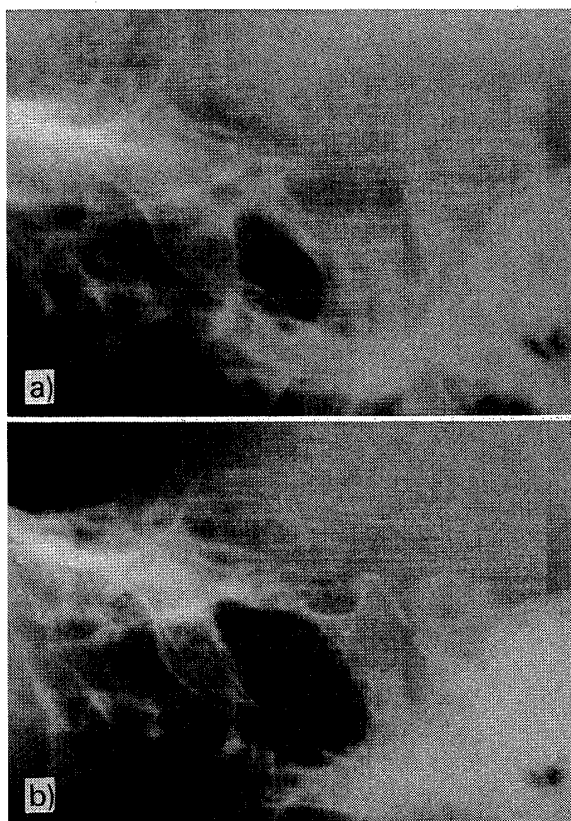


Fig. 6 Reduction of the sella turcica in the lateral view after shunting for hydrocephalus for one year and 6 months in case 4. The sphenoid sinus shows a prominent overgrowth. a) At age 4 years 5 months, sella turcica (10.0 x 6.0 mm). b) At age 6 years one month, sella turcica (7.0 x 3.5 mm)

トルコ鞍の狭小化にも種々の型があり、全体に縮小するもの2例(Fig. 6), 扁平のもの3例, 深いもの2例, V字型2例であった。全体に周囲の骨の肥厚が見られたが、

特に後床突起, トルコ鞍背が肥厚するため、全体として縮小を示す症例が多い。また篩板, 蝶形骨平面の肥厚性変化も見られた。その他頭蓋の血管溝(板間静脈溝, 硬膜動脈溝), パキオニー氏顆粒, 指圧痕等が見られなくなり, 全体として等質的な頭蓋が多くの症例に見られた。

III 考 察

水頭症手術後, 二次的狭頭症, 頭蓋骨肥厚, トルコ鞍狭小等の頭蓋骨変化が起こる成因として長期間持続する頭蓋内圧低下が指摘されている。しかし正確な原因は不明で, Anderson ら⁹⁾は93例中7例に変化を見ているが, なぜこの少数の患者にのみ骨変化が現れ, 同じ治療をした大多数の症例に変化がこないか明らかでないとして述べている。Griscom ら⁹⁾は140例中5例, Loop ら¹⁶⁾は111例中25例に変化を認めた。内訳は狭頭症9, 頭蓋骨肥厚10, 板間層層状構造(diploic lamination)14例であった。しかし, このような頭蓋骨変化を水頭症治療の合併症として記載していない文献も多い⁹⁾。このように文献的にもかなりのばらつきがある。その原因として(1) follow up のやり方, (2)水頭症の程度, (3) shunt 手術時期などがあげられよう。我々の症例では120例中15例に変化を見えており, 他の文献と比べるとやや高率だが, それは症例のほとんどが愛知県心身障害者コロニー中央病院で手術を行った症例で, かなり進行した症例が多いこと, また小児神経疾患の特殊病院であるため十分な follow up が行えたことなどによるものと思われる。

生後6カ月以前に診断された水頭症の shunt 手術後にも頭蓋X線写真上変化が見られるが, その際は縫合部骨重積, 縫合早期癒合による二次的狭頭症を主体とするのに対し, 1歳以後に手術を受けた大きな頭蓋, 脳室をもった例では, 頭蓋骨肥厚, トルコ鞍狭小, 縫合部早期癒合(狭頭症を必ずしも伴わない)を主体としている。前者では縫合部が哆開していることが多く, shunt 手術後, 縫合部骨重積が起こるため, 頭囲は通常 shunt 手術前より小さくなる。そのため低頭蓋内圧の状態が shunt 手術後長期間持続することは holoprosencephaly, hydranencephaly のように高度な脳奇形を伴った水頭症例を除いてはむしろ少なく, 脳実質が発達し, 脳室も小さくなり, 頭蓋内容を満たし, shunt dependentであっても低頭蓋内圧の状態ではなく, 後に縫合部早期癒合のごとき骨の変化が起これば, 逆に二次的狭頭症として低頭蓋内圧よりもむしろ頭蓋内圧亢進症状が臨床的に問題となってくる。しかしながら, 今回のシリーズのように1歳以後に shunt 手術を行い, 頭蓋, 脳室が高度に拡大した症例では, 縫合部が新生児期のように離開していないし, X線

上縫合部離開があっても線維性の癒合をしているため、shunt 手術後、低頭蓋内圧が起こっても、縫合部で骨重積は起こらず、頭蓋は小さくならない。したがって、大きな硬膜下血腫を起こした症例以外は shunt 手術により脳実質の肥厚が起こり、脳室が狭まるまでの間、低脳圧は長期にわたって持続するために頭蓋骨に及ぼす影響も強くなり、トルコ鞍縮小、頭蓋骨肥厚等のより慢性的な所見を呈するようになるのであろう。また頭蓋内圧が下がるとう頭蓋内の脈圧の低下をきたし、そのため頭蓋を押し上げる力も弱くなり種々の頭蓋骨変化となって現れるようになるものと考えられる。X線写真上の変化は Anderson ら³⁾ も述べているごとく、shunt 手術後早いものでは1年以内に明らかな変化を示してくるようである。このような症例の多くは、診断が遅れた、治療を受けずに放置されていた、脳室内感染などのため早期に shunt 手術を行うことができなかった、また初回に行われた手術が閉塞したままになっていたというような症例であった。Kaufman ら¹²⁾によるとこれらの頭蓋骨変化は縫合早期癒合 (premature fusion) 以外は可逆的であり、頭蓋骨肥厚も頭蓋内圧が上昇すると再び薄くなると述べている。しかし我々の症例では多くに縫合早期癒合が見られ、また shunt が閉塞したまま放置できた症例は少なく、いわゆる shunt 依存性水頭症になっているものと考えられた。短絡管の開存状態については flushing device の経皮的圧迫による方法、および shuntgram²⁵⁾ などの所見より判定した。また shunt が閉塞した状態、いわゆる自然停止性 (代償性) 水頭症では、頭蓋骨肥厚、トルコ鞍狭小等のX線上的変化をきたさないことなどより判断した。したがって、shunt 機能不良時にはすみやかな再建術を必要とした。そのため頭蓋骨変化の可逆性について言及できる症例はこのシリーズには含まれていない。

1. 頭蓋骨肥厚 (Thickening of the vault)

頭蓋骨の厚さには個人差があるが、正常では 1.0 cm をこえることはない。もしそれをこえるときは何らかの異常を考える必要があるといわれている⁶⁾。頭蓋骨肥厚をきたす疾患としては、大別すると骨に原因するものと、脳に原因するものとがある。前者には原発性の骨疾患 (治癒期のクル病、Paget 病、副甲状腺機能低下症など)、骨髄に障害が起こる疾患 (長期にわたる溶血性貧血、鉄欠乏性貧血)、Dilantin 投与¹¹⁾ などがある。これらの疾患では骨肥厚のみで縫合部の早期癒合は見られない³⁾。

脳に原因するものは、小頭症、知能障害のごとく脳の発達に障害があり、そのため頭囲もあまり増大しない疾患に見られる。高度な脳奇形や脳萎縮をきたす疾患に水

頭症が合併し、これに shunt 手術を行えば頭蓋骨が肥厚する原因が相乗し、より高度な骨肥厚をきたすことは十分に考えられるところである。Schwartz ら²²⁾ は脳半球萎縮の例に患側の肥厚を見た症例を報告しているが、我々の症例のうち、水頭症 shunt 手術後、痙攣重積を起こし、一側の脳半球萎縮をきたした症例 (症例10) では手術後著明な頭蓋骨肥厚をきたしたが左右差は見られなかった。Moss と Young¹⁹⁾ は頭蓋甲板はその下の脳の発達と密接な関係があり、脳からの刺激が低下すれば頭蓋は肥厚すると述べ、Campbell⁴⁾ は脳の hypoplasia の症例の中に肥厚した頭蓋骨の症例を報告している。また Mosley ら¹⁸⁾ は頭蓋骨の発育は長幹骨骨端部の発育成長とは異なり、頭蓋内容が膨隆するとそれに伴って骨が増生し、また縫合も開くと述べている。Shunt 手術後頭蓋内容が stayic であったり、縮小したりすれば頭蓋骨が肥厚することは十分考えられることである。

2. 縫合部の変化 (Premature fusion of sutures)

多くの症例に縫合早期癒合が見られた。X線上縫合部は骨硬化像を示す症例と、逆に縫合部が判別できないほど均等性の頭蓋になっている症例が見られた。多くの症例に冠状、矢状縫合の早期癒合を見ているが、人字縫合はもっとも早期癒合をきたしにくいようであった。新生児期、早期乳児期の水頭症に shunt 手術を行った症例の縫合早期癒合は脳の発育が良好な場合、狭頭症症状を2歳以後に現し、治療の対象となる場合も起こりうる。しかし、今回のシリーズのように1歳以後に shunt 手術を行い、shunt 手術時頭囲が平均 54.1 cm もあり、手術後頭囲増大がわずかである症例で、縫合部早期癒合や骨肥厚をきたした場合の臨床的意義ははっきりしないが、頭囲が一般成人ほどあればかえって問題は少ないであろうが、頭囲が 50 cm 前後で軽度の運動、知能発達の遅れのある例では、縫合早期癒合、頭蓋骨肥厚に対する手術的治療の必要性も考慮せねばならない場合があるのかもしれない。頭蓋内容積がかなりの大きさであれば縫合早期癒合症があっても知能、運動機能障害は軽いものが多く、正常よりやや低下した状態で停止することが多いように感ぜられた。

縫合部が癒合しているか否かの診断は困難を感じることもあるが、水頭症術後いずれかの縫合に早期癒合がくことはかなりの頻度で見られるようである。一般の頭部撮影の他、正面、側面の立体撮影、斜位撮影などが診断の助けになることもある。

3. トルコ鞍狭小 (Reduction in the size of the sella turcica)

トルコ鞍の狭小は正常でもかなり見られ、それ自体で

は意味がないといわれている¹⁴⁾。縮小をきたす疾患としては特発性下垂体機能低下症、成長ホルモン欠損症等が知られている。

手術後にトルコ鞍が縮小することはあまり報告されていない。Kaufmanら¹³⁾はshunt手術後頭蓋底の foramenが全体として小さくなるが、トルコ鞍の狭小も頭蓋底の肥厚および内側への骨の成長のために起こるものと考えている。Griscom と Oh⁹⁾ は第3脳室の anterior recessesの拍動が弱くなることもトルコ鞍狭小をきたす局所的な原因となっているとしている。

Shunt 手術後のトルコ鞍縮小の臨床的意義については明らかにされていない。我々の症例でも年齢がまだ小さく思春期に達した症例が少なく、今後二次性徴の出現、成長、その他内分泌的徴候等に注意する必要があると考えている。

4. 板間層状構造 (Diploic lamination)

Diploic lamination は Loop と Foltz¹⁶⁾ によると、早いものでは手術後7カ月で見られ、24カ月では頭蓋骨肥厚や二次的狭頭症のごとき頭蓋骨変化の見られた症例には常に見られ、その頻度も高い。Shunt 再建の回数と相関はないが、手術時頭蓋の大きなものに見られやすいと述べている。この変化は密度の高い内板と外板骨の間に層状に骨組織が沈着するためにできると考えられるが、その成因に関しては不明の点が多い。我々の症例でもshunt手術時頭蓋がすでに大きかったものに見られ、頭蓋骨肥厚、トルコ鞍狭小、縫合早期癒合などを伴う率が高かった。しかし、Loop と Foltz¹⁶⁾ らのごとく高頻度には見られなかった。

5. その他の頭蓋骨変化

その他種々の頭蓋骨の変化、篩板の肥厚、蝶形骨平面の肥厚および内部への湾曲、斜台の後方への湾曲、視神経管を含め頭蓋底の foramina が小さくなる。前頭洞、蝶形骨洞等の副鼻腔、乳様突起等が拡大しX線空気含量が多くなるなどの変化が見られる。これらは長期間の低脳圧のため頭蓋骨内板が内部へ向かって成長するために起こる変化と説明されている⁹⁾。

6. 手術方法の問題点

手術方法と頭蓋骨変化との関係を検討してみると、V-A、V-P shunt のいずれでも変化が見られ、差異はなかった。Anderson²⁾ は低圧 valve を使用した症例に多く頭蓋骨変化をきたしたと述べている。我々の症例ではPudenz 型中圧 valve を使用しているが、それでも高度な変化をきたしている。このような乳幼児の大きな頭蓋、脳室をもった水頭症に対しては、患児が現在坐位、立位がとれる状態にあるとき、また将来とれると考えら

れるときは siphon効果が懸念されるため、脳圧をあまり下げすぎないようにすることにより低脳圧による頭蓋骨変化を含め種々の shunt 手術後の合併症を少なくすることができないかと考え、最近では主として高圧 valve を使用している。また antisiphon valve を使用することも一法であろう。しかしいずれの shunt system を用いてもこれらの変化を予防し、かつ十分な shunt 効果を期待することは困難であろう。もっとも必要なことは水頭症を早期に診断し、頭蓋、脳室が高度に拡大する前に手術治療を行い、その後 follow up を注意深く行うことであろう。

IV 結 論

過去6年間に120例の小児水頭症に対して脳室心房吻合術 (V-A shunt)、または脳腹腔吻合術 (V-P shunt) を行ってきたが、shunt 手術時期が遅れ、1歳以後に手術を行い、手術後2年以上経たした症例 (20例) の頭部X線像には種々の変化が見られた。そして変化の著しかったのは、shunt時に頭蓋、脳室拡大が高度な症例であった (15例)。X線写真上の所見は、頭蓋骨肥厚、縫合部早期癒合、トルコ鞍狭小、板間層状構造などであった。これらの症例を検討してみると、shunt 手術後頭圍増大がわずかであること、内板に骨硬化が強いことなどから、骨は内板から内部に向かって肥厚してくること、またshunt手術後低脳圧をきたし、頭蓋内の脈圧 (pulse pressure) が減少し頭蓋を押し広げる力が弱くなり、その結果このような頭蓋骨の変化をきたしたのと考えられた。特に脳萎縮を伴っている症例で高度な変化が見られた。

これらの変化を予防するには、水頭症を早期に診断し、頭蓋、脳室が高度に拡大する前に手術治療を行うこと、またこれらの症例の予防には shunt 装置の選択に注意することである。

文 献

- 1) ALKER, JR. G. J., GLASUER, F. E. & LESLIE, E. V.: The radiology of cerebrospinal fluid shunts and their complications. *Br. J. Radiol.* 46: 496-503, 1973
- 2) ANDERSON H.: Craniosynostosis as a complication after operation for hydrocephalus. *Acta Paediat. Scand.* 55: 192-196, 1966
- 3) ANDERSON, R., KIEFFER, S. A., WOLFSON, J. J. et al.: Thickening of the skull in surgically treated hydrocephalus. *Am. J. Roentgenol.* 110: 96-101, 1970
- 4) CAMPBELL, J. A.: Roentgen aspects of cranial configurations. *Radiol. Clin. N. Amer.* 3: 11-31,

- 1966
- 5) 千葉豊昭, 清水一志 : 乳児水頭症に対する脳室心房髄液交通術後に発生せる狭頭症の1例. 外科治療 10 : 225-229, 1968
 - 6) ETHIER, R.: Chapter II. Thickness and texture. pp 154-215. In NEWTON T. H. & POTTS, D. G. (ed): Radiology of the skull and brain, Book 1, "The Skull", The C. V. Mosby Company, Saint Louis, 1971
 - 7) FOLTZ, E. L. & SHURTLEFF, D. B.: Five-year comparative study of hydrocephalus in children with and without operation (113 cases). *J. Neurosurg.* 20: 1064-1078, 1966
 - 8) FORREST, D. M. & COOPER, D. G. M.: Complication of ventriculoatrial shunts. A review of 455 cases. *J. Neurosurg.* 29: 506-512, 1968
 - 9) GRISCOM, N. T. & OH, K. S.: The contracting skull: inward growth of the inner table as a physiologic response to diminution of intracranial content in children. *Amer. J. Roentgenol.* 110: 106-110, 1970
 - 10) ILLINGWORTH, R. D.: Subdural hematoma after the treatment of chronic hydrocephalus by ventriculocaval shunts. *J. Neurosurg. Psychiat.* 33: 95-99, 1970
 - 11) KATTEN, K. R.: Calvarial thickening after dilantin medication. *Amer. J. Roentgenol.* 110: 102-105, 1970
 - 12) KAUFMAN, B., SANDSTROM, P. H. & YOUNG, H. F.: Alteration in size and configuration of the sella turcica as the result of prolonged cerebrospinal fluid shunting. *Radiology* 97: 537-542, 1970
 - 13) KAUFMAN, B., WEISS, M. H., YOUNG, H. F. & NULSEN, F. E.: Effects of prolonged cerebrospinal fluid shunting on the skull and brain. *J. Neurosurg.* 38: 288-297, 1973
 - 14) 北村勝俊, 高橋睦正 : "神経放射線診断図譜" 41 p. 南山堂, 東京, 1974
 - 15) KLOSS, J. L.: Craniosynostosis secondary to ventriculoatrial shunt. *Am. J. Dis. Child.* 116: 315-317, 1968
 - 16) LOOP, J. W. & FOLTZ, E. L.: Craniostenosis and diploic lamination following operation for hydrocephalus. *Acta Radiol. Diag.* 13: 8-13, 1972
 - 17) McCULLOUGH, D. C., FOX, J. L. & CURL, F.: Effect of CSF shunts on intracranial pressure and CSF dynamics. pp 335-342, In Harberd, J. C. (ed): Cisternography and Hydrocephalus, C. C. Thomas Publisher, Springfield, Ill. 1972
 - 18) MOSELY, J. E., RABINOWITZ, J. G. & DZIADIW, R.: Hyperostosis cranii ex cacuo. *Radiology* 87: 1105-1107, 1966
 - 19) MOSS, M. L. & YOUNG, R. W.: Functional approach to craniology. *Amer. J. Phys. Anthropol.* 18: 281-292, 1960
 - 20) PORTNOY, H. D., SCHULTE, R. R., FOX, J. L. *et al.*: Anti-siphon and reversible occlusion valves for shunting in hydrocephalus and preventing postshunt subdural hematomas. *J. Neurosurg.* 38: 729-738, 1973
 - 21) ROBERTS, J. R. & RICKHAM, P. P.: Craniostenosis following Holter valve operation. *Devel. Med. Child Neurol. Sup.* 22: 145-149, 1970
 - 22) SCHWARTZ A. & LAVY, S.: Evolution of roentgenographic skull changes with unilateral loss of brain substance in children. *Neurology* 12: 133-139, 1962
 - 23) 田中千凱, 安藤 隆, 佐藤好永, 坂田一記 : 水頭症に対する脳室心房連絡術と脳室腹腔連絡術およびその遠隔成績. 脳と神経 24 : 265-273, 1972
 - 24) YAMADA, H., TAJIMA, M. & NAGAYA, M.: Effect of respiratory movement on cerebrospinal fluid dynamics in hydrocephalic infants with shunts. *J. Neurosurg.* 42: 194-200, 1975
 - 25) 山田博是, 田島正孝, 景山直樹, 中村茂俊 : 脳室腹腔吻合術, 機能不全の原因と診断—Shuntography 及び Flushing Device Manometric Test—, 神経外科, 掲載予定
 - 26) 横田 晃, 和田伸二, 中山俊郎, 松角康彦 : 水頭症シャント手術後の二次的狭頭症. 脳と発達 6 : 63-67, 1974