

# 脳室内への空気注入による脳室造影法

## *Ventriculography following the injection of air into the cerebral ventricles*

*Dandy WE\*. Ann Surg 68:5-11, 1918*

頭蓋内腫瘍の診断、局在同定における X 線写真の役割は、主として腫瘍が頭蓋に変化を来す症例に限られる。Heuer と著者は Dr. Halsted の 100 症例の脳腫瘍の X 線所見を分析し、腫瘍の陰影が見えるのはわずか 6% であり、その中でも X 線で識別できるのは石灰化を伴う部分だけであることを示した<sup>1</sup>。

このうち 9% の例で、蝶形骨洞、篩骨洞、前頭洞の侵襲部位に陰影が認められた。このような陰影は、副鼻腔の骨壁、隔壁の破壊により腫瘍の存在を知ることができるものであり、実用性には乏しい。脳、血液、脳脊髄液、非石灰化腫瘍の X 線透過性はほとんど等しいため、これらの要素に変化があっても、X 線所見には事実上影響を及ぼさない。

症例の 45% で頭蓋に変化があり、それはしばしば疾患特異的なものであったが、全体としては疾患の晩期症状である。頭蓋内腫瘍の早期診断についていえば、X 線検査の価値はさらに小さなものとなるであろう。

著者はかねてより、脳室内に X 線に陰影をつくるような物質を注入することを考慮していた。これが可能であれば、脳室の正確な輪郭を X 線写真に写し出すことができる。腫瘍の多くは脳室の大きさ、形状に直接的あるいは間接的に影響することから、頭蓋内病変を早期に正確に診断する一助となる。このような物質は、X 線学的な特性に加えて、2 つの重要な条件を満たす必要がある。すなわち、(1) 完全に非刺激性、無毒性であること、(2) 速やかに吸収、排泄されることである。

腎盂造影に使用されているさまざまな溶液、懸濁液、すなわちトリウム、カリウム、ヨウ素、コラルゴール、アルジロール、亜硝酸ビスマス、亜炭酸ビスマスを種々の濃度でイヌの脳室に注入したが、いずれも脳傷害によって致死적であった。高度の浮腫、出血性滲出、点状出血などが認められた。治療用薬剤の髄注後にしばしば高度の反応が生じたことから、慎重に調製した薬剤であっても危険であると考えられた。わずかな酸性あるいはアルカリ性変化も致死적でありうる。X 線用造影溶液には、中枢神経系に注入できる無害なものは存在しないように思われる。ましてや懸濁液は吸収されないで除外される。

従って、脳室造影は脳脊髄液をガスで置換することによってのみ可能と思われる。脳におけるガスの使用に注目したのは、Dr. Halsted が腸管ガスの強力な陰影を「骨をも透過する」(to penetrate bone) としばしば話していたことによるところが大きい。腹部、胸部の X 線写真には明瞭なガス像があり、胃や腸はその内腔の空気によって、ビスマスを使用した場合よりも明瞭に輪郭がわかることも多い。腸管内の少量のガスによって腎陰影が消失することもしばしばである。腸管破裂は、横隔膜下の空気貯溜によって診断できる。ガス壊疽(ウェルシュ菌感染)は、組織内の気泡で診断できることがある。気胸は、正常肺組織が消失するので明瞭に輪郭される。厚い頭蓋内の副鼻腔、乳突蜂巣は、そのガスによって描出され、炎症や腫瘍があるとこの空気が置換されることから診断できる。このような他領域の多くの正常像、異常像の経験から、空気を脳室内に注入する気脳室造影(pneumoventriculography)に歩を進めることができる。

### 方法

不活性で速やかに吸収され、脳脊髄液腔内に注入できる条件を満足するガスはいくつかある。他にもっと良いガスが存在する可能性はあるが、本稿には空気のみを記載する。他のガスの利点については研究中である。

空気が充満した側脳室の X 線写真を撮影するには、少なくとも 1 つの脳室容積以上の脳脊髄液を除去して、これを等量の空気で置換する必要がある。泉門閉鎖前であれば、骨間から容易に脳室を穿刺できる。縫合閉鎖後は、小さな穿頭が必要である。

空気と水は、密閉したフラスコ内と同じようにふるまう。すなわちどのような体位でも、液体は最も低い位置に沈み、空気が上になる。Monro 孔を介して第 3 脳室と両側脳室は自由に交通しているため、液体と空気はこれらの間を速やかに移動する。しかし、脳室系の屈曲のため、いずれの体位でも穿刺針の先端に沈下する脳脊髄液は一部のみで、吸引できるのはこの部分のみである。必要ならば、曲がった管の液体を空気で置換する場合と同じように、頭を傾けることにより陥凹内の液体を除去できる。理論的には、適当な操作によってほぼ全量の脳脊髄液を除去できるが、実用上は 1 つの適当な体位のみで十分量を吸引できる。脳室系の描出には、適切な穿刺部位と頭位が必要である。一側の側脳室の前部を穿刺することにより、ほとんど液体を吸引できる(図 2)。頭位は、顔面を下にして吸引

\* Johns Hopkins 病院外科

1. Röntgenography in the localization of Brain tumor, based upon a series of one hundred consecutive cases. The Johns Hopkins Hosp Bull. 27:311, 1916. A report of seventy cases of brain tumor. The Johns Hopkins Hosp Bull. 27:224, 1916

する脳室が下になるように少し回転し、可能な限り最も深い位置で穿刺する。この頭位で、対側の側脳室および第3脳室から最大量の脳脊髄液を吸引できる。後角あるいは下角からの吸引でも、一側の側脳室およびMonro孔よりも前方の対側脳室をかなり十分に吸引できる。後角からの吸引では、顔面を上後方に向け、頭を穿刺側に30～40度回転する必要がある。

空気による脳脊髄液の置換は正確に行なう必要がある。吸引脳脊髄液量よりも空気が多いと、急性頭蓋内圧亢進症状が発生する。正確を期するため、我々はレコード注射器と2方活栓を使用している(図1)。少量(20cc)

の脳脊髄液を吸引し、同量の空気を注入する。これを脳脊髄液がすべて除去されるまで繰り返す。少量ずつ吸引、注入することにより、脳を陰圧の傷害から保護することができる。脳室の容積を事前には知ることができないので、片側脳室を充盈するための空気量を推定することはできない。このため、できる限り全量を吸引するようにしているが、この量は一側脳室の容積よりもやや多い程度であることが分かっている。

言うまでもなく、空気は軽いので造影される脳室はX線乾板から最も遠い部分である。頭部矢状面を乾板と平行にすると最も良い画像が得られる。次いで後頭部

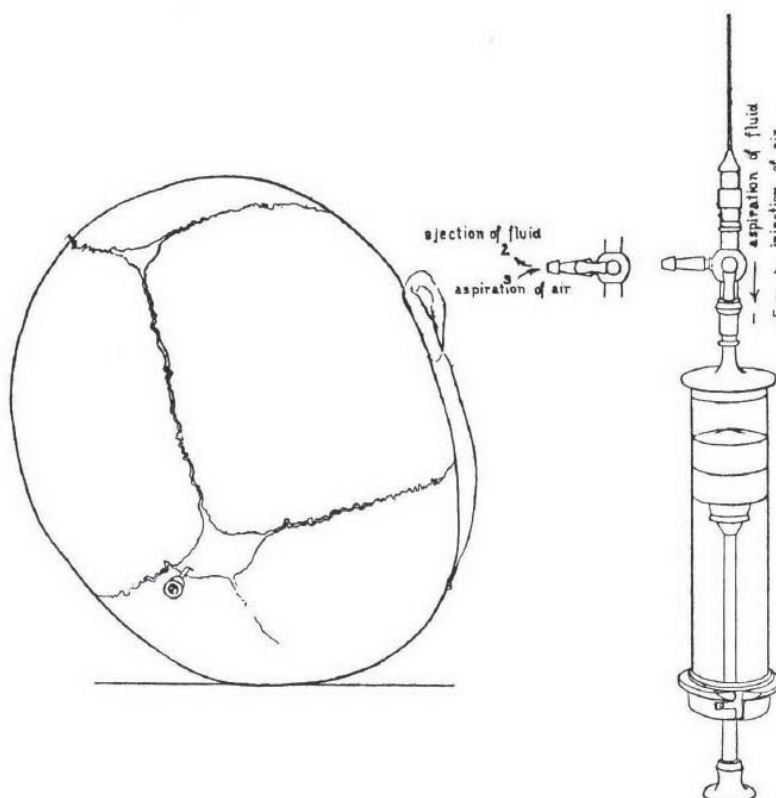


図1. 脳脊髄液を吸引、空気を注入するための斜位頭位。前額部をX線乾板につける。穿刺部位は大泉門の低い側とする。右図は、この手技に使用するレコード注射器に2方活栓をつけたもの。

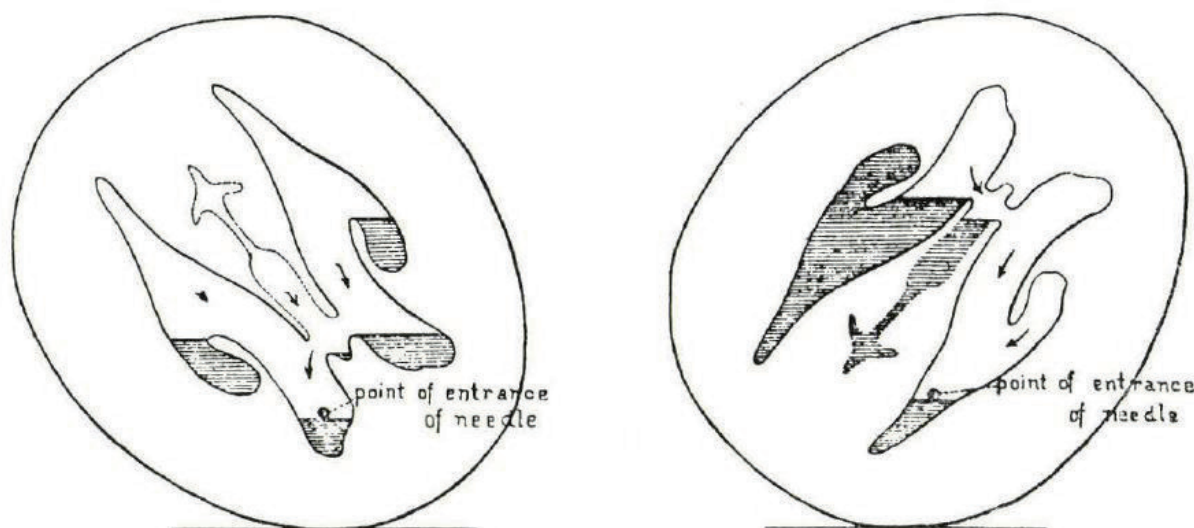


図2. 1回の脳室穿刺で除去できる脳脊髄液の相対的な量。(1) 前頭部を下にする場合(a)、(2) 後頭部を下にする場合(b)。斜線部は、最大量の脳脊髄液を吸引した後に脳室内に残存する脳脊髄液を示す。斜線のない部分は、吸引した脳脊髄液を置換するために注入できる最大量の空気を示す。前頭部を下にして前部を穿刺する方が、多くの脳脊髄液を吸引できることがわかる。



を乾板につけて矢状面を乾板に垂直とする。後者の場合、両側の空気ができるだけ均等になるように留意する。診断の必要に応じて、前額面を下にして後角、下角の前後撮影を追加する。

### 造影後の所見

我々は少なくとも 20 回以上、脳室に空気を注入した。検査を繰返し例もある。注入した空気量は 40～300cc で、水頭症例では多い。副作用があったのは 1 例だけで、この症例は小脳腫瘍の第 1 期手術の 48 時間後に 300cc を注入した症例であった。発熱、嘔気、嘔吐、頭痛の増悪が見られたが、いずれも脳室穿刺による空気放出後、速やかに軽快した。10 日後、大きな小脳腫瘍を切除し、問題なく回復した。症例はいずれも 6 か月～12 歳の小児である。全例で側脳室が明瞭に輪郭された。2 症例で、第 3 脳室と Monro 孔が描出された(図 3, 図 8)。第 4 脳室、中脳水道が見えた例はなかった。気脳室造影の実用的な意味は、主として側脳室の陰影にあった。

空気の陰影は日毎に減少し、最終的には消失するが、水頭症の場合、2 週間を要した。体部では空気がずっと速やかに消失することから、より軽症例ではさらに短時間で消失するであろう。脳室内に注入された空気は、おそらく脳脊髄液と同じ経路で吸収されと考えられる。前報<sup>2</sup>にて、脳脊髄液はほぼ全量がクモ膜下腔で吸収され、脳室からの吸収はごく僅かであることが示された。非交通性脳室内のフェノールフタレインは、10～12 日で消失するが、脳室が脳脊髄液を吸収するクモ膜下腔と交通している場合は、10～12 時間で消失する。

脳室内に注入した空気は、開頭術に際してみられる空気と変わるところはない。特に腫瘍摘出術後の欠損部は、食塩水を充填しない限り空気が充満し、硬膜、頭皮を縫合するとそこに封入された状態となる。欠損部から吸収されるまでの数日間、患者は頭部を動かすときに空気の移動を意識するが、その存在自体は他に影響を及ぼすことはない。

### 脳室造影の意義

ここに報告した少数例においてもすでに、脳室造影は大きな実用的意義があることがわかった。我々は初めて、水頭症を早期に診断する方法を手にしたのである。水頭症は、最も潜在性の疾患のひとつで、相当な皮質破壊が進む前に診断できることは稀である。これは小児のみならず成人でも同様である。脳室が明瞭に描出できれば、所見は疾患特異的である。水頭症の存在のみならず、その程度、脳破壊の状態も脳室造影により

ただちに知ることができる。

ある症例(6 か月)では、泉門膨隆があることから水頭症が疑われたが、脳室造影では脳室拡大が認められなかった。また別の症例(3 歳)は、伝染性髄膜炎から一見回復したようにみえたが数日にわたって傾眠傾向であった。腰椎穿刺にて脳脊髄液は透明で、細菌も認められなかった。脳室内の髄液は混濁しており細菌も認められ、脳室造影では著しい脳室拡大が認められた。臨床的には疑っていなかった閉塞性水頭症を、脳室造影によって確実に診断することができた例である。

このほか頭位計測は正常であるが泉門膨隆があることから水頭症を疑った小児の 2 例では、いずれも脳室造影によって頭蓋のほとんどを占拠するような大きな脳室拡大が認められた(図 5)。

脳室造影によってのみ診断可能であった症例でもっとも興味深かったもののひとつに、8 か月の有色人種の例がある。頭部は明らかに正常より大きく、水頭症が示唆された。しかし大泉門の部位にやや非対称な髄膜瘤を思わせる膨隆があり、そのように診断した。脳室内に注入した空気は直接この腫瘍に進入した。側面像で、この腫瘍は細い茎部で強く拡大した脳室と連続していた(図 6)。前後像では片側性の交通であった。(偽性)脳室ヘルニアを伴う皮質断裂と診断され、その後の剖検でも確認された。

また別の大きな小脳腫瘍術後の 12 歳男児では、頭位拡大、頭蓋の脳回痕、失明、腫瘍の局在から、水頭症の診断は確実であったが、これが高度であること、脳破壊の程度については、脳室造影でのみ明らかとなった。

現在のところ正常脳室造影像を撮影できていない。脳室が小さい 1 例があるが、これが正常か否かは不明である。水頭症の最初期の所見が、脳室の最も抵抗が弱い部位の変形であることが考えられる。体部と後角間の角の消失は(図 5 を図 3 と対比されたい)、このことを示唆する所見であるが、中間像、正常像がまだ欠けている。

成人にはまだ脳室造影を施行していないが、診断が不明な例では全例に行なう予定である。12 歳男児では、年少の子供に比して脳室像が明瞭であった。成人では、空気と骨のコントラストが大きいことから、少なくともこれと同程度、あるいはこれよりさらに明瞭な脳室像が期待できる。成人の脳室造影では以下のような点が予測される。(1) 水頭症における脳室拡大を明瞭に描出できる、(2) 一側の腫瘍が脳室を偏位あるいは圧迫して、腫瘍の局在が明らかとなる、(3) 脳室内の腫瘍により脳室陰影に欠損を生じる、(4) 一側の脳室に空気が進入しなければ、片側性水頭症と診断できる。

2. Dandy and Blackfan. Am J Dis Child 8:406,1914. 14:424,1917. JAMA 61:2216,1913

## 結語

1. 脳脊髄液を空気で置換すると、X線写真上、側脳室の輪郭が明瞭に描出される。
2. 脳室への空気の注入は、20 症例において有害作用を認めなかった。
3. 脳室造影は、多くの頭蓋内病変の診断、局在決定に大きな実用的意義をもつ。水頭症の診断においては非常に価値が大きい。

注：各症例毎に2つの写真を示した。上段はX線乾板の写真をそのまま複製したもので、下段は細部を明瞭にするため、特に線や特定の点を協調して分かりやすくするために Miss Norris が修正した写真である。

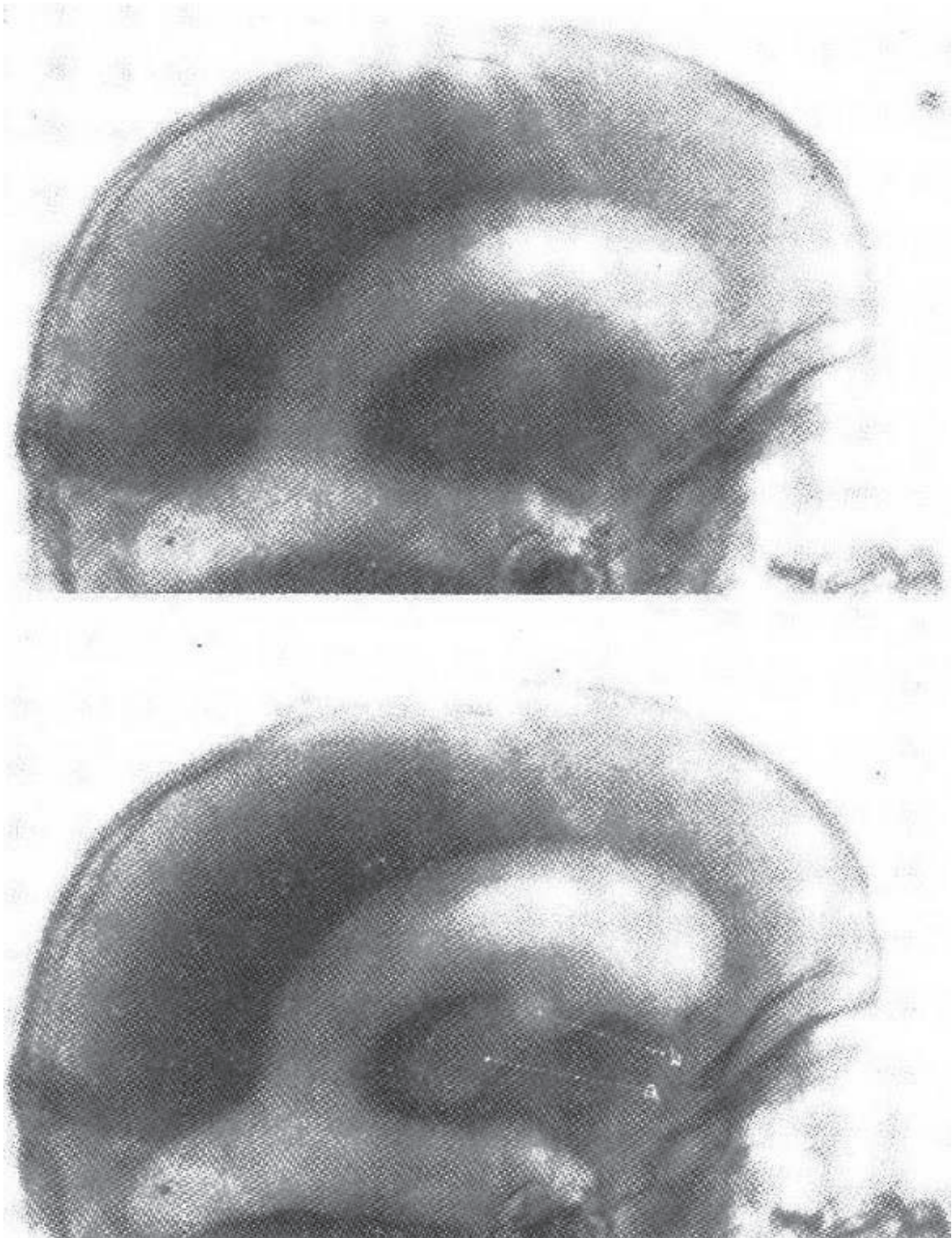


図3. 3歳、結核性髄膜炎。脳室はやや拡大している。滲出物による Magendie 孔、Luschka 孔の閉塞による初期の閉塞性水頭症。前頭頭頂縫合の開大は、頭蓋内圧亢進を示唆する。(a) 第3脳室、(b) おそらく Monro 孔。側脳室体部、後角、下角が明瞭に認められる。



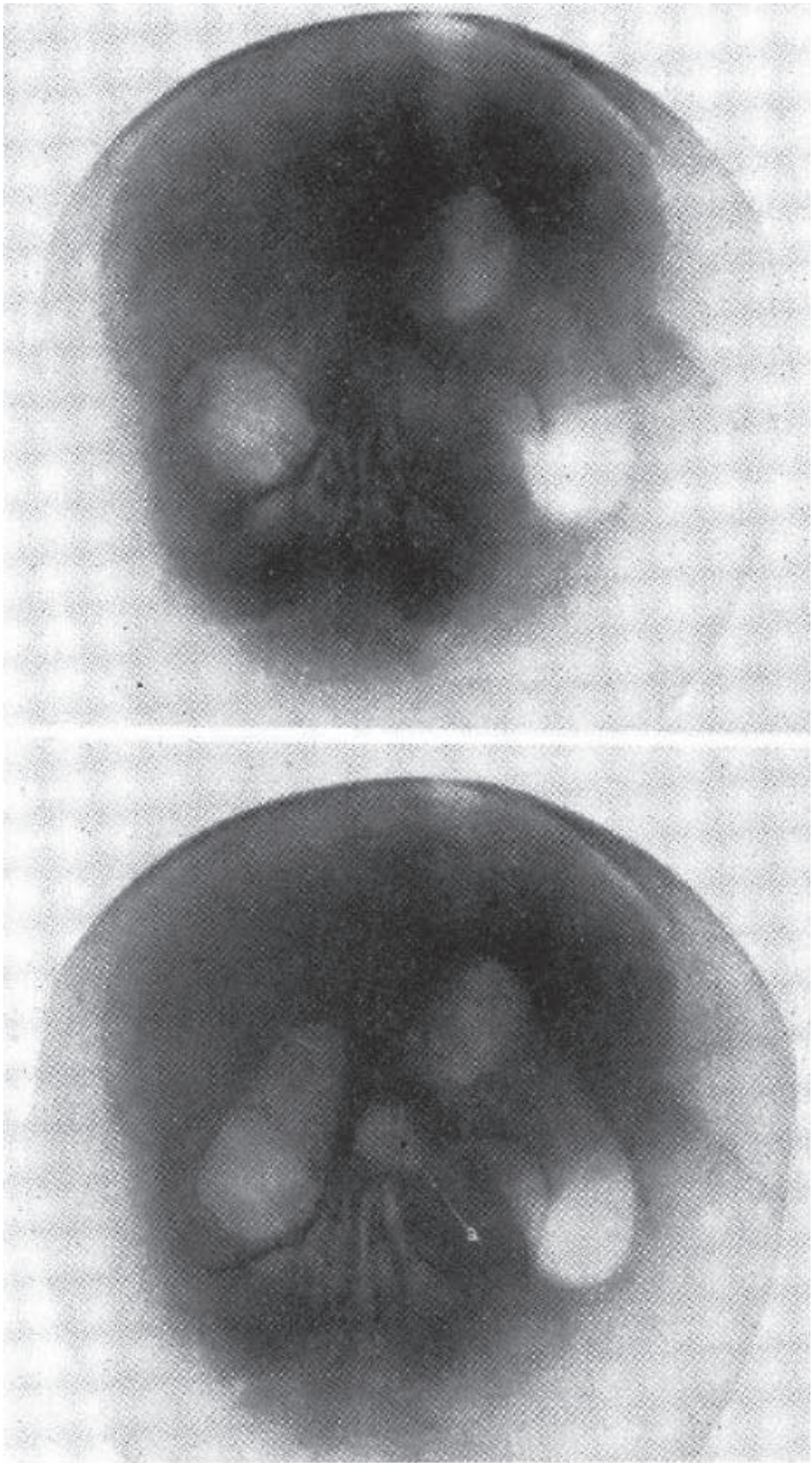


図 4. 図 3 の前後像. 両側の空気が非対称である. 空気層の厚さの違いのため, 側脳室体部, 下角の陰影が最も濃い. 後部の屈曲部, 垂直部の陰影は薄く, 前者の濃い陰影と交通している. 陰影が薄いのは, 空気層が薄いために, X 線透過性が相対的に少ないためである. 側脳室の屈曲, 全体像は立体視でわかる. (a) 第 3 脳室.



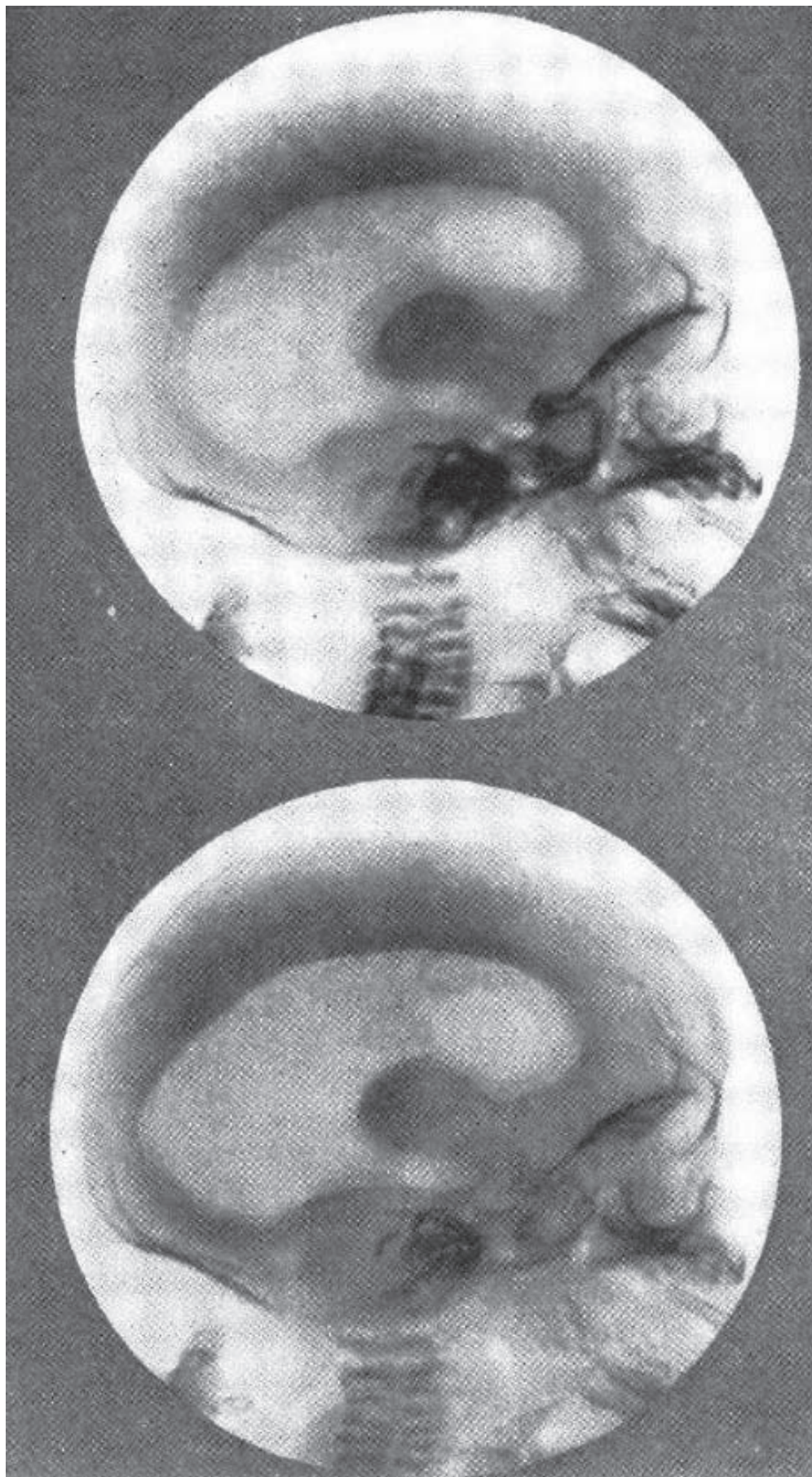


図 5. 交通性水頭症。脳室が中等度に拡張している。頭位は正常。図 3 にくらべて脳室の正常の形状が失われていることがわかる。後角は失われてびまん性に背側に膨隆している。前部の濃い陰影は、対側脳室の空気によるものである。



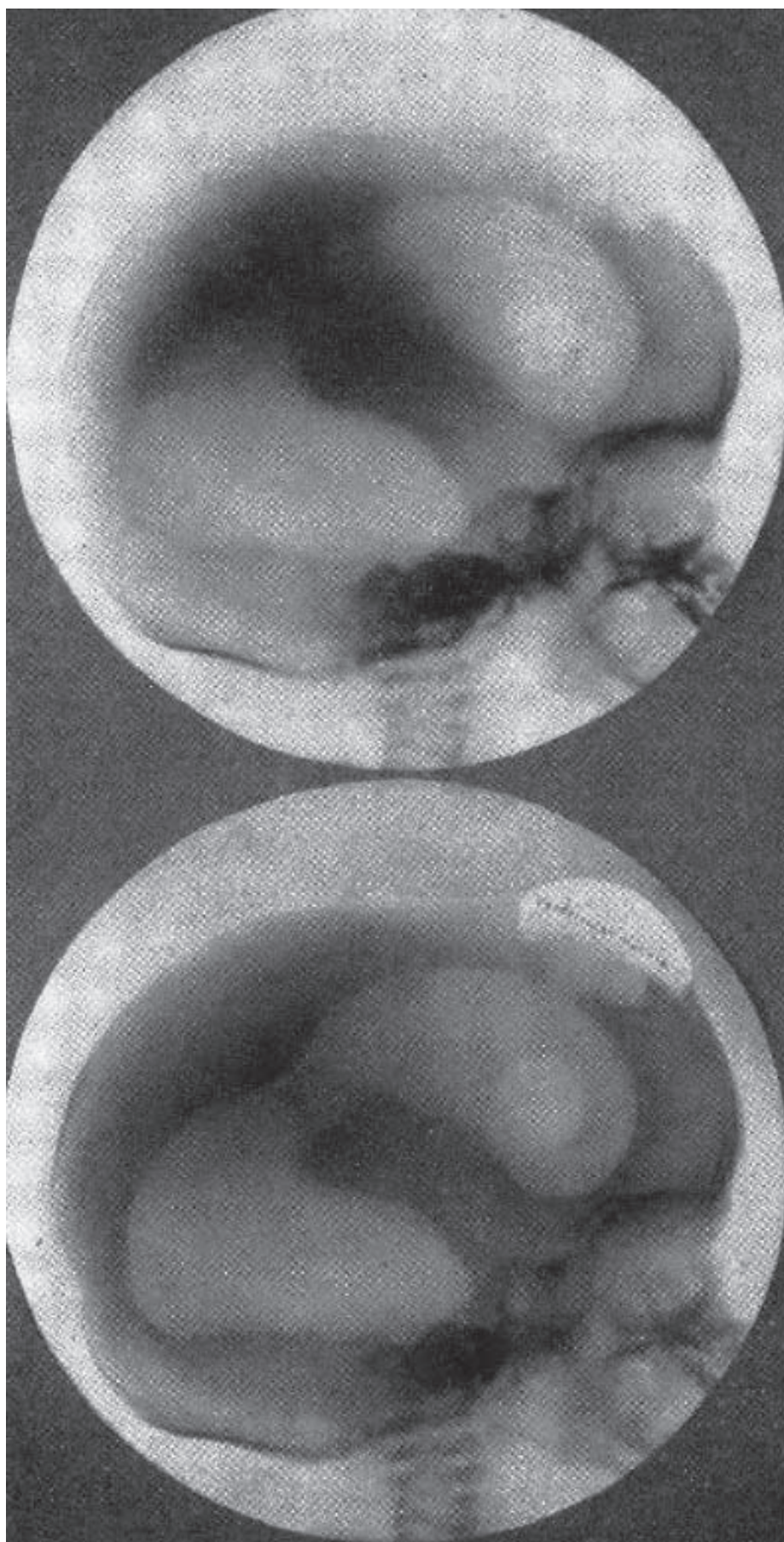


図 6. かなり進行した交通性水頭症。側面像。細い茎部で側脳室の前上部と交通する脳室ヘルニアが認められる。ヘルニアの陰影は非常に淡く、斜めに透かしたり反射光を使わないと見えないものであったため、下図にはヘルニアの輪郭を描いている。中央部の狭窄は、空気が脳室を充満していないためである。

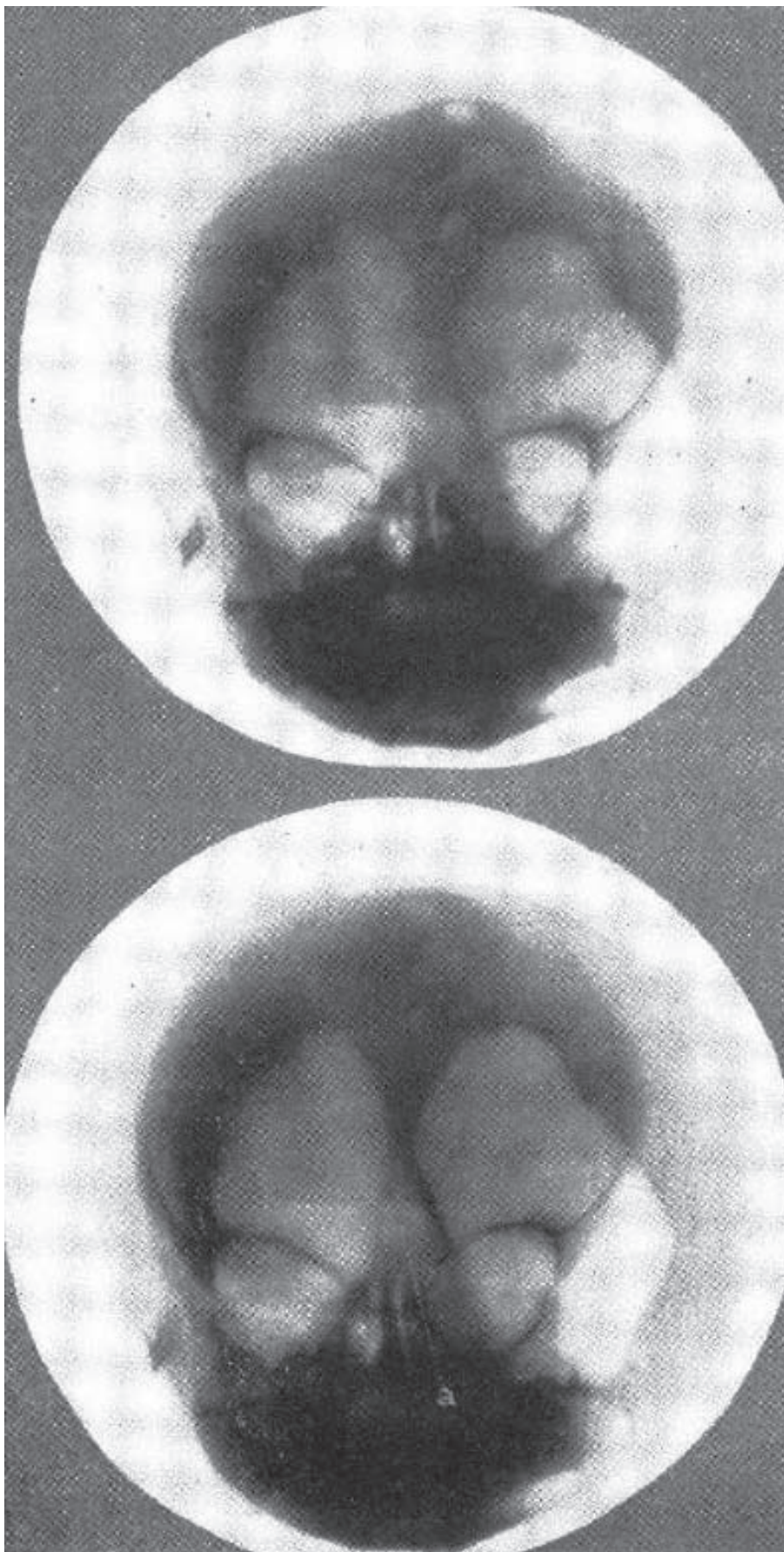


図7. 図6の前後像. 両側ほぼ対称に空気が認められるが, これは開大した Monro 孔を介する交通が良好なためと思われる. (a) 第3脳室.



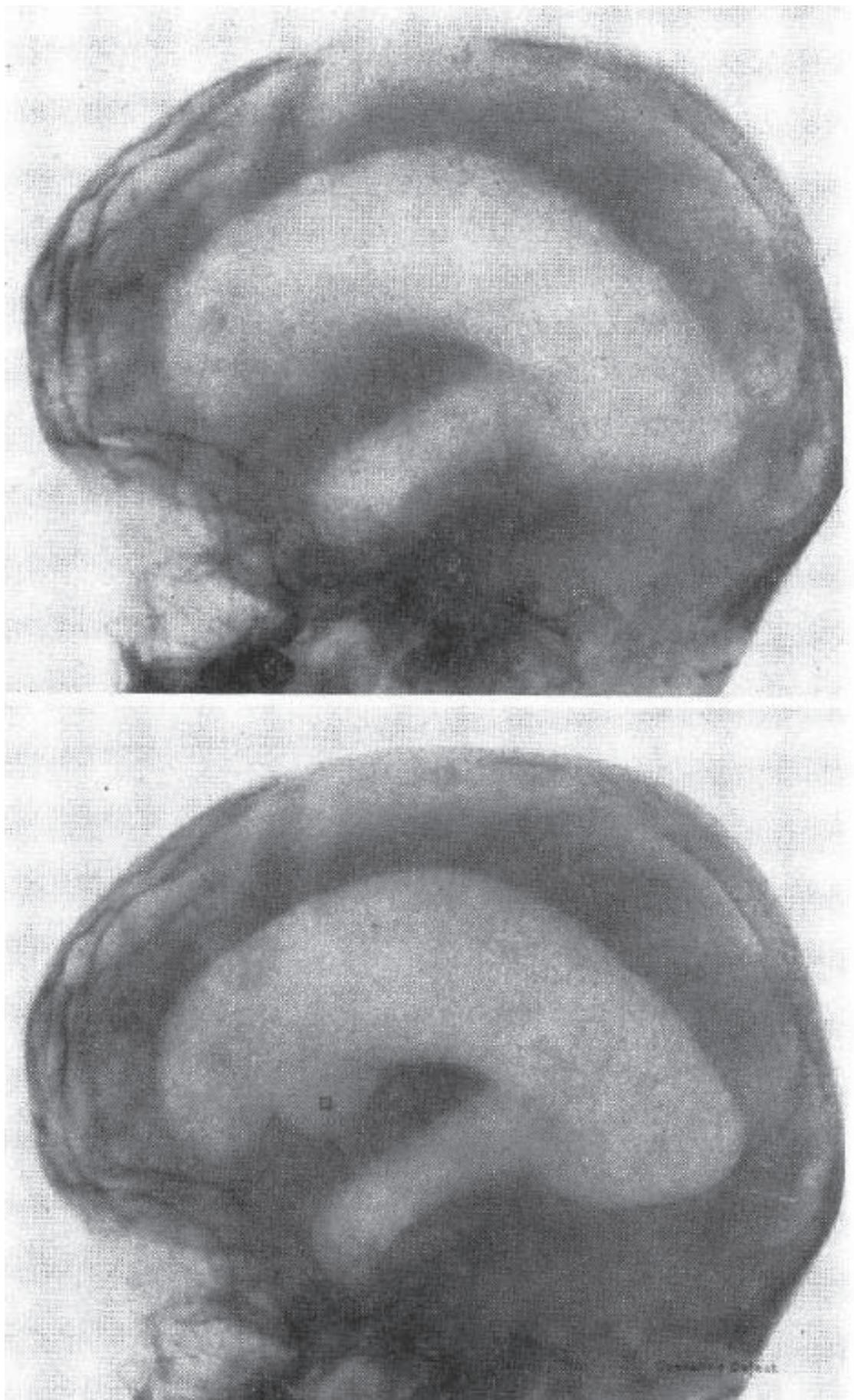


図 8. 縫合閉鎖後の頭位拡大. 水頭症を示唆する頭蓋の脳回痕が、後頭部、前頭部に明らかである. 脳室内の空気により脳回痕が強調されて認められる. (Ⅲ) 第 3 脳室. 第 3 脳室下方の突出は、おそらく漏斗. 12 歳, 小脳腫瘍切除後.