

頭 部 外 傷 の 研 究

—特に Transtentorial Herniation について—

順天堂大学医学部外科学第二講座（指導：田中憲二教授）

佐 藤 潔

〔原稿受付：昭和42年9月16日〕

Transtentorial Herniation and Brainstem Hemorrhage
in Connection with Acute Head Injuries

by

KIYOSHI SATO

From the Neurosurgical Clinic, Department of Surgery Juntendo University, School of Medicine
(Director : Prof. Dr. KENJI TANAKA)

This report was based on the pathological studies of transtentorial herniations and brainstem hemorrhages in 69 cases of acute head injuries, which had been collected from the necropsy cases of Tokyo-To Medical Examiners' Office for a period of 2 years from 1964 to 1965. In this report, emphasis was placed on the anatomico-pathological studies of the brainstem hemorrhages caused by increased intracranial pressure in the cases of the acute head injury.

(1) The author followed the nomenclature of the transtentorial herniation made by Azambuja et al. The transtentorial herniations encountered in this studies were classified into 4 types. Type-I is unilateral anterior herniation (16 cases), type-II is bilateral anterior herniation (28 cases), type-III is bilateral herniation, involving combination of anterior and posterior herniations, and type IV is unilateral complete herniation (17 cases) (Fig. 2, Photos 5, 6, 7, 9). The correlation between type of transtentorial herniation and site, laterality and nature of lesions may be assessed as follows :

Type-I was produced by contusion without hematoma, located in the unilateral frontal and temporal base. Type-II was produced by hematoma alone or hematoma with contusion, located in the frontal base to its convexity bilaterally. Type-III was produced by hematoma alone or hematoma with contusion, which had involved diffusely in the both hemispheres of the cerebrum from the base to its convexity. Type-IV was produced by hematoma with or without contusion, located unilaterally from the frontal to the temporo-parietal region (Table 2, 3, Fig. 5).

(2) The other herniations accompanied with transtentorial herniation were studied in these 69 cases. Twenty-six tonsillar herniations were present, of which 5 were noticed in type-I, 8 in type-II, 3 in type-III and 10 in type-IV (Table 4, Photo 1). Sixteen cingular herniations were noticed, 11 in type-IV, 3 in type-II, each one in type-I and

type-II (Table 5, Photo 2).

(3) The gross pathological changes of the arteries passing through the base of the cerebrum (anterior communicating artery, posterior cerebral artery and their branches), which were caused by transtentorial herniations were observed comparing with each type of the transtentorial herniations (Figs. 4, 6, 7, 8, 9).

(4) Prior to the investigation of the pathomorphological changes of the brainstems of 69 cases, the arterial supply and morphology of the normal brainstems, especially that of the midbrain and pons, were studied in 10 cases of sudden death cadaver.

Mainly segmental arterial courses of the medial perforator of the midbrain and pons were observed by means of xylene impregnation, utilizing the transparency of the brain substance under the examination of the stereoscope. There has been various methods applied for the examination of the brain vessels such as injection of pigment, X-ray contrasting material, casting method by polyvynyl. However, these methods have disadvantages disturbing normal anatomical pattern by mechanical manipulation.

Furthermore, these materials can not be used for thorough pathological examinations. The author considers the xylene impregnation method is good for the examinations of the relatively straight arteries such as the medial perforators of the brainstem (Fig. 12, Photos 12, 13, 14, 15, 16).

(5) Prior to the investigations of the vascular lesion of the brainstem in these 69 cases, morphological changes of the brainstems caused by increased intracranial pressure were studied mainly in the macrosagittal sections of the brainstem. The typical deformity of the brainstem caused by transtentorial herniation or marked increased intracranial pressure might be shown in the paramedian sagittal section. The paratentorial cisterns were obliterated by the protrusion of the herniated tissues. The obstruction of these cisterns was aggravated by the angulation of the ponto-mesencephalic junction. This angulation was mainly caused by two factors, which are the increased volume of the supratentorial masses and the restriction effect of the dentate ligaments against the caudal displacement of the brainstem according to the increased intracranial pressure. The midbrain was flattened and elongated in the anteroposterior diameter.

The anterior surface of the pons was flattened out against the clivus. Simultaneously, the prepontine cistern was obliterated by the compression effect of the anterior surface of the pons against the clivus. On the other hand, the anterior lobes of the cerebellum were displaced downwards due to caudal bulging of the tentorium cerebelli. This caudal displacement of the cerebellum caused the dorsal part of the pons displaced downwards, so that, the pons was markedly distorted (Figs. 3, 10, 11, Photos 3, 18).

(6) Among 69 cases, eleven showed the brainstem hemorrhages located in the midline of the tegmentum of the midbrain and pons (Table 8). In order to clarify the correlation between the alteration of the medial perforators and the hemorrhagic foci of the brainstem, these materials which had been mainly cut into parasagittal sections were impregnated by xylene and were observed under the examination of the stereoscope. By this method, the medial perforators passing through the interpeduncular and prepontine cisterns were well observed. Furthermore various findings of the medial perforators in the point penetrating the midbrain and pons were also easily seen. Marked stretching or strong

kinking of the medial perforators were observed when the artery passed through the obliterated interpeduncular cistern. As a result, ischemic foci would occur mechanically in the territory of the medial perforators entered from the interpeduncular cistern, such as the tegmentum of the midbrain and the upper part of the pons, due to obstruction or narrowing of the lumen of the arteries. Similar phenomenon were observed when the medial perforators passed through the obliterated prepontine cistern. Still more, the medial perforators of the midbrain were stretched in accordance with the deformity of the midbrain. The medial perforators of the pons were also stretched and caudally displaced in their trends in accordance with the distortion of the pons. These changes might give rise a mechanical distress to the medial perforators such as friction, stretch or shear. The hemorrhagic foci of these materials were known exactly to be located parallel to the courses of the medial perforators.

Microscopically, periarterial area showed marked parenchymatous hemorrhages and surrounding brain substance was mottled by foci of necrobiosis. The veins were well preserved and no rupture was seen. Arterioles which branches from the small artery with acute angle showed apparent ruptures of the walls with hemorrhage. Foci of necrobiosis of brain substance were seen around the ruptured arterioles. Gliosis showed so called gliomesenchymal reaction with pink color by eosin, showing degeneration. In other word, this lesion indicated the apparent ischemic changes prior to the rupture of the arterial wall. These factors such as circulatory disturbances, ischemic changes, and necrobiosis were followed by alteration of wall of arterioles with hemorrhages.

As mentioned above, both these circulatory and mechanical factors were considered to play an important roles for secondary hemorrhage of the brainstem accompanied with transtentorial herniation in connection with acute head injury (Table 8, Photos 10, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, Figs. 13, 14).

目 次

(I) 緒 言	⑤ 天幕下に病巣を合併した症例
(II) 材料及び検索方法	⑥ Transtentorial Herniation に伴う 脳幹 及び 脳底表在動脈群の動き
1 材料	⑦ Transtentorial Herniation と 脳幹出血
2 検索方法	(i) 中脳及び橋に認められる 肉眼的 出血巣について
(III) 検索成績	(ii) 脳幹を支配する 動脈, 特に Medial Perforator の走行について
① (i) 海馬回鉤に認める天幕圧痕について	〔正常脳の観察〕 〔外傷脳の観察〕
(ii) Transtentorial Herniation の定義	(IV) 総括及び考按
② Transtentorial Herniation の型分類	(V) 結語
③ Transtentorial Herniation の各型と病型	
④ Transtentorial Herniation と他の Herniation との合併	

(I) 緒 言

1962年, Johns Hopkins 大学の A.E. Walker 教授¹⁾はその著書 "Transtentorial Herniation" の中に The one, where the medulla oblongata leaves the skull

through the foramen magnum has been recognized as a crucial region for years, but the other, where the junction of the big and little brains passes through the tentorial incisura, has only recently recognized as an isthmus of life. と述べているが, 今日この脳幹部

の変化こそ、特に頭部外傷において、重要な役割を演じており、又外傷におけるこの領域の変化が、未だにほとんど解明されていないことも、同教授の指適される所である。

重症頭部外傷の臨床面では、早期に所謂脳幹症状を呈するものは少なくないが、病理形態学的にも挫傷等の直接損傷が脳幹に認められることは少なく、むしろ血腫や挫傷等により惹起される頭蓋内圧の亢進が、二次的に脳実質の一部を硬いテント幕游離縁に嵌めこめ脳幹を強く圧迫し、二次的に脳幹病巣を形成することが多いと考えられる。即ち transtentorial herniation が頭部外傷上に占める意義が極めて大きい。従来の herniation の研究の多くは脳腫瘍例等の慢性頭蓋内圧亢進例についてであり、外傷例についての検討は未だ少ない。

筆者は上述の如き観点より急性期頭部外傷剖検脳につき、主として transtentorial herniation の病理形態を探索し、二、三の知見を得たので報告する。

(II) 材料及び検索方法

1 材 料

① 頭部外傷に伴う transtentorial herniation の統計的並びに病理形態学的探索の為、東京都監察医務院における1963年より1965年に至る2ヵ年間の災害事故剖検例中、69例の外傷剖検脳を用いた。

② 対照例として herniation、特に transtentorial herniation の病理形態学的基準を決定し、又これに伴った脳底部及び脳幹部の血管形態の解析の為に、東京都監察医務院における外因死を除く一般急死例（例えば、急性心機能不全、心筋梗塞例等）の50例を探索した。

2 検索方法

① 剖検脳を10%ホルマリンに固定。特に固定時に脳底動脈の破損変形を防ぐ為、脳を懸垂固定することを選び、十分に厚い脱脂綿をホルマリン液に浸け、その上に脳実質を原形に近い状態で浮游せしめ、脳底動脈を可及的原位置にとどまる様にした。これら固定脳の肉眼的、一般的観察を行なった後、中脳中部にて脳幹を切断した脳底面で transtentorial herniation の形態、脳底部動脈との相互関係を検討した。次いで transtentorial herniation に伴う脳幹病変の観察の為に、脳幹を間脳下部で大腦より切断し、視床下部、中脳、橋、小脳、延髄を含む脳幹の block を作製し、これを更に矢状断、又必要に応じて水平断の macroserial

section として観察した。次いでこの肉眼的連続切片をキシレン透徹法を用いて血管形態の観察を行なった。これらの材料をいづれも実体顕微鏡下で観察し、更にパラフィン切片を作成し、主として H.E., Elastica Van Gieson, P.A.S, Klüber Barrera P.A.S 重染色を行ない光学顕微鏡下で観察した。

(III) 検 索 成 績

① transtentorial herniation の基準について、

(1) 海馬回鈎に認める天幕圧痕について 頭蓋内血腫、脳挫傷等の際の頭蓋内圧亢進は、transtentorial, tonsillar, cingular 及び sphenoidal herniation を惹起するが、herniation が軽度の場合、病理形態学的にその基準を決定することが困難なことも必ずしも稀でない。剖検脳には、側頭葉内側面、即ち海馬回鈎ないし海馬回前半部に天幕游離縁の圧痕が認められる。正常脳でも、海馬回は軽度天幕游離縁より突出してをり、正常脳におけるこの突出限界を定める為に、天幕圧痕より海馬回又は海馬回鈎の最内側縁迄の水平直線最大距離を、ノギスにて計測した(図1)。計測値は

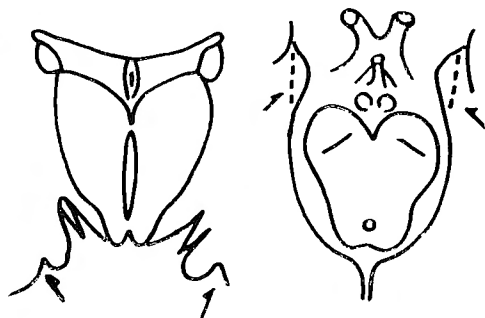


図1 正常脳の Impressio Incisurae Tentorii (↑)

最大突出距離が20才迄は3.8mm, 21才より40才迄は3.9mm, 40才以上では4.5mmであり、年令と共に僅かではあるが、その平均値は増大する傾向が認められたが大差はない(表1)。又20才迄に2例、21才より40才迄に4例、全く天幕圧痕を認めないものがあつたが、他方41才以上では全例に天幕圧痕を認めた。又海馬回鈎よ

表1 正常脳における計測値

年令	計測値	最小値	最大値	平均値	例 数
10~20		0mm	3.8mm	1.0mm	6
21~40		0	3.9	1.2	12
41~		1	4.5	1.7	32

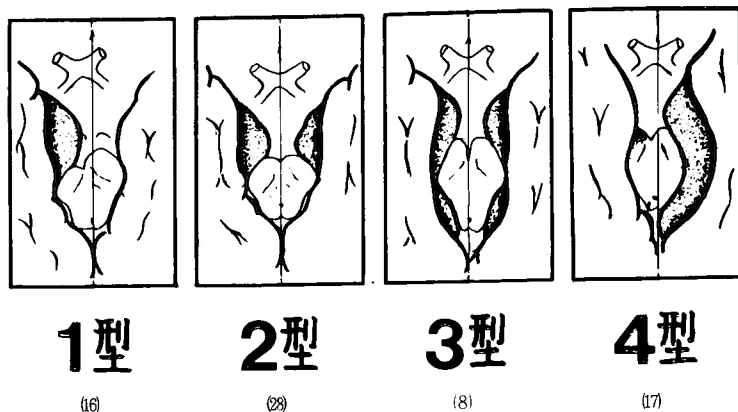


図2 Transtentorial Herniation の型分類 (69例)

り後方の側頭葉内側面には、天幕圧痕は1例も認めなかった。尚天幕圧痕の左右差は1mm以内であり、両側略々対照的な圧痕を認めるものが多かった。又新鮮脳とホルマリン固定脳との計測値を比較すると、マイナス1mm以下で、両者の計測値の誤差は充分に無視出来るものである。

(ii) transtentorial herniation の定義

transtentorial herniation の呼称法は学者により区々であるが、筆者は Azambuja²⁾ のそれを引用した。即ち海馬回鈎及び海馬回の前半部が、天幕遊離縁より basilar cistern に突出侵入するものを“anterior”、海馬回後半部等の側頭葉内側の後半部が、天幕遊離縁より ambient cistern 及び wing of ambient cistern に侵入するものを“posterior”、又側頭葉内側部全周に渡つて、天幕遊離縁より basilar, ambient 等の paratentorial cistern に侵入するものを“complete” herniation とした。従つて transtentorial herniation の示標の一つとなる天幕圧痕と海馬回鈎の最内側縁迄の巾が、側頭葉内側前半部では4.5mm以上ある場合は、anterior乃至 complete herniation とした。一方側頭葉内側後半部にみられる天幕圧痕は complete又は posterior herniation を意味するものである。transtentorial herniation の場合、この様に herniated tissue は三つに分けて観察されるが、これらが組合さつてみられることもある。

② transtentorial herniation の形態について：

災害事故死100例中、84例に頭部外傷及び多発合併外傷を認め、その中15例は脳損傷は極く軽度で herniation を合併せず他に死因が認められた。これらを除外した69例について、中脳中部で脳幹を切断し、herniated issue の突出の状態を中心として transtentorial herni-

ation を観察し4つの型に分けることが出来た。即ち I型は片側性の anterior herniation, II型は両側性の anterior herniation, III型は anterior と posterior herniation が片側性又は両側性に認める複合型で、IV型は片側性の complete herniation とした。即ち69例の transtentorial herniation の中、I型は16例(約23%)、II型は28例(約41%)、III型は8例(約12%)、IV型は17例(約24%)であつた(図2)。尚III型の8例中両側性の anterior と posterior herniation を合併したものが3例であり、他の5例は1側性の anterior と posterior herniation の合併に、対側の anterior 又は posterior herniation が合併したものであつた。更に単独に posterior を、又両側性に complete herniation を呈したものは認められなかった。

③ transtentorial herniation の形態と病巣の相関について：

(i) 剖検脳69例の中、5例のみ天幕下に病巣を合併したが、他の64例では主要病巣が天幕上表在性のものであり、この天幕上の主要病巣を、挫傷、血腫、挫傷に出血又は血腫を合併したものの3群に大別し、病巣の性状及び laterality と transtentorial herniation の形態との相関を検索した。即ちI型には片側性病巣が合併することが多く、16例中13例に認められ、病巣としては挫傷が多数を占めた(16例中9例)。II型には両側性の挫傷及び挫傷に出血又は血腫が合併することが多く(28例中15例)、他方血腫例では病巣が片側性のものが8例認められた。III型は両側性の病巣で、挫傷に出血又は血腫が合併した症例に多く(8例中4例)、片側性の血腫例は3例であり、II型の片側性血腫例に類似の傾向を示している。IV型は全例が片側性

表 2 各型と病巣の性状

種類 部位 型	挫 傷		血 腫		挫 傷 + 出血(血腫)		計
	片側	両側	片側	両側	片側	両側	
I 型	7	2	2	0	4	1	16
II 型	1	10	8	1	3	5	28
III 型	0	1	3	0	0	4	8
IV 型	0	0	7	0	10	0	17

の血腫又は挫傷に血腫を合併した症例であり、大きな space-occupying lesion を伴わない挫傷例には全く認められなかつた(表2)。

(ii) 病巣の主要局在を前半脳底部、前半脳底部を含めてその窮窿部に及ぶもの、更に広範囲に大脳半球を脳底部よりその窮窿部に及ぶもの、の3つに大別し各型別に病巣部位を検索した。即ちI型では16例中9例に前半脳底部に病巣を認め、II型ではいずれの部位にも病巣は認められるが、前半脳底部よりその窮窿部にかけた病巣が多かつた。III型では8例中5例が広範囲に脳底部よりその窮窿部に及ぶ病巣を認めた。IV型ではその大部分が、広範囲に脳底部よりその窮窿部に及ぶ病巣を認めたが、III型とIV型の差異は、前者は両側性血腫又は出血例でも、病巣は薄層性であり、後者は病巣が片側性で、血腫又は出血が高度の症例にみられた(表3)。以上③(i)及び(ii)に述べた事項を要約し、病巣の性質及至部位と各型の transtentorial herniation との相関を模式図として示したものが図5である。

表 3

病巣部位	I 型	II 型	III 型	IV 型
前半脳底部	9	8	2	3
前半脳底部より窮窿	4	11	1	0
広範囲に脳底より窮窿	3	9	5	14
計	16	28	8	17

④ transtentorial herniation と他の herniation との合併について・

transtentorial herniation と他の herniation、即ち tonsillar, cingular, sphenoidal herniation の合併はしばしば認められる。tonsillar 及び sphenoidal herniation の観察は外表的に容易に観察出来るが、cingular herniation は、主として乳頭体を通る前額断で、又時に大

脳縦裂に沿つた矢状断で観察した。

(i) tonsillar herniation の合併。69例の transtentorial herniation に対して、病巣部位の天幕の上下を問わず tonsillar herniation (写真1) の合併は26例に認められた。各型別の合併頻度は、I型では3例、II型では8例、III型では5例、IV型では10例であつた。従つて tonsillar herniation の各型別の合併順位は III > IV > II > I 型の順である。

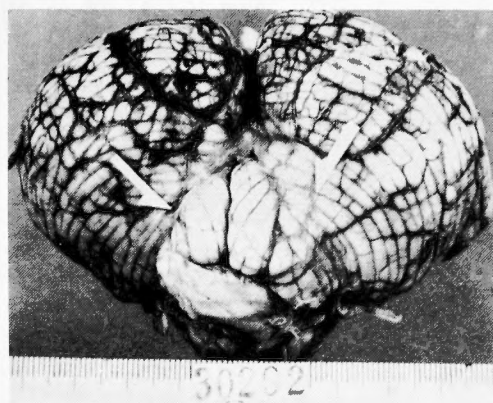


写真1 Tonsillar Herniation

(ii) cingular herniation の合併。69例の transtentorial herniation に16例の cingular herniation (写真2) の合併をみたが、I, III型では各1例、II型では3例、

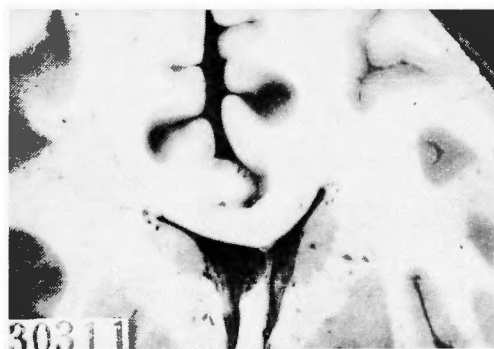
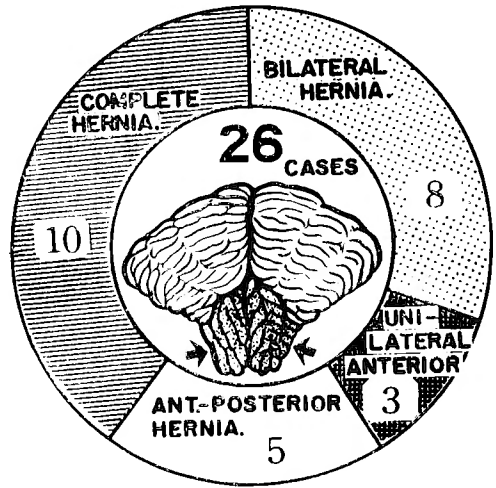
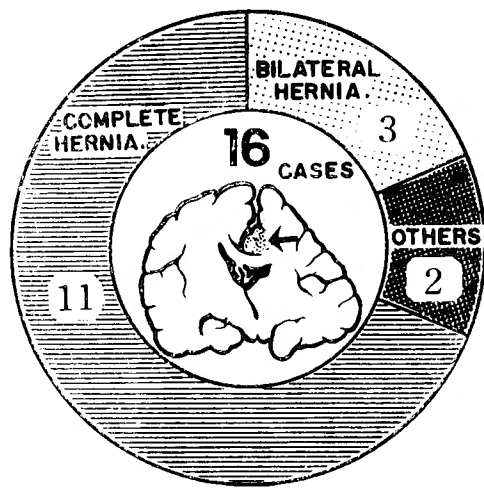


写真2 Cingular Herniation

IV型では11例の合併頻度であり、IV型に合併頻度が多いのが特徴である(表4, 5)。尚両側性の病巣で cingular herniation が合併した例では病変の程度に左右差を認め、当然のことながら herniated tissue は病変の大なる側より小なる側に向つたものであつた。

表 4 Cingular Herniation 合併件数

表 5 Tonsillar Herniation 合併件数



(iii) sphenoidal 及び upward herniation はⅢ型及びⅣ型の各1例に認めたが、いずれもその程度は軽度で片側性であつた。尚所謂upward herniation は認められなかつた。

(Ⅳ) 小脳前葉に認められた天幕圧痕について：所謂upward herniation は、著るしい天幕下の圧亢進に伴

つて山頂を中心とした小脳前葉の一部が、天幕游离縁を下方より上方にくぐり抜ける herniation である。transtentorial herniation 69例の内14例において、小脳前葉に強い天幕游离縁の圧痕（写真3）を認めた。即ちこれら14例について主要症果transtentorial herniation の型別、tonsillar herniationの合併の有無、受傷時から

表 6

症例	剖検番号	年齢, 性	脳重 (kg) / 体重	受傷後生存時間	Herniation Trans. Tonsil.		主 要 病 果
1	29877	40 ♂	1550/47.5	30	Ⅱ 型	(+)	出血壊死を伴つた両側前半脳底及びその窮窿に及ぶ脳挫傷
2	30103	36 ♂	1200/	5	Ⅰ 型	(+)	右前頭頂頭部硬膜外血腫
3	30152	17 ♂	1500/	27	Ⅱ 型	(+)	左前半脳底部の出血壊死を伴つた挫傷及び出血壊死を伴つた橋挫傷
4	30177	25 ♂	1300/	5	Ⅱ 型	(+)	右後頭葉挫傷及び両側前半脳底挫傷
5	30212	80 ♂	1380/	22	Ⅳ 型	(-)	左前側頭部の出血壊死を伴つた脳挫傷及び右前頭葉挫傷(左小脳挫傷)
6	30224	45 ♂	1350/	9	Ⅱ 型	(+)	両側前半脳底の出血壊死を伴つた脳挫傷
7	30250	31 ♂	1400/	23	Ⅱ 型	(+)	右前頭硬膜外血腫
8	30268	16 ♂	1380/	12	Ⅱ 型	(+)	右前頭硬膜外血腫
9	30292	51 早	1390/48	19	Ⅲ 型	(+)	両側硬膜下出血及び脳挫傷
10	30311	64 早	1320/45	13	Ⅳ 型	(+)	両側前半脳底挫傷及び右硬膜下血腫(中頭蓋窩)
11	30315	20 ♂	1160/	26	Ⅱ 型	(+)	左前半脳底挫傷
12	30317	28 ♂	1628/52	240	Ⅲ 型	(-)	右前頭頂脳内出血及び出血壊死を伴つた左小脳挫傷
13	30337	36 ♂	1600/51	不 明	Ⅳ 型	(-)	左後頭部より左後頭蓋窩に及ぶ巨大な硬膜外血腫
14	30510	50 早	1200/42	9	Ⅳ 型	(+)	左前頭より側頭葉後部に及ぶ急性硬膜下出血及び挫傷

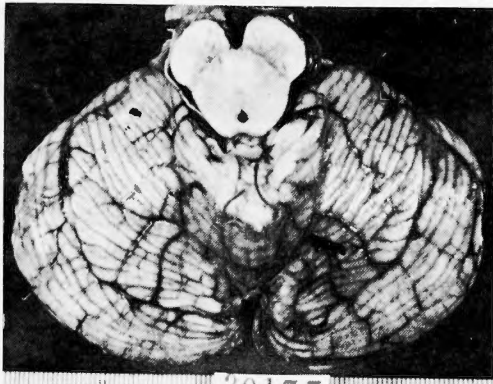


写真3 小脳前葉の天幕圧痕(↑)

死亡に致る時間を比較検討すると(表6), 症例3, 5, 12, 13は同時に天幕の上下に病巣を合併したが, 他の10例はいつでも天幕上に主要症巣を認めた。小脳前葉の圧痕は5例は病側と同側で片側性であつたが, いずれも天幕游离縁後方より左右の天幕が合流する部位の圧痕として舟状を呈していた。これらは天幕上の圧亢進に際して, 天幕が後頭蓋窩に向つて下方に膨出する

際に, 山頂を中心として小脳前葉の一部が天幕游离縁を下方より上方にくぐり抜け, ambient cistern に侵入する際に生ずるものと考えられる。従つてupward herniation とはその発生機点を異にするものとする(図3)。更に症例5, 12, 13を除く11例に著明なる tonsillar herniation を合併したことは注目に値する。

⑤ 天幕下に病巣を合併した症例:

頭部外傷の場合, 頭蓋内病巣の多くは天幕上に認められるが, 稀には天幕上病巣に合併し, 或いは単独に, 天幕下に病巣を認めることがある。前項表6の症例3, 5, 12, 13は, 69例の剖検例中天幕下に space-occupying-lesion となり得る程の病巣を認めた症例である。いずれも天幕上に粗大な病巣を合併し, 全例に各型の transtentorial herniation を認めた。一方 tonsillar herniation は天幕下に病巣を合併した4例中1例にこれを認めたに過ぎない。症例12は小脳に大きな出血壊死を伴つた挫傷(写真4)を認めたにも拘らず, tonsillar herniation を合併していないことは興味深い。④(IV)の項に述べた事項と合せ, 天幕上の圧亢進によつて惹起される tonsillar herniation の発生機点に関して示唆

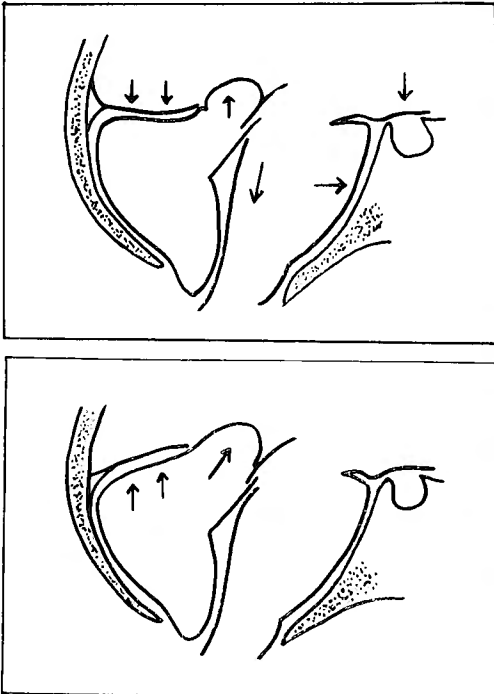


図3 小脳天幕下方膨出による小脳前葉の ambient cistern への侵入(上)と所謂 upward herniation



写真4 症例12 出血壊死を伴つた小脳挫傷。 tonsillar herniation は認めない。

を与える知見と思われる。

⑥ transtentorial herniation に伴う脳幹及び脳底表在動脈群の変化：

先に transtentorial herniation を herniated tissue の突出侵入の形態より4つの型に分類したが、これらの病果が実際に脳幹及び脳底の表在動脈にどのような影響を及ぼしているかについて検討を加えた。

〔症例15〕（剖検番号 30151）19才，♂

昭和40年1月25日，作業中に太いワイヤーロープが後頭部に当り転倒した。直ちに病院に収容。入院時意識障害中等度で，応答は不明確。鼻出血が認められた。瞳孔は右やや散大，左縮瞳があり，両下肢に病的反射が認められた。血圧180～100mmHgで脳血管撮影等の精査を施行したが，受傷4時間後，脳幹症状が強く死亡した。

剖検所見：脳重量は1400g/55kgで中等度の脳腫脹を認め，右前頭葉下面の高度の挫傷を認める。transtentorial herniationはI型で，脳幹の左方偏位，中脳の反時計廻りの回転，乳頭体，下垂体柄，視束交叉等のbasilar cistern に面する脳底部は著るしく腫脹し，an-

terior herniated tissue と共に basilar, interpeduncular cistern は閉塞している。脳底の動脈で，右後交通動脈は herniated tissue によつて稍々内下方に押され偏位している。右後大脳動脈は大脳脚を廻る部位で，herniated tissue と大脳脚の間に圧迫されその管腔はかなり扁平化し下方に押されている。後大脳動脈の anterior temporal branch は，herniated tissue の後部を横切り，天幕遊離縁と交叉する部分で herniated tissue と天幕遊離縁の間に強い圧迫を受けているが，これらの灌流域に断血性変化の所見はなく，又これより後方で後大脳動脈は圧迫されていなかった。尚脳幹出血及び tonsillar herniation は認められなかった（写真5）。

〔症例16〕（剖検番号 1725）16才，♂

昭和39年8月23日，横断歩道にて右側方より進行して来た乗用車に跳ねられた。道路に前頭頭部を強打し直ちに病院に収容された。入院時の意識障害は中等で質問には応答出来ないが興奮状態で暴れた。両側瞳孔散大，対光反射遅鈍，項部強直，両下肢病的反射，尿失禁出現し，脳幹症状悪化して約7時間後死亡した。

剖検所見：脳重量は1450g/59kgで著明な脳腫脹を認め，両側前頭葉下面よりその窮窿にかけて広範な急性硬膜下出血を伴った高度の脳挫傷が認められた。transtentorial herniation はII型を示し，脳幹の左右への偏位はほとんど認められないが，中脳は前後に圧迫



写真5 症例15 I型の transtentorial herniation (右↑) (unilateral anterior herniation)



写真6 症例16 II型の transtentorial herniation (bilateral anterior herniation)

され少々後方に移動している。両側より嵌入了した herniated tissue は basilar, interpeduncular 及び ambient cistern の前部を閉塞している。両側の後交通動脈は、herniated tissue に圧迫され 内下方に伸展偏位している。両側の後大脳動脈は大脳脚を廻る部位で herniated tissue と大脳脚の間にはさみ込まれ内腔の著るしい狭少を来している。又後大脳動脈の anterior temporal branch は、I 型の場合と同様に天幕を横切る部位で圧迫されているが、当該動脈灌流域には断血性変化は認められなかった。Lerniated tissue による視束交叉、下垂体柄、動眼神経等の圧迫も著明であつたか、脳幹出血及び tonsillar herniation の合併は認められなかった(写真6)。

〔症例17〕(剖検番号 30343) 60才, 男

昭和40年2月9日、道路横断中にトラックに跳ねられ、直ちに病院に収容。入院時意識は中等で、瞳孔不同は認めないが、両側対光反射は単純。血圧 150~90 mmHg、体温 37.5℃、脳脊髄液圧 50mmH₂O、血性で、種々対症療法を行なつたが意識障害は悪化し、39℃の発熱、尿失禁を来し約9時間後死亡。

剖検所見：脳重量1390g/44kg、両側性に前頭葉下面の高度の脳挫傷及び両側窮窿部に急性硬膜下出血を広範に認めた。Ⅲ型の transtentorial herniation があり、anterior及びposterior herniated tissueは中脳を取りまく paratentorial cistern を満し、この結果中脳は前後径が著るしく延長し、西洋型の変形を認めた。両側の posterior herniated tissue による圧迫と、脳幹の浮腫性腫脹とにより、中脳水道はほとんど閉塞されていたが、中脳の偏位、廻転は認められない。後交通動脈は両側内下方に移動しているが、herniated tissue の内側面に巻き込まれ、herniated tissue と一致する程には下方偏位は認められなかった。後大脳動脈は I 型、II 型と同様に、大脳脚を廻る部位で圧迫を受けており、後方においては posterior herniated tissue と中脳背側部側面との間で圧迫を受け偏平化している(写真7、8)。この圧迫された動脈の分枝である anterior 及び posterior temporal branch, calcarine branch は、それぞれ天幕と交叉する点で再び強い圧迫を受けていたが、いづれも当該灌流域には断血性変化は認められなかった。その他中脳、橋被蓋正中線上に肉眼的出血巣を認め、又

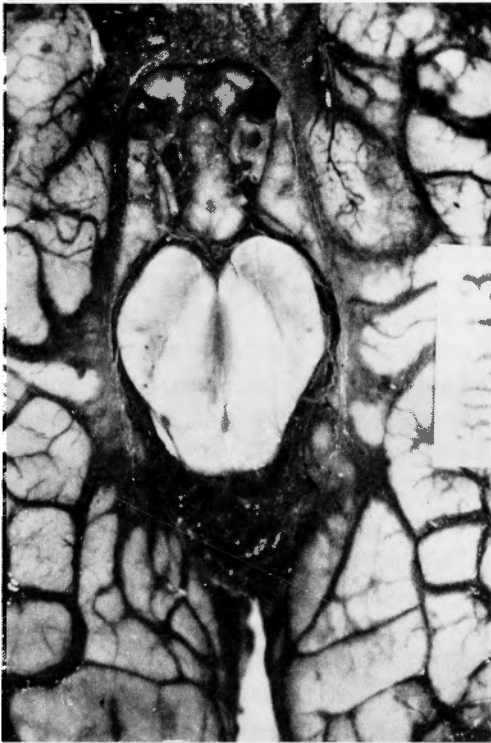


写真7 症例17 Ⅲ型の transtentorial herniation (anterior と posterior herniation の複合型)

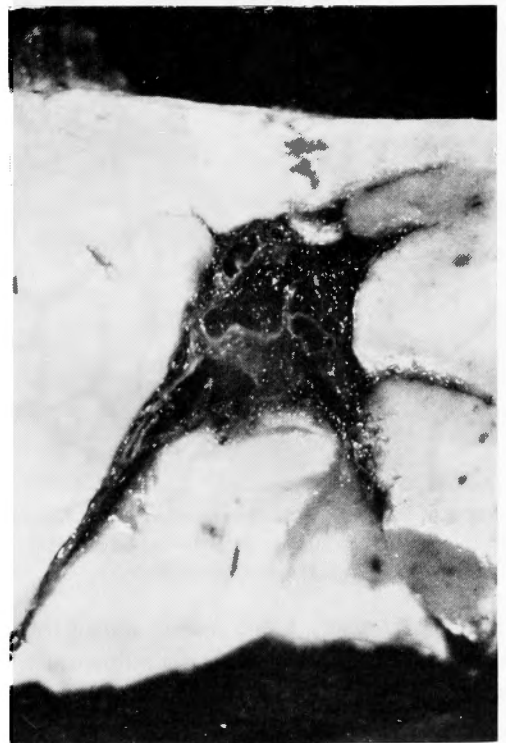


写真8 Ⅲ型における後大脳動脈の圧迫

tonsillar herniation の合併も認めた。

〔症例14〕(剖検番号 30510) 50才, 男

昭和40年3月6日, 午前12時頃, 泥酔して路上に倒れ頭部を強打した。気分が悪いと云つて就眠したが, 同日午後9時急に死亡した。

剖検所見: 脳重量 1200g/42kg, 高度の脳腫脹があり, 左前頭葉より側頭葉後部に及ぶ広範な急性硬膜下血腫を認めた。IV型のtranstentorial herniationを示し, herniated tissueは海馬回鈎, 海馬回, 梨状回, 舌状回, 帯状回の一部をも含む巨大なもので, 中脳を中心として脳幹は著しく対側に偏位し, 対側大脳脚は天幕で圧迫され出血壊死が認められた(写真9)。中脳の捻



写真9 症例14 IV型のtranstentorial herniation (左の complete herniation) (対側天幕による大脳脚の圧迫壊死を認める)

いる。basilar cistern に面する脳底面は脳腫脹と相俟つて更に basilar cistern を閉塞せしめている。その他 herniated tissue は視束交叉, 下垂体柄, 乳頭体, 動眼神経をも圧迫し, それぞれに偏位, 変形が認められた。中脳は細長くなり前後径の延長を認め, 中脳水道も管腔が著しく狭少化し, 中脳橋被蓋正中線上に肉眼的出血巣が認められた。後交通動脈は対側で著しく伸展し, 患側では herniated tissue の内側面に巻き込まれているが, 中脳との間での圧迫は認められなかつた。一方側頭葉, 後頭葉への後大脳動脈の分枝は, それぞれ天幕と交叉する点で herniated tissue と天幕遊離縁の間に強く圧迫を受けているが, この動脈灌流域には出血梗塞等の病変は認めなかつた。尚 tonsillar herniation の合併を認めた。

⑦ transtentorial herniation と脳幹出血について:

本稿では transtentorial herniation に合併した脳幹の病変に検討を試みた。(i) 中脳及び橋に認められる肉眼的出血巣について: transtentorial herniation を認めた69例の頭部外傷の中, 中脳又は橋に肉眼的出血巣を認めた例は21例であり, 内11例は中脳, 橋の出血巣の部位形態が類似し, 中脳, 橋被蓋正中線上に認められた。表7に示される如くこれら11例について意識障害の推移について検討を加えると, 症例14, 23, 24の3例では, 受傷後応答が可能な程度に意識の回復を認めたが, 再び意識障害を来し死亡したものであり, 臨床的には一次的脳幹障害はなかつたと考えられる症例である。症例17, 18, 20の3例は, いずれも受傷後早期に高度の意識障害を来して3時間以内に死亡した症例であり, 臨床的には一次的脳幹損傷を考える症例である。他の症例9, 16, 19, 21, 22は, 受傷後の意識障害が徐々に進行した症例で, 一次的脳幹損傷の有無は決定出来ない。これら3群はいずれも異つた意識障害の推移を示したが, 各症例ともに異なつた受傷機点を有するにも拘らず, 脳幹の出血部位形態に類似性を認めることは, これらの出血巣が herniation の程度及び脳幹に分布する血管に密接な関係をもつものと思われる。写真10は症例22に於ける中脳, 橋の水平断及び橋の矢状断の出血部位形態を示したものである。

(ii) 脳幹を支配する動脈, 特に medial perforator の走行について:

前項に述べた様に, 脳幹出血が transtentorial herniation 及び当該部血管系と如何なる関係をもっているかを検討する為に, 対照例として6例の正常脳幹の動脈分布について検索を試みた。即ち対照例50例の正常脳

れ(回転)は軽度で, 対側の wing of ambient cistern は中脳の偏位により閉塞し, 又 herniated tissue の前半部は正中線を越える迄に突出し ambient, interpeduncular cistern を満し, 又その後部は完全に ambient cistern 及び wing of ambient cistern を満している。即ちこれらの paratentorial cistern は殆んど全て閉塞されて

表7 中脳、橋被蓋正中線上の出血例 11例

症例	剖検番号	年齢	性別	脳重/ 体重	受傷後 生存期間	意識障害 の推移	主要病巣	型	出血巣	
									中脳	橋脳
18	29873	34	♂	1550/58	3		左側前半脳底挫傷	Ⅱ型		
19	30204	64	♂	1420/63	10		両側硬膜下出血(広汎)	Ⅲ型		
9	30292	51	♀	1390/48	19		両側硬膜下出血及び脳挫傷	Ⅲ型		
16	30311	64	♀	1320/45	13		両側前半脳底挫傷及び右硬膜下血腫(中頭蓋窩)	Ⅳ型		
20	30338	38	♂	1300/53	1		頭蓋底骨折及び外傷性クモ膜下出血を伴った両側前半脳底挫傷	Ⅰ型		
17	30343	60	♀	1390/44	2		両側前半脳底よりその窮窿に及ぶ脳挫傷及び両側広範な硬膜下出血	Ⅲ型		
21	30230	52	♂	1550/65	17		左側前半脳底挫傷及び左側硬膜下出血(広汎)	Ⅳ型		
14	30510	50	♀	1200/42	9		左側前頭より側頭葉後部に及ぶ硬膜下出血及び挫傷	Ⅳ型		
22	31508	58	♂	1380/52	22		左側前半脳底の出血壊死を伴う脳挫傷及び急性硬膜下出血(広汎)	Ⅳ型		
23	31893	51	♂	1520/60	24		両側前半脳底挫傷及び右側側頭硬膜外血腫	Ⅳ型		
24	30932	71	♀	1380/46	34		両側前半脳底挫傷及び左側前側頭硬膜下出血	Ⅳ型		

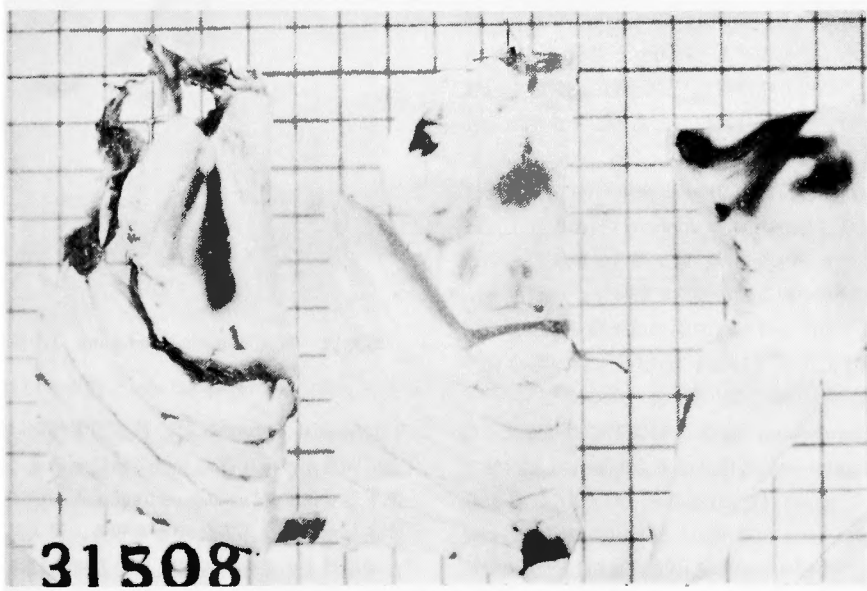


写真10 症例22 中脳、橋被蓋正中中に認める出血巣(左より中脳、橋の水平断及び橋の矢状断)

幹より、無作為的に6例を撰択し、キシレン透徹法を応用し、脳幹の動脈走行を観察した。即ち脳幹部を厚さ2.5mmの矢状断、必要に応じては水平断のmacroserial sectionとし、透徹標本を立体顕微鏡を用いて動脈走行の観察を行なった。

(a) 中脳の medial perforator³⁾ 正常脳における橋前面正中を走る 脳底動脈は、橋上端部に於て mesencephalic artery となる。この動脈からは中脳に行く medial perforator が分岐するか(写真11)、更に細い小動脈に



写真11 Art. Mesencephalica とその分枝
(medial perforating rami)

分れ一部乳頭体に分布するものを除いては、中脳を灌流する小動脈となる。キシレン透徹標本を観察するに中脳の medial perforator は太く、被蓋を後方へ中脳水道直下迄穿通している(写真12)。矢状断の観察では、medial perforator は中脳前面を略々直角に穿通し、軽度の蛇行を示しながら被蓋を後方へと進み中脳水道直下に至る。この間に順行性に又逆行性に細分枝を分岐するか、その分岐角度は鋭角的であることが認められる(写真13, a, b)。

⑥ 中脳、橋移行部の medial perforator 中脳橋移行部より穿通した medial perforator は特徴的な走行、即ち脚関窩をやや弛緩した状態で進み、脳実質を穿通した後、橋被蓋を取り囲む如くに軽度上凸の彎曲を示しながら後下方に下降し、中脳水道下端部及び第四脳室底上部直下に及んでいる(写真14)。この関の細分枝の分岐様式は中脳に於ける場合と大差はない。

(c) 橋の medial perforator 脳底動脈より分岐した medial perforator の分岐様式は多くの場合は順行性であるが、中には逆行性分岐をみる(写真15)。これらの medial perforator は橋前面を略々直角に穿通した後、少々上凸の彎曲を呈する中で、弛緩した状態で被蓋を後方に進んでいる。一方橋上部及び下部より穿通

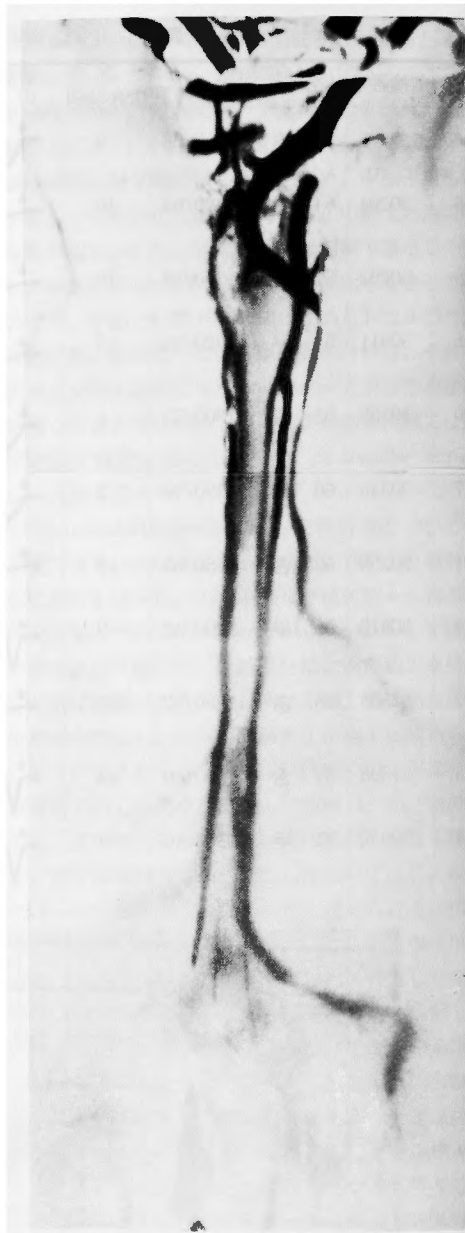
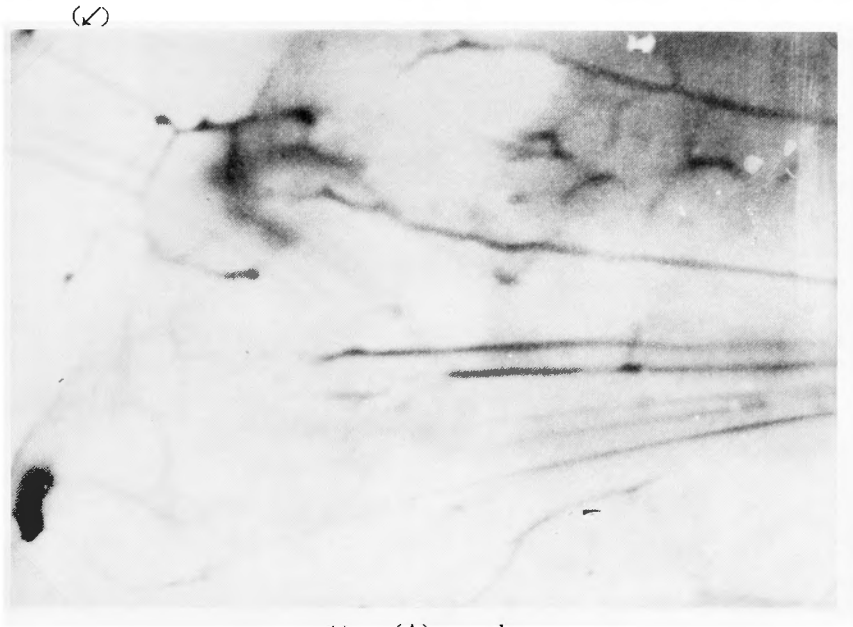
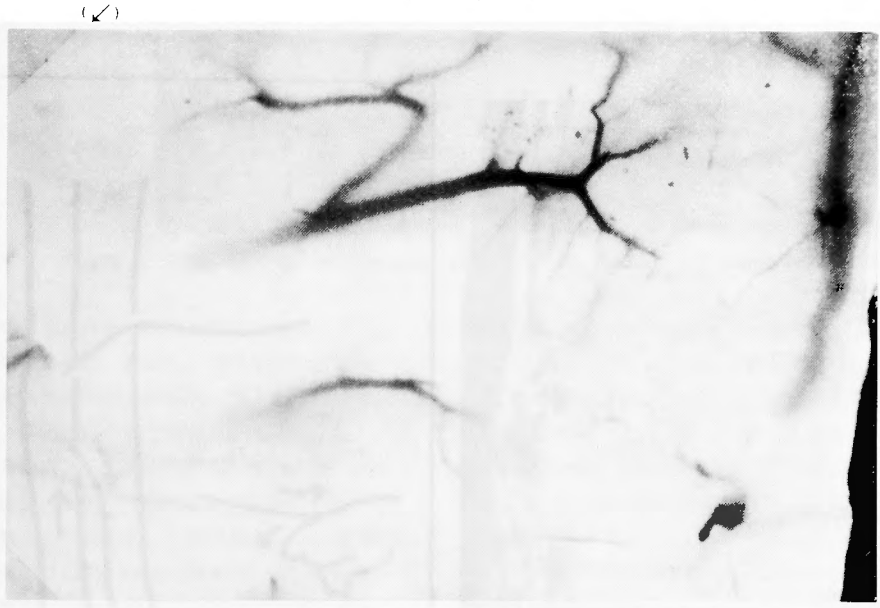


写真12 中脳の medial perforator (中脳中部水平断)

した medial perforator は、被蓋前半部迄は直線的に後方に向うが、前半部より後半部に至ると、中脳橋移行部より穿通する medial perforator と同様に、上部より穿通したものは下方に向きを変え、又下部より穿通したものは上方に向きを変え、それぞれ橋中部の高さにて第四脳室底直下に終っている(写真16)。



(a) (↑) : aqueduct



(b)

写真13 中脳の medial perforator (中脳水道直下に及び、分枝は鋭角的乃至逆行性分岐を示す。

(d) 橋延髄移行部の medial perforator 橋延髄移行部より穿通する medial perforator は、中脳、橋移行部に穿通する medial perforator と同様に、その数も多く、脳底動脈からの分岐様式は多くの場合逆行性であることは注目に値する。脳実質を穿通した動脈は、橋被蓋を取り囲んだ様に軽度下凸の彎曲を示しながら、後上

方へと第四脳室底直下に終る。medial perforator からの細分枝の分岐様式は鋭角的で、前記の部位の medial perforator の分枝と大差はない(写真16)。

〔外傷脳の観察〕

(e) transtentorial herniation に合併した脳幹出血の観察

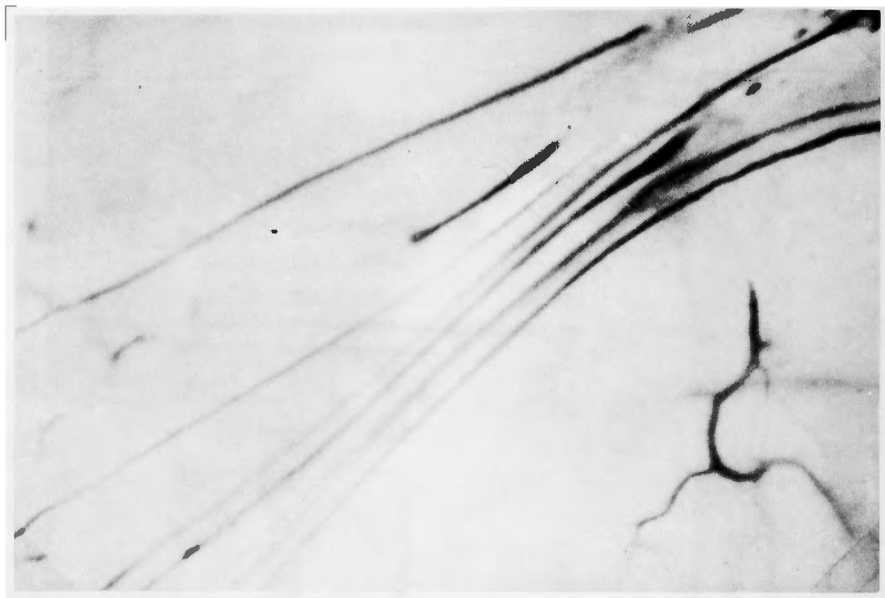


写真14 中脳，橋移行部より穿通する medial perforator

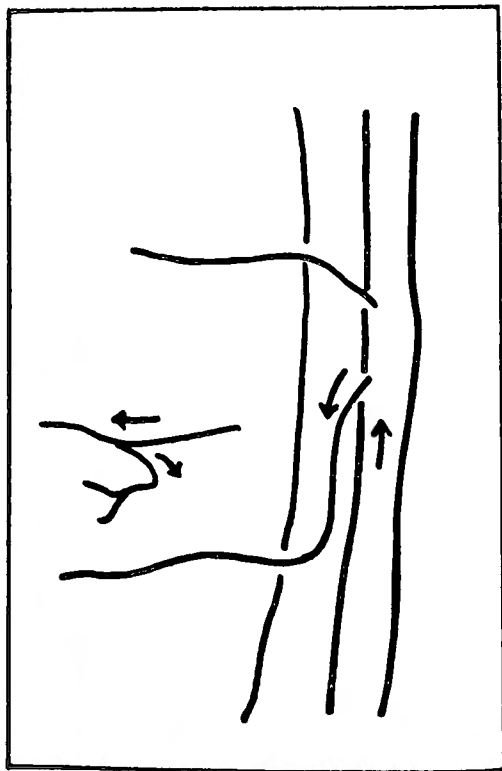


写真15 橋の medial perforator. 脳底動脈からの，逆行性分岐をみとめる。(血流方向↑)

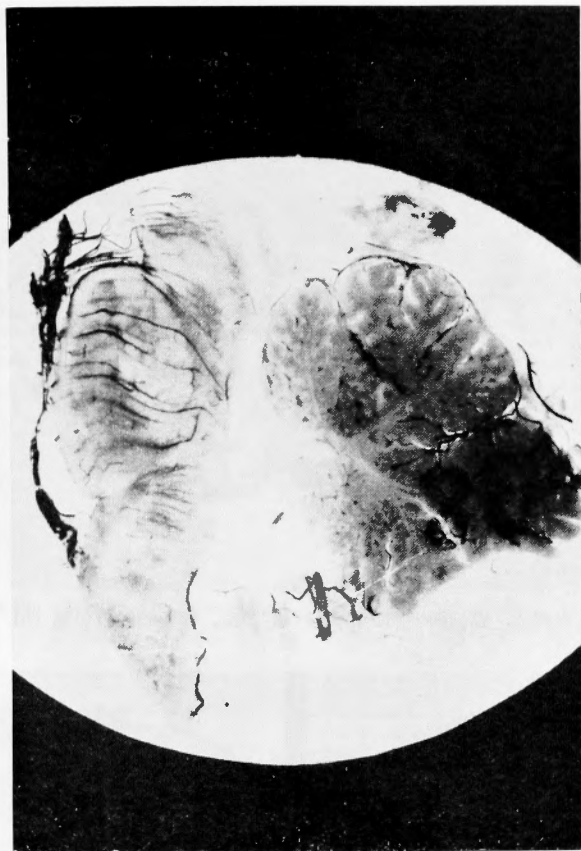


写真16 中脳、橋の medial perforator 脳幹旁正中矢状断のキシレン透徹の1例

〔症例23〕(剖検番号 31893) 51才. 男.

昭和40年11月20日、泥酔して道路歩行中自動車に接触転倒、受傷後数秒間意識喪失、友人と共に徒歩にて家に帰り、帰宅後臥床したが意識障害なく応答も可能だった。6時間後一度起床したが、気分が悪いとのことで再び就眠し受傷24時間後に死亡した。

剖検所見：右中頭蓋窩より側頭骨に及ぶ線状骨折を認め、脳重量は1520g/60kgで著るしい浮腫性腫脹を示し、又左前半脳底の挫傷及び鶏卵大の硬膜下血腫、右側頭葉より頭頂葉に及ぶ硬膜外血腫を認めた。IV型の transtentorial herniation 及び高度の tonsillar herniation の合併を認めた(写真17)。脳幹は矢状断にて macroserial sections を作製し観察したか、脳幹は著るしい腫脹を示し basilar 及び interpeduncular cistern の閉塞を認め、これに伴って中脳橋移行部は angulation を示し、中脳は偏平化し前後径の著るしい延長を認める。橋はその前面が強く斜台に押し付けられ橋前面は偏平化し

ている。これと同時に橋後部は前部より下降していることが分る。即ち transtentorial herniation に伴った橋の歪変形を認める。出血巣は旁正中矢状断で medial perforator に、又中脳橋移行部より穿通し特有な走行を示す medial perforator に、更に橋上部に穿通する medial perforator に一致すると考えられる部位に認められた(写真18)。キシレン透徹の後、出血巣を実体顕微鏡下に観察すると、mesencephalic artery より分岐した medial perforator は閉塞した interpeduncular cistern を通過する際に著るしく伸展し(写真19)、中脳を穿通した動脈は中脳の変形と相俟つて著るしく伸展し直線的走行を示し、その起始部より動脈走行に一致した出血巣が認められる(写真20)。中脳橋移行部では、この部より穿通した後下方へと特有な走行を示す動脈に沿った出血巣が認められた(写真21)。橋上部より中部に於ける動脈は伸展し直線的に後下方に向きを変えている。これらの動脈走行と全く一致して出血



写真17 症例23 両側前半脳底挫傷及び右頭頂，側頭硬膜外血腫（51 合）

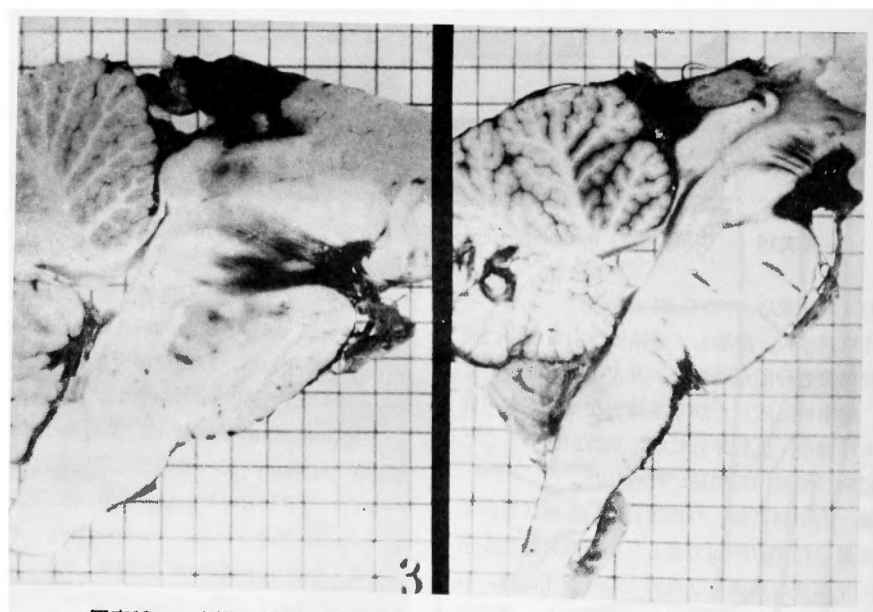


写真18 症例23（左），脳幹の旁正中矢状断の正常例（右）との比較，中脳，橋の変形及び出血巣を示す。

巣が認められた（写真22）。出血形態は噴射状形態を示し，動脈血流走向に一致していた。更に鋭角をもつて分岐する細動脈を観察すると，樹枝状に分岐する分岐点で動脈の破綻性出血が認められた（写真23）。

組織学的には，動脈周囲性に強い実質性出血が認め

られ，これを繞固する脳実質も不規則な類壊死に陥っている。静脈は良く確保され破綻は認められなかった。一方大きな小動脈から鋭角的に分岐する細動脈部の出血巣では，明らかに壁の破綻が認められた。これら破綻性出血の周辺では脳実質のnecrobiosisがみられ



写真19 症例23 atr. mesencephalica より分岐し interpeduncular cistern を通過する medial perforator は著るしく伸展している。



写真20 症例23 動脈走行と一致した中脳の medial perforator の噴射状出血

glia 細胞は所謂 *glio-mesenchymal reaction* により eosin で淡赤染する胞体の変性がみられ、これは云い換えれば、この部に明らかな乏酸素性変化の先行したことを示すものと思われる。即ち循環障害、乏酸素性変化、類壊死、それに附随する血管壁の変化が一過性の中で惹起され、これが又外力による物理的变化と相応して

この様な出血を来したものと充分考えられる(写真24, 25)。

(IV) 総括並びに考按

頭部外傷に伴う頭蓋内病変は挫傷や血腫等の一次的脳損傷と、これに引き続いて惹起される脳腫脹や頭蓋



写真21 症例23 中脳、橋移行部の出血巣 medial perforator の噴射状出血



写真22 症例23 橋の出血巣 medial perforator は伸展し、下方へその走行は偏位し、動脈に一致した出血巣を認める。

内出血にもとずく頭蓋内圧亢進等の二次的病変に分けることが出来る。既に一時的脳損傷に関しては多くの学者によりその発生機序が解明されつつあるが、二次的病変、就中脳幹を中心とした病変に関しては多くの議論がある。

1878年Henri Duret⁴⁾の頭部外傷に伴なつた脳幹出血に関する実験的研究報告を、1920年Adolph Meyer⁵⁾が頭蓋内圧亢進に伴なつた脳の病理解剖学的偏位、即ち各種の herniation の報告をした。その後 Vincent⁶⁾, Spatz & Streescu⁷⁾, Evans & Scheinker⁸⁾ 等もこれを取り上げたが、多くはその研究対象を腫瘍、膿瘍、慢性硬膜下血腫等の慢性頭蓋内圧亢進に伴つた herniation、特に transtentorial herniation の臨床的並びに病理形態学的意義を論じている。本邦では脳腫瘍例において石井⁹⁾が、又脳外傷例に関しては西村¹⁰⁾、北村¹¹⁾、宮内¹²⁾、等がherniation について記載しているが、急性頭部外傷の transtentorial herniation 及び二次的脳幹出血についての総括的病理形態学的報告はほとんどなされていない。

頭蓋内圧亢進により惹起される病理形態学的変化は、単に transtentorial herniation と云う一つの形態で表現されるものではなく、これと同時に遂次的に惹起される脳幹を中心とした微妙な、動的な病理形態学的変化が herniation の陰にかくされているものであり、この両者の病態解明が即ち頭部外傷に於ける脳幹の二

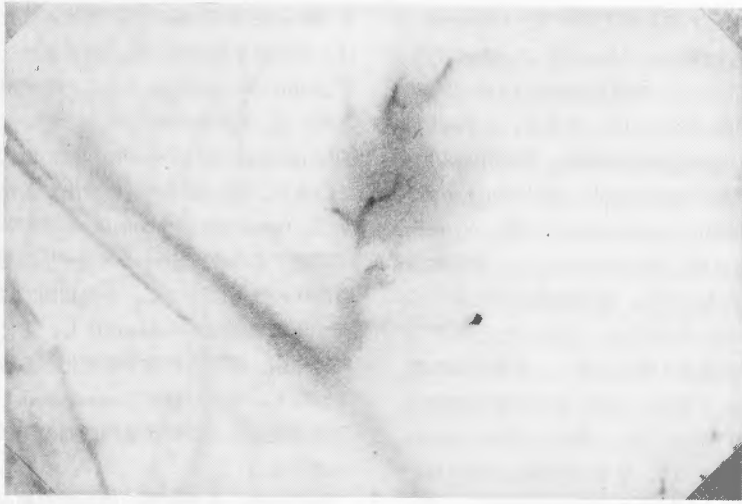


写真23 症例23 medial perforator の破綻性出血分岐点での動脈破綻が認められる。



写真24 動脈性出血。小動脈は壊死におちいり、動脈壁は破かいされ、好中球の浸潤をみる。出血巣の中には、壊死破かいをまねがれた小動脈もみられる。(HE 60×)



写真25 出血巣周囲の脳実質の類壊死巣。変性腫大したグリア細胞がみられる。(HE 200×)

次の循環障害の解明であるとする¹³⁾¹⁴⁾。transtentorial herniation の発生頻度は、Munro¹⁵⁾によれば硬膜下血腫134例中34例(25%)、硬膜外血腫は18例中8例(44%)、脳挫傷244例中20例(9%)であり、又Tandon¹⁶⁾によれば132例の頭部外傷剖検例中、脳幹出血を伴った49例中、9例はhippocampal とcerebellar herniationを合併し、又単独でhippocampal は5例、又cerebellar herniation は2例に認められたとし、又脳幹出血を伴わなかったものでは、発生頻度は更に少なく82例中に僅かに6例(10%以下)であつたとしている。又北村は頭部外傷8例の剖検に、穿通性脳挫傷を除く6例(75%)、又管内は7例の頭部外傷剖検脳中6例にtranstentorial (81%)及び5例のtonsillar herniationを認めたと述べている。筆者は84例の頭部外傷に69例のtranstentorial (約82%)及び26例のtonsillar herniation (38%)を認めたが、多数例について集計された欧米の報告と比較してその発生頻度は高い。一方脳腫瘍例にみる発生頻度は、Schwarz & Rosner¹⁷⁾は83%、Azambuja²⁾は約80%、LeBeau¹⁸⁾は側頭葉腫瘍の50%、前頭及び頭頂葉腫瘍の35%、そして後頭葉腫瘍の15%にtranstentorial herniationが認められたと報告している。外傷例或は腫瘍例のいずれにしても、その発生頻度に差異を認めることは病巣の種類、程度、或は頭蓋内圧亢進に対する治療の如何にかかわるものと考えられ、厳密な意味で各症例を比較することは困難であるが、又一方この発生頻度の差異はtranstentorial herniationの病理形態学的基準が一定していないことにも起因すると思われる。ここにtranstentorial herniationの基準を決定することが必要でないかと考える。

側頭葉内側面、即ち海馬回鈎ないし海馬回前半部に天幕游離縁の圧痕が認められることは既に報告されているが、Spatz & Strcescu, Schwarz & Rosner, Jefferson¹⁹⁾, LeBeau, Sunderland²⁰⁾等は、正常脳においても既に海馬回鈎の一部が天幕游離縁の内下方に突出していることを指摘している。しかしながら Schwarz & Rosnerは、正常脳の花馬回鈎の突出の証拠となる所の海馬回鈎の天幕游離縁による圧痕はpostmortem artifactであるとしたが、この圧痕より海馬回鈎の先端迄の距離は2mm乃至4mm以内にとどまるものとした。Jeffersonは同様の圧痕の存在はpostmortem artifactであり、正常脳では圧痕は浅く、その長さは1.5mm以内にとどまるものとしている。既述の如く筆者は50例の年令別正常脳について、圧痕より海馬回鈎最内側迄の水平直線距離を計測したが、最大値は4.5mm以内であ

り Schwarz & Rosner の計測値と近似している。筆者はこの圧痕を検索例の略全例に認めたので、この圧痕をpostmortem artifactであると断定出来る根拠はないと考える。Sunderlandは年令に伴った脳萎縮が、二次的にparatentorial cisternの容積の増大を来すと指摘しているが、単に海馬回鈎の突出が正常範囲を越すか否かで、transtentorial herniationの基準を決定することは問題であろう。Reid & Cone²¹⁾の報告によれば、頭蓋内圧の亢進に伴つて、その初期にはまず側頭葉内側面が天幕游離縁からherniateし、更に進行すると二次的に中脳、橋等の形態学的変化が惹起されるとしたことから、やはり軽度のtranstentorial herniationでは、天幕游離縁からの側頭葉内側面の突出度が問題となると考える。

海馬回鈎、海馬回等の側頭葉内側面が、天幕游離縁を越えて脳幹に対し二次的に種々の影響を与えることをtranstentorial herniationと呼ぶが、このことはtentorial pressure cone¹⁹⁾、transtentorial herniation of the brainstem²²⁾、uncal herniation²³⁾等、区々の名称で呼ばれて来たが、1956年Azambuja等はtranstentorial herniationに於ける解剖学的所見と、その脳血管写の所見を対比する為に、これをanterior, posterior, 及びcomplete herniationの三つに分けて記載した。本邦に於ても石井がこの名称を引用したが、筆者はherniated tissueの天幕游離縁からの突出の純形態学的な観察から、中脳レベルにおいて、herniated tissueと中脳の病理形態学的変化、更にherniated tissueと脳底を通過する動脈の相関関係を知る上からも、この名称が極めて妥当なものとする。しかしtranstentorial herniationにおいて、中脳の病変と共に重要な意味を持つ橋レベルに於ける変化は、これ迄に述べた如くこの分類とは直接的な関係はない。

筆者の分類したI型のtranstentorial herniationは従来所謂uncal herniationと呼ばれているもので、海馬回鈎を中心として、高度のherniationの場合には、梨状回、海馬回の前半部も含めて、これが天幕游離縁よりbasilar, interpeduncular, 及びwing of ambient cisternの前半部(図4参照)に嵌入して来るものである。これを物理的形態面から観察すれば、多くの場合herniated tissueは中脳を対側に偏位せしめると同時に、大脳脚部を圧排する為に対側への中脳の回転を惹起し、中脳の変形をも来すに至る。この他にherniated tissueは動眼神経、視束交叉、視神経、下垂体柄等にも影響を及ぼすものと考えられる。脳底面の観察では、既にpara-

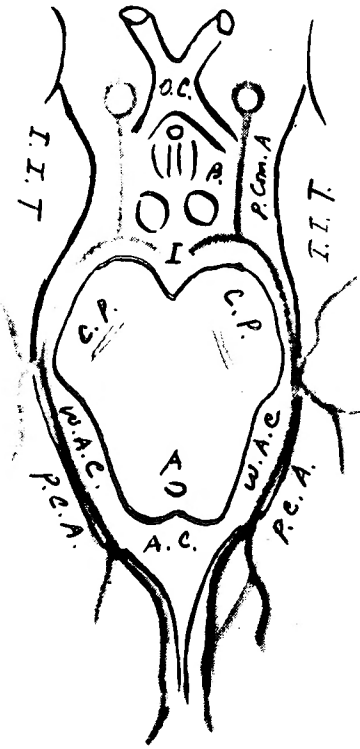


図 4 O. C. : optic chiasma
B. : basilar cistern
I. : interpeduncular cistern
C. P. : cerebral peduncle
A. : aqueduct
W.A.C. : wing of ambient cistern
A.C. : ambient cistern
I.I.T. : impressio incisurae tentorii
P.Com.A. : posterior communicating artery
P.C.A. : posterior cerebral artery

tentorial cistern の著るしい狭少化が認められる。II 型の両側性の anterior herniation は、I 型に比較してその程度はより高度で、basilar, interpeduncular cistern の閉塞も著るしい。左右の herniated tissue の突出程度

の差はあつても、中脳の偏位、回転は少なく脳幹は正中位に止ることが多い。他面中脳は herniated tissue より両側より圧排され前後径が延長し、西洋梨型を呈することもあるが、主として basilar cistern に陥入した場合は、中脳は herniated tissue によつて後方に押され、その前後径は短縮すると考えられる（写真 6 参照）。III 型の transtentorial herniation は anterior 及び posterior herniation の複合型であるが、中脳が側面より両側性に高度に圧迫される為前後径の著るしい延長を認め、特有な西洋梨型の変形を呈する。中脳の偏位、廻転は認められず、paratentorial cistern は完全に閉塞し、動眼神経、下垂体柄、視束交叉等は両側より圧迫を受けるものと考えられる（写真 7 参照）。IV 型は高度の herniation で、最も著るしい変化がみられる。即ち herniated tissue は海馬回鈎、海馬回のみならず、梨状回、舌状回、帯状回の一部を含み、中脳の対側への偏位も著るしく、しばしば対側の大脳脚には天幕游離縁による圧迫壊死が認められる。勿論 I 型の場合にも対側大脳脚の圧迫壊死を認めることもあるが、頻度は IV 型に比してかなり少ない。IV 型では他の型に比較して動眼神経、下垂体柄、視束交叉等の herniated tissue の圧迫も強く、又中脳は側面より広範に圧迫されるので、捻れは比較的軽度であるが、反面その前後径の延長は著るしい場合が多い（写真 9 参照）。Schwarz & Rosner, Jefferson 等は所謂 ring herniation や horse-shoe-herniation を報告しているが、これは高度の complete herniation や posterior herniation を両側性に合併したもので、筆者の外傷例ではこの範疇に属する例は認められなかつた。このことは即ち、慢性の頭蓋内圧亢進を来し、又大脳半球後部にも大きな space-occupying-lesion を認める際の脳腫瘍例と外傷例の相異に帰するものと思われる。

病巣の性状乃至部位と各型の herniation との相関を示したものが図 5 である。即ち、主として I 型を惹起

型	1	2	3	4
模式図				

図 5 各型の transtentorial herniation と病巣の相関

せしめる病巣は、片側性の前半脳底部の挫傷乃至これにクモ膜下出血を伴った症例である。Ⅱ型を呈する症例は両側性に前半脳底部よりその窮窿部に及ぶ出血壊死を伴った高度の挫傷、乃至挫傷に血腫を合併した場合に多く認められた。Ⅲ型は、両側性に広範に脳底部よりその窮窿部に及ぶ表在瀰漫性の出血、即ち両側性に認められた急性硬膜下出血やこれに挫傷を合併した場合、頭頂部に認められた血腫例等である。Ⅳ型の transtentorial herniation は、片側性広範囲に脳底よりその窮窿部に及ぶ血腫や挫傷を合併した症例に多く認められた。即ち前頭葉より側頭葉に及ぶ硬膜外血腫や、中頭蓋窩に多量の血液貯留を認めた広範な急性硬膜下出血、硬膜外血腫の症例である。従つてこの型別は常に一定の病巣で惹起されるとは云い難いが、病巣の程度と部位に密接な関係を有することは云う迄もない。Jefferson は片側性の脳浮腫が uncal herniation に重要な意義を有すると述べたが、大きな transtentorial herniation には腫脹、浮腫よりも出血壊死、出血、血腫等の space-occupying-lesion となり得る病変の存在が transtentorial herniation の発生により重要な factor をもつものと考えられる。Ⅰ型及びⅣ型の transtentorial herniation は、主として片側性病巣により惹起されるが、特にⅣ型は直接に側頭葉を内側に移動せしめる space-occupying-lesion の存在する時に認められることが多いと考えられる。Ⅲ型及びⅡ型は、いずれも両側に病巣が存在する時に認められるが、一般に頭部外傷における脳病変は、天幕上半脳底部及びその窮窿に好発するので²⁴⁾、Ⅱ型が多発すると考える。更にⅡ型に合併する病巣、例えば両側前半脳底及びその窮窿に認める挫傷に急性硬膜下出血を伴った症例で出血が頭頂葉、側頭葉へと後方に及んだ場合にⅢ型に移行することは十分に考えられる。若しⅢ型よりⅣ型に移行する場合があるとすれば、両側性病巣に著しい左右差を認め、病変が sylvian fissure の下方に及んで側頭葉を内側へ移動せしめる力が働いた場合が考えられる。Azambuja は側頭葉腫瘍では bilateral herniation は起り得ないこと、又 Schwarz & Rosner, Azambuja は central にある病変が左右対称の herniation を惹起するとしたことは、外傷例における病巣と transtentorial herniation の発生の相関関係と略一致する見解と思われる。

中脳を偏位せしめる transtentorial herniation はⅠ型及びⅣ型に多く herniation が高度の場合対側の天幕游離縁で大脳脚に圧迫壊死を生じ易いことは既に述べた

が、Kenorhan-Woltman²⁵⁾ は患側と同側の錐体路麻痺を起す原因をここに求めた。Ⅱ型、Ⅲ型でこの様な症候が惹起されるか否かは興味ある問題である。

transtentorial herniation に合併する中脳水道の閉塞は頭蓋内圧亢進を促進するが、筆者の症例では、肉眼的に中脳水道が全く閉塞された症例はいずれもⅢ型で、8例中4例に認めた。最も多彩な病変を合併するⅣ型に於ても、中脳水道の狭少化は認められるが、閉塞を認めるものはなかつた。Azambuja, Pia²⁶⁾ は海馬回鈎の内側が basilar cistern に侵入し、中脳を側後方に偏位せしめ、これが高度となつた時には中脳水道の閉塞が起るとした。Spatz & Stroescu は ambient cistern 及び wing of ambient cistern に側頭葉内側後部が侵入する場合に、又 Schwarz & Rosner は中脳が両側より圧迫される場合に、それぞれ中脳水道の閉塞を来し易いと述べているが、筆者の症例では強く両側より中脳後部を圧迫するⅢ型の場合に閉塞が起り易いと考えた根拠を与えている。

transtentorial herniation の型別に herniated tissue と後交通動脈及び後大脳動脈の関係を各症例についてそれぞれ検討を加えたが、これらを模式図として示したものが図6, 7, 8, 9である。Ⅰ型及びⅡ型の場合、後交通動脈は、anterior herniated tissue により内下方に偏位し伸展した状態となるが、血管腔の狭少や閉塞は認められない。一方後大脳動脈は、anterior herniated tissue と大脳脚の間を通過する際に圧迫を受け、血管腔の著しい狭少を来していることが多い。その後大脳動脈の anterior temporal branch は再び herniated tissue と天幕游離縁を横切る際に強く動脈圧迫を受けることになる(図6)。Ⅲ型の場合は、後交通動脈及び大脳脚を周り側頭葉内側部に至る間の後大脳動脈の態度は、Ⅰ型、Ⅱ型と略々同様と云える。しかし部以降で calcarine branch に至る間では、後大脳動脈は中脳後側部及び posterior herniated tissue との間に挟み込まれ、著しい血管腔の狭少を来す(写真8参照)。しかる後に再び posterior temporal branch 及び calcarine branch が天幕游離縁を横切る際に herniated tissue との間で強い圧迫を受ける(図7)。Ⅳ型では herniated tissue が大きく、多少他の型の動脈圧迫の態度と異なる。anterior herniated tissue は多くの場合後交通動脈を内下方へ圧排偏位せしめるが、時に herniated tissue の内側に巻き込まれて、著しい内下方偏位を認めない場合もある。又後大脳動脈についても同様のことが云え、herniated tissue に巻き込まれて直接に中脳との間



図6 I型, II型に認められる herniated tissue の中脳及び P. Com. A., P. C. A. に対する圧迫の相関々係。↑は動脈圧迫部位を示す。

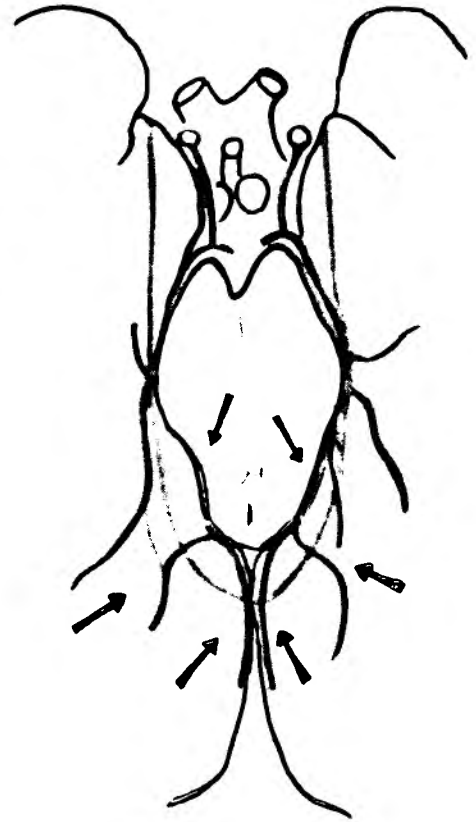


図7 III型に認められる herniated tissue の中脳及び P. Com. A., P. C. A. に対する圧迫の相関々係。↑は動脈圧迫部位を示す。

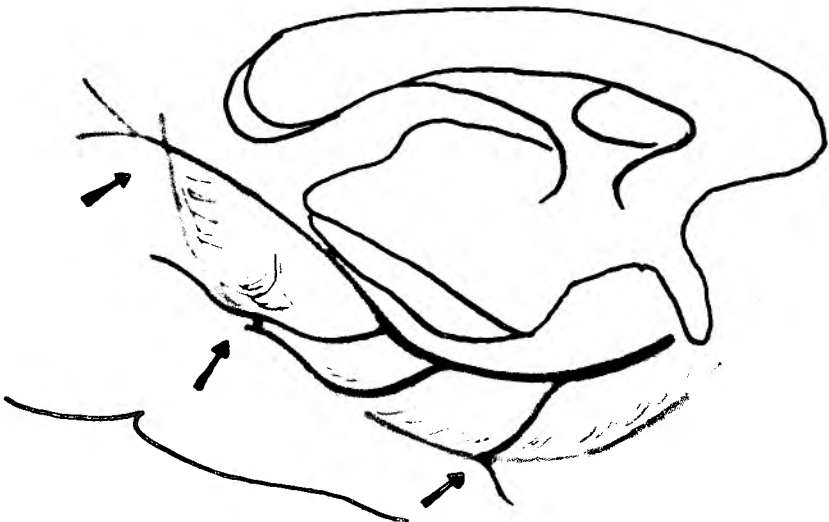


図8 P.C.A. は herniated tissue に巻き込まれる為、P.C.A. の分枝のみ天幕により圧迫される(↑)。

で圧迫されない場合も多い(図8)。しかし後大脳動脈の各分枝はherniated tissueが大であるだけに、天幕游離縁の間で受ける圧迫が著明であることは云うまでもない。即ち各型別に後大脳動脈の圧迫部位に差を認め、又単に天幕と動脈の交叉する点でのみ動脈の圧迫が惹起されるのではないことが判然とした。もしもherniationに合併してこれら動脈圧迫による二次的循環障害が発生するならば、各型別にそれぞれ異なつた部位に出血梗塞等の二次的な病理形態学的変化を認め得るものと考えるか、筆者が既に経験したcalcarine branchに一致した出血梗塞を合併した高令者頭蓋咽頭腫例²⁷⁾にtranstentorial herniationを認めなかつた事実と考え合せ、動脈圧迫と二次的病果の発生には充分な検討を要するものとする。筆者の69例の頭部外傷に於ても、動脈圧迫を起す部位は認められたが、一例にも梗塞性変化は認めなかつた。既にPenfield & MacEachern²⁸⁾は対側の天幕游離縁が後大脳動脈を圧迫し後頭葉に出血壊死果を生ずるのではないかと述べたが、その後Moor & Stern²⁹⁾、Lindenberg³⁰⁾も後大脳動脈又はその分枝が天幕を横切る際に圧迫を受け、動脈灌流域に一致した二次的循環障害が起るのではないかと述べた。一方Evans & Scheinkerはこれら形態学的変化を後大脳静脈又はGallen氏大静脈が閉塞される為にウツ血が起ることが原因であるとした。いつれにしても、単純な動脈圧迫ではこのような病像は惹起されないと考えられるし、又筆者の症例にも動脈灌流域に一致した出血壊死果を認めなかつたこと、単に圧迫と云う物理的な因子のみでなく、他の因子が競合することによりこのような病態像が形作られるのではないかと考える(図9)。又herniated tissueによる血管の偏位、伸展、屈曲等は、大きな動脈群に対する二次的循環障害よりも、むしろ後交通、後大脳動脈及び脳底動脈の脳幹への穿通枝、特に旁正中系動脈群に属する細い動脈に及ぼす影響の方がより大と思われるので、脳幹部、特に血管系の変化を主体にtranstentorial herniationと脳幹出血に触れたい。

筆者はtranstentorial herniationと脳幹出血の相關関係を解析する上に、次の二つの事項が最も重要なものと考え、即ち(1) transtentorial herniationに伴つたinterpeduncular及びprepontine cisternの閉塞がmedial perforatorに閉塞乃至圧迫等の機械的障害を与え、それぞれ中脳、橋の当該動脈灌流域に乏酸素血性の循環障害を惹起すること、(2) 乏酸素血性変化を受けたmedial perforatorはtranstentorial herniationによつて

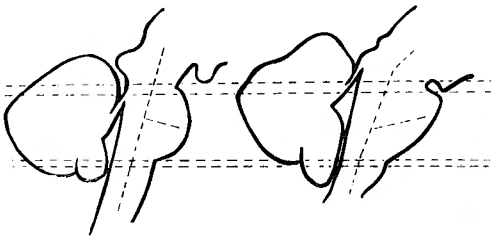


図9 IV型に認められる herniated tissue の中脳及び P. Com. A., P. C. A. に対する圧迫の相關々係。↑は動脈圧迫部位を示す。

惹起される特有な脳幹変形により機械的な外力を受けて動脈の破綻を起すこと。以上の観点より、脳幹変形とmedial perforatorの動態について総合的知見を述べたい。

(1) 脳幹の変形

既に中脳レベルに於ける herniated tissue と中脳の変形の相關については述べたが、ここで脳幹の矢状断で中脳及び橋の変形について述べる。症例23における脳幹の旁正中矢状断を正常脳と対比してみると(図10)、天幕上の脳容積の増大は、中脳を中心とした脳幹のangulationを来している。このことはherniated tissueによるinterpeduncular及びprepontine cisternの閉塞と共に考慮せねばならぬ事実である。中脳はtentorial levelで主としてherniated tissueの作用でangulationと共に、前後径の延長を主体とした変形を認める。橋はその前面が強く斜台に押し付けられて扁平化し、pre-



(Angulation, Compression, Stretching, Caudal displacement, Narrowed Interpeduncular Space)

図10 Deformity of Brainstem

pontine cistern は閉塞している。一方天幕上の圧亢進及び脳容積の増大は、小脳天幕を下方に膨出せしめ、小脳前葉は下方への外力を受ける。この小脳を下方へ押す外力は橋背部をもその前部より下降せしめる力となる為に、斜台に圧迫固定された状態にある橋前面より、橋後部は下降し、ここに橋の変形、主として歪が生ずると考える。又小脳前葉に認める天幕圧痕は、小脳天幕の下方への膨出の証拠と考えられるが、この際に山頂を中心とした小脳前葉の一部は天幕遊離縁後部をくぐり抜け、一部は ambient cistern に侵入する。又天幕の下方膨出の為に惹起される脳幹の下降は、延髄の下部が歯状靱帯により硬膜に固定されている為に限度があり³¹⁾³²⁾、従つて天幕を介した小脳の下方への圧迫は、小脳扁桃をも大後頭孔から押し出すことにもなる。このことが天幕上病変で tonsillar herniation が発生する一機点となるものと考える (図11)。

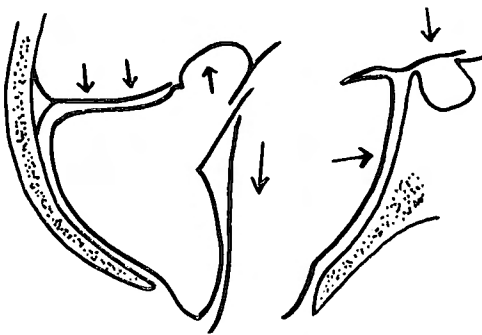


図11 頭蓋内圧亢進に際する天幕、中脳、橋、小脳の動き (↑は外力方向を示す)(症例23)

(11)

従来、脳の血管分布を検索する為に、色素注入³³⁾、造影剤注入によるX線学的検索³⁴⁾、合成樹脂による鋳型標本作製等³⁵⁾³⁶⁾が試みられて来たが、これらは脳血管に異物を加圧注入する為に血管又は脳実質に機械的

損傷を加える危険があり、又この様な操作を加えた資料に充分な解剖学的、組織学的検索を行ない得ない欠点もあると考える。筆者は、medial perforator の様に比較的直線の走行を示す動脈の検索にはキシレン透徹法は簡便で、充分に役立つものと考え、筆者の正常脳における medial perforator の知見は、勝木³⁵⁾、向井³⁶⁾、等の合成樹脂標本の検索所見と略々大差はない (図12)。

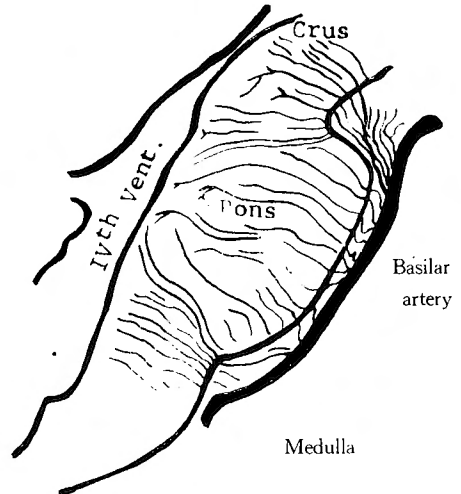
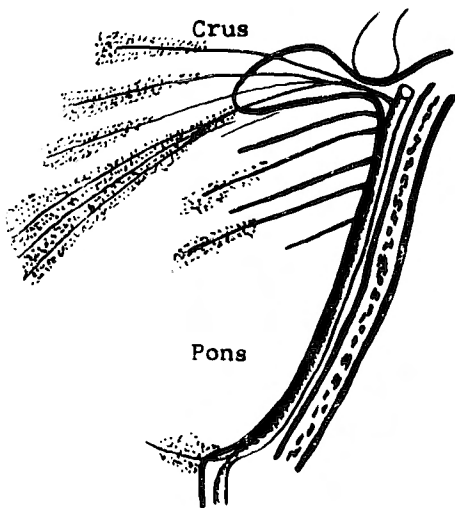


図12 Distribution of Paramedian artery in Brainstem

実体顕微鏡下にキシレン透徹した外傷例の脳幹を観察すると、interpeduncular cistern 或は prepontine cistern を通過する際の medial perforator の知見、又中脳、橋を穿通する際の medial perforator の動態及びそれらの動脈と出血巣との相関関係を把握することが可能である。閉塞した interpeduncular cistern を通過する medial perforator は herniated tissue の侵入、或は中脳、橋移行部の angulation と相俟つて、著るしく伸展し、又時に強く屈曲しているのを認める。このことは、当然 interpeduncular cistern を通過する medial perforator に血管腔の閉塞或は狭小等の機械的障害を与え、これらの動脈灌流域である中脳、中脳橋移行部、橋上部に乏酸素血性の病変を惹起することになる。又閉塞した prepontine cistern を通過する medial perforator についても同様な現象を認め、medial perforator は斜台と斜台に向つて強く押し付けられる橋との間に強く圧迫されて屈曲している。又 medial perforator が脳底動脈より逆行性に分岐する場合は、medial perforator はその分岐点で順行性分岐の場合よりも容易に血管腔の閉塞や

狭少を受け易いと考えられる。この結果橋に於ても動脈灌流域に沿った乏酸素血性病変が惹起されると考える。

interpeduncular cistern を通過し、中脳、中脳橋移行部更に橋上部より弧を描いて中脳水道下部より第四脳室上部へ穿通する medial perforator を検索すると、正常脳ではやや弛緩した走行を示す medial perforator は著しく伸展し直線的走行を示し、所々全く動脈走行と一致した噴射状出血巣をみとめる。この事実は、中脳、中脳橋移行部が示す変形が、ここを穿通する medial perforator に伸展又は剪断等の物理的影響を支えていることを示している。橋の変形は、橋背部がその前部よりも下降する歪を主体とした変形であると上述したが、medial perforator が伸展性に直線的走行を示し、又その走行が下方に向きを転じていることは、この変形を裏書きするものであると同時に、橋の変形が medial perforator に伸展、剪断等の物理的影響を与えている証拠である。以上の事項を模式図として図13に示した。更に各 medial perforator より分岐する細動脈は鋭角的又時に逆行性に分岐することが多いので、脳幹の変形により惹起される動脈に対する伸展、剪断等の外力はここに於ても著しく作用し、これら細動脈



Arterial hemorrhage

脳幹出血の模式図 (症例23)

- (1) interpeduncular cistern 及び (2) prepontine cistern の閉塞又は狭少化 (3) medial perforator の伸展、剪断及び出血

図13 Brainstem Hemorrhage



図14 Arterial Hemorrhage

の破綻も惹起される (図14)。組織学的検索にも裏付けられる様に medial perforator に認められる上述の出血は、interpeduncular cistern 及び prepontine cistern の閉塞に基づいた当該動脈灌流域に乏酸素血性の病変が惹起され、これに附随した血管壁の変化が一過性の中に惹起され、更に transtentorial herniation により生じた脳幹変形が、上述の変化を受けた血管壁を破綻すると考える。

頭蓋内圧亢進に伴う脳幹出血について、従来の文献をみると、1878年 Henri Duret⁴⁾ は、頭部外傷に認められる脳幹出血は髄液中を伝搬する "Shock Wave" が、中脳水道下部から第四脳室底の上衣組織下に二次的出血を惹起し、これは Shock wave が medial perforator に攣縮を起すことが原因であるとした。1911年 Kolisko³⁷⁾ は、頭蓋内圧上昇に併つて橋背部が偏位し、橋の medial perforator に剪断又は伸展が起り、これが橋の二次出血の原因となると仮定した。Wilson & Winkelmann³⁸⁾ は二次的橋出血は、頭蓋内圧亢進で橋が斜台に強く圧迫され medial perforator や circumferential artery に循環障害が惹起されることがその原因であるとした。Rosenhagen³⁹⁾ は脳膿瘍例に認められた橋出血が、Henri Duret の述べた出血に類似することを指摘し、脳外傷に伴う "Shock wave" が橋に二次出血を惹起するとの論に疑問をもつたが、氏は出血は動脈に沿ったものではあるが、静脈のうつ滞に伴つた赤血球の Virchow-Robin 氏腔への濾出がその本態であるとした。Hermann⁴⁰⁾ も橋の二次出血の原因を橋前面が強く斜台に押し付けられることに求めたが、Bannwarth⁴¹⁾ は tonsillar herniation が橋の静脈灌流を阻害し、静脈系のうつ滞、充血が起り、血管の拡張、赤血球の濾出を来し、最終的に血管壁の破綻も生ずるとの静脈出血説を述べた。Moor & Stern²⁹⁾ は橋の二次出

血は medial perforator に沿った血管周囲性のもので、天幕の上下の圧差が脳底動脈の血流をせき止め、この様な条件のもとで急激な収縮期動脈血圧の上昇が medial perforator に破綻性出血を起すと考えた。Evans & Scheinker, Scheinker²²⁾, Cannon⁴²⁾ 等は中脳、橋の静脈環流がGallen氏大静脈や superior petrosal sinus で阻害され、当該部位の大量の静脈うつ滞を来し薄い静脈壁に乏酸素血性の変化が起り、組織の粗である periaqueductal tegmentum に静脈性出血を起すと述べた。この静脈性出血の理論はGuiot & Janny⁴³⁾, LeBeau⁴⁴⁾, Pia²⁶⁾ 等によつても強く支持された。その後 Atkinson⁴⁵⁾, Rowbotham⁴⁶⁾ は動脈性出血を主張したが、Rowbotham は静脈性出血が一般的な出血であるが、動脈性出血も頻度は少ないが認められること、更に動脈が伸展される時に血管攣縮が起り、これが動脈出血の原因となつた。Lindenberg⁴⁷⁾ は頭蓋内圧の上昇に際して、天幕に近接する動脈は圧迫され、一過性の血圧の下降はその灌流域に動脈閉塞にもとづく ischemic lesion を形成するとした。もし血圧が上昇し当該動脈灌流域に血流が再建されるならば、その領域に動脈破綻性出血が起り得るとした。橋に認める出血は interpeduncular cistern の閉塞にもとづく medial perforator の血流遮断の後に、血流が再建された場合であると述べ、又橋下部の出血は medial perforator が橋の後部の下降に一致して伸展される為に惹起されるとした。Gänshirt⁴⁸⁾ も強くこの説に賛意を示している。Johnson & Yates⁴⁹⁾⁵⁰⁾⁵¹⁾ は中脳の被蓋正中に認める出血は transtentorial herniation による中脳の前後径の延長により脳実質と medial perforator との間に擦れを生ずることが出血の原因であるとし、又橋の出血は、橋後部がその前部より下降する際に medial perforator は著しく下方へと伸展されることが出血の原因であるとした。そしてこれらの事実を屍体脳の medial perforator に造影剤を注入し、レ線写真をもつて、動脈出血が中脳、橋の変形に伴つて惹起されるとして、この理論を裏付けた。Blackwood⁵²⁾ の理論も Johnson & Yates のものと大差はないが、transtentorial herniation で脳底動脈の上端部は天幕遊離縁の部で固定される為に、脳幹の下降に際して medial perforator が著しく伸展を受ける為に出血を来すと述べた。上述の如く数多くの二次的脳幹出血に関する理論を通覧するに、筆者の述べた脳幹出血とそのメカニズムについて総括的見解に於ては一致をみない。筆者の検索した11例の中脳、橋被蓋正中に位置する出血巣に関しては、明らかに動脈

出血であることが結論出来る。その動脈出血の原因と考えられる事項は、いづれも上述の動脈出血を主張した学者の個々の意見に一応うなづけるものもある。著者の総合的立場よりの解釈よりすれば次の2項が特に重要なものと考えられる。(1) transtentorial herniation に際しては、interpeduncular cistern 及び prepontine cistern の閉塞が惹起され、これを通過する medial perforator が中脳、橋の動脈支配域に沿つて乏酸素血性変化を産み、(2) 既に乏酸素血性病変を有する中脳、橋の medial perforator に、中脳レベルに於ては主として前後径の延長で代表される変形が、又橋レベルに於ては、橋背部がその前部より下降する歪変形が作用し、medial perforator の破綻を来すものと考ええる。

(V) 結 語

筆者は急性期頭部外傷剖検脳69例について、transtentorial herniation の統計的並びに病理形態学的検索を行ない、又これらの症例の中脳及び橋被蓋正中に位置した肉眼的出血巣について、その出血形態及び出血のメカニズムについて検討を試みた。

(i) 正常脳にて、海馬回鈎、海馬回等の形態を観察し、transtentorial herniation の基準について、二、三の検討を行なつた。

(ii) 外傷脳69例についてtranstentorial herniation の形態を観察し、これを四型に分類した。この型分類に従つて、transtentorial herniation の各型と病巣の相関関係を検討した。

(iii) 各型別に脳幹、脳底表に動脈群の病理形態的变化について考察を行なつた。

(iv) 頭蓋内圧上昇によつて惹起される tonsillar, sphenoidal herniation 等について、transtentorial herniation との相関や統計的並びに病理形態学的検索を行ない、特に天幕上病巣に合併した tonsillar herniation の発生メカニズムについて考按した。

(v) 正常脳の中脳及び橋の形態及びその動脈分布を観察し、transtentorial herniation と合併した脳幹の変形と中脳、橋に分布する動脈就中、medial perforator の相関動態を比較検討し、中脳、橋被蓋正中線上に認めた動脈破綻性出血とそのメカニズムについて考察した。

綱筆するにあたり、終始御懇篤なる御指導、御校閲を賜つた恩師 田中教授に衷心より感謝の意を表します。本研究について、種々御鞭撻戴いた本学第二外科

教室，教室員各位，並びに種々症例検討の機会を与えて下さった東京都監察医務院，監察医各位に感謝致します。又病理学的検討について御援助いただいた東京都監察医，本学病理学教室講師，乾道夫博士に感謝致します。

尙本研究の要旨は，第65回日本外科学会総会，第24回，第25回日本脳神経外科学会に於て発表した。

参 考 文 献

- 1) Finney, L.A. and Walker, A.E. : Transtentorial Herniation. Charles C Thomas Publisher., 1962.
- 2) Azambuja, N., Lindgren, E., and Sjögren, S.E. : Tentorial Herniations. Acta radiol., **46** : 215, 1956.
- 3) Kaplan, H. : The brain vascular system. Elsevier Publishing Company, 1966
- 4) Duret, H. : Études expérimentales et cliniques sur les traumatismes craneocérébraux, Delahaye Paris, France, : 369, 1878.
- 5) Meyer, A. : Herniation of the brain, A.M.A. Neurol. and Psychiat., **4** : 387, 1920.
- 6) Vincent, C., Rappoport, F., U. Thiebaut, F. : Apropos de l'ablation des gliomes du cerveau par l'électrocoagulation, oedème cérébral. Cône de pression temporal, Rev. Neurol., **116**, 1930.
- 7) Spitz, H. and Stroescu, G.T. : Zur Anatomie und Pathologie der äusseren Liquorraume des Gehirn, Nervenarzt, **7** : 481, 1934.
- 8) Evans, J.P. and Scheinker, L.M. . Histologic studies of brain following head trauma : post-traumatic infarction of cerebral arteries with consideration of associated clinical picture, A. M A. Arch. Neurol. and Psychiat., **50** : 258, 1943.
- 9) 石井昌三他：脳腫瘍に伴う脳循環障害，神経研究の進歩，**5** (2) : 411, 1961.
- 10) 西村菊夫：海馬回鉤嵌頓の一例，脳と神経，**10** (9) : 644, 1958.
- 11) 北村勝俊：頭部外傷の治療法の検討，脳と神経，**14** (10) : 913, 1962.
- 12) 宮内文明：頭部外傷の研究，日大医学雑誌，**22** (1) : 1, 1963
- 13) 乾 道夫他：所謂閉鎖性頭部外傷の脳の病理形態について，災害医学，**8** (2) : 83, 1965.
- 14) 佐藤 潔，乾 道夫：急性頭部外傷における Transtentorial Herniationの病理形態について，**8** (12) : 720, 1965.
- 15) Munro, D. and Sisson, W.R. Jr. : Hernia through the incisura of the tentorium cerebelli in connection with craniocerebral trauma, New England J. Med., **247** : 699, 1952.
- 16) Tandon, P.N. : Brain-stem hemorrhage in craniocerebral trauma. Acta Neurol. Scand., **40** (4) : 375, 1964.
- 17) Schwarz, G.A., and Rosner, A.A. : Displacement and herniation of hippocampal gyrus through the incisura tentorii : Clinicopathologic study, A.M.A. Arch. Neurol. Psychiat., **46** : 297, 1941.
- 18) LeBeau, J. : Prognostic de l'hypertension intracranienne par cérébrale, Sc. Medic. Pratique, **5** : 109, 1938.
- 19) Jefferson, G. : Tentorial pressure cone, A.M. A. Arch. neurol. and psychiat., **40** : 857, 1938.
- 20) Sunderland, S. : The tentorial notch and complications produced by herniation of the brain through that aperture, Brit. J. Surg., **45** : 422, 1958.
- 21) Reid, W.V. and Cone, W.V. : The mechanism of fixed dilatation of the pupil resulting from ipsilateral compression, J.A.M.A., **112** : 2030, 1939.
- 22) Scheinker, L.M. : Transtentorial herniation of brainstem : Characteristic clinicopathologic syndrome, pathogenesis of hemorrhages in the brainstem, A.M.A. Arch. Neurol. Psychiat., **53** : 289, 1945.
- 23) Gurdjian, E.S. and Webster, J.E. : Head Injuries, London : Churchill, 1958.
- 24) 叶沢竜一：頭部外傷に関する研究，日本外科宝函，**30** (4) : 591, 19.
- 25) Kenorhan, J.W., and Woltman, H.E. : Incisura of the crus due to contralateral braintumor, A.M.A. Arch. Neurol. and Psychiat., **21** : 274, 1929.
- 26) Pia, H.W. : Die Schädigung des Hirntraumes

- bei den raumfordernden Prozessen des Gehirns, Acta neurochir. Suppl. **IV** : 182, 1957.
- 27) 佐藤 潔他 : 高令者の頭蓋咽頭腫の2例, 第27回日本臨床外科医学会経会, 1965.
- 28) Penfield, W., and MacEachern, D. : Intracranial Tumor, Oxford Medicine, **IV** : 137, 1938.
- 29) Moore, M.T. and Stern, K. : Vascular lesions in brainstem and occipital lobe occurring in association with brain tumors, Brain, **61** : 70, 1938.
- 30) Lindenberg, R. : Compression of brain arteries as pathogenetic factor for tissue necroses and their areas of predilection, J. Neuropath. Exper. Neurol., **14** : 223, 1955.
- 31) Howell, D.A. : Brainstem and foraminal impaction, Brain, **82** : 525, 1959.
- 32) Thompson, R.K. and Malina, S. : Dynamic axial brain-stem distortion as mechanism explaining the cardiorespiratory changes in increased intracranial pressure, J. Neurosurg. **16** : 664, 1959.
- 33) 村橋 鴻 : 大脳の動脈について, 東京医学会雑誌, **42 (6)** : 1218, 1928.
- 34) 山村武夫他 : 超軟X線による人体脳の血管構築(動脈及び静脈)について, 神経研究の進歩, **9 (1)** : 168, 1966.
- 35) 勝木司馬之助他 : 脳血管の構築学的特性—合成樹脂注入法による検討—, 神経研究の進歩, **5 (2)** : 277, 1961.
- 36) 向井紀二 : 脳血管の構築学的特性—病理学的見地から—, 神経研究の進歩, **5 (2)** : 290, 1961.
- 37) Kolisko, A. : Über Gehirnrupturn. Beit. z. gerichtl. Med., **1** : 17, 1911.
- 38) Wilson, G. and Winkelman, N.W. : Gross pontine bleeding in traumatic and non-traumatic cerebral lesions, A. M. A. Arch. Neurol. and Psychiat., **15** : 455, 1926.
- 39) Rosenhagen, H. : Pons und Haubenblutung als Komplikationen von Tumoren des Grosshirn, Deutsch Ztschr. f. Nervenhe., **127** : 27, 1932.
- 40) Hermann, G. : Die mechanischen Druckrichtungen beim Hirntumoren und ihre lokalisatorische Verwertbarkeit, Ztsch. f. d. ges. Neurol. u. Psychiat., **122** : 323, 1929.
- 41) Bannwarth, A. : Zur Pathologie des Hirntumors : Diagnostische Irrtümer unter besonderer Berücksichtigung der Klinik des Schläfenlappen- und Kleinhirnbrückenwinkel-tumoren, Arch. Psychiat., **103** : 471, 1935.
- 42) Cannon, B. W. : Acute vascular lesions of brainstem : complication of supratentorial space-occupying lesions, A. M. A. Arch. Neurol. and Psychiat., **66** : 687, 1951.
- 43) Guiot, G. and Janny, P. : La réduction chirurgicale de la hernie temporale, Semaine Hôsp. Paris, **23** : 748, 1948.
- 44) from 1
- 45) Atkinson, W.J. : Arterial supply of the tegmentum and hypothalamus and its relation to vascular lesion of the brainstem and autonomic disturbances : Ann. Roy. Coll. Surgeons England, **7** : 38, 1950.
- 46) Rowbotham, G. F. : Acute Injuries of the Head, IV, E. and S. Livingstone LTD, 1964.
- 47) Lindenberg, R. : (30) and the mechanism of cerebral contusions, A.M.A. Archives of pathology, **60** : 440, 1960.
- 48) Ganshirt, H. : Über den zentralen Tod beim Hirntumor, Deutsch. Ztschr. Nervenhe. **166** : 247, 1951.
- 49) Johnson, R. T. and Yates, P. O. : Tentorial herniation and midbrain deformity. A clinicopathological study, Proceeding of the Second International Congress of Neuropathology, London, : 329, 1955.
- 50) Johnson, R.T. and Yates, P.O. : Clinicopathological aspects of pressure changes at the tentorium, Acta radiol., **46** : 242, 1956.
- 51) Johnson, R.T. and Yates, P.O. : Brainstem hemorrhages in expanding supratentorial condition, Acta radiol., **46** : 250, 1956.
- 52) Blackwood, W., In neuropathology of Greenfield, J.G., Edward Arnold (Publishers) LTD. London : 96, 1958.