

# シンポジウム

## 6. 脳外科の麻酔

### —脳外科の立場から—

山浦 晶\*

#### I. はじめに

脳外科医と麻酔医との対話は日常の活動の場では必ずしも十分なされていないというのが、私の印象である。両者の共通の目的は、患者に良くってもらうこと、につぎるのであるが、私が思い浮べる両者の姿は、vital sign のチェック、出血と輸血のバランス、血液ガスのコントロールなどに追われる麻酔医と、手術用顕微鏡を通して頭蓋内の処置に(時間のたつのも忘れて)没頭する脳外科医の姿で、スクリーン一枚を隔てた1m以内に1人の患者に対して作業しているにもかかわらず、かわされる会話は少ない。両者とも、脳の循環や代謝、頭蓋内圧のことなどいつも気にしており、それぞれの立場から文献を読み研究しているにちがいない。本文では、脳外科医の立場から、各疾患において何をおそれ何を期待しているのか述べてみたい。その中には、麻酔医により簡単に解決の糸口が与えられることもあろうし、またある面で脳外科医をより理解していただけるであろう。また、麻酔医の方々のご発表に同様の可能性を求めてみたいと思う。

#### II. 頭部外傷

CT スキャンの普及によりこれまでは、術中に脳表の所見より推察するか、剖検をまたなければ知ることのできなかつた脳実質内の変化を経時的に観察できるようになった<sup>37,40)</sup>。CT スキャンの時代となり注目をあびている現象のひとつに

delayed traumatic intracerebral hematoma (DTICH) がある。これは初回 CT スキャンには血腫がないにもかかわらず、時間を追って脳実質内に血腫が出現してくるダイナミックな変化であるが、その pathogenesis として傷脳に循環や代謝の障害が進行し、小出血巣が融合拡大してゆることが推定されている<sup>6,35)</sup>。図1に示したように受傷後6時間以内の CT スキャン上すでに high density と low density の入りまじった、いわゆる salt and pepper の所見(挫創)があり、それが24時間以内に、はっきりした脳内血腫に育ってゆく

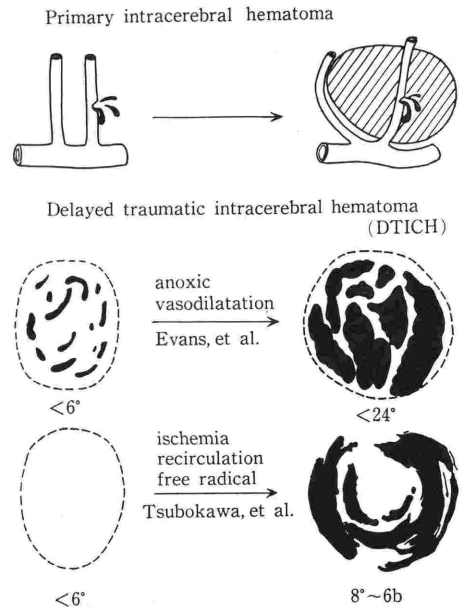


図1. Pathogenesis of posttraumatic intracerebral hematomas.

\*千葉大学医学部脳神経外科教室 助教授

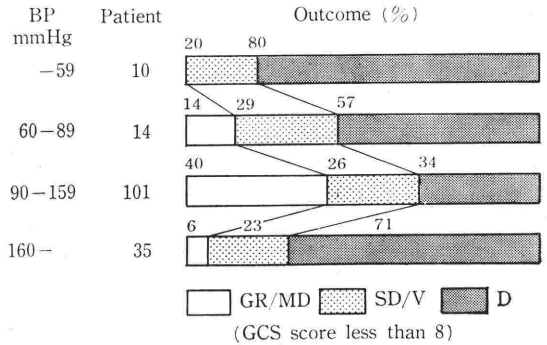
ものと、初回 CT スキャンには所見がなくても 8 時間～6 日目ぐらいまでに脳内血腫の形成される 2 つのタイプに分けるもの<sup>35)</sup>と、脳内血腫の形成された時点で両者の区別はつけがたく、また手術適応や予後のうえからも差がないために一括して出血巣 hemorrhagic lesion とするものがある<sup>40)</sup>。いずれにしろ、経時的に病態は進展するものであり、われわれはこうした脳実質損傷の進行に systemic factors (表 1) が関係しているのでは

表 1. Systemic factors related to the secondary brain damage in head injury

Cardiovascular
hypertension
hyperdynamic state
hypotension
Pulmonary
direct chest injury
delayed pulmonary dysfunction
Clotting Abnormality

ないか、またそうであれば、受傷後できるだけ早期に患者の管理に工夫をしはじめれば、DTICH のあるものは発生を防げるか、minimal にとどめることができるのではという野心をもって検討をはじめたところである。今回は、きわめて preliminary なデータしか示すことができないが、表 2 に示すように、入院時の収縮期血圧と予後の関係を見ると、160mmHg 以上の群の予後は、入院時ショック状態にあったものと同様に悪い

表 2. Systolic blood pressure on admission and the outcome in head injury. Note that the patients with blood pressure higher than 160mmHg possess the poor outcome just as the patients in shock state.



ということに気づく(中村弘ら未発表データ)。PaCO<sub>2</sub> との関係も、程度の差はあれ、これと同様であった。次に入院時収縮期血圧と、脳実質所見を比較すると(表 3), Glasgow Coma Scale<sup>34, 38)</sup> 8 以下の重症例 53 例の分析であるが、血圧が 90 mmHg 以下の群にも、160mmHg 以上の群にも、脳実質所見が normal であったものは 1 例もなかった。今回の分析では、各脳実質所見と血圧との間には、関連を見出すまでに至っていない。PaCO<sub>2</sub> の分析もほぼ同様であった。今後は血圧や血液ガス分析を経時的に、CT スキャンとともに追ってゆき外傷脳の病態を最小限にとどめうる道をさぐりたいと考えている。

表 3. Systolic blood pressure and parenchymal CT findings. None of the patients with abnormal blood pressure showed "normal" CT findings. There was no significant correlation between low or high blood pressure vs. parenchymal abnormalities.

	nomal	hemisph. swelling	hemorrhagic lesions	diffuse swelling	total
patient	7	14	28	4	53
mortality	0(0%)	12(86%)	11(39%)	2	25(47%)
BP mmHg					
-89	0	2(14%)	7(25%)	1	10
90-159	7(100%)	9(64%)	16(57%)	3	35
160-	0	3(21%)	5(18%)	0	8

(GCS scorz less than 8)

Clifton ら<sup>4)</sup> (1983) は15例の Glasgow Coma Scale 4~7の重症頭部外傷で、かつ頭部以外に大きな損傷のない症例につき循環系のデータを分析し、hypertension, tachycardia, cardiac output 増加, pulmonary shunting 増加, arterial epinephrine and norepinephrine level 上昇などを認め、こうした hyperdynamic state の程度は、頭蓋内圧, Glasgow Coma Scale (臨床的重症度), CT スキャン所見とは関連しなかったという。Major systemic trauma の際には hypermetabolic response に見合う分の hyperdynamic state がえられないと、致命的な結果になるが、頭部外傷における極端な hyperdynamic state は、外傷脳が dysautoregulation の状態にあることを考慮すると、収縮期血圧の上昇（これが特徴的である）がそのまま脳血流の増加と頭蓋内圧の上昇をきたし、さらに脳損傷を悪化せしめるであろう。Robertson ら<sup>26)</sup> (1983) は、頭部外傷後の hyperdynamic state に対し propranolol と hydralazine の効果を検討し、beta-blocking 作用と血中カテコールアミンを下げる作用より前者は血圧を正常化しかつ abnormal cardiovascular response をしずめたが、peripheral vasodilating drug である後者は血圧を下げるものの cardiopulmonary abnormality はむしろ悪化させたという。

著者らは、頭部外傷後の maladaptive hyperdynamic state は、とくに挫創脳における病態の進行や、他の頭蓋内血腫の形成に悪い影響を及ぼし、この点で治療効果を期待しているが、一方では、頭蓋内圧亢進に対する血圧の上昇反応 (Cushing response) のように防御的なメカニズムも考えられるわけで、Robertson らも指摘するように収縮期血圧を 160mmHg におさえるくらいが最適かも知れない。いずれにしても頭蓋内圧のモニターは、脳灌流圧を知るうえで、必須である。

血圧低下や低酸素血症が、脳実質に CT スキャン上 low density を発生せしめるひとつの重要な要因になることは知られている<sup>29)</sup>。また、血圧低下や低酸素血症の治療の後に、出血巣をきたしうることも想像にかたくない。この血圧低下や低酸素血症が他部の major systemic injury による場合もあるが、chest injury がないにもかかわらず頭部外傷後に呼吸不全のみられることがあ

る。受傷直後より起こる fulminant pulmonary edema のほかに、明らかに pulmonary function がおちついてから起きてくる delayed gas exchange abnormalities についても近年注目されてきた。Popps ら<sup>24)</sup> (1982) は Glasgow Coma Scale 7 以下の13例中3例に  $P_aO_2 \leq 80$  torr を認め、メカニズムとして mismatching of the distribution of ventilation and perfusion によるものと考えているが、頭蓋内圧や脳灌流圧とも相関せず、中枢性メカニズムについては明らかにしていない。また、外傷にかぎらず、脳血管障害の発作時、呼吸が一時的にしろ抑制され、挿管の用意がない状況で、呼吸興奮剤 (doxapram) の静注がこの危機を乗り越えるのにある程度効果的であることは実験的に証明されている<sup>18)</sup>。

以上の他、頭部外傷においてはいくつかの重要な治療法にふれないわけにはゆかない。

近年 controlled hyperventilation therapy が高く評価されている。これは  $P_aCO_2$  を 25~30 mmHg に保ち脳血管容積を小さくし、したがって頭蓋内圧がコントロールされるという期待がかけられるほか、すでに述べたような、種々の理由 (頭部外傷に二次的な肺浮腫も含め) による hypoxia を予防し hypoxic brain damage を予防する意味で重要であろう。むしろこの治療法においても、体位の変換が肺の管理上きわめて重要であることは当然である<sup>2)</sup>。

著者らは、頭部外傷の頭蓋内圧コントロールに mannitol の長期使用は行っていない。これは、blood brain barrier (BBB) の intact な部分にしか効かないものであるし、広範に BBB の損傷している例ほど効果が少なく、大量に用いれば水分や電解質バランスの異常に陥るからである。手術までの時間をかせぐために用いるのを原則としている。

Barbiturate therapy は controlled ventilation 下に行うことと、頭蓋内圧のみならず cardiovascular monitoring が必要なため、すぐれた ICU がなければ行えない。Marshall ら<sup>15)</sup> (1979) は barbiturate の効果を脳血管収縮, brain barostabilization, 脳浮腫予防にあるとし、一時考えられたように脳の代謝を下げることにより脳を保護するという考えには賛成していない。Michenfelder

17) (1982) は barbiturate は脳圧下降作用以外に何ら予防的もしくは軽減作用をもたらさないときえ述べている。

### III. 脳 腫 瘍

本項では、頭蓋内圧亢進と、手術時の positioning の2点に的をしぼりたい。

#### 1. 頭蓋内圧モニター

頭蓋内の mass が次第に大きさを増してゆくと、頭蓋内の予裕間隙が十分に残っている間は頭蓋内圧はほとんどかわらず低く保たれている (compensated) が、それもやがて限度に近づいてくると、mass の増大により頭蓋内圧は上昇しはじめて、頭蓋内圧は波を形成して動揺する<sup>14)</sup>(pressure wave)。

Pressure wave は 5 分間以上持続する A 波 (plateau wave) あるいは 1 分間に 2~3 回出現し amplitude も低い B 波に分類される。とくに A 波の出現は、頭蓋内の循環動態がまさに decompensation に陥りかけていることを示している。

著者は、pressure wave と circadian rhythm との関係に興味をもち、meningioma 4 例と glioma 7 例について検討した。いずれも、テント上の腫瘍であり患者は夜一睡眠、昼一覚醒の正

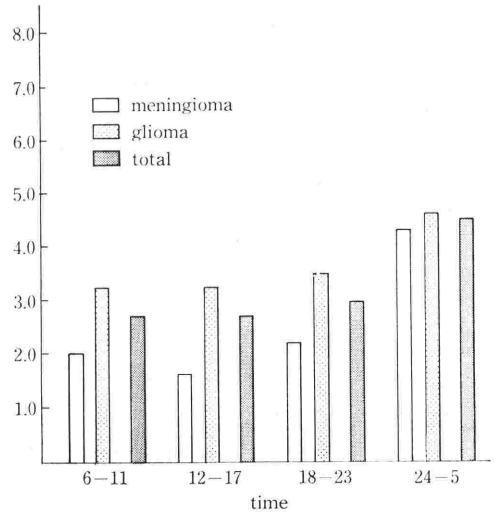


図 2. Frequency of pressure wave A (plateau wave) per 6 hours period. Most frequently appeared in the late night (24:00-05:00).

常な circadian rhythm をもっている。図 2 に示したように、1 昼夜を 4 分画する場合、深夜 0 時から早朝の 6 時までの 6 時間にもっとも頻発し、昼の 12 時から夕方 18 時までの 6 時間にもっとも少ないことが分かる<sup>42)</sup>。これまで morning headache が脳腫瘍に特徴的とされていたが、こ

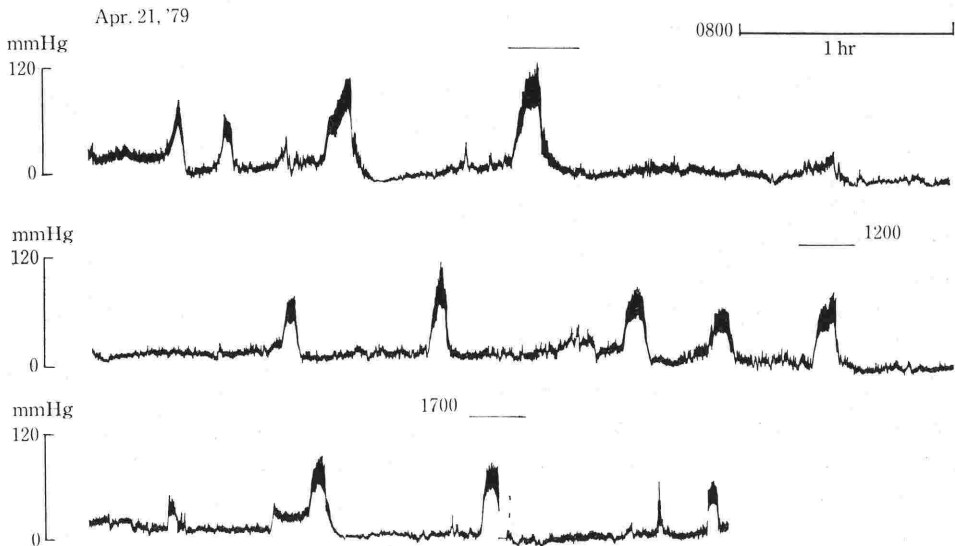


図 3. Continuous recording of intracranial pressure of a casa of 18 y/o female with intraventricular tumor (ependymoma). The short line mark above the record show the period of feeding when pressure wave A appeared.

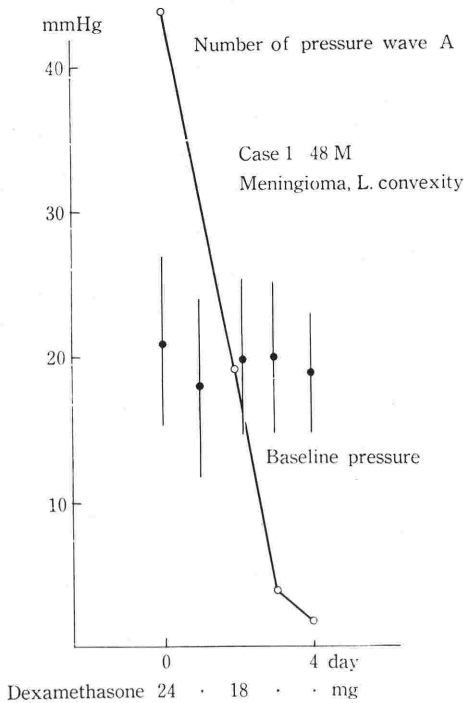


図 4. Number of pressure wave A (plateau wave) and the baseline pressure.

Note that the number of pressure wave A remarkably decreased by steroid administration, but the baseline pressure was not influenced.

れを頭蓋内圧の面よりうらづけるものである。図3は昼間もみごとな plateau waves が頻回に出ている18歳女性 (ependymoma) の記録である。こうした plateau waves が坐位で食事を取っている間にみられたことも興味ある。

ステロイドの効果をみると、図4では48歳男性 (convexity meningioma) の例では plateau wave の頻度は24時間以内に半減するほどの著明な効果 (barostabilization, Brock, et al.<sup>3)</sup> 1976) があるが、頭蓋内圧の baseline はほとんどかわらなかった。一方、図5に示した18歳女性 (ependymoma) — 図3と同一例 — は、ステロイドに全く反応しなかった。この例のごとく、ステロイドの投与により、plateau waves の頻度に全く改善のみられないものは、まさに非可逆的 decompensation に陥ろうという状態にあり、緊急手術を考慮すべきである。

一方、20% mannitol や glycerol などの高張

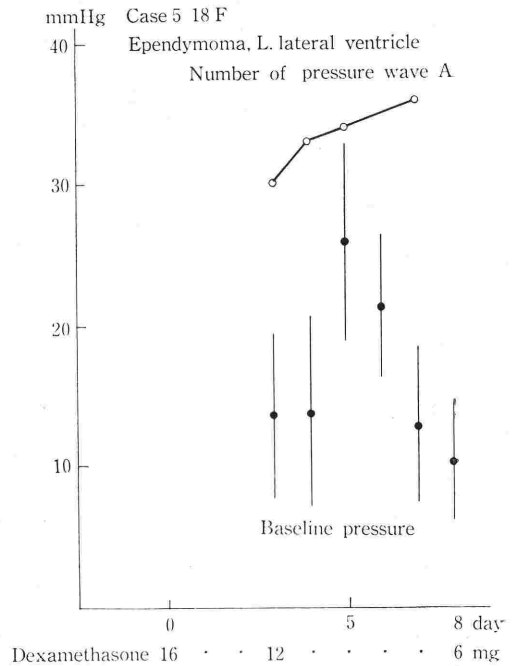


図 5. Number of pressure wave A (plateau wave) and baseline pressure.

Case 5 (same to 図3) did not respond to steroid administration. This case deteriorated within a few days of this recording, requiring emergency operation.

溶液では rebound は必発であり、脳腫瘍例では、手術待機中の安全策としては、まずステロイドが first choice になると考えている。

## 2. Positioning について

安全に、かつ手術の目的が十分に果たるせよような positioning が常に工夫されている。ここでは sitting position を中心に検討する。

### 1) Sitting position

後頭蓋窩の手術にこの positioning を用いるものは少なくない。それは利点である、① 血液や髄液が術野より自然に流れさること、② 静脈性出血が少ないこと、③ 脳が腫れることが少ない、④ orientattion がつきやすい、⑤ 麻酔医が患者の顔に近づきやすい、などの理由がかえがたいからである。その反面、欠点として、① 空気栓塞、② 低血圧、③ 硬膜下血腫形成、④ 術者の疲労、⑤ position をつくるのに時間がかかる、の欠点がある。

従来の手術書では、患者の背はほとんど垂直に近く起こされ、頭部を前屈させる。十分な前屈がポイントであるが、体型により（肥満者や首の短いもの）頸部が圧迫されるため十分に前屈できなければ、上体をさらに前へ傾けるように記載されている<sup>11)</sup>。Foramen magnum の後縁の高さが、術者の目の高さである時がもっとも楽に手術ができる高さであるという。

しかし、手術用の顕微鏡が普及し、術中に術者が手台を用いるようになると、従来の sitting position の欠点である、空気栓塞や低血圧の危険を少しでも減らすためにも、semi-sitting (half-sitting) position がとられるようになった（図 6）。これは背板をできるだけ後方に倒し、術野

と右心房との高さの差をなるべく少なくし、なおかつ sitting position の利点を残そうとしたものである。下肢は楽に挙上し低血圧を防止する。このような position で、松果体部腫瘍に対する infratentorial-supracerebellar approach も可能である (Stein<sup>27)</sup>。しかしこの時には、術者の視線の方向は床に対する水平線より上向きにならない。

空気栓塞をできるだけ早く発見し、position を水平位に近づけることが対策のポイントであり、多くの工夫が報告されている。ECG, Doppler, endtidal CO<sub>2</sub>, 動脈血圧, 血液ガス, 食道聴診器, 中心静脈圧, などのモニターのほか、右心房にカテーテルをおき空気の吸引にそなえ、G-suit

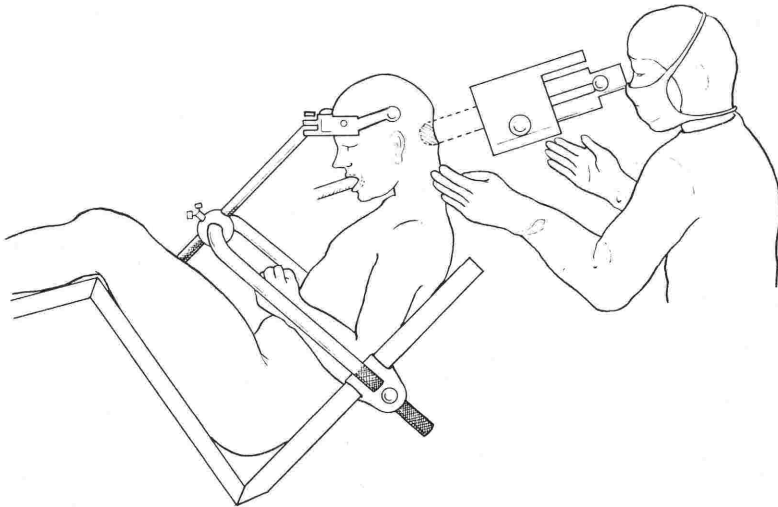


図 6a. half-sitting position.

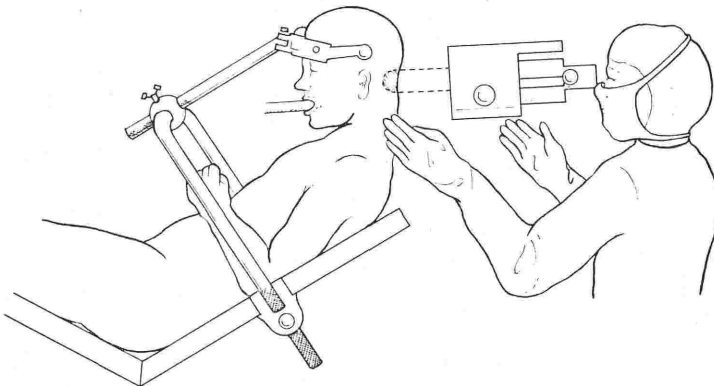


図 6b. a half-sitting position. The back of the operation table was further lowered. The direction of surgeons' eyes is almost parallel to the floor.

を用いるものもある。また+5~+10 cmH<sub>2</sub>O の PEEP が空気栓塞を非常に少なくしたという報告もある<sup>25)</sup>。モニターとしての spontaneous respiration は延髄機能の非常に良いモニターであるが、最近では多くは controlled ventilation で管理され、ECG の bradycardia や extrasystole に注目している。教室の小林は、食道聴診器にかえて、小型マイクロフォンを食道内に挿入し、心音をスピーカーを通じてモニターする工夫を報告し、さらに心音の周波数分析を試みた<sup>12)</sup>。Ikeda, et al.<sup>8)</sup> (1980) は、Doppler ultrasound detector により、intensity と duration により alarm を発する方法を工夫したが、彼らの55例の sitting position の経験によると、筋肉を骨より剝離したり、骨を rongeur する時にはほとんど全例で signal は動いており、craniectomy が終了し止血すれば normalize するという。5秒以上の duration の signal で alarm のなったもの7人のうち、1人は position をかえざるをえなかった。Ikeda, et al. は空気栓塞を早期に診断し、速やかに対処する方が、sitting position の多くの利点を失うより有利であると結論し、Michenfelder, et al.<sup>16)</sup> (1972) の考えに賛同している。

空気栓塞は、術野の開放された静脈と中心静脈圧の高さの差によるもので、この落差(静脈損傷部の陰圧)があるかぎり、sitting position でなくても起こりうる。Albin, et al.<sup>1)</sup> (1978) は60例の lateral position で5例にみとめており10cm の落差があれば、起こりうるという。

さらに、吸気時には6~8cmH<sub>2</sub>O の陰圧が加わりうるし、脱水や他の理由により循環血液量が少なく、中心静脈圧が低い場合は、さらに静脈圧は低くなる。岩淵ら<sup>9)</sup> (1983) は種々の position における静脈洞交会部の静脈圧を測定しているが(図7)、水平仰臥位では 5.9 ± 1.7cmH<sub>2</sub>O であるが、上体を25° 挙上した時に 0 cmH<sub>2</sub>O、さらに sitting position では、-12.7 ± 3.0cmH<sub>2</sub>O であった。Sitting position で静脈圧が陰圧となったのは成人だけで、11歳以下の小児では陽圧にとどまったという。

2) その他の positioning

後頭蓋窩手術に対して、著者は腹臥位を好んで用いる。シーツにより各体型に合ったロールを作

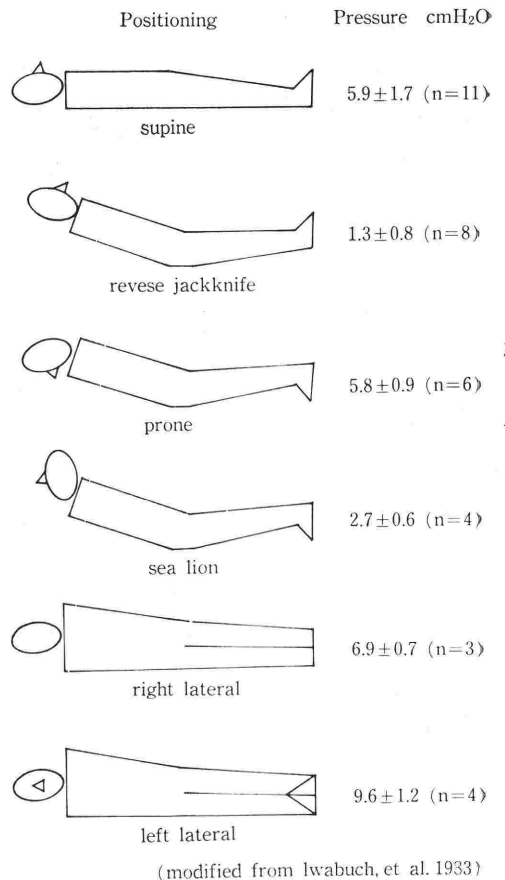


図7. Variety of surgical positioning and venous sinus pressure.

り、胸腹部が手術台よりはなれているようにすること、十分な頭部の前屈とともに術野が右心房より低くならないことが大切である<sup>39)</sup>。最近、岩淵らは、頭頂-後頭部を左右同時に開頭し、かつテント上・下に同時に進入しうる体位として Sea Lion Position を報告している。これは腹臥位で、上体を挙上し、かつ頭部を後屈させるもので、静脈洞交会部の静脈圧は +2.7 ± 0.6 cmH<sub>2</sub>O であった。側臥位も近年多用されている position であるが、岩淵らの測定では右を下にした lateral position では静脈圧は 9.6 ± 1.2 cmH<sub>2</sub>O、左を下にした場合には 6.9 ± 0.7 cmH<sub>2</sub>O であり、高岡ら<sup>33)</sup>はふつうの体型の成人では左下の場合、右側頭部と右心房間は 15~17cm であるという。

いずれの positioning で手術が行われたにせよ、手術終了と同時に水平位にいざなりもどすことはさし控えなければならない。とくに sitting

position後には、仰臥位にかえた後も上体をある程度拳上したままで、技管をしたり、病棟へ搬送すべきである。

また、頭蓋内圧の亢進している患者で、頭蓋内圧を低く、かつ脳灌流圧を十分に保つために上体の拳上は $15^{\circ}\sim 30^{\circ}$ が理想的であると報告されている(Durward, et al.<sup>5)</sup>1983.) これ以上拳上し $60^{\circ}$ になると、cardiac index, 動脈血圧, 脳灌流圧は有意に低下し、頭蓋内圧は拳上程度に見合う低下は得られなかったという。 $60^{\circ}$ の拳上で、plateau wavesのtriggerとなるという記載があるが、これは、坐位で食事のたびに plateau waves が記録されたわれわれの経験と一致する。

#### IV. 虚血性疾患

##### 1) もやもや病

虚血発作をくりかえす若年型では泣いたり歌を歌ったり、管楽器の演奏によって、その hyper-ventilation効果により虚血発作が引き起こされる。この若年型もやもや病に、extracranial-intracranial (EC-IC) bypass, encephalomyoangiosis, encephalo-duro-synangiosis などの手術が行われ効を奏するが、麻酔後臨床症状の悪化が少なからずみられることは知られている。

脳血管反応性は、 $\text{CO}_2$  reactivity はよく保たれている(畔ら<sup>13)</sup>1981,  $\text{PjO}_2$ による), hypocarbia には反応するが hypercarbia には反応しない(上村ら<sup>36)</sup>1975, Nishimoto, et al.<sup>19)</sup>1979,  $\text{Xe}^{133}$ 法), つまり脳血管は maximum に拡張しているなどの報告があり, autoregulation については畔らは modified NLA では保たれているが, GOF では失われている, 太田ら<sup>20)</sup>( $^{133}\text{Xe}$ 法)は失われているという。

著者らは若年性もやもや病10例15例に手術を行ったが、術直後の症状悪化は4例(40%), 4例(27%)にみられ、悪化群の術中血圧および  $\text{PaCO}_2$  は非悪化群に比し平均値が低かった(図4)。平均値の差は有意に至らないが、悪化群に  $\text{PaCO}_2$  が 27 mmHg まで下がっているものがあることは今後反省すべき点であり、もやもや病の麻酔は、導入前に泣かせない、hypocarbia, hypotension を徹底的に避けることにつきると思われる。われわれの症例は1人平均2回の全麻による血管造影を

表 4. Analysis of "moyamoya" disease-operated children-

Forty per cent of the cases deteriorated clinically after operation/anesthesia. The deteriorated group showed lower systolic blood pressure (lowest level during anesthesia) and lower  $\text{PaCO}_2$  (lowest level recorded during anesthesia), than non-deteriorated group.

若年型	10例	15例
手術	EMS	12例
	STA-MCA & EMS	3例
術直後の症状悪化例		
	4例(40%)	4例(27%)
術中の収縮期血圧(最低レベル)		
	$99.5 \pm 8.4$ mmHg	n = 4
	$(107.3 \pm 17.6)$ mmHg	n = 11 非悪化)
術中の $\text{PaCO}_2$ (最低レベル)		
	$33.6 \pm 6.5$ mmHg	n = 3
	$(37.7 \pm 5.3)$ mmHg	n = 9 非悪化)
麻酔法		
	halothane 3, enflurane 1	
	(halothane 7, enflurane 3, m NLA 1	非悪化)

EMS: encephalomyosynangiosis, STA-MCA: superficial temporal a.—middle cerebral a. anastomosis

受けており、計3.5回の全麻を経験したことになる。非悪化例の1例7歳女児は術後12日目に激症肝炎で死亡という不幸な転帰をとった。もやもや病にかぎらず、脳神経外科における小児例では、神経放射線学的検査のたびに全麻を要したり、脳腫瘍であれば正中部に発生し水頭症を伴いシャントと腫瘍摘出のために2回以上の全麻をかける、shunt revision をくりかえすなど全麻の回数は成人に比較し、はるかに多いと思われ、この点も十分に考慮した麻酔の選択が必要と思われる。

##### 2) 成人における EC-IC bypass 手術

この手術の対象となる患者の多くは、血管系に何らかの加齢現象を有することが考えられ、手術の侵襲は少なくとも、慎重な麻酔が求められよう。EC-IC bypass を行う際には、麻酔中に脳虚血発作の起こることを予防し、吻合部の開存を期待するために、 $\text{PaCO}_2$  および血圧を high normal に維持するほか、麻酔後の血圧上昇に対処するため動脈圧モニターは続けるべきとされている。



表 5. Effects of subarachnoid hemorrhage on cerebral circulation, metabolism and function.

direct effect on cerebral function autoregulation / CO <sub>2</sub> reactivity
vasospasm functional / organic platelet aggregation
edema
BBB changes
Ca <sup>++</sup> , K <sup>+</sup> changes
CSF obstruction / acidosis
mass effects
intracranial pressure
systemic factors
hypertension / hypotension
hypoxia
hypercarbia

V. 脳動脈瘤

破裂脳動脈瘤によるクモ膜下出血が、脳機能や脳循環代謝に及ぼす影響は実に多岐にわたっている(表 5). vasospasmはもっとも多くの研究が積み重ねられてきた現象である。クモ膜下腔の norepinephrine が spasm や虚血をきたさなくても cortex に浮腫を発生せしめ EEG・SEP などの機能を低下せしめること (Stein, et al.<sup>28</sup>, 1982), autoregulation や CO<sub>2</sub> reactivity の障害<sup>23, 32</sup>が報告されている。クモ膜下出血時の病態生理は interplay of multifactors であり, autoregulation の障害だけでは神経脱落症状を残さなくても、これに a second insult として血腫、頭蓋内圧亢進、低血圧、低酸素血症が加わり、脳梗塞に陥るわけで、麻酔医と脳外科医の緊密な連携プレーの要求される分野である。

脳動脈瘤の治療の進歩は脳外科領域でもっともめざましいものであったが、その糸口となったのは低体温麻酔の存在である。手術用顕微鏡のない時期にあっては主幹脳動脈の temporary clipping は安全な手術のために必須であり、低体温麻酔は血流一時遮断の許容時間の延長効果に期待をかけられた。しかし、低体温麻酔には循環系のとくに致命的な合併症は避けられない。郭ら<sup>10</sup> (1971) のまとめた 254例では ether を用いた 25~29℃の

表 6. Analysis of anesthesia for intracranial aneurysm surgery. -hypothermia vs. normothermia-

	Hypothermia vs. Normothermia
	(ether) vs. (GOF)
	hypothermia n=75 vs. normothermia n=32
temperature	29.4 ± 1.4°C vs. 36.0 ± 0.7°C
lowest	(32.3~25.0°C) vs. (36.9~34.1°C)
blood pressure	
lowest	78.7 ± 16.9mmHg vs. 90.6 ± 13.0mmHg
temporary clip.	14(19%) vs. 0(0%)
mannitol	37(49%) vs. 14(44%)
age	51.4 ± 10.2yr vs. 54.2 ± 12.6yr
outcome	
good/fair	64(85%) vs. 26(88%)
poor/dead	11(15%) vs. 4(12%)

麻酔で24%に arrhythmia や bradycardia を主として合併症があり6例 (2.4%)に ventricular fibrillation をみた。うち3例は死亡している。

鈴木ら<sup>31</sup>)は1969年に心疾患のために低体温麻酔のかけられなかった患者に常温下に術中破裂をきたし50分間の中大脳動脈遮断を行ったが、意外に経過は良好であった経験に端を発し、その例で使用した 20% mannitol (1,000ml) に脳容積を減少せしめる作用以外に、脳を虚血から保護する作用があることに着目し、以後は常温麻酔下に mannitol 2.0g/kg 投与し temporary clipping をルーチンに行いきわめて良好な成績を発表している。この dose の mannitol 投与により最長40分までの遮断は可能であり、5分間の recirculation の後、再び遮断することができるという。100分間までのこの効果は期待でき、それ以後は mannitol の追加を要する。さらに、20% mannitol 500ml に vit-E 300mg・dexamethasone 50mg を脂質過酸化反応を抑制する抗酸化作用剤として加えたセンドイ・カクテルを用いれば、効果は一層著明であるという<sup>7</sup>。

著者らも初期に低体温麻酔を用いていたが昭和52年頃より常用麻酔も増え翌年には両者の比が逆転した。昭和46年4月から昭和54年11月までに経験した75例の低体温麻酔と32例の常温麻酔によるものを分析した。(中村孝雄ら未発表データ)。低体温から常温麻酔に移るとともに手術用顕微鏡にも

表 7. Fluid balance. Hypothermia vs. Normothermia.

	hypothermia n=75	normothermia n=32
total fluid (ml)	3455±1917	2409±114
fluid/hr	373±174	317±123
fluid/hr/kg	7.37±3.69	6.43±6.95
urine (ml)	1617±1333	1145±703
urine/hr	191±139	160±102
fluid-urine (ml)	1794±1196	1289±1006
(fluid-urine)/hr	196±114	164±101
(fluid-urine)/hr/kg	3.93±2.56	3.29±2.29
postope urine vol-preope urine vol (24hrs) (ml)	560±911	22±883
(postope Hct-pre ope Hct)/pre ope Hct (%)	3.2±11.0	7.1±14.4
blood transfusion (ml)	517±668	506±864

なれ手技は格段に進歩したにもかかわらず、両者間の成績(表 6)に全く差がないことに気付いた。Temporary clipping は低体温下でもわずかに19%の症例にしか用いておらず、常温では全く用いていない。Mannitol も使用例はいずれも50%以下であった。したがって低体温により虚血より脳が保護されたために古い手術例も予後が良好であったとはいえない。著者らは、むしろ、麻酔中に投与される補液量に関係あるのではないかと考え、表7のごとき補液量の分析を行った。

今日では、術後の spasm 例に対し積極的に hypervolemia-hypertension を行うが、当時は脳浮腫の予防のために、術前術後の水分制限はきびしく守られており、1時間50ml, 24時間1,200ml の均質均等補液が原則であった。しかし低体温麻酔中は CVP を目標にしてかなり大量の補液がされており(表 7)、低体温麻酔では常温麻酔に比し、total fluid で約 1,000ml 多く、また尿量を 2,000ml 近く越えて補液されており、前日までの脱水を一気に回復する量であろう。術後1日目の尿量は、術前より560ml 増加しており、術中の輸血量はほぼ等しいが術後の Hct は 3%増にとどまっていた。

術後成績を論ずるには、他の要素も多く、結論には至らないが、十分な補液が低体温による

cardiovascular complication も防ぎ、かつ脳循環にもよかったのではないかと推測している。以後、術前・術後を通じ患者を脱水に陥れないよう心がけている。

ここで、脳動脈瘤のなかでもっとも手術の困難な椎骨脳底動脈瘤に関する術中管理を、Peerless and Drake<sup>21)</sup> のものと著者らのものを比較し紹介したい。著者らは、動脈瘤に達するまで血圧を下げない、動脈瘤を剝離する段階で収縮期血圧を90~80 mmHg に下げ、temporary clip は原則として用いないなどを policy としており、123例の術後死亡はわずかに5例(4%)にとどめることに成功している<sup>41)</sup>。

Peerless and Drake は平均動脈圧を脳のレベルで60 mmHg, さらに動脈瘤の剝離では1時間までは40 mmHg に下げ、かつ mannitol (1g/kg, iv), furosemide (1mg/kg, iv), spinal drainage により脳容積を最小にしようと努力している。このような profound hypotension では開頭してあるとはいえ、すでに cerebral perfusion pressure はcritical level に近づいており、もはや脳の圧排には全く余裕なくなっている。したがってこれだけの条件で視野が不十分であるならば、脳浮腫によるものであり、それ以上の脳の圧排は避けて手術は延期するという。Pioneer であり、世界で最大の手術例を有する彼らの成績もきわめて良好である。

以上、術中管理として鈴木ら<sup>31)</sup>, Peerless and Drake<sup>21)</sup>, およびわれわれの方針を紹介したが、手術成績はそれぞれ満足すべきものであり、各方針についてまわる利点-欠点をよくわきまえて、麻酔医・脳外科医とも、もっとも慣れた方法をとることが最良であろうと考える。

## VI. 脳動脈奇形

とくに深部あるいは巨大な脳動脈奇形(AVM)の術中管理につき Pertuiset<sup>22)</sup> の profound hypotension について紹介する。まず autoregulation mechanism につれて術前にテストしておく。方法は、患者の赤血球に 10 millicurie の technetium 99 でラベルし、局所的脳血流量を常血圧時と、低血圧時とで測定する。AVM 自身には autoregulation はないが、問題は AVM 周辺

部の脳実質の autoregulation であり、血圧の変化により局所脳血液量が変動しなければ autoregulation は良好であるとする。周囲の脳実質に autoregulation が残っている場合には、1 期的に AVM を切除する (draining vein から剝離をすめる) が、autoregulation に欠陥がある場合には、いくつかの stage に分けて、徐々に shunt を減らしてから除去する。後者の場合、1 期的に AVM を切除してしまうと、いわゆる normal pressure break through が起こると考えられるからである。血圧は AVM の剝離をする時には、neuroleptanalgesia のみで平均動脈圧を 50 mmHg に保ち、止血時には sodium nitroprusside を用いて 30 mmHg に下げ、その後徐々に 80 mmHg まで上げてくる。さらに、術後 24 時間は調節呼吸下に保つという。

杉田ら<sup>30)</sup>は、feeder のよく発達した巨大 AVM では術後脳循環動態に急激な変化 (CT 上 edema が生じ、血管造影上脳皮質動脈の拡張など) が予想されるが、術後 hypotension を保つことにより切りぬけられると報告している。

巨大なあるいは深部の AVM の手術時には周囲脳実質の autoregulation の状態におり、手術方針を決定することが大切であり、また術後の血圧管理が決め手になる。

発表の機会を与えて下さいました米沢利英会長、座長の労をとられた田中 亮教授、および会員の皆様に深謝いたします。

## 文 献

- 1) Albin, M. S., Carroll, R. G., Maroon, J. C.: Clinical considerations concerning detection of venous air embolism. *Neurosurgery* 3: 380~384, 1978.
- 2) Becker, D. P., Varies, J. K., Sakalas, R., et al.: Early prognosis in head injury based on motor posturing, occulocephalic reflexes, and intracranial pressure. in McLaurin, R. L., ed.: *Head Injuries*. New York, Grun & Stratton Inc. 1976, p. 27~30.
- 3) Brock, M., et al.: The effect of dexamethasone on intracranial pressure in patients with supratentorial tumors. in Pappius, H. M., Feindel, W. eds. "Dynamics of Brain

Edema." Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, p. 330~336, 1976.

- 4) Clifton, G. L., Robertson, C. S., Kyper, K., et al.: Cardiovascular response to severe head injury. *J. Neurosurg.* 59: 447~454, 1983.
- 5) Durward, Q. J., Amacher, A. L., DelMaestro, R. F., et al.: Cerebral and cardiovascular responses to changes in head elevation in patients with intracranial hypertension. *J. Neurosurg.* 59: 938~944, 1983.
- 6) Evans, J. P., Scheinker, I. M.: Histologic studies of the brain following head trauma. II. Post-traumatic petechial and massive intracerebral hemorrhage. *J. Neurosurg.* 3: 101~113, 1946.
- 7) 藤本俊一, 溝井和夫, 大庭正敏, 鈴木二郎: 各種抗酸化剤などの虚血脳保護作用の実験的研究. *脳神経外科* 12: 171~180, 1984.
- 8) Ikeda, T., Iwata, Y., Nakatani, J., et al.: A new alarm device for air embolism during neurosurgery in the sitting position. *Neurol. Med-Chir.* 20: 45~51, 1980.
- 9) 岩淵 隆, 蕎麦田英治, 鈴木重晴, ほか: 硬膜静脈洞圧の脳神経外科的意義. 特に手術体位との関連. *脳神経外科* 11: 1167~1176, 1983.
- 10) 郭 隆燦, 奥平欣伸, 鈴木二郎, ほか: 脳動脈瘤直接手術における低体温麻酔の問題点—とくに心室細動例について. *脳神経* 24: 403~410, 1972.
- 11) Kempe, L. G.: "Operative Neurosurgery. vol. 2". p. 66~71, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1970.
- 12) 小林繁樹: 坐位手術における空気栓塞の診断法の工夫. 小型マイクروفオンを用いた食道聴診器の開発. (投稿中)
- 13) 畔 政和, 唐沢 淳, 栗山良紘, ほか: 小児 "もやもや" 病の麻酔. 第10回脳卒中の外科研究会, p. 207~211, 1981.
- 14) Lundberg, N.: Continuous recording and control of ventricular fluid pressure in neurosurgical practice. *Acta Psychiat. Scand.* 36: 1~193, 1960.
- 15) Marshall, L. F., Smith, R. W., Shapiro, H. M., et al.: The outcome with aggressive treatment in severe head injuries. Part II. Acute and chronic barbiturate administration in the management of head injury. *J. Neurosurg.* 50: 26~30, 1979.
- 16) Michenfelder, J. D., Miller, R. H., Gronert, G. A.: Evaluation of an ultrasonic device (Doppler) for the diagnosis of venous air embolism. *Anesthesiology* 36: 164~167, 1972.
- 17) Michenfelder, J. D.: 今日の脳蘇生法. *臨床麻酔* 6/7: 865~875, 1982.
- 18) Namba, H., Akimoto, M., Yamaura, A. et al.: Effect of respiratory stimulations on intracranial pressure and cerebral blood flow. *Neurol. Med-Chir.* 23: 515~520, 1983.

- 19) Nishimoto, A., Onbe, H., Ueta, K.: Clinical and cerebral blood flow study in moyamoya disease with TIA. *Acta Neurol. Scand.* **60**, suppl. 72: 434~435, 1979.
- 20) 大田英則, 伊藤善太郎, 鈴木明文, ほか: Moyamoya 病における局所脳循環動態. 第10回脳卒中の外科研究会講演集. 167~173, 1981.
- 21) Peerless, S. J., Drake, C. G.: Management of Aneurysms of posterior circulation. in Youmans, J. R. ed: *Neurological Surgery* vol. 3, p. 1715~1763. 2nd ed, 1982 W. B. Saunders company, Philadelphia, London, Toronto, Mexico City, Sydney, Tokyo.
- 22) Pertuiset, B., Ancrì, D., Lienhart, A: Profound arterial hypotension (MAP 50mmHg) induced with neuroleptanalgesia and sodium nitroprusside (series of 531 cases). Reference to vascular autoregulation mechanism and surgery of vascular malformations of the brain. H. Krayenbuehl, ed. *Advances and Technical Standards in Neurosurgery*. **8**: 75~122, 1981, Springer-Verlag, Wien, New York.
- 23) Petruk, K. C., Weir, B. K., Overton, T. R., et al.: The effect of graded hypocapnia and hypercapnia on regional cerebral blood flow and cerebral vessel caliber in the rhesus monkey: study of cerebral hemodynamics following subarachnoid hemorrhage and traumatic internal carotid spasm. *Stroke* **5**: 230~246, 1974.
- 24) Popp, A. J., Gottfried, M. E., Paloski, W. H., et al.: Cardiopulmonary hemodynamics in patient with serious head injury. *J. Surg. Res.* **32**: 416~42, 1982.
- 25) Racenberg, E.: Anaesthesieprobleme bei neurochirurgischen Operationen in aufrechter Position im Kindesalter. Internat. Fortbildungskurs für klinische Anaesthesie. Homburg-Saar, Oktober 7~10, 1974.
- 26) Robertson, C. S., Clifton, G. L., Taylor, A. A., et al.: Treatment of hypertension associated with head injury. *J. Neurosurg.* **59**: 455~460, 1983.
- 27) Stein, B. M.: The infratentorial supracerebellar approach to pineal lesions. *J. Neurosurg.* **35**: 197~202, 1971.
- 28) Stein, S. C., Cracco, R. Q.: Cortical injury without ischemia produced by topical monoamines. *Stroke* **13**: 74~83, 1982.
- 29) 須田純夫, 篠原義賢, 渡辺義郎, ほか: 急性期頭部外傷のCT, 一低吸収域像は脳挫傷のみにて発生しうるか-. 第7回日本神経外傷研究会, 1984.
- 30) 杉田虔一郎, 小林茂昭, 井上紀樹, ほか: 動脈瘤奇形の手術経験. 第40回日本脳神経外科学会総会, 1981.
- 31) 鈴木二郎, 吉本高志: 脳動脈瘤破裂超早期手術の要点. *脳神経外科* **10**: 1139~1149, 1982.
- 32) Symon, L.: Disordered cerebrovascular physiology in aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Acta Neurochirurgica* **41**: 7~22, 1978.
- 33) 高岡伸行, 高石和, 長櫓巧, ほか: 側臥位脳外科手術中の空気塞栓. *臨床麻酔* **8**: 107~108, 1984.
- 34) Teasdale, G., Jennett, B.: Assessment of coma and impaired consciousness—a practical scale. *Lancet* **ii**: 81~84, 1974.
- 35) 坪川孝志, 山田実敏, 富沢憲民, ほか: Contusional hematoma における CTscan 像の時間的推移. *CT研究* **2**: 445~450, 1980.
- 36) 上村和夫, 山口昂一, 小嶋俊一, ほか: 脳血管“Moyamoya”病の局所脳循環—<sup>333</sup>Xe clearance 法と脳血管連続撮影法による検討—. *脳と神経* **27**: 385~398, 1975.
- 37) 山浦晶, 小野純一, 中村孝雄, ほか: 頭部外傷におけるCT所見の分析. *脳神経外科* **8**: 789~802, 1980.
- 38) 山浦晶, 牧野博安: Glasgow Coma Scale. *外科* **42**: 826~828, 1980.
- 39) 山浦晶, 牧野博安: Operative Neurosurgery 1. 椎骨動脈系の動脈瘤の手術, にゅーろん社, 東京, 1982.
- 40) 山浦晶: 頭部外傷のCT診断. *CT研究* **5**: 385~393, 1983.
- 41) 山浦晶: 椎骨脳底動脈瘤の手術. *Neurosurgeons* vol. 4.
- 42) Yamaura, A., N. Saeki, T. Nakamura, et al.: Distribution of pressure waves A and B over a 24-hours period in patients with brain tumor, and the effects of steroid. in Ishii, S., Nagai, H., Brock, M. eds. “Intracranial Pressure V”, p. 768~771, 1983, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.