頭蓋内モニター時の圧波出現条件の検討

口脇 博治・古瀬 和寛・蓮尾 道明・中矢 武彦
当山 清紀・寺岡 正晴・景山 直樹・池山 淳*
坂野 公一**・間部 英雄***

A Pathophysiological Evaluation of Pressure Waves during ICP Monitoring

HIROJI KUCHIWAKI, MASAHIRO FURUSE, MICHIAKI HASUO,
TAKEHIKO NAKAYA, KIYONORI TOHYAMA, MASAHARU TERAOKA,
NAOKI KAGEYAMA, ATSUSHI IKEYAMA*, MASAKAZU BANNO**
and HIDEO MABE***

Department of Neurosurgery, Nagoya University, Nagoya 466

**Department of Surgery, Aichi University of Education*

***Department of Neurosurgery, Kohseiren Kamo Hospital*

****Department of Neurosurgery, Nagoya City University*

Summary

Epidural pressure and respiratory movement were simultaneously monitored in sixteen patients with various conditions such as brain tumor, hypertensive intracerebral hematoma, ruptured cerebral aneurysm and normal pressure hydrocephalus. Durations of the monitorings ranged from 12 to 233 hours, with an average of 5.2 days. In the majority of cases, higher levels of intracranial pressure were noticed during the night and early in the morning. Rapid variations of intracranial pressure appeared to some extent in all instances. Occurrence of the pressure waves were closely related to changes in respiratory movement, the latter being suppressed during the phase of pressure rise and activated in the phase of pressure fall.

Lundberg's A-waves were divided into two different patterns: typical A-waves with a stable plateau of pressure elevation like a trapezium and atypical A-waves with irregular fluctuations during rises of pressure, usually related to oscillatory changes in respiration. Typical A-waves appeared in both sleeping and waking stages of patients with brain tumors. This type of A-wave showed a tendency of rhythmical repetition when it appeared. On the other hand, atypical A-waves occurred prominently during the sleeping stage and their occurrence was predominant in patients with cerebrovascular accidents. Concerning the levels of rising pressure, atypical A-waves started from a relatively low base pressure, mostly below 22 mmHg, compared to the rising pressure of typical A-waves which ranged between 15 and 66 mmHg.

B-waves appeared in close correlation with the periodic changes in respiratory movement and their occurrence was clearly predominant in the sleeping stage of the patients, showing a similarity to atypical A-waves. Such B-type waves appeared in wide base pressure ranges between 0 and 70 mmHg.

名古屋大学脳神経外科

*愛知教育大学外科系臨床医学

**厚生連加茂病院脳神経外科

***名古屋市立大学脳神経外科

[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, 口脇博治]

1980年2月1日 受稿

Interestingly, oscillatory B-waves were transformed into atypical A-waves, in some cases. These findings may indicate a common mechanism in the appearance of B-waves and atypical A-waves.

Key words: intracranial pressure, respiration

I はじめに

頭蓋内圧の連続記録は圧の推移や圧波およびその病態に及ぼす影響を知る上で近年一層重視されてきている。この中でしばしばみられる圧波については、1958年 Janny⁵⁾ により報告がなされ、その後 Lundberg⁹⁾ の広汎な観察により体系化された。以来、頭蓋内疾患を有する患者の病態におけるその出現機序や病態への影響については多くの報告がなされているが、なお十分な見解が得られていない。

著者らは、患者モニターを行う上で、無侵襲で長期に併記しうる呼吸運動との関連について注目してきたが、これは睡眠との関連をみる上でも有用なパラメーターとなることを経験した³⁾。今回は、頭蓋内圧と呼吸運動および臨床所見との相互の対比を行い、圧波出現条件について検討した。特に、出現条件の相異からA波の区分を試み、さらに各種圧波の出現条件について分析し、圧波と病態変化との関連について検討を加えた。

II 対象および方法

症例は、昭和52年7月よりの1年間に手術を行った患者

の中から16例を選んだ。頭蓋内圧モニターは主として術後に行い、正常圧水頭症の3例で、術前でのモニターも含めた。疾患別区分では脳腫瘍6例、脳動脈瘤4例、高血圧性脳出血3例、正常圧水頭症3例の計16例で、患者の年齢は36~77才の範囲に分布した。圧測定には硬膜上圧力計 (TICPI 型豊田中央研究所製：圧測定可能域 -30~300 mmHg) を用い、通常前頭部に装着し、測定の開始と終了の時点で0点レベルを確認し、日によって0点のずれのあった場合は、補正を行って平均圧を算出した。これらの圧力計は増幅装置 (日本光電製 RDH-5) を介して通常 2 channel ペンレコーダ (横河電機製) にて毎分 1~2 分の paper speed で記録した。記録時間は12~233時間の範囲であり、その平均観察期間は5.2日間であった。これら硬膜上圧力測定中合併症はみられず、圧力計装着部に感染を生じた例もなかった。呼吸運動は impedance 式換気量モニター (日本光電製 OGR-5100) を用い、その波形を圧と同時に記録した。Table 1 に症例所見概要を示した。疾患予後については、症例16のみが術後12時間の経過で死亡した予後不良例であったが、他の15例はモニター期間を通じて良好な状態を保った。

圧波の区別は Lundberg⁹⁾ の記載に従ったが、今回A

Table 1 Summary of 16 cases

Case No.	Sex	Age	Diagnosis	Duration of monitoring (hrs)	Type of pressure wave
1. T.N.	M	37	Meningioma	43	A, B
2. M.T.	F	36	Ependymoma	67	A, B
3. W.C.	F	64	Glioblastoma multiforme	131	A, B
4. O.S.	F	43	Meningioma	117	A, B
5. K.H.	F	52	Meningioma	87	B
6. K.Y.	F	62	Pituitary adenoma	75	B
7. M.S.	M	63	NPH*	194	B
8. U.S.	M	54	NPH*	126	B
9. O.Sh.	M	59	NPH*	27	B
10. K.Y.	M	49	A Com A-Aneurysm	171	A, B
11. T.K.	F	53	IC-PC, MCA-Aneurysms	233	A, B
12. A.S.	M	77	IC-PC-Aneurysm	163	A, B
13. H.I.	M	51	Intracerebral hematoma	192	A, B
14. Y.T.	M	62	Intracerebral hematoma	185	A, B
15. M.M.	M	56	Intracerebral hematoma	166	A, B
16. Y.I.	M	45	A Com A-Aneurysm	12	B

*: ICP and respiratory monitorings were also performed preoperatively.

波と判定したものは明らかな圧上昇部が3分以上つづく圧波に限った。これはA波を時間的に十分長い圧上昇部分を有するものに限定し、B波との区分を明確にするためである。体動などにより生ずる圧変化を区別するため、連続記録中に患者の状態を即時記入し、対応する臨床像の可及的具体的な把握に努めた。

Ⅱ 結 果

1. A波の波形と呼吸運動との関連

A波とみなされた圧変動は10~66 mmHgの範囲の基礎圧レベルで認められた。その圧上昇幅は21~70 mmHg以上の範囲で記録された(70 mmHg以上ではscale offしたため正確な振幅の不明なA波も存在した)。疾患別では、脳腫瘍6例中4例、脳動脈瘤4例中3例、高血圧性脳出血3例中3例にA波様圧変動が認められた。

圧波波形についての検討から、これらA波は二つの異なったタイプに区別された。すなわち第1のタイプはFig. 1のごとく速やかな圧上昇後、ただちにplateau部分に移行し、速やかな圧下降によっていわば台形状の波形を示す圧波である。この圧波は律動的に反復出現し、いわば定形的A波とでもいえるものである。一方、第2のタイプとしてのA波はFig. 2のごとく、圧上昇時に呼吸運動変動を伴いつつ比較的緩徐な上昇経過をとり、その圧上昇部でも呼吸変動を伴って圧動揺が著しく、圧下降時にも比較的緩徐な、いわば不整形山形様のA波である。これは前者に比して明らかに不規則に出現し、波形および出現様式からみて、いわば非定形的なA波である。そこで、A波をこの定形的ならびに非定形的A波の2群に大別して両者の出現条件を検討した。まず両者の基礎圧レベルをみると、定形的A波の出現する基礎圧レ

ベルは15~66 mmHgで、特に25~40 mmHgの圧帯域に集中し、非定形的A波はやや低い1~40 mmHgの範囲に分布し、しかも大半は22 mmHg以下で出現しており、両者の出現ピークには相異がみられた。

定形的A波の出現は、本シリーズでは脳腫瘍の2例に限られた。このように定形的A波は症例別出現頻度としては少ないが、出現する場合は明らかに律動性に頻発する傾向があった。これに対して非定形的A波は、脳腫瘍2例、脳血管障害群の6例に認められ、症例別出現範囲はおおむね広いが、長い観察期間中に不規則かつ低頻度に出現する傾向がみられた。また、脳動脈瘤および脳出血の全例に認められたのが注目された。

Fig. 1 Example of a typical A-wave. Intracranial pressure increased from a base level of 25-30 mmHg, accompanied by a suppression in respiratory movement. Following the formation of a relatively stable "plateau", the pressure rapidly decreased with hyperpnea.

Fig. 2 An example of an atypical A-wave. The pressure rises from the base level of about 15 mmHg. During the plateau phase, irregular fluctuations were observed concomitant with periodic changes in respiration.

呼吸運動との関連でみると、定形的A波の圧上昇時期には一時的に呼吸運動が小さくなり、呼吸数も減少した。圧波の圧上昇部分では、一般に呼吸は安定していたが、呼吸運動の動揺があっても圧レベルはほぼ一定した傾向を示し、圧下降直前から呼吸運動は大きく速くなった (Fig. 1)。この定形的A波の出現は覚醒、睡眠両期でみられたが、覚醒時にA波が生じた場合に過呼吸を行わせると、容易に圧下降を生じ、圧波は消失する傾向を示した。

非定形的A波の場合、随伴する呼吸運動の変化は圧動揺と一層密接な関連を示した。すなわちその圧上昇時は呼吸数減少と呼吸運動の減弱、または周期性呼吸の抑制期に一致した。圧上昇部でも呼吸抑制による圧上昇、呼吸促進による圧下降など呼吸動揺に伴う圧変動が著しく現れた。また、静かな規則的呼吸を示すようになると定形的A波に類似の安定した波形を示したが、数回の深呼吸または数十秒の過呼吸で圧上昇部分から容易に圧下降を示し、非定形的A波も消失した (Fig. 2)。その発生は睡眠中に明らかに多くみられたが、覚醒時に稀に出現した場合には過呼吸を行わせると圧波は消失した。これら圧波形成過程で、血液ガス PaCO_2 値を測ったが有意な差は認められなかった。

次に、一日の平均圧変動とこれらA波の出現時間帯との関連を検討した。この場合、手術操作および麻酔による影響をさけるために、術後第2、3日目にかかる24時間の記録から10分毎の平均圧を読み、2時間毎の平均値を算出した。その結果、Fig. 3に示すように定形的A波をみた症例1では、夜間ないし早朝に高い頭蓋内圧を示した。しかし、定形的A波の分布をみると、1日の各時間帯に均等に分布する出現様式を示していた。一方、非定形的A波の出現した例 (Fig. 4) では、1日の平均頭

蓋内圧の変動パターンは前述の症例1の場合にほぼ類似したが、非定形的A波の出現時間帯は夜間ないし早朝に集中していることがわかった。また、昼間出現した非定形的A波のほとんどが、ベッドサイドの観察から患者の睡眠中に認められた。このように定形的A波は昼夜あるいは覚醒、睡眠両相に共通して認められるのに対し、非定形的A波は主として患者が睡眠期に入った時認められる点で相異した。

Fig. 3 Time course of mean ICP level (case 1). Higher levels of ICP were found at night and early in the morning. Typical A-waves were observed throughout the day and night.

Fig. 4 Mean ICP levels and occurrence of atypical A-waves (case 14). Levels of ICP increased more at night than in the daytime. Note the occurrence of atypical A-waves which were restricted to the sleeping stage of the patient.

2. B波の出現条件と非定形的A波との移行型について

B波の出現頻度は、A波のそれに比して明らかに高く、16例中全例に認められた。その出現基礎圧レベルは0 mmHg（正常圧水頭症例）から70 mmHgの広い範囲に分布し（Fig. 5）、また、その基礎圧レベルからの振れは数 mmHg から60 mmHg に及ぶものまで幅広く存在した。特に、圧上昇度の高いB波はその振幅が40～50 mmHgを示し、これらは脳動脈瘤の4例中3例に認められた。一方正常圧水頭症ではB波出現時の圧振幅は数 mmHg から十数 mmHg で小さなものが多く、睡眠中に長時間連続して出現する傾向を認めた。これらB波出現の際にはいずれも周期性呼吸を伴い、圧上昇期に呼吸運動の著明な減弱、圧下降と同時に呼吸運動の増大を示した。このようなB波が連続して出現する過程で、Fig. 6に示すように10～15 mmHgの比較的低い基礎圧レベルから大きい振幅を示すB波が出現し、途中から非定形的A波に移行する現象をときに認めた。このような場合、患者は常に睡眠状態を示していた。また、B波に同期してみられていた周期性呼吸は、非定形的A波に移行すると同時に静かな規則性呼吸へ変化した。このような現象は脳動脈瘤症例（症例10、11および症例15）や脳腫瘍例（症例4）で認められた。

IV 考 察

圧波の分類はLundberg⁹⁾により基本型が提示され、その区分では2分以上圧上昇の持続するものをA波、30秒から2分の周期でみられる律動的な圧変動をB波としている。しかし圧波出現の際の体動などのartifactから

明確な圧波を区別することが、ときには困難なことが経験され、本シリーズでは、その波形と共に患者の臨床像についての分析を加えるよう配慮し、圧波の病態をさらに具体的に把握するよう努めた。

結果に示したごとく、A波はその出現病態から二つのtypeに区分された。すなわち圧が急激に上昇し、圧上昇部で安定したplateauを描き、次に急峻に圧下降を示す

Fig. 5 Various B-waves arising from wide ranges of base ICP level. Pressure changes in each B-wave were closely correlated with periodic respiratory movements.

Fig. 6 Transformation of pressure waves during sleep. Oscillating B-waves of high amplitude were altered into an atypical A-wave, accompanied by changes in the respiratory pattern.

定形的A波と、比較的緩徐な圧上昇と圧下降を示し、その経過中呼吸運動変化に伴う圧動揺を有する不整山形の非定形A波とである。前者が比較的高い圧帯域で出現し、睡眠期、覚醒期のいずれにも出現するのに対し、後者ではその出現圧帯は低く、また、明らかに睡眠と密接に関連して出現する特徴を有し、両者の出現態様の差をうかがわせた。このようなA波の出現時には声をかけると覚醒に伴って圧波は消失して、患者は夢をみていたなどと訴え、頭痛を訴えない場合がむしろ多かった。

従来、睡眠の深さに伴って頭蓋内圧が上昇することについては多くの報告があり²⁴⁾¹⁸⁾、我々の観察もこれらと符合するものであった。圧波の出現が睡眠期に多いことは、先に Cooper²⁾ によっても観察されているが、Rocco D.I.C¹⁸⁾ らは、圧波の出現は REM 期または REM 期から slow wave sleep へ移行するときに関連すると報告している。本シリーズでの観察でも、確かに圧波が夜間から早期にかけて頻回に出現する傾向を示したが、これら圧波は、必ずしも REM 期に一致して出現したものではないと考えられた。なぜなら、我々は昼間時のA波の出現は入眠後、数分後から開始されることを頻繁に観察し、脳波所見上徐波睡眠期にも圧波が出現していることを認めたからである。術後の複雑な病態における睡眠レベルの判定と圧波出現との関連については、今後症例を重ねて検討を深めるべき点であるが、圧波出現が単に REM 期に限定されたものでないことを十分考えさせる結果であった。

B波は種々の圧波の中でもっとも高頻度にみられ、呼吸との関連がA波に比して一層密接であるとともに、きわめて広い圧帯域で出現することが特徴的であった。このようなB波の出現について、Vujie¹⁹⁾ は睡眠病態研究の際に分裂病の患者でも、正常圧帯域でB波様圧変動を認めたことを記載し、最近では Martin¹¹⁾ により、正常圧帯域にもB波の出現がみられるとの報告がなされており、低圧帯域での出現が目立ってきている。我々のシリーズでは、特に正常圧水頭症において、いびきを伴う眠りに入ると同時に、長時間連続してその出現をみた。ときに2時間以上も律動的に持続することがあり、このことも圧波の出現が REM 期に限定された現象ではないことを示すものである。また、B波および非定形的A波は、ときに連続して移行したが、このことはいずれも睡眠期にみられる圧波であることから興味ある所見であった。

これらの圧波が呼吸運動の消長と密接な関連を有することについては、すでに報告してきたことである³⁾。A波の場合には、通常圧上昇時に一時的に呼吸運動が小さ

くなり、圧下降時には呼吸運動増加が対応した。同時にB波の場合でも周期性呼吸の周期に一致し、呼吸運動が小さい時期に圧上昇を認め、呼吸運動が急に大きくなるとともに圧は下降した。圧波の圧下降時に呼吸運動の増加がみられることや、覚醒時に生じた圧波が患者に過呼吸を行わせると消退する現象については、これまでもよく知られている²⁾⁶⁾⁷⁾¹⁶⁾。著者らの結果も同様であり、呼吸運動の増加と圧下降との間に何らかの因果関係が想定された。その相互の関係については、圧波開始時に呼吸運動が減弱することによって生じた換気不全が血中炭酸ガス濃度の上昇を引き起こし、それが圧上昇につながったとする考えは当然一つの可能性として想定される。しかし、圧上昇期に対応して PaCO_2 の上昇を認めなかった著者らの結果から⁷⁾、この可能性はむしろ考え難い。著者らは呼吸変動と圧波出現および消退が、呼吸、血圧、頭蓋内圧の同時的変化として起こっているのを見たことから、脳幹機能の変化が圧波出現と対応しているものと考えたい。つまり、何らかの脳幹の機能異常が呼吸運動と脳血管の vasomotor tone に同時に影響を与える可能性が強く示唆される。なお上述のデータからのみではこのことについて明確な結論は出せないが、我々は別に行っている動物実験からはこの可能性が十分推定される所見を得ている⁷⁾。

本シリーズで取扱ったそれぞれの症例は、その主病巣が天幕上にあり、橋および延髄の呼吸中枢に直接侵襲が加わっているとは考え難い。圧波出現と密接な関連をもつ周期性呼吸の発現機序に関して Mitchell ら¹⁴⁾ は広汎な両側性大脳半球機能障害の場合、覚醒時維持された呼吸運動が睡眠期に入り恒常性を失うことによると述べ、前脳と脳幹との関連の重要性を示唆した。Bulow¹⁾ らは Cheyne-Stokes 呼吸が大脳半球からはじまる下行性運動路に関連し、upper pons に至る破壊巣が存在することにより生ずることを示した。本シリーズにおけるB波と関連して観察された周期性呼吸発生の機序は、Mitchell ら¹⁴⁾ のいう呼吸系運動路のうち voluntary pathway が障害された結果と考えられ、これら圧波の出現に際して中枢性に何らかの影響を与えているものと考えられる。

圧波の発生は、いずれにせよ何らかの原因による脳血管床内血液量の増加によると考えられる¹²⁾¹⁷⁾。Lundberg ら¹⁰⁾ は脳血管の拡張と脳表静脈が静脈洞へ流入する部位での脳血管抵抗の増大が関与する可能性を指摘した。また、このことに関して Nornes ら¹⁵⁾ は圧波出現時静脈洞圧の上昇しないことを認めている。我々も実験的圧波形成時に静脈洞圧の減少とその脈圧の減少を観察しており⁷⁾、何らかの機転による脳静脈還流障害が圧波出現の一

因をなすものであろうと考える。

疾患別にみると定形的A波は脳腫瘍例にみられ、脳出血、脳動脈瘤例では非定形的A波の出現がほとんどであった。このことは、両者の出現条件における基本的な病態の差異に起因すると推定され、発生病態を考える上で興味ある所見であった。圧波の出現の背景をなすもう一つの要因として頭蓋内腔圧緩衝能の低下を考えねばならない。Nornesら¹⁵⁾は水頭症の子供の頭を包み込み compliance を下げたところ、plateau waves が出現したと報告した。圧波は頭蓋内圧容積曲線⁸⁾¹³⁾に示される、いわゆる指数関数曲線関係が右方に片寄った部分、すなわち、わずかな頭蓋内血液量の増加により容易に急峻な圧上昇を来しやすい頭蓋内圧環境で生ずる病態と推定される。このシリーズでの観察でも、術後病態が改善され頭蓋内圧が下降してゆくにつれて、定形的A波が次第に消退してゆく過程を認めており、頭蓋内圧環境の変化と関連した経過と考えられた。

V ま と め

術後、患者の成人16名に平均5.2日間頭蓋内圧と呼吸運動とを連続同時記録した。各患者の1日の平均圧は夜間から早朝にかけて高値を示した。A波は plateau 部分をもつ台形状の定形的A波と、不整形山の非定形的A波とに大別された。前者は睡眠、覚醒各相に無関係に生じ、脳腫瘍例に頻発し、後者は主として睡眠期に出現し、脳血管障害例に頻発した。出現する基礎圧レベルは定形的A波の方がやや高い。B波は睡眠期でしかももつとも広範囲の基礎圧レベルで出現した。いずれの圧波もその出現時には呼吸運動減弱を伴い、消退には呼吸運動増加を伴った。B波は周期性呼吸とより密接な関連を示した。B波と非定形的A波は移行しあい、その出現条件の類似性がうかがわれた。

本論文の要旨は、第37回日本脳神経外科学会総会(1978年10月、熊本)において発表した。

文 献

- 1) BÜLOW, K.: Respiration and wakefulness in man. *Acta Physiol Scand* 59 [Suppl] 209: 1-100, 1963
- 2) COOPER, R. & HULME, A.: Intracranial pressure and related phenomena during sleep. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 29: 564-570, 1966
- 3) FURUSE, M., IKEYAMA, A., MABE, H., HASUO, M., KUCHIWAKI, H., NAKAYA, T., TOHYAMA, K., TERAOKA, M., NAGAI, H. & KAGEYAMA, N.: Relationship between rapid variations in intra-

cranial pressure and changes in respiratory pattern during postoperative monitoring. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 19: 9-16, 1979

- 4) 石井 鑑二, 青木 広市, 高原 淑夫, 中井 昂, 江塚 勇: パラ睡眠時の頭蓋内圧変動について—臨床的研究—. *脳神経* 27: 89-96, 1975
- 5) JANNY, P.: After a century: Henri Duret and intracranial pressure. pp 6-9, In Lundberg, N., Pontèn, U. & Brock, M. (eds): *Intracranial Pressure II*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1975
- 6) KJÄLLQUIST, Å., LUNDBERG, N. & PONTÈN, U.: Respiratory and cardiovascular changes during rapid spontaneous variations of ventricular fluid pressure in patients with intracranial hypertension. *Acta Neurol Scand* 40: 291-317, 1964
- 7) KUCHIWAKI, H., FURUSE, M., NAKAYA, T., TOHYAMA, K., IKEYAMA, A., HASUO, M., TERAOKA, M. & KAGEYAMA, N.: Intracranial dynamics associated with experimentally induced pressure waves. *Proceeding of the 4th International ICP Symposium*, 1979, (in press)
- 8) LANGFITT, T. W.: Increased intracranial pressure. *Clin Neurosurg* 16: 436-471, 1969
- 9) LUNDBERG, N.: Continuous recording and control of ventricular fluid pressure in neurosurgical practice. *Acta Psychiatr Neurol Scand* 36 [Suppl] 149: 1-193, 1960
- 10) LUNDBERG, N., CRONQVIST, S. & KJÄLLQUIST, Å.: Clinical investigations on interrelations between intracranial pressure and intracranial hemodynamics. *Prog Brain Res* 30: 70-75, 1968
- 11) MARTIN, G.: Lundberg's B waves as a feature of normal intracranial pressure. *Surg Neurol* 9: 347-348, 1978
- 12) MATSUDA, M., YONEDA, M., HANDA, H. & GOTOH, H.: Cerebral hemodynamic during plateau waves in brain-tumor patients. *J Neurosurg* 50: 483-488, 1979
- 13) MILLER, J. D.: Volume and pressure in the craniospinal axis. *Clin Neurosurg* 22: 76-105, 1975
- 14) MITCHELL, R. A. & BERGER, A. J.: Neural regulation of respiration. *Am Rev Respir Dis* 111: 206-224, 1975
- 15) NORNES, H., MAGNAES, B. & AASLIID, R.: Observations in intracranial pressure plateau waves. pp 421-426, In Lundberg, N., Pontèn, U. & Brock, M. (eds): *Intracranial Pressure II*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1975
- 16) NORTH, J. B. & JENNETT, S.: The interpretation of simultaneous recordings in patients of breathing pattern and intracranial pressure. pp 460-463, In Lundberg, N., Pontèn, U. & Brock, M. (eds): *Intracranial Pressure II*,

- Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1975
- 17) RISBERG, J., LUNDBERG, N. & INGVAR, D. H.: Regional cerebral blood volume during acute transient rises of the intracranial pressure (plateau waves). *J Neurosurg* 31: 303-310, 1969
- 18) Rocco, D. I. C., MAIRA, G., ROSSI, G. F. & VIGNATI, A.: Cerebrospinal fluid pressure studies in normal pressure hydrocephalus and cerebral atrophy. *Eur Neurol* 14: 119-128, 1976
- 19) Vujic, V.: Schlaf und Liquordruck Beitrag zur Physiologie und Pathologie des Schlafes. *Jahrb f Psychiat u Neurol* 49: 113-161, 1933