

超音波パルス法，特にAスコープ方式による 脳腫瘍診断に関する実験的，臨床的研究

順天堂大学医学部外科学教室第2講座（指導：田中憲二教授）

伊 藤 和 文

〔原稿受付 昭和39年5月4日〕

The Clinical Application of Ultrasonics to the Localization of Brain Tumors

by

KAZUFUMI ITO

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

The clinical values of ultrasonic diagnosis of brain tumors by means of pulse method will be presented.

The standard ultrasonic apparatus (Aloka model SSD-2) was used with an adapted camera. The transducer were used provided with barium titanate (1 and 2.25 megacycle) and piezoelectric quartz crystal (5 and 10 megacycle). The following types of probes were used: 1 and 2.25 megacycle for examination through the intact skull; 5 and 10 megacycle for direct application on the brain. The echoes were displayed on the Braun-tube by an A-scope indication.

After fundamental experiments, the present writers could be measured the acoustic impedance for the normal brain tissue and brain tumors. The acoustic impedance for the normal brain tissue, meningioma and glioma were found to be 1510, 1710-1730 and 1670-1710 respectively using fresh specimens. So it is theoretically possible that the border between brain tissue and tumor will caused a reflection.

The standard examination of the brain was performed through the frontal and temporal part of the head. In the examination of normal brain through the frontal part, we find only a few echoes from the ventricle wall which are characteristically pulsating. The examination through the temporal part is easier, because the skull of this part is thin and the echo reflected from the third ventricle wall is detected as a midline echo. If this echo is found to be displaced, we can suspect the brain tumor of the cerebral hemisphere. In this trial 111 patients were examined with ultrasound. Of these, 92 were confirmed by radiological investigations. In 90 or 98% the presence or absence of a midline displacement was predicted correctly and 2 were predicted incorrectly.

Furthermore, the examination from the all directions of the head and also through the dura mater are possible for the diagnosis of the brain tumors. The brain tumor was detected by an abnormal echo pattern due to its specific acoustical characters.

In addition, many echoes which pulsate synchronously with heart beat are observed from inside of brain. Continuous records of these pulsating echoes, especially the third ventricle echo was performed on the cathode ray screen for the analysis of these phenomena. As the method of the record, both time-position-indication and continuous record of echo height were used.

In 111 patients of having brain tumors, verified by operations and autopsies, 80 cases (72%) correctly diagnosed by ultrasonic method. In 55 cases of cerebral tumors, 53 cases were correctly diagnosed. In 30 cases of infratentorial tumors, 10 cases were ultrasonically diagnosed. In spite of those successful results in the supratentorial tumors, there are unsatisfactory results in the infratentorial cases except the case of cerebellar tumors. Then, the present writers to make the ultrasonic examination transorally.

This examination is no harm to the patient and especially useful for the patients under the serious conditions.

I 緒言

II 超音波診断

II-1 パルス法の概要

II-2 脳腫瘍の音響的特異性

III Aスコープ方式による脳腫瘍の診断

III-1 装置, 実施方法

III-1-1 装置

III-1-2 実施方法

III-2 脳内エコーの検討

III-2-1 第3脳室エコー

III-2-2 前頭部超音波入射により得られる脳室エコー

III-2-3 搏動性エコー

III-3 臨床診断

III-4 第3脳室エコーの偏位と腫瘍局在との関係

III-5 腫瘍局在診断成績

III-6 Trans-oral examination

IV 総括ならびに考察

V 結語

VI 文献

I 緒 言

脳神経外科疾患診断の根本をなすものは、注意深く綿密に検査された神経学的所見であることは論をまたない。しかしながら、脳腫瘍を診断する際に、他の補助診断法が脳腫瘍の局在や性質を決定する手がかりを与えることもまた事実である。

補助診断法には、脳血管写、脳室写、気脳写、脳波、筋電図、超音波、さらにはアイソトープ利用のものまでであるが、それぞれの補助診断法が如何に利用され実施されているかについて当教室例から考察を加えてみた。

即ち、昭和28年より昭和37年の最近10年間に当教室で扱った脳腫瘍患者のうち、腫瘍局在及び病理組織学

的診断の判明した症例151例について、補助診断法の利用度の年次別推移を観察した(図1)。

脳波については、昭和31年67%、32年68%、33年67%を頂点に以後減少の傾向を示し、昭和37年には42%の値を示している。これは、植木¹⁾の全国脳神経外科施設の合計資料7108例からみた利用率45%とほぼ同率である。

脳血管写は、昭和28年の13%より、30年の91%に向けて急上昇をみせ、全国平均をはるかに上回る利用率を示し、その後漸次利用率減少の傾向をみせ、昭和37年には全国平均70%とほぼ同率の73%を示している。

超音波検査については、昭和32年の11%より、33年59%、34年には100%の利用率を示し、以後昭和37年まで100%の値をみせ、当教室における補助診断法

の第一の利用度を占めるものになった。

著者は、かかる利用率を示すに至った超音波診断法について、脳腫瘍診断の実験的根拠および臨床診断について報告する。

II 超音波診断

II-1 ハルス法の概要

超音波を手段とした診断的応用の歴史は比較的古く、1942年、Dussik, K. T.²⁾の透過法による実験以来、主として我国及びヨーロッパを中心に研究が進められ、最近の発展にはめざましいものがある。

Dussik によりはじめられた透過法による実験 (Hyperphonographie³⁾⁴⁾⁵⁾ は、その後、Ballantine, H. T.⁶⁾, Hueter, T. F.⁷⁾らにより "Ultrasonic ventriculography" の名称のもとに追試された。しかしながらこれら一連の研究は、脳室の輪廓をおぼろげながら描写することに成功こそしたが、臨床的に成果を上げることではできなかった。

Wild, J. J.⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾ らと時を同じくして、順天堂大学外科教室においては、東北大学電気通信研究所の菊地喜充教授、日本無線株式会社内田六郎氏の協力を得て、1951年より超音波インパルスを用いた反射法を脳腫瘍の診断¹³⁾¹⁴⁾に応用し、更に乳腺腫瘍¹⁵⁾¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾¹⁹⁾²⁰⁾²¹⁾²²⁾²³⁾²⁴⁾²⁵⁾²⁶⁾²⁷⁾、胆石症¹⁶⁾¹⁸⁾²⁰⁾²¹⁾²²⁾²³⁾²⁴⁾²⁸⁾、胆道疾患¹⁶⁾¹⁷⁾²⁸⁾、肝疾患¹⁷⁾の診断、さらに産婦人科²⁹⁾³⁰⁾、泌尿器科³¹⁾、眼科領域³²⁾への診断にも利用するに至った。

この超音波診断の原理、装置については、当教室からしばしば報告¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾²⁰⁾²¹⁾²⁴⁾²⁸⁾³³⁾³⁴⁾³⁵⁾³⁶⁾したので、本稿では超音波診断の概要について述べる。

著者は脳腫瘍診断のために超音波反射法(パルス法)を用いた。これは、超音波インパルスを検査体の一面から入射し、超音波が検査体中を通過する際、音響学的に性質の異つたものに遭遇して反射波の発生する状況をブラウン管上で観察して診断する方法である。

超音波エコーの指示方式には、Aスコープ方式、超音波断層写真法(Bスコープ方式、Plan-position-indication方式)などがあるが、著者はこれまで、脳腫瘍診断のために主としてAスコープ方式を採用し研究を行った¹⁵⁾¹⁶⁾¹⁸⁾²⁰⁾²²⁾³³⁾³⁴⁾³⁵⁾³⁷⁾³⁸⁾³⁹⁾⁴⁰⁾⁴¹⁾⁴²⁾⁴³⁾⁴⁴⁾⁴⁵⁾⁴⁶⁾。

この超音波反射法が検査に利用される理由は次の3点に要約される。

① 人体組織に対して何らの破壊作用を及ぼさないこと⁴⁷⁾。

② 指向性、分解能の良効なこと。

③ 腫瘍組織は音響インピーダンス、超音波減衰度に関して音響的特異性を示すこと。

診断に利用される周波数は1~10Mcであり、指向性に関しては、教室で使用している振動子の一つである2.25Mc. 10mmφのチタン酸バリウム振動子に例をとつても、指向角は±5°と鋭い方向性をもっている。

即ち、指向角 θ_0 は、

$$\sin \theta_0 = 1.2 \frac{\lambda}{D} \quad (43) \text{より、}$$

$$\sin \theta_0 = 1.2 \times 0.066$$

$$\theta_0 = 5^\circ$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D : \text{振動子の直径} \\ \lambda : \text{波長} = c/f \\ c : \text{音速} \\ f : \text{周波数} \end{array} \right.$$

また、1~10Mcの波長は0.15~1.5mm程度であり、周波数の高いことによつて幅のせまいパルスを利用することが可能で、時間差を利用して反射波を識別する反射法では分解能がかなり上昇する。

II-2 脳腫瘍の音響的特異性

主として新鮮脳腫瘍組織の伝播速度及び音響インピーダンスの測定：

超音波反射法を用いて脳腫瘍を診断する際、体表面より入射された超音波インパルスが体内部を伝播し、腫瘍にあたつて超音波の反射波(エコー)を発生し得るか否かが問題となる。このエコーを発生する因子は腫瘍とその周囲組織とし音響インピーダンスの差である。和賀井⁴⁷⁾は、1953年、脳腫瘍組織のフォルマリン固定標本について音響インピーダンスを測定し、脳腫瘍診断の可能性を実証した。

著者は、和賀井と同様の方法をもつて主として新鮮脳腫瘍組織について、伝播速度、音響インピーダンスを測定した。

a) 伝播速度の測定

音響インピーダンスは、伝播速度と密度の積($\rho \times c$)で示されるので、まず伝播速度を測定した。

理論的に伝播速度 c は、

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho} \cdot \frac{1-\sigma}{1-\sigma-2\sigma^2}} \quad \text{で示される}^{48)}.$$

$$E = \text{Young's modulus}$$

$$\sigma = \text{Poisson's ratio}$$

著者は5Mcの周波数を用いて実験的に伝播速度を測定した。資料の固定装置はアイソトープ用スタンドを改良し、振動子は目盛精度1/50mmで上下に移動が

可能であり, 厚さ 25mm のステンレス板を振動子面と平行せしめてある (図2)。

ステンレス板に資料をのせ, 資料の表面に振動子面を接着せしめる。この際の資料の厚さは固定装置に設置されたスケールで 1/50mm の精度で測定し, ここで超音波を発射しブラウン管面の echogram をレ線フィルムにて撮影する。このフィルムについては 1/100mm の精度で, 測定顕微鏡を用いて, 直接波の立上りから資料底面エコーの立上りまでの距離を測定する。なおこの際, 超音波診断器の人力側に automatic voltage regulator (山水製) を設置, 電圧による授引速度の安定性をはかった。一方, 資料と同じ長さの脱気水を用いてブラウン管面に底面エコーを現し, 同様に測定顕微鏡を用いて測長した。資料の伝播速度は, 水伝播速度 1483m/sec (20°C)⁴⁹⁾ を基準として, 等長水エコーの計測値より比例的に算出した。

測定した資料は, meningioma, astrocytoma, metastatic tumor (adenocarcinoma) 及び新鮮大脳組織である。

b) 音響インピーダンスの測定

音響インピーダンスは, 伝播速度と密度の積で示されるので, 資料の密度を硫酸銅法により測定し, II-2 a)にて測定した伝播速度との積により, 音響インピーダンスを算出した。

表1は著者の測定した meningioma, glioma, metastatic tumor, 新鮮大脳の音速, 密度及び, 音響インピーダンスを示したものである。表2は, 和賀井による測定値¹⁶⁾⁴⁷⁾と, 著者が測定した脳腫瘍組織の測定値を一括して示したものである。この結果, 音響インピーダンスは正常脳組織と脳腫瘍組織との間に差異を認めることができ, 理論的にも腫瘍と正常脳組織との界面から反射波の発生することを再確認した。

表1 脳組織及び脳腫瘍の音響インピーダンス (伊藤)

		Velocity c $\times 10^5$ cm/sec.	Density ρ g/cc.	Acoustic Impedance ρc $\times 10^6$
Cerebrum	(n)	1.46	1.036	0.151
Astrocytoma (gradell)	(n)	1.66	1.034	0.171
Meningioma	(n)	1.64	1.050	0.172
	(f)	1.62	1.044	0.169
Meningioma (fibroblastic type)	(n)	1.64	1.040	0.171
	(f)	1.60	1.046	0.168
Meningioma(meningotheliomatous type)	(n)	1.66	1.048	0.173
	(f)	1.58	1.042	0.165
Metastatic tumor (adenocarcinoma)	(n)	1.59	1.058	0.168
	(f)	1.54	1.041	0.160

(n) : non-formalinhardened

(f) : formalinhardened

表2 脳組織及び脳腫瘍の音響インピーダンス (和賀井, 伊藤)

		Velocity c cm/sec. $\times 10^5$	Density ρ g/cc.	Acoustic Impedance ρc $\times 10^6$
Cerebrum	(f)	1.35	1.038	0.159
Cerebrum	(n)	1.46	1.036	0.151
Cerebellum	(f)	1.47	1.034	0.151
Meningioma	(f)	1.49~1.62	1.041~56	0.157~0.169
Meningioma	(n)	1.58~1.66	1.048~50	0.171~0.173
Glioma	(f)	1.46	1.042	0.152
Glioma	(n)	1.60~1.66	1.034~46	0.167~0.171
Metastatic cancer	(f)	1.54	1.041	0.160
Metastatic cancer	(n)	1.59	1.058	0.168
Water		1.43	1.00	0.143

(n) : non-formalinhardened

(f) : formalinhardened

同一組織において、新鮮標本と、ホルマリン固定標本の示す音響インピーダンスの差は、音響インピーダンスに及ぼす因子のうち、ホルマリン固定により最も影響をうけるのは密度の変化で、この密度の減少が第一の因子となつて音響インピーダンスに影響するものであらうと考えられる。なおそのメカニズムに関しては解決されない問題を残している。

さらに表1で示した3種の meningioma の間にみられる音速、密度及び音響インピーダンスのわずかの差異は、各組織の細胞構築、血液分布等の相違によるものであらうと考えられる。

III Aスコープ方式による脳腫瘍の診断

III-1 装置、実施方法。

III-1-1 装置

装置は当教室において超音波診断一般に使用しているものであり、その詳細についてはすでに報告^{(18)(20, 21)(34)(36)}しているのので、ここにはその概要をのべる。

研究当初においては、金属用超音波探傷器（日本無線製USF-5型）改良型を使用した。

1961年よりは、ポータブル型診断器 SSD-2（日本無線製⁽³⁶⁾）を使用している（図3）。

この装置は、小型軽量を主眼に開発されたもので携帯使用が容易であり、観測用モニターの併用により、開頭時の術中検査にもまた便利である。主な仕様は次の通りである。

外形寸法：高さ120×幅320×奥行340mm

重量：13kg

周波数：1.2, 2.5, 5, 10Mc

出力指示方式：AスコープDCパルス式。

繰返し周期発振器は50c/s および500c/s の2種に切換えることができるが、本研究においては近距離検査と波形の明るさを考慮して500c/s を用いた。

振動子は、頭皮上からの検査には1ないし2.25Mc、直径10mmのチタン酸バリウム振動子、主に2.25Mcを使用し、開頭時には5Mc、10mmφの水晶振動子を用いた（図4）。

III-1-2 実施方法

頭蓋内疾患の超音波診断に際しての音波の入射方法は、頭皮上からの検査と、開頭時の硬膜上或は脳表からの直接検査とによつた。

A) 頭皮上からの検査

振動子を手で保持し、coupling medium としての流動パラフィン或はグリセリンを介して振動子を頭皮上

にあて、脳内に超音波インパルスを発射する方法である（図5）。頭皮上からの検査の場合、主として2.25Mcの振動子を使用した。超音波が頭蓋内を通過する際の超音波減衰度の異なる場合は1Mcを使用した。

実施に際しては、前頭部と側頭部からの検査が基本となり、さらに頭部の左右各対称点から得られる反射波を比較し、脳腫瘍の局在診断を行つた。

a) 側頭部からの検査法

振動子を耳介直上におき超音波インパルスを頭蓋内に発射する方法であり、この際、最も安定したエコーとして検出できるのは第3脳室由来の反射波である（図6）。この第3脳室エコーの左右いずれかへの偏位により、大脳半球の space occupying lesion の存在を診断し得ることは、頭蓋単純写における pineal shift⁽⁵⁰⁾⁽⁵¹⁾と同じ意味をもっている。

b) 前頭部からの検査法

超音波ビームの方向は、前頭葉より天幕下部を通る線Aと、前頭葉より後頭葉を通る線Bとに大別できる（図7）。正常では1, 2の脳室壁の反射波が検出される。

B) 硬膜上および脳表からの検査

開頭手術に際して頭蓋骨弁を除去した後、生理的食塩水を coupling medium として、硬膜或は脳表に直接振動子をあて、脳内に超音波を発射して検査する方法である。（図8）。

この目的のために試作使用した振動子は、5Mc、10mmφ、長さ300mmの振動子（図1.H）であり、指向角は±1°20' と非常に鋭いもので、頭皮上からの検査に比べ、さらに分解能、指向性は良効である。

振動子の消毒は、5%ハイミン溶液中に12時間の浸置をもつておこなつた。

III-2 脳内エコーの検討

III-2-1 第3脳室エコー

側頭部耳介直上より超音波を入射し検査を行う場合、直接波と反対側側頭骨内面反射との中央（正確には、直接波と反対側骨反射までに8の距離目盛りを入れた場合、目盛り1.2~1.3に現れる）に検出される搏動性の midline echo の偏位の有無が脳腫瘍局在診断のためにきわめて有力な手がかりを与えることは重要である（図9）。この echo source に関しては、1957年、当教室の第3脳室由来とする報告⁽¹⁵⁾が最初のものである。

最近 Leksell, L.⁽⁵²⁾⁽⁵³⁾は松果体を、Gorlon, D.⁽⁵⁴⁾⁽⁵⁵⁾は透明中隔を、de Vlieger M.⁽⁵⁶⁾⁽⁵⁷⁾⁽⁵⁸⁾は第3脳室及び半球間裂を、Lithander, J.⁽⁵⁹⁾⁽⁶⁰⁾⁽⁶¹⁾⁽⁶²⁾及び Jefferson, S.⁽⁶³⁾は大脳組織を echo source とする報告がみられる。当教

室では研究当初⁴⁷⁾⁶⁴⁾より, 第3脳室を主張しているが, この問題についてさらに検討を加えるために次の実験を行った。

a) 人大脳標本実験 (図10)

脱気水を満した水槽中に人大脳標本を設置し, 耳介直上部に対応する側頭葉に 2.25 Mc, 10mm ϕ の振動子を接触せしめ, 反対側側頭葉に向つて超音波インパルスを発射すると, 直接波の立上りと水槽底面エコーとの中間に独立した鋭いエコーが検出された。ここで第3脳室内にゾンデを挿入し, このエコーの増強される事実を確認した。この結果, 側頭部耳介直上から得られる midline echo は第3脳室由来の反射波であることを実験的に確認した。

b) 臨床実験

SSD-2 型診断器を用いて, 超音波反射法と透過法を随時切り換えて実験を行った。

2.25 Mc, 10mm ϕ の振動子2個をレシーバー式に頭部に固定し (図11), 一侧の振動子は透過法では送波に, 反射法に切り換えた際には送受波をかねるようにし, 他側の振動子は透過法にのみ作動し, 受波用とした。

まず耳介直上部に振動子をあて, 反射法によつて最も安定した midline echo を現しておき, この際の超音波ビームの到達点を透過法による左側の振動子で確め, この位置で線撮影 (A $\rightarrow$ P) を行つた (図12)。この患者に気脳写を施行し, 左右振動子の中心線が第3脳室を通過することを確認した (図13)。midline echo の echo source としては, 検査部位によつては大脳鎌, 半球間裂も考えられるのは当然であるが, 著者の実験結果から, 当教室において基準としている耳介直上部からの検査により検出される midline echo は第3脳室由来の反射波であることを確認した。

III-2-2 前頭部超音波入射により得られる脳室エコー

III-1-2) においてのべた如く, 経前頭法による検査に際して最も基本となる前頭葉より後頭葉を通る超音波ビーム上で得られる脳室エコーについて検討をおこなつた。

a) 人脳標本を用いた水槽内実験

人脳ホルマリン固定標本を前頭葉より後頭葉を通る平面で切断し実験に用いた。

この標本を脱気水を満した水槽内に設置し, 左前頭葉より右後頭葉を通る線で超音波を発射した (図14)。この際, 図14Aの如く, 水槽底面エコーは, 時間軸上

の距離目盛8の位置に検出され, さらにmarker3.3 (a) とmarker4.2 (b)の位置に2つのエコーが現われた。ここで側脳室前角部に直径3mmのネラトンカテーテルを挿入し, aエコーの増強される事実 (図11, B), また前角の後部に同様のゴム管を挿入することにより, bエコーの反射エネルギーの増す事実 (図14, C) を観察した。この結果より, 実験的に経前頭検査により超音波を入射した際, 側脳室前角部も充分 echo source となり得ることを確認した。

b) 臨床実験

生体頭部について, 周波数2.25Mc, 10mm ϕ の振動子を用いて実験を行なつた。あらかじめ脳室穿刺にそなえて, 左前額毛生え際から1cm後方, 正中線より2.5cm側方及び, 右後頭部において, 後頭結節の上方5.5cm, 正中線から3cm側方にそれぞれ小骨孔を穿つた。しかる後に, 左前頭部より右後頭葉に向かうビームで超音波を発射して搏動性エコーを現わしておき, この位置で振動子を固定し, ここで側脳室前角及び後角にそれぞれ4号のネラトンで作られた脳室穿刺針 (金属針を使用すると, 多重反射の発生があり, 検出される脳内エコーの解釈を困難にする) を挿入した際, 穿刺前に現われていた搏動性エコーの増強される事実を確認した (図15, 16)。なおこの場合, 脳室穿刺針からの脳室液の流出をたしかめ, 穿刺針が正しく脳室内に存在することを確認した。

この実験により, 正常例で経前頭検査により超音波を入射した際に検出される脳内エコーは脳室に由来するものであることを実証した。

III-2-3 搏動性エコー

頭蓋内超音波検査に際して, 脳内より心搏動に同期した pulsating echo の検出されることについては, すでに教室の報告¹⁵⁾⁶⁴⁾がある。

著者は第3脳室エコーの搏動について分析を行うために次の実験を行った。即ち, 第3脳室エコーの時間軸上の動きを Time-position-indication (T.P.I.) 方式により, またエコーの高さを continuous recorder によつて分析した (図17)。

a) T.P.I 方式による第3脳室エコーの分析

実験には, 日本無線製 SSD-1 型診断器を利用した。即ち, 2.25 Mc, 10mm ϕ の振動子を耳介直上にあて, 超音波インパルスを脳内に発射し, 検出される第3脳室エコーを輝度変調に変えてブラウン管上に現し, しかる後に, 振動子の位置は変えずにブラウン管の時間軸を, 時間軸と直角の方向に 50mm/sec の速度で走査

する Time-position-indication 方式を採用した。図18は、T.P.I 方式により、第3脳室エコーの時間軸上での搏動性運動をブラウン管上に連続波形として示したものである。

b) continuous recorder による第3脳室エコーの分析。

A スコープ方式で観察される第3脳室エコーの搏動は、時間軸上での動きとともに、心搏動に同期してその高さ（反射の強さ）をも変化させていることが観察されるために、次の実験によつて記録分析した。

continuous recorder には成変科学器械製を使用し、フィルム送りの速度は25mm/sec である。echo height の記録は、A スコープ方式による第3脳室エコーのDC パルス図形のみをマスクから現し、時間軸方向にフィルムを送り記録した。

正常例においては、図19に示す如く、1相性の規則正しい波形を示すが、脳室拡大の存在する症例では、反射波の高さを増すばかりか、180°の偏位をもつた2種の反射波を記録することができた（図20）。この事実は de Vlieger M.⁵⁰⁾も指適しているところであるが、第3脳室の前壁と後壁（超音波入射側からみての）とが脳室拡大の際には分離して検出され、第3脳室の搏動により、それぞれ反射率を異にするものと解釈される。

Ⅲ-3 臨床診断

昭和33年7月より、昭和38年11月迄に、当教室を訪れた脳神経外科的疾患を有する1014例に超音波検査を施行した（表3）。このうち脳腫瘍の疑われた症例は300例である。

本稿では、超音波による脳腫瘍の局在診断を主体として論ずるために、手術或は剖検により腫瘍局在の確認された111例の症例について報告する。

この111症例の年齢分布は、0～10才5例、11～20才

18例、21～30才14例、31～40才35例、41～50才24例、51～60才10例、61～70才5例である。15才以下の小児期の症例は15例であり、これは、患者に苦痛や危険を与えず、実施が容易である本検査法の特長を物語るものとする。

組織診断の確認された症例は104例であり、glioma 44例、meningioma 13例、neurinoma 13例、pituitary adenoma 9例、craniopharyngioma 6例、cholesteatoma 2例、tuberculoma 2例、plexus papilloma 2例、teratoma 1例、parasitic tumor 1例、primary sarcoma 1例、metastatic tumor 8例、その他2例であり、脳膿瘍と動静脈奇形はのぞいた。

また、頭皮上からの検査のみ施行された症例は109例(98%)。頭皮上からの検査に加えて開頭時、硬膜上或は脳表からの超音波入射検査の施行された症例は63例(57%)であり、開頭時検査のみ実施された症例は1例である。

次に代表的な症例の臨床所見と超音波所見を示す。

症例1 堀〇 38才 主婦

昭和37年2月、突然痙攣発作があり、記憶力、記憶力は低下し、嘔吐も発来し、昭和37年6月1日、当科に入院した。

神経学的には、矢見当識、両側のうつ血乳頭、左顔面神経不全麻痺、右半身不全麻痺を認めた。

髄液は水様透明、初圧340mm H₂O、細胞数3/3、Nonne (+)、Pandy (+)であつた。

頸動脈撮影による脳血管造影では、前大脳動脈の左方偏位を認めた。

超音波検査（図21）：

左・側頭部からの検査により、第3脳室エコーの左方偏位を認め、右側の右側の大脳半球腫瘍が疑われた。右・側頭部検査では、直接波につづく連続性不規則な波形を示す腫瘍エコーと、第3脳室エコーの左方偏を認め

表3 頭蓋内疾患の超音波検査総数

	1958	1959	1960	1961	1962	1963	
Head injury	1	15	39	80	108	126	
Brain tumor	7	25	40	68	88	72	
Epilepsy	1	2	1	15	12	17	
Hydrocephalus	2	11	9	8	2	5	
Brain abscess	0	2	1	2	2	5	
Others	4	19	27	19	36	138	
Total	15	74	117	192	248	368	Total 1014

た。前頭部検査では、右側からの検査で、直接波につづく腫瘍エコーが検出された。

以上の所見より、右前頭葉腫瘍と診断し、同年6月8日、手術を施行した。

手術：右前頭開頭術施行。Broadman のarea 10に、鷲卵大の境界鮮明な腫瘍を認め、これを摘出した(17g)。

組織学的診断：angioblastic meningioma。

症例 2 阿○ 33才 家婦

昭和35年頃より、歩行障害、言語障害が現れ、右上肢の運動麻痺も加わり、昭和37年8月27日、当科に入院。

神経学的には、左側のうつ血乳頭、右顔面神経不全麻痺、右上肢の運動麻痺、運動性失語症を認め、左側の Hoffman, Babinski 反射は陽性に検出された。

髄液は水様透明にして、初圧 260mmH₂O。

頸動脈撮影では、左・中大脳動脈の挙上を認めた。

超音波検査 (図22)：

左側頭部検査により、第3脳室エコーは約2cm右方に偏位し、直接波につづいて、比較的鋭い波形を示す連続性の腫瘍エコーを認めた。

以上の所見から、左・側頭葉腫瘍と診断し、9月5日、手術を施行した。

手術所見及び術中超音波検査：

左・側頭開頭術施行。硬膜上からの超音波検査により、5～6cmの深部まで腫瘍エコーを認めた。硬膜切開の後、脳表に露出して左・側頭葉を占める境界鮮明な弾性硬の腫瘍を認めこれを摘出した (70g)。

組織学的診断：meningioma。

症例 3 青○ 33才 男子

昭和34年12月より、複視、嘔吐、頭痛が発来し、翌35年2月、前頭葉腫瘍の診断で腫瘍摘出術をうけている。

昭和35年4月より、しばしば痙攣発作があり、昭和36年6月12日、当科に入院した。

患者は昏迷、痙攣は重複しており、両側の視神経萎縮と右・顔面神経麻痺を認めた。

超音波検査 (図23)：

右・側頭部からの検査により、不規則な波形を示す連続性の腫瘍エコーが正中線近くまでおよび、右前頭検査により、腫瘍エコーは頭皮上より6～7cmの深部まで検出された。

以上の所見より、右・前頭側頭葉腫瘍と診断し、同年6月12日、手術を施行した。

手術所見及び術中超音波検査 (図24)：

右・前頭側頭部開頭術施行。硬膜上より5Mcの周波数を用いて検査を行ない、硬膜上より5cmの深部まで不規則な腫瘍エコーを認めた。硬膜切開ののち、腫瘍エコーの検出部に一致して硬度軟、赤褐色の腫瘍を認め、これを可及的広範囲に摘出した。

術後、意識混濁、高熱が続き、昭和36年10月26日死亡。

剖検所見：右・前頭葉の大部を占め、さらに側頭葉底部に発育した腫瘍を認めた (図25)。

組織学的診断：glioblastoma multiforme

症例 4 川○ 49才 男子⁶⁵⁾

昭和35年1月頃より、歩行障害、精神障害、嘔吐が出現し、昭和36年3月10日入院。

精神学的には amnesic な痴呆が認められ、神経学的には、両側のうつ血乳頭、四肢の運動性失調を認めた。

髄液は水様透明、初圧600mm H₂O、細胞数5/3、Nonne (-)、Pandy (-)、蛋白質 93.75mg/dl。

頭蓋単純写により、前頭部の眼窩上壁の直上及びトルコ鞍の上に拇指頭大の石灰化像を認めた。

超音波検査 (図26)

第3脳室エコーは約1.5cm 右方に偏位し、左側頭部にて分裂の傾向を示す腫瘍エコーを認めた。

以上の所見より、左・前頭葉腫瘍と診断。同年3月17日、手術施行。

手術所見及び術中超音波検査 (図27)：

左・前頭開頭術施行。脳表には、肉眼的に何らの異常を認めないが、超音波検査により、脳表より3cmと、7cmの深さに鋭い波形を示す囊腫性エコーを検出した。この事実は cyst の前壁が3cmの深さであり、後壁が7cmの深部にあることを物語った。この部の穿刺により、約4cmの深部で黄色の囊腫内容液を吸引。さらに囊腫壁に石灰沈着のある鷲卵大の腫瘍を摘出した。

組織学的診断：oligodendroglioma

症例 5 丸○ 10才 男子

昭和37年6月頃より、視力障害、頭痛が現れ、漸次増強し、同年8月24日入院した。

神経学的には、両側の視神経萎縮、同心性視野狭窄があり、尿中 17KS は 2.3mg/day、17OHCS は 4.0mg/day の値を示し、同時に多尿を認めた。

超音波検査 (図28)：

側頭部検査では、第3脳室エコーの偏位は認めず、左右・前頭部からの検査により、頭皮上から6～7cmの深部に、きわめて反射率の大なる腫瘍エコーを認め

た。

以上の所見より、鞍上腫瘍の診断を下し、10月29日手術施行。

手術：右・前頭開頭術施行。前頭蓋窩にいたるに、視束交叉部をとりまいた赤褐色の腫瘍を認めた。穿刺により、コレステリン結晶を含有する内容液15ccを採取した。腫瘍は可及的広範囲に摘出された。

組織学的診断：craniopharyngioma,

症例 6 早〇 10才 男子

昭和37年4月頭より、頭痛、嘔吐が現れ漸次増強し、同年12月3日、当科に入院。

神経学的には、項部強直、両側のうつ血乳頭、水平性眼振を認めた。

髄液は水様透明で、初圧380mm H₂O、細胞数2/3。

頭蓋単純写像では、縫合線離開し、指圧痕著明。

頸動脈撮影では、前大脳動脈の走行より、内脳水腫を認めた。

超音波検査（図29）

側頭部検査により、第3脳室エコーの偏位は認めないが、この第3脳室エコーは分裂の傾向を示し、脳室拡大を示した。

前頭部検査により、後頭骨反射の手前、正中線近くに腫瘍エコーを認めた。

以上の所見より、後頭蓋窩腫瘍と診断し、同年12月3日、手術施行。

手術所見及び術中超音波検査（図30）：

後頭下開頭術施行。硬膜上より超音波検査を行うに、小脳虫部直上において、4cmの深部にわたる不規則連続性波形を示す腫瘍エコーを検出。硬膜切開により、右小脳肩挑に露出し、第4脳室底にまで発育した腫瘍を認めこれを可及的広範囲に摘出した。

組織学的診断：medulloblastoma

症例 7 森〇 13才 女児

昭和 34年1月より、右上肢の運動障害、複視を来し、さらに右下肢の運動障害、嘔吐、頭痛が発来し、昭和35年2月8日、当科に入院した。

神経学的には、両側のうつ血乳頭、瞳孔不同症、右半身不全麻痺を認め、右側の深部腱反射は亢進し、右側の Babinski 反射は陽性に検出された。

髄液は水様透明にして、初圧400mmH₂O、細胞数80/3、Nonne (±), Pandy (+)。

脳波所見として、左側の徐波化が認められた。

頭蓋単純写にては縫合離開が認められた。

超音波検査（図31）：

左・側頭部検査にては、第3脳室エコーは右側に偏位し、右・側頭部からの検査で、第3室エコーの右側への偏位と、cystic echo を認めた。

以上の所見より、左大脳半球を大きく占める囊腫性腫瘍と診断。同年2月12日、手術を施行した。

手術：左・頭頂側頭後頭部に大きく開頭術を施行。Roland の後方で穿刺を行い3cmの深部より150ccの黄色調囊腫内容液を吸引す。さらに可及的広範囲に腫瘍を摘出した。

組織学的診断：choroid plexus papilloma

Ⅲ-4 第3脳室エコーの偏位と腫瘍局在との関係

頭蓋内疾患診断に際しての第3脳室エコー偏位の意義は、頭蓋単純写における pineal shift、脳血管写前後像での前大脳動脈の偏位、さらに気脳写、脳室写の第3脳室偏位と同様に大脳半球の space occupying lesion の存在を示唆する有力な材料を提供することである。

pineal shift の診断的意義に関しては、Dyke, C.G.⁶⁶⁾は、3000例のレ線像より、その50%に石灰化する松果体陰影を認め、さらに脳腫瘍の39%に pineal shift を観察している。我国においては中川⁶⁷⁾は、1104例のレ線像より、松果体の石灰化像を示すもの23.3%の値を報告している。

超音波を利用した第3脳室エコー偏位の診断学上の特長は、田中等の報告¹⁶⁾¹⁸⁾³²⁾³⁴⁾³⁵⁾³⁷⁾⁵⁷⁾の如く、患者に全く侵襲を与えず、検査手技の簡便である点である。

脳腫瘍の局在診断に際しては、まず第一に第3脳室エコーの偏位の有無を観察すべきものであり、レ線学的に midline shift の確められた92例の脳腫瘍症例について、超音波検査による第3脳室エコー偏位の正確度について観察した。

即ち、この目的のために超音波学的には、側頭部より超音波を入射せしめ、反対側側頭骨内面反射まで8の距離目盛を入れ、1.2～1.3の目盛に第3脳室エコーの現れるものを偏位なしとした（図9）。

一方、レ線学的な midline structure 偏位の証明は、脳血管写、脳室写及び気脳写によつた。即ち、血管写によるもの86例、空気脳室写26例、気脳写によるもの3例である（表4）。

この92例の症例については、超音波学的に偏位「有」は56例、「無」は39例である。大脳半球腫瘍については55例中、第3脳室エコーの偏位「有」と判定した症例は52例（92%）である（表5）。

超音波検査により、偏位「有」と診断し、レ線学的に

表4 第3脳室エコーの偏位

Patient	Displacement of third ventricle echo	Diagnosis	Details
K. I.	Right	Astrocytoma, left thalamus	Displacement to right on ventriculogram
T. N.	Left	Oligodendroglioma, right frontal	Displacement to left on ventriculogram
I. K.	Right	Glioma, left frontal	Displacement to right on angiogram and ventriculogram
S.	None	Chromophobe adenoma, hypophysis	No displacement on angiogram
H. M.	Right	Ependymoma, left frontal	Displacement to right on angiogram and ventriculogram
M. I.	Left	Oligodendroglioma, right temporal	Displacement to left on angiogram
T. K.	Right	Astrocytoma, left temporal	Displacement to right on angiogram and ventriculogram
H. O.	None	Cholesteatoma, cerebellum	No displacement on ventriculogram
K. O.	Right	Astrocytoma, left parietal	Displacement to right on angiogram
M. T.	None	Glioblastoma, 3rd ventricle	Radiography normal
K. Y.	None	Astrocytoma, pons	Radiography normal
G. O.	None	Astrocytoma, pons	Radiography normal
T. H.	Right	Glioblastoma, left temporal	Displacement to right on angiogram and ventriculogram
K. O.	Left	Astrocytoma, right frontoparietal	Displacement to left on angiogram and ventriculogram
T. S.	Left	Oligodendroglioma, right temporal	Displacement to left on angiogram and ventriculogram
G. Y.	None	Glioma, left thalamus	No displacement on angiogram
S. M.	None	Chromophobe adenoma, hypophysis	No displacement on angiogram
T. M.	Left	Astrocytoma, right temporal	Displacement to left on angiogram
S. N.	None	Neurinoma, right cerebellopontine angle	No displacement on angiogram
J. S.	Left	Glioma, right temporal	Displacement to left on angiogram
I. Y.	None	Meningioma, cerebellum	Radiography normal
Y. M.	None	Chromophobe adenoma, hypophysis	No displacement on angiogram
M. A.	Right	Metastatic cancer, left temporal	Displacement to right on angiogram and ventriculogram
K. T.	Left	Meningioma, right temporal	Displacement to left on angiogram
A. A.	Left	Astrocytoma, right frontal	Displacement to left on angiogram
H. M.	None	Metastatic cancer, midbrain	No displacement on ventriculogram
H. S.	None	Medulloblastoma, fourth ventricle	No displacement on angiogram
T. W.	None	Chromophobe adenoma, hypophysis	No displacement on angiogram
Y. S.	Left	Spongioblastoma, cerebellum	No displacement on angiogram
Y. K.	None	Craniopharyngioma	Radiography normal
Y. S.	None	Chromophobe adenoma, hypophysis	No displacement on angiogram
T. A.	Left	Astrocytoma, right temporal	Displacement to left on angiogram and ventriculogram
K. M.	Right	Plexus papilloma, left frontotemporoparietal	Displacement to right on angiogram
T. K.	None	midbrain	Radiography normal
S. K.	Right	Reticularsarcoma, left temporal	Displacement to right on angiogram
H. K.	None	Craniopharyngioma	No displacement on angiogram
K. N.	Left	Metastatic cancer, left temporal	Displacement to left on angiogram and ventriculogram
H. S.	Left	Metastatic cancer, right posterior fossa	Displacement to left on angiogram
S. M.	None	Pinealoma	No displacement on angiogram
M. S.	None	Astrocytoma, cerebellum	Radiography normal
K. O.	Left	unknown, right frontal	Displacement to left on angiogram
K. H.	Left	Tuberculoma, right frontal	Displacement to left on angiogram and ventriculogram

K. I.	Right	Glioblastoma, left frontal	Displacement to right on angiogram
K. I.	Right	Glioma, left temporal	Displacement to right on angiogram and pneumoencephalogram
S.W.	None	Astrocytoma, right temporal	Radiography normal
S.H.	None	Astrocytoma, right hypothalamus	Radiography normal
K.H.	Left	Chromophobe adenoma, hypophysis	No displacement on angiogram
T.K.	Right	Oligodendroglioma, left frontal	Displacement to right on angiogram
Y.U.	Left	unknown, right temporal	Displacement to left on angiogram
M.H.	Right	Tuberculoma, left temporal	Displacement to right on angiogram
K.K.	Left	Astroblastoma, right frontal	Displacement to left on angiogram
K. I.	None	Teratoma, third ventricle	No displacement on ventriculogram
S.M.	Left	Calcification, right parietal	Displacement to left on angiogram
M.T.	Right	Astrocytoma, left frontoparietal	Displacement to right on pneumoencephalogram
S.N.	Left	Astrocytoma, right frontal	Displacement to left on angiogram
A.M.	Left	Oligodendroglioma, right frontal	Displacement to left on angiogram and ventriculogram
T.Y.	None	Craniopharyngioma	No displacement on angiogram
K.E.	Right	Metastatic cancer, left temporal	Displacement to right on angiogram
H.Y.	Left	Meningioma, right frontal	Displacement to left on angiogram and ventriculogram
R. I.	Right	Chromophobe adenoma, hypophysis	Displacement to right on angiogram
T.U.	Right	Heterotopic hypophysial adenoma, left frontal	Displacement to right on angiogram
M.S.	Left	Metastatic cancer, right temporal	Displacement to left on angiogram
T.O.	None	Meningioma, frontal	No displacement on angiogram
I.H.	Left	Meningioma, right frontal	Displacement to left on angiogram
G.K.	None	Chromophobe adenoma, hypophysis	No displacement on angiogram
Y.M.	None	Craniopharyngioma	No displacement on angiogram
K.A.	Right	Meningioma, left temporal	Displacement to right on angiogram
T.S.	Left	Meningioma, right occipital	Displacement to left on angiogram
I.O.	Right	Glioblastoma, bilateral thalamus	Radiography normal
K.K.	None	Paragonimus, left occipital	No displacement on angiogram
A.Y.	Right	Meningioma, left frontoparietal	Displacement to right on angiogram
T.H.	None	Medulloblastoma, cerebellum	No displacement on angiogram
M.B.	None	Metastatic cancer, cerebellum	No displacement on angiogram
N.Y.	Right	Astrocytoma, left temporal	Displacement to right on angiogram
T.S.	None	Glioma, cerebellum	No displacement on angiogram
Y.S.	None	Neurinoma, chiasma	No displacement on angiogram
S.O.	None	Unknown, suprasellar	No displacement on angiogram
T.O.	Left	Meningioma, left temporoparietal	Displacement to left on angiogram
M. I.	Right	Meningioma, left frontal	Displacement to right on angiogram
T.C.	None	Unknown, supra sellar	No displacement on angiogram
Y.Y.	Right	Meningioma, left parietal	Displacement to right on angiogram
T.K.	Left	Meningioma, right parietooccipital	Displacement to left on angiogram
K.W.	Right	Craniopharyngioma	Displacement to right on angiogram
M.M.	Right	Glioblastoma left temporal	Displacement to right on angiogram
T. I.	Right	Astrocytoma, right frontotemporal	Displacement to right on angiogram
S.K.	Right	Oligodendroglioma, left frontotemporal	Displacement to right on angiogram
M.N.	None	Glioma, cerebellum	No displacement on angiogram

S.S.	Left	Oligodendroglioma, right frontal	Displacement to left on angiogram
K.A.	None	Craniopharyngioma	No displacement on angiogram
K.T.	Right	Astrocytoma, left frontotemporal	Displacement to right on angiogram
Y.S.	None	Meningioma, falx	No displacement on angiogram
S.N.	Right	Glioma, left frontal	Displacement to right on angiogram

表5 第3脳室エコーの偏位

Ultrasonoechography	Checked by neuroradiology	
Displacement of 3rd ventricle echo 56 cases	median structures shifted	53 cases
	no shift of median structures	3 cases
No displacement of 3rd ventricle echo 36 cases	median structures shifted	0 case
	no shift of median structures	36 cases

midline structure 偏位の認められなかつた症例は3例で, 小脳腫瘍, 下垂体腺腫, 視床部腫瘍の各1例であつた。

Ⅲ-5 腫瘍局在診断成績

脳腫瘍診断の最後目標は, 腫瘍の発生部位と大きさを頭皮上から正確に診断することである。本項では, Ⅲ-3で述べた111例の症例について, 頭皮上検査による脳腫瘍の局在診断成績についてのべる。

表6.7に示した如く, 腫瘍の局在診断率は, 111例中80例, 72%である。このうち, 大脳半球腫瘍については, 55例中53例(96%)と成績は良好であり, 次いで小脳腫瘍の診断率が良好で, craniopharyngioma及びpituitary adenomaを主体としたトルコ鞍周辺腫瘍の診断成績がこれに次ぐ。これに反して, 脳幹側, 脳幹尾側及び小脳橋角腫瘍の診断成績は全く不良である。

さらに, 超音波診断を, 組織診断の確かめられた104例の症例について, 病理組織別に観察してみた(表8)。

即ち, glioma 43例中, 局在診断の可能であつた症例は37例(89%)であり, これは meningioma の14例中13例の成績に比較してやや成績は劣る。これは診断不能であつた glioma 5例中に pons glioma の3例が含まれているためである。

診断成績のとくに不良なものは neurinoma で, その発生部位が小脳橋角部に限局しているため, この部えの超音波投射が不可能なことに起因しているためと考えられる。

pituitary adenoma は9例中7例の, また craniopharyngioma は6例中5例の診断成績を上げており, そ

れぞれ77%, 83%の診断率を示している。この両者の成績を比較した際, pituitary adenoma の診断成績のやや劣るのは, 超音波検査の対象となつた adenoma は, トルコ鞍内に限局した発育を示す傾向にあつたためと考えられる。

さらに, metastatic tumor の8例中5例に診断可能であり, cholesteatoma, tuberculoma, plexus papilloma の各2例, teratoma, parasitic tumor, reticulosarcoma の各1例の診断が可能であつた。即ち, 超音波検査に際して, 局在診断の成績を左右する因子は, 脳腫瘍の組織的な差異ではなく, 腫瘍の発生部位であることが解る。

Ⅲ-6 Trans-oral examination

先述した如く, 天幕下腫瘍の診断成績は不良で, このために, 後頭蓋窩えの超音波投射を目的として, 口腔内からの超音波検査を試みた。

このために, 2.25Mc, 10mmφ のチタン酸バリウム振動子を装着した probe を試作し, 臨床実験を行つた(図4E)。

検査に際しては, 口腔咽頭部をキシロカインによる表面麻酔を行ない, 口腔咽頭部粘膜に直接振動子を密着させ超音波を投射した。この場合, 超音波ビームはレ線像でみる如く(図32), 脳橋, 小脳, 小脳橋角部えの超音波投射が可能である。この検査法について, 当教室においては Trans-oral examination と命名した。

この Trans-oral examination については症例も少く, 診断成績について述べることは早計であるが, 口腔よりの検査で, 右聴神経腫瘍(neurinoma)を診断し得た症例について反射波形を示す(図33)。

表6 超音波診断成績(脳腫瘍111例)

Patient Number	Patient	Age	Sex	Diagnosis	Examination through the skull		Examination on the brain		Transoral examination	
					Correctly predicted	Incorrectly predicted	Correctly predicted	Incorrectly predicted	Correctly predicted	Incorrectly predicted
1	K.I.	19	M.	Astrocytoma, left thalamus	○	○	○	○	○	○
2	T.N.	29	F.	Oligodendroglioma, right frontal	○	○	○	○	○	○
3	I.K.	39	M.	Glioma, left frontal	○	○	○	○	○	○
4	K.N.	13	F.	Cholesteatoma, supra sellar	○	○	○	○	○	○
5	S.	30	F.	Chromophobe adenoma, hypophysis	○	○	○	○	○	○
6	H.M.	31	M.	Ependymoma, left frontal	○	○	○	○	○	○
7	M.I.	18	F.	Oligodendroglioma, right temporal	○	○	○	○	○	○
8	T.K.	32	M.	Astrocytoma, left temporal	○	○	○	○	○	○
9	H.O.	34	F.	Cholesteatoma, Cerebellum	○	○	○	○	○	○
10	M.O.	41	F.	Neuroblastoma, right cerebellopontine angle	○	○	○	○	○	○
11	K.O.	29	F.	Astrocytoma, left parietal	○	○	○	○	○	○
12	M.T.	42	M.	Glioblastoma, third ventricle	○	○	○	○	○	○
13	K.Y.	42	F.	Astrocytoma, pons	○	○	○	○	○	○
14	G.O.	42	M.	Astrocytoma, pons	○	○	○	○	○	○
15	T.H.	13	F.	Glioblastoma, left temporal	○	○	○	○	○	○
16	R.H.	6	M.	Oligodendroglioma, left frontoparietal	○	○	○	○	○	○
17	K.O.	34	M.	Astrocytoma, right frontoparietal	○	○	○	○	○	○
18	T.S.	23	M.	Oligodendroglioma, right temporal	○	○	○	○	○	○
19	G.Y.	38	M.	Glioma, left thalamus	○	○	○	○	○	○
20	S.M.	30	M.	Chromophobe adenoma, hypophysis	○	○	○	○	○	○
21	A.H.	48	F.	Neurinoma, right cerebello-pontine angle	○	○	○	○	○	○
22	H.N.	17	M.	Neurinoma, bilateral cerebellopontine angle	○	○	○	○	○	○
23	T.M.	62	M.	Astrocytoma, right temporal	○	○	○	○	○	○
24	S.N.	19	F.	Neurinoma, right cerebellopontine angle	○	○	○	○	○	○
25	J.S.	49	M.	Glioma, right temporal	○	○	○	○	○	○
26	I.Y.	18	M.	Meningioma, cerebellum	○	○	○	○	○	○
27	Y.M.	35	M.	Chromophobe adenoma, hypophysis	○	○	○	○	○	○
28	K.O.	33	F.	Neurinoma, right cerebellopontine angle	○	○	○	○	○	○
29	M.A.	42	F.	Metastatic cancer, left temporal	○	○	○	○	○	○
30	K.T.	39	F.	Meningioma, right temporal	○	○	○	○	○	○
31	A.A.	60	F.	Astrocytoma, right frontal	○	○	○	○	○	○
32	H.M.	39	F.	Metastatic cancer, midbrain	○	○	○	○	○	○
33	H.S.	13	F.	Medulloblastoma, fourth ventricle	○	○	○	○	○	○
34	T.W.	49	F.	Chromophobe adenoma, hypophysis	○	○	○	○	○	○

35	Y.S.	13	F.	Spongioblastoma, cerebellum	○	—	—	—	—
36	Y.K.	24	M.	Craniopharyngioma	○	—	—	—	—
37	Y.S.	38	F.	Chromophobe adenoma, hypophysis	○	—	—	—	—
38	T.A.	33	M.	Astrocytoma, right frontal	○	○	—	—	—
39	K.M.	13	F.	Plexus papilloma, left frontotemporoparietal	○	○	—	—	—
40	T.K.	50	M.	Unknown, midbrain		○	—	—	—
41	S.K.	39	M.	Reticulosarcoma, left temporal	○	○	—	—	—
42	H.K.	15	M.	Craniopharyngioma	○	—	—	—	—
43	K.N.	46	F.	Metastatic cancer, left temporal	○	○	—	—	—
44	H.S.	54	F.	Metastatic cancer, right posterior fossa		○	—	—	—
45	S.M.	26	M.	Pinealoma	○	—	—	—	—
46	M.S.	14	F.	Astrocytoma, cerebellum	○	○	—	—	—
47	K.O.	16	M.	Unknown, right frontal	○	—	—	—	—
48	K.H.	23	F.	Tuberculoma, right frontal	○	○	—	—	—
49	K.I.	39	M.	Glioblastoma, left frontal	○	○	—	—	—
50	K.I.	39	F.	Glioma, left frontal	○	○	—	—	—
51	S.W.	35	M.	Astrocytoma, right temporal		○	○	—	—
52	K.I.	11	M.	Meningioma, cerebellum	○	○	—	—	—
53	S.H.	40	M.	Astrocytoma, right hypothalamus	○	—	—	—	—
54	K.O.	6	M.	Medulloblastoma, cerebellum	○	—	—	—	—
55	K.H.	37	F.	Chromophobe adenoma, hypophysis	○	—	—	—	—
56	S.	28	F.	Astrocytoma, third ventricle		○	—	—	—
57	T.K.	49	M.	Oligodendroglioma, left frontal	○	○	—	—	—
58	Y.U.	44	F.	Unknown, right temporal	○	○	—	—	—
59	M.H.	62	F.	Tuberculoma, left temporal	○	—	—	—	—
60	K.K.	37	M.	Astroblastoma, right frontal	○	○	—	—	—
61	A.S.	46	F.	Neurinoma, left cerebellopontine angle		○	—	—	—
62	K.I.	27	M.	Teratoma, third ventricle	○	—	—	—	—
63	S.M.	46	M.	Calcification, right parietal	○	○	—	—	—
64	M.T.	14	M.	Astrocytoma, left frontoparietal	○	○	—	—	—
65	H.N.	2	M.	Cyst, left frontotemporoparietal	○	—	—	—	—
66	S.N.	31	M.	Astrocytoma, right frontal	○	○	—	—	—
67	A.M.	40	F.	Oligodendroglioma, right frontal	○	○	—	—	—
68	T.Y.	44	F.	Craniopharyngioma	○	○	—	—	—
69	K.E.	39	M.	Metastatic cancer, left temporal	○	—	—	—	—
70	H.Y.	39	M.	Meningioma, left frontal	○	○	—	—	—
71	R.I.	32	M.	Chromophobe adenoma, hypophysis	○	—	—	—	—
72	T.S.	46	F.	Neurinoma, right cerebellopontine angle		○	—	—	—
73	J.N.	54	M.	Neurinoma, left cerebellopontine angle		○	○	—	○
74	K.S.	22	F.	Neurinoma, right cerebellopontine angle		○	—	○	—
75	T.U.	45	M.	Heterotopic hypophysial adenoma left frontal	○	○	—	—	—
76	K.Y.	49	M.	Neurinoma, left cerebellopontine angle		○	○	—	○
77	M.S.	41	F.	Metastatic cancer, right temporal	○	○	—	—	—
78	T.O.	63	M.	Meningioma, frontal	○	○	—	—	—
79	I.H.	38	F.	Meningioma, right frontal	○	○	—	—	—
80	F.M.	34	F.	Neurinoma, left cerebellopontine angle		○	○	—	—
81	G.K.	45	M.	Chromophobe adenoma, hypophysis	○	○	—	—	—
82	Y.M.	10	M.	Craniopharyngioma	○	○	—	—	—

表 8 脳腫瘍の組織別よりみた超音波診断成績 (104例)

	Total cases	Cases correctly predicted	Cases incorrectly predicted
Glioma			
Medulloblastoma	3	2	1
Glioblastoma multiforme	5	4	1
Spongioblastoma polare	1	1	0
Astroblastoma	1	1	0
Astrocytoma	18	15	3
Oligodendroglioma	8	8	0
Ependymoma	1	1	0
Pinealoma	1	1	0
Unclassified glioma	5	4	1
Meningioma	14	13	1
Neurinoma	13	3	10
Pituitary adenoma	9	7	2
Craniopharyngioma	6	5	1
Teratoma	1	1	0
Cholesteatoma	2	2	0
Parasitic tumor	1	1	0
Tuberculoma	2	2	0
Plexus papilloma	2	2	0
Primary sarcoma	1	1	0
Metastatic tumor	8	5	3
Other tumors	2	2	0
total	104	81	23

Trans-oral examination に際しては, 直接波に続く多重反射の発生が多く, 左右から得た超音波波形を比較して診断を行う必要があると考えられる。

IV 総括並びに考按

患者に何らの侵襲をも与えずに実施できる脳腫瘍の局在診断法は, 現在の脳神経外科診断学の一つの盲点とも言えよう。著者は, 超音波反射法を応用して脳腫瘍の診断を研究し, この目的を達するとともに, 臨床的に良好な成績を収めることができた。

超音波反射法を用いて脳腫瘍の診断を試みる際, 疑問になるのは脳腫瘍の音響的特異性で, 超音波減衰度の大きな頭蓋骨を介して腫瘍からの反射波を検出し得るか否かである。即ち, 脳腫瘍の超音波診断に際して, 第一の大きな問題は, 脳腫瘍が果して正常脳組織と異なる音響的特異性を有するか否かの解明であろう。正常脳と脳腫瘍の間に差違が認められなければこれは不可能のことであるが, 著者等の検索では明らかに音響イ

ンピーダンスの差を認め得たことは, 異常エコーのこれに原因することを示す重要な事実であると考えられる。このように, 反射率を決定する音響インピーダンスの測定及び基礎実験から, 1~2.25Mc の超音波を用いることにより, 腫瘍組織からの十分な反射波を検出し得ることが確められた。

Aスコープ方式による脳腫瘍診断に関して, 臨床的に第二の問題になるのは midline echo の偏位であろう。大脳半球腫瘍の存在を推測し得るこの midline shift の診断的意義に関して注目されるのは当然で, de Vlieger, M. (1959)⁵⁶⁾は47例の頭蓋内疾患患者に対して midline echo の偏位を観察し, 45例 (95%) の正確度をもつて midline shift を診断し得たと報告している。さらに Taylor, J. C. (1961)⁶⁸⁾は, 頸動脈写の施行された248例の症例のうち, 超音波検査により216例 (87%) に midline echo の有無を診断し, Jefferson, A.¹³⁾は, 頭蓋内疾患を有する50例について超音波検査による midline echo 偏位について考察を加え,

診断の適中率76%の成績を報告している。Jeppsson, S.⁶⁹⁾⁷⁰⁾は、579例について考察を加え $97.9 \pm 0.6\%$ の正確度で midline shift を診断し得たと報告している。1963年には、Ford, R.⁷¹⁾により1000例の脳神経外科的疾患についての midline echo 偏位の報告がある。脳腫瘍については217例について観察がおこなわれ、midline echo偏位の有無が正確に診断された症例は200例、92.1%と良好な結果を報告している。

著者は92例の脳腫瘍例について、第3脳室エコー偏位と、レ線学的な midline shift との関係を追求し、90/92例即ち、98%の診断成績を示した。

脳腫瘍の局在診断に関しては、French, Wild (1950, 1951)らが、15Mcの周波数を用いて、手術時に glioblastoma を診断し得たとの報告、Fordによる脳腫瘍217例の midline echo 観察に際して、数例に腫瘍からの異常エコーを検出し得たとの報告のあるのみである。

著者は、頭皮上からの超音波入射による検査によつても72%の局在診断率を上げ得たことを報告した。脳腫瘍の発生部位別にこの診断成績を考察するに、天幕下腫瘍、特に小脳橋角腫瘍の診断率は大脳半球腫瘍の成績に比較して不良である。これに対して Trans-oral examination の手段を講じたが、この問題についてはさらに追求、研究されねばならないと考える。

次に、腫瘍エコーの波形分析と腫瘍構造の診断について考察を加えたい。腫瘍エコーは、各脳腫瘍の音響的特異性によつて反射波形にもある程度の差がみられる。特に cystic tumor では囊腫内部からの反射は発生せず音響学的に透明であり、囊腫壁反射のみが検出される特長をもっている。即ち、囊腫形成の甚しかつた plexus papilloma 例で著明であり、glioma で cyst を形成せるものでは、不規則な波形を示す腫瘍壁反射にはさまれて、反射波の発生しない部分が介在する。一方、実質性腫瘍、特に glioma の腫瘍エコーは連続性不規則な波形を示し、meningioma では鋭い波形を示す傾向がある。

さらに、脳腫瘍の局在診断をおこなう際に、腫瘍エコーの検出による診断法に附随して、超音波が脳内を通過する際の減衰度の異常もまた重要な意義をもっている。

脳組織の超音波減衰度に関しては、石川⁷⁰⁾⁷¹⁾⁷²⁾の基礎的研究が報告されているが、臨床的には gliomaに、腫瘍の大きさに一致して超音波の通過性の良好な領域(超音波減衰度の減少)が証明されるものが多い。一

方、meningioma は減衰度の増加として示される。このような腫瘍の音響的特異性にもとづいた研究は、さらに追求されなければならない問題である。

V 結 語

著者は、超音波による脳腫瘍の局在診断を研究し、基礎的実験、臨床的研究を実施し、良好な成績を収めた。

1) 原理は超音波反射法を採用し、超音波の周波数は1~5 Mcを使用した。ブラウン管の表示方式はAスコープ方式によつた。

2) 脳腫瘍の音響的特異性、とくに、新鮮標本の音響インピーダンスを分析した。

3) 脳内からの echo source を検討し、側頭部より得られる midline echo は第3脳室に由来するものであることを確め、その診断的意義をのべた。さらに、前頭部検査により得られる側脳室エコーを確めた。

4) 第3脳室エコーについては、心搏動に同期する搏動性エコーに着目し、その記録をおこなつた。

5) 臨床検査症例は111例であり、手術或は剖検により、腫瘍局在の診断された症例のみを考察した。

6) 局在診断成績は、111例中80例、72%の診断率を示し、診断不良な天幕下腫瘍診断のために Trans-oral examination を試みた。

脳腫瘍の局在診断は、神経学的検査と、現行の種々の診断法の併用によりおこなわれることは当然であるが、超音波を用いる診断法は、従来の補助診断法と全く異り、腫瘍の音響学的特異性にもとづいた検査法であり、超音波技術の進歩とともに、新しい一つの診断法として期待できるものである。

本研究の一部は、昭和36年、文部省科学研究費の補助を受けたものであることを附記する。

稿を終るに臨み、終始御懇篤なる御指導、御協力をいただいた、順天堂大学第一外科福田保教授、和賀井敏夫博士、東北大学通信研究所菊地喜充教授、日本無線株式会社内田六郎氏、真島鉄柱氏の諸氏に深甚なる謝意を表する。

本論文要旨の一部は、第17, 18, 19回、日本脳神経外科学会総会、第53, 54, 60, 61, 62回日本外科学会総会、第4回順天堂医学会総会、第2回日本臨床神経学会、第1, 3回超音波医学研究会において発表した。

VI. 文 献

- 1) 植木: 脳腫瘍の診断と治療. 第16回日本医学会総会学術講演集, III: 183, 1963.
- 2) Dussik, K. T.: Über die Möglichkeit Lochfrequente Mechanische Schwingungen als diagnostisches Hilfsmittel zu verwerten. Ztschr. ges. Neurol. Psychiat., **174**: 153, 1942.
- 3) Dussik, K. T., Dussik, F. and Wyt, L.: Auf dem Wege zur Hyperphonographie des Gehirnes. Wien. med. Wchnschr., **97**: 425, 1947.
- 4) Dussik, K. T.: Ultraschall Diagnostik, insbesondere bei Gehirnerkrankungen, mittels Hyperphonographie. Z. phys. Ther., **1**: 140, 1948.
- 5) Dussik, K. T.: Ultraschallen Wendung in der Diagnostik und Therapie der Erkrankungen des zentralen Nervensystems. Der Ultraschall in d. Medicine, pub. s. Hirzel, Verlag, Zurich. 1949.
- 6) Ballantine, H. T., Jr. Bolt, R. H., Hueter, T. F. and Ludwig, G. D.: On the detection of intracranial pathology by ultrasound. Science, **112**: 525, 1950.
- 7) Hueter, T. F. and Bolt, R. H.: Ultrasonic method for outlining the cerebral ventricles. J. Acoust. Soc. Am., **23**: 160, 1951.
- 8) Wild, J. J.: The use of ultrasonic pulses for the measurement of biological tissues density changes. Surgery, **27**: 183, 1950.
- 9) French, L. A., Wild, J. J. and Neal, D.: Detection of cerebral tumors by ultrasonic pulses. Cancer, **3**: 705, 1950.
- 10) French, L. A., Wild, J. J. and Neal, D.: Attempts to determine harmful effects of pulsed ultrasonic vibration. Cancer, **4**: 342, 1951.
- 11) Wild, J. J. and Neal, D.: Use of high-frequency ultrasonic waves for detecting changes of texture in living tissues. Lancet, **1**: 655, 1951.
- 12) French, L. A. and Wild, J. J. and Neal, D.: The experimental application of ultrasonics to the localization of brain tumors. J. Neurosurg., **8**: 198, 1951.
- 13) 田中, 菊池, 内田: 超音波インパルスによる頭蓋内疾患検出について (第一報), 第53回, 日本外科学会総会, 1953.
- 14) 田中, 菊池, 内田: 超音波インパルスによる頭蓋内疾患検出について (第二報), 第54回, 日本外科学会総会, 1954.
- 15) Kikuchi, Y., Uchida, R., Tanaka, K. and Wagai, T.: Early cancer diagnosis, through ultrasonics. J. Acoust. Soc. Am., **29**: 7, 1957.
- 16) 和賀井: 診断領域における超音波の応用, 医学のあゆみ, **30** (1): 1, 1959.
- 17) 和賀井: 超音波断層写真法. 外科, **22** (2): 27, 1960.
- 18) 和賀井: 超音波の医学的, 生物学的応用—パルス法による診断, 超音波技術便覧, 日刊工業新聞社, 1960.
- 19) 和賀井, 宮沢, 伊藤, 石井, 菊池, 内田: 超音波断層写真法特に乳腺腫瘍診断について, 日外誌, **61** (5): 696, 1960.
- 20) 和賀井: 医学診断への超音波応用. OHM, **47** (5): 185, 1960.
- 21) 和賀井: 超音波の診断的応用. M.A.C., **2** (9): 542, 1961.
- 22) Tanaka, K.: Ultrasonic diagnosis of brain tumor. VOLT, Jan., 1962.
- 23) 林: 超音波検査. 外科診療, **2** (8): 1199, 1960.
- 24) Hayashi, S., Wagai, T., Miyazawa, R., Ito, K., Ishikawa, S., Uematsu, K., Kikuchi, Y. and Uchida, R.: Ultrasonic diagnosis of breast tumor and cholelithiasis. West. J. Surg. Gy., **70** (1): 134, 1962.
- 25) 和賀井: 超音波の基礎的ならびに臨床的応用, 医用電子装置研究会資料, 電気通信学会, 1962.
- 26) 林, 和賀井, 宮沢: 乳腺疾患の超音波による鑑別診断. 外科診療, **4** (6): 695, 1962.
- 27) 林, 和賀井, 土館, 大橋: 乳腺疾患の超音波診断. 日本臨床, **21** (11): 2206, 1963.
- 28) 和賀井, 宮沢, 小暮: 超音波による胆石症診断. 日本臨床外科医会誌, **20** (4): 161, 1959.
- 29) 水野, 有馬: 産婦人科領域診断への超音波の応用, 第1報, 第2回, 超音波医学研究会, 1962 (大阪).
- 30) 竹内, 有馬, 水野: 産婦人科診断領域への超音波の応用, 第2報, 第4回, 超音波医学研究会講演論文集, 29, 1963.
- 31) 高橋, 大内, 和賀井, 土館: 超音波診断法の泌尿器科領域における応用. 第4回超音波医学研究会講演論文集, 23, 1963.
- 32) 中島, 西, 天野, 上杉, 和賀井: 超音波による眼軸長測定について. 臨床眼科, **14**: 1954, 1960.
- 33) Tanaka, K., Kikuchi, K. and Uchida, R.: Ultrasonic diagnosis of brain tumor. Proc. Third Int. Cong. on Acoustics, 1191, 1959 (Stuttgart).
- 34) 田中, 伊藤, 石川: 超音波による頭蓋内疾患の診断. 綜医合学, **18** (5): 297, 1961.
- 35) 田中, 伊藤: 超音波パルス法による頭蓋内疾患診断. 神経研究の進歩, **7** (2): 335, 1963.
- 36) 内田: 医用電子機器の実例. 日刊工業新聞社, 1962.
- 37) 田中, 伊藤, 石川, 植松: 超音波による小児脳腫瘍診断. 小児科診療, **25** (7): 926, 1962.
- 38) 田中, 伊藤, 石川, 阿部, 和賀井: 超音波による脳腫瘍の診断. 日本臨床, **21** (11): 2195, 1963.
- 39) 菊池, 伊藤: 超音波による新しい診断法. 臨床

- 外科, **18** (3) : 376, 1963.
- 40) 和賀井, 田中, 菊池, 内田 : 脳腫瘍の超音波診断, 第17回日本脳神経外科学会, 1958 (熊本)
 - 41) 伊藤, 石井, 菊池, 和賀井 : 脳神経外科診断領域における超音波応用, 第4回順天堂医学会総会, 1959 (東京)
 - 42) 田中, 菊池, 和賀井, 伊藤 : 脳神経外科診断領域における超音波の応用, 第18回日本脳神経外科学会, 1959 (東京)
 - 43) 田中, 菊池, 和賀井, 伊藤 : 超音波による頭蓋内疾患の診断, 第60回日本外科学会総会, 1960 (大阪)
 - 44) 和賀井, 田中, 菊池, 伊藤, 石井, 石川, 竹内, 植松 : 超音波を利用せる脳腫瘍の診断, 第2回日本臨床神経学会総会 (東京)
 - 45) 伊藤, 菊池 : 超音波による脳腫瘍診断, 第1回超音波医学研究会 1962 (東京)
 - 46) 田中 : 超音波による脳腫瘍の診断, 第16回日本医学会総会学術講演集, **III** : 205, 1963.
 - 47) 田中, 和賀井 : 超音波インパルスによる頭蓋内疾患検出について, 文部省試験研究報告書, 1953.
 - 48) 超音波探傷法, 日本学術振興会, 丸章, 1956.
 - 49) Greenspan, M. and Tschiegg, C. E. : J. Acoust. Soc. Am., **31** : 75, 1959.
 - 50) Lilia, B. : Displacement of the calcified pineal body in roentgen pictures as an aid in diagnosing intracranial tumors. Acta radiol. suppl., **37**, 1939.
 - 51) Herren, R. Y. : A note on the reliability of roentgenographically determined pineal gland shift in brain tumors. Surgery, **8** : 478, 1940.
 - 52) Leksell, L. : Echo-encephalography I. Acta Chir. Scand., **110** : 301, 1955/56.
 - 53) Leksell, L. : Echo-encephalography II. Acta med. Scand., **115** : 255, 1958.
 - 54) Gordon, D. : Echo-encephalography-ultrasonic rays in diagnostic radiology, Rev. Neurol., **99** : 652, 1958.
 - 55) Gordon, D. : Echoencephalography, Brit. Med. J., **5136** : 1500, 1959.
 - 56) de Vlieger, M. and Ridder, H. J. : Use of echoencephalography. Neurology, **9** (4) : 216, 1959.
 - 57) ter Braak, J. W. G., Grandia, W. A. M. and de Vlieger, M. : "Echo-encephalography" as an aid in the diagnosis of subdural and extradural hematomas. Recent neurological research, 37, Elsevier pub, comp., Amsterdam 1959.
 - 58) ter Braak, J. W. G., Grandia, W. A. M. and de Vlieger, M. : The significance of some reflections in "Echo-encephalography". Acta Neurochir., **9**, 3, 1961.
 - 59) Lithander, B. : A control method for echo-encephalography. Acta Psychiat. Neurol. Scand., **35** : 235, 1960.
 - 60) Lithander, B. : The clinical use of echo-encephalography. Acta Psychiat. Neurol. Scand., **35** : 241, 1960.
 - 61) Lithander, B. : Origin of echoes in the echo-encephalogram. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., **24** : 22, 1961.
 - 62) Lithander, B. : Clinical and experimental studies in echo-encephalography. Acta Psychiat. Neurol. Scand. Suppl. 159, **36** : 1, 1961.
 - 63) Jefferson, A. : Some experiences with echo-encephalography. J. Neurol. Psychiat., **25** : 83, 1959.
 - 64) Kikuchi, Y. : Lecture on the second ICA congress, HD-9, Cambridge Mass., 1956.
 - 65) 田中, 伊藤 : 前頭葉腫瘍, 外科診療, **3** (5) : 706, 1960.
 - 66) Dyke, C. G. : Indirect signs of brain tumor as noted in routine roentgen examination; displacement of pineal shadow. Am. J. Roentgenol., **23** : 598, 1930.
 - 67) 中川, 石井, 吉井, 工藤 : 松果体石灰化について, 第16回日本脳神経外科学会, 1957 (岡山)
 - 68) Taylor, J. C., Newell, J. A. and Karvounis, P. : Ultrasonics in the diagnosis of intracranial space-occupying lesions. Lancet, **3** : 1197, 1961.
 - 69) Jeppsson, S. : Echo-encephalography III. Acta Chir. Scand., **115** : 455, 1960.
 - 70) Jeppsson, S. : Echo-encephalography. The mid-line echo : an evaluation of its usefulness for diagnosing intracranial expansivities and an investigation into its sources. Acta Chir. Scand. Suppl. **272** : 151, 1961.
 - 71) Ford, R. and Ambrose, J. : Echoencephalography: The measurement of the position of mid-line structures in the skull with high frequency pulsed ultrasound. Brain, **86** : 189, 1963.
 - 72) 石川, 勝海 : 脳組織の超音波減衰度について, 第1報, 第1回超音波医学研究会, 1962 (東京)
 - 73) 石川, 野中 : 脳組織の超音波減衰度について, 第2報, 第3回超音波医学研究会, 1963 (東京)
 - 74) 石川, 野中 : 脳組織の超音波減衰度について, 第3報, 第4回超音波医学研究会, 1963 (大阪)

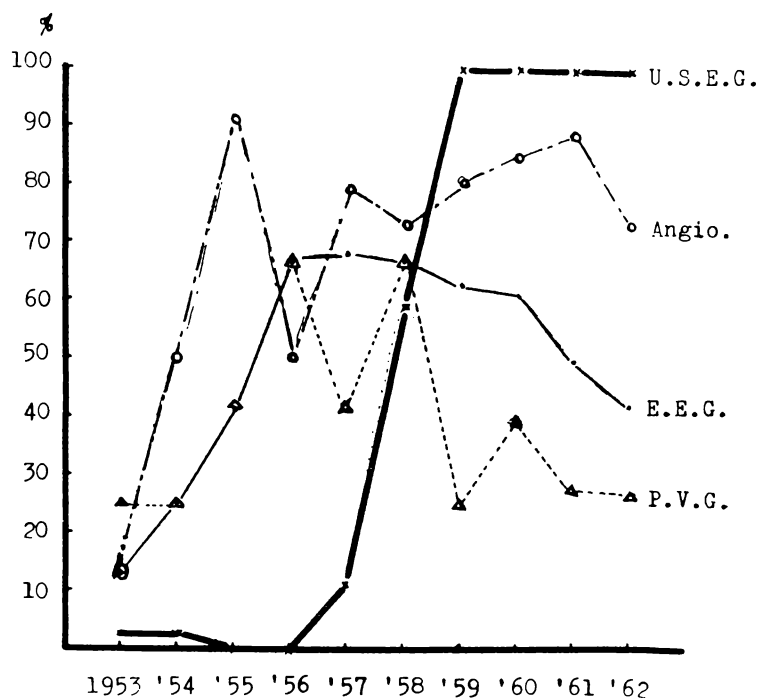


図1 脳神経外科的診断法の年次別推移（脳腫瘍例）

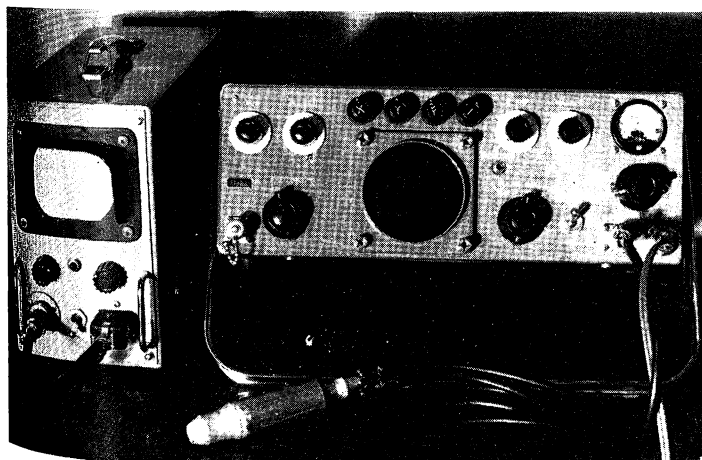


図3 右：ポータブル型超音波診断装置
左：観測用モニター

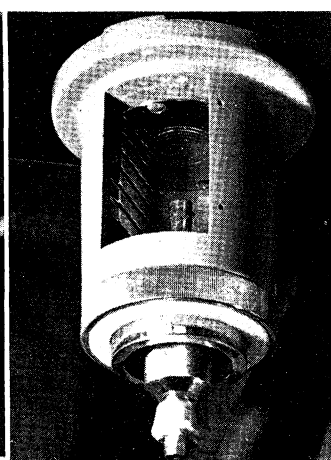


図2 音速測定用資料台
(スケール付)

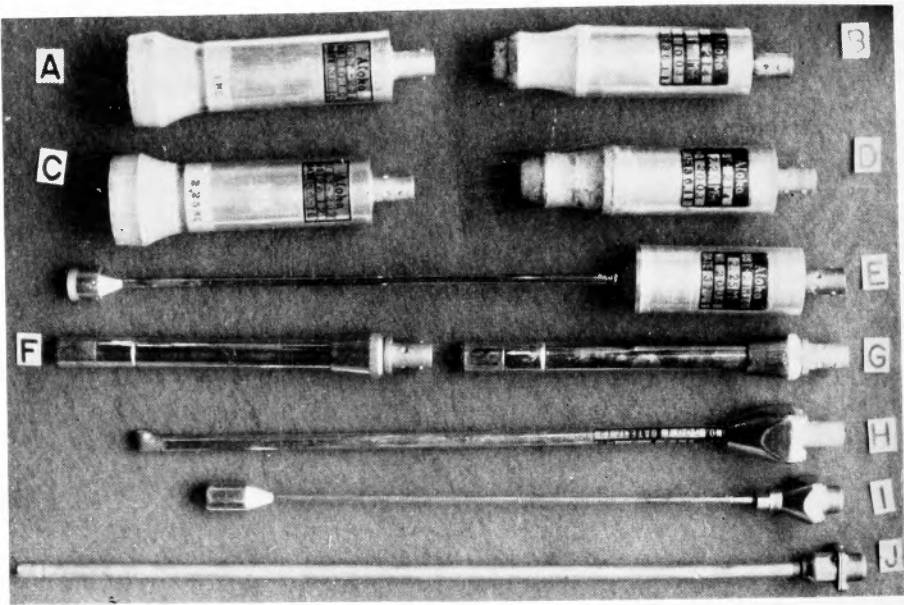


図 4 医 学 用 振 動 子

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| A : 1 MC, 30mm ϕ | B : 1 MC, 10mm ϕ |
| C : 2.25MC, 30mm ϕ | D : 2.25MC, 10mm ϕ |
| E : 2.25MC, 10mm ϕ | F : 5 MC, 10mm ϕ |
| G : 10MC, 10mm ϕ | H : 5 MC, 5 mm ϕ |
| I : 5 MC, 10mm ϕ | J : 5 MC, 3 mm ϕ |

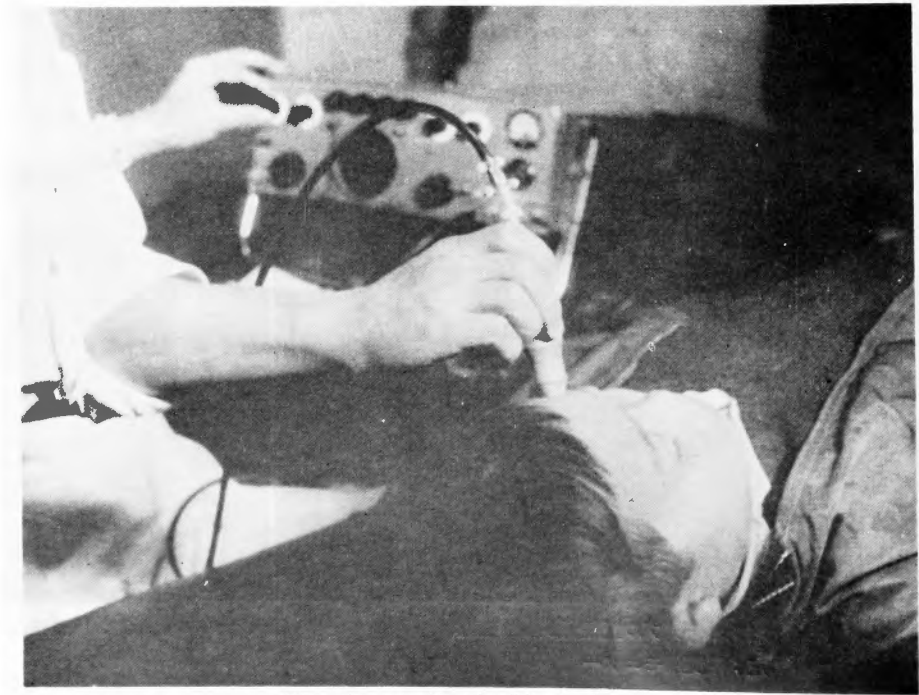
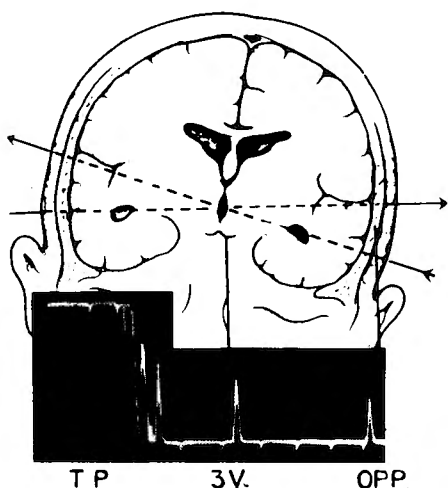


図 5 超 音 波 診 断 実 施 図

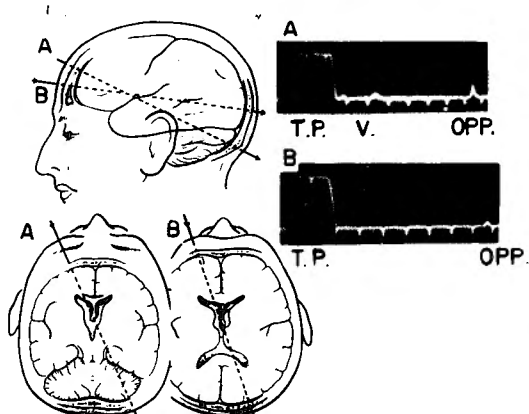
- NORMAL PATTERN -



T.P. TRANSMITTED PULSE
3 V. 3RD VENTRICLE ECHO
OPP. OPPOSITE SIDE OF HEAD

図6 径側頭法による正常波形 (2.25MC)

- NORMAL PATTERN -



T.P. TRANSMITTED PULSE
V. VENTRICLE ECHO
OPP. OPPOSITE SIDE OF HEAD

図7 径前頭法による正常波形 (2.25MC)

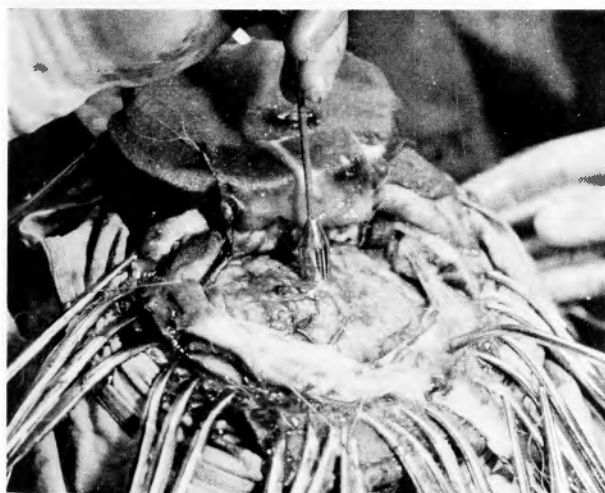


図8 脳表からの超音波検査実施図

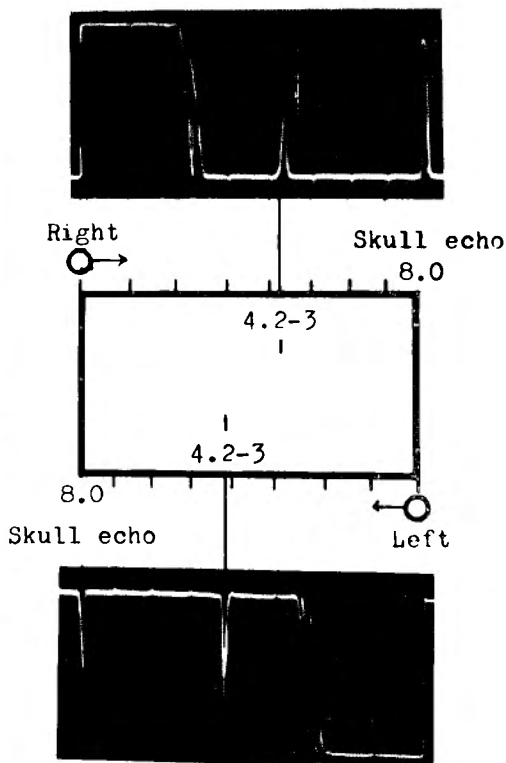
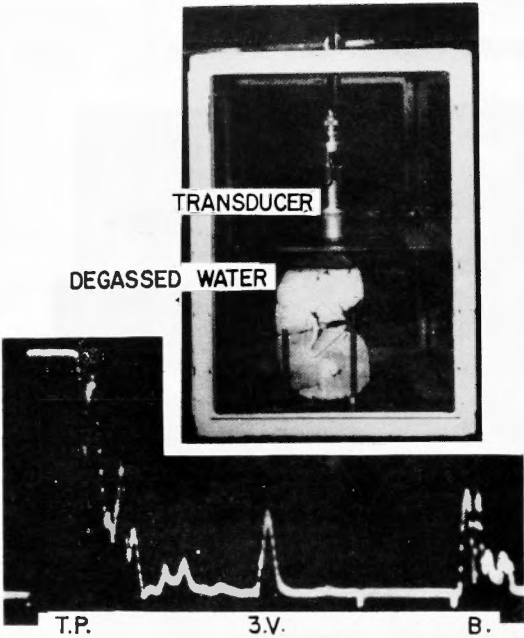


図9 径側頭法による第3脳室エコーの検出 (正常例)



T.P. TRANSMITTED PULSE
3.V. 3RD VENTRICLE ECHO
B. BACK REFLECTIONS

図10 第3脳室エコーの確認(水槽内実験)

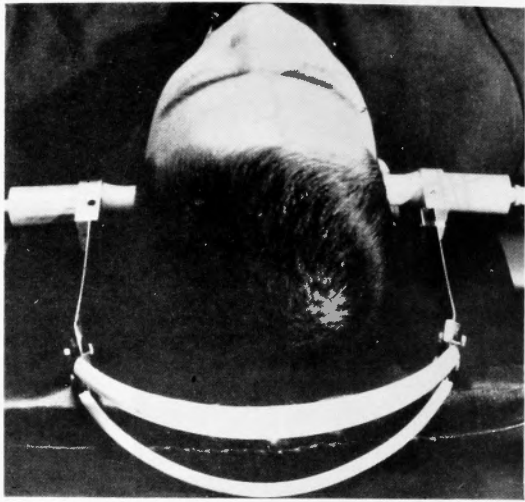
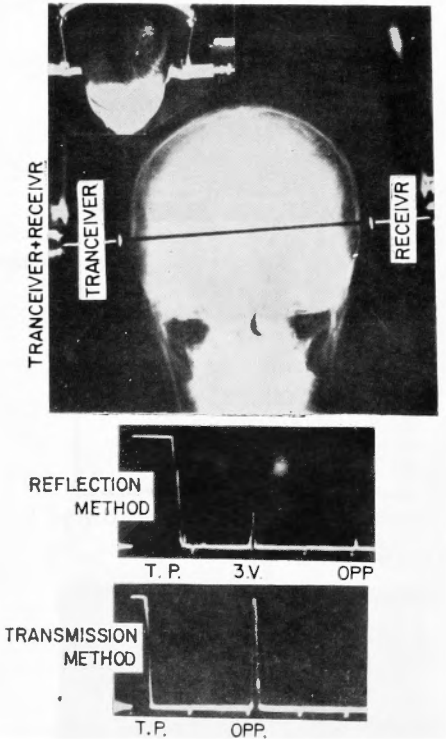


図11 振動子の設置



T.P. TRANSMITTED PULSE
3.V. 3RD VENTRICLE ECHO
OPP. OPPOSITE SIDE OF HEAD

図12 第3脳室エコーの確認

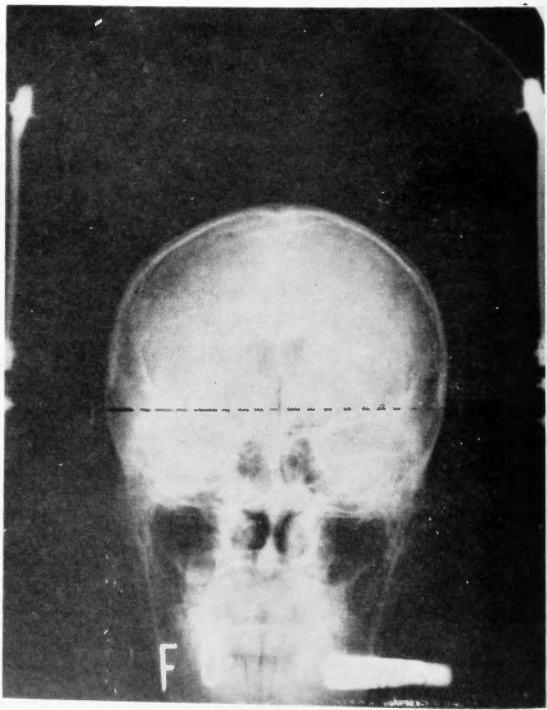


図13 第3脳室エコーの確認

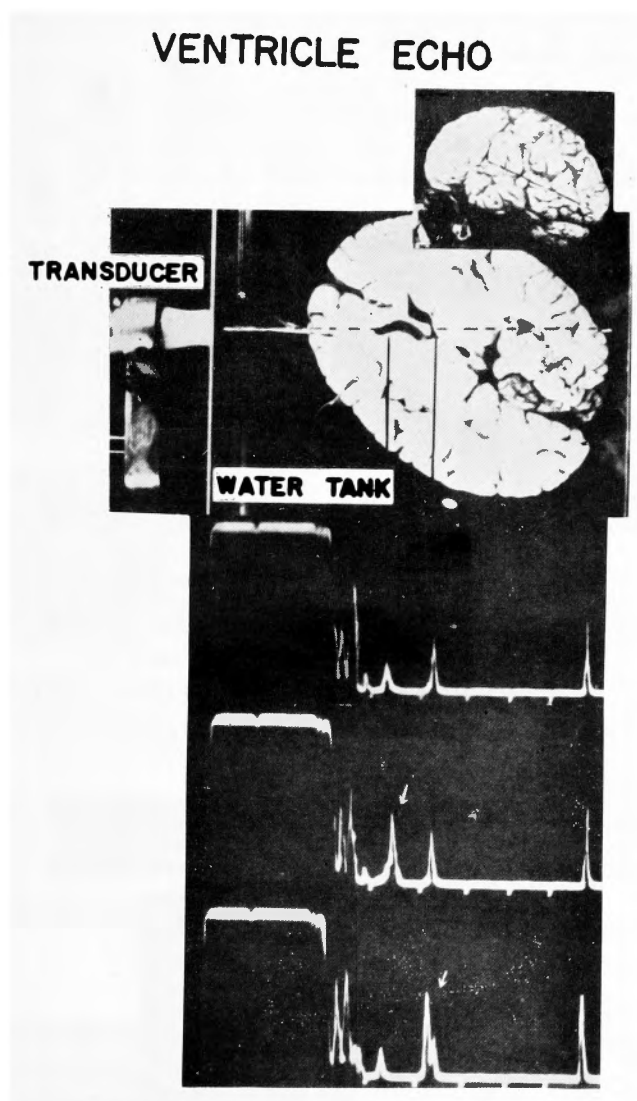


図14 側脳室エコーの確認（水槽内実験）

VENTRICLE ECHO

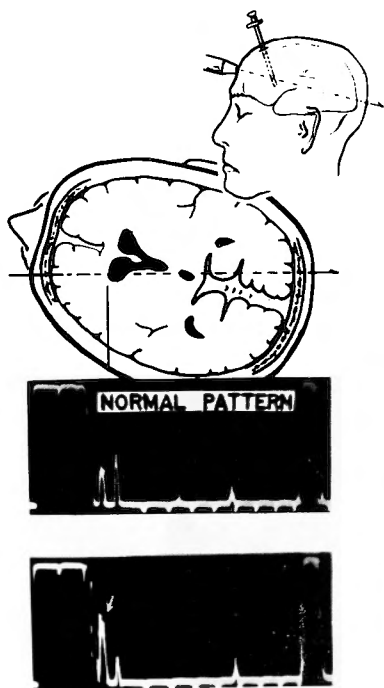


図15 側脳室エコーの確認
(臨床実験, 1 MC)

VENTRICLE ECHO

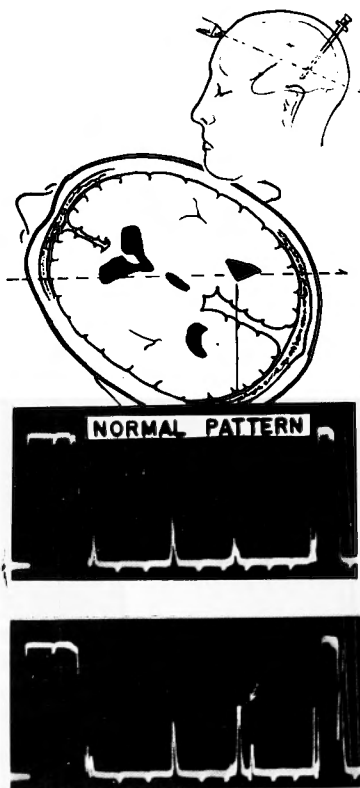


図16 側脳室エコーの確認
(臨床実験, 1 MC)

PULSATING MIDLINE ECHO

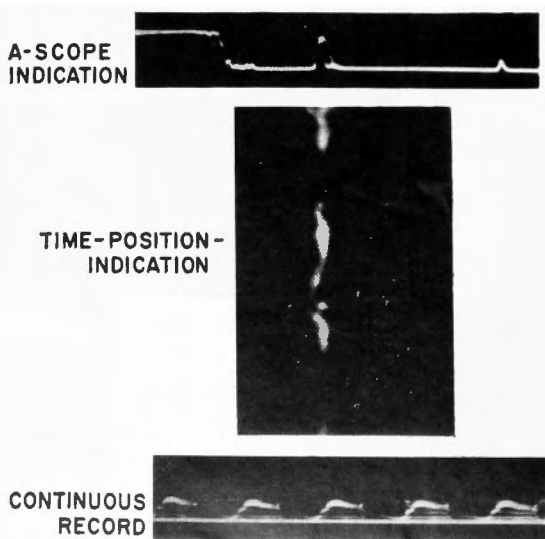


図17 搏動性第3脳室エコー

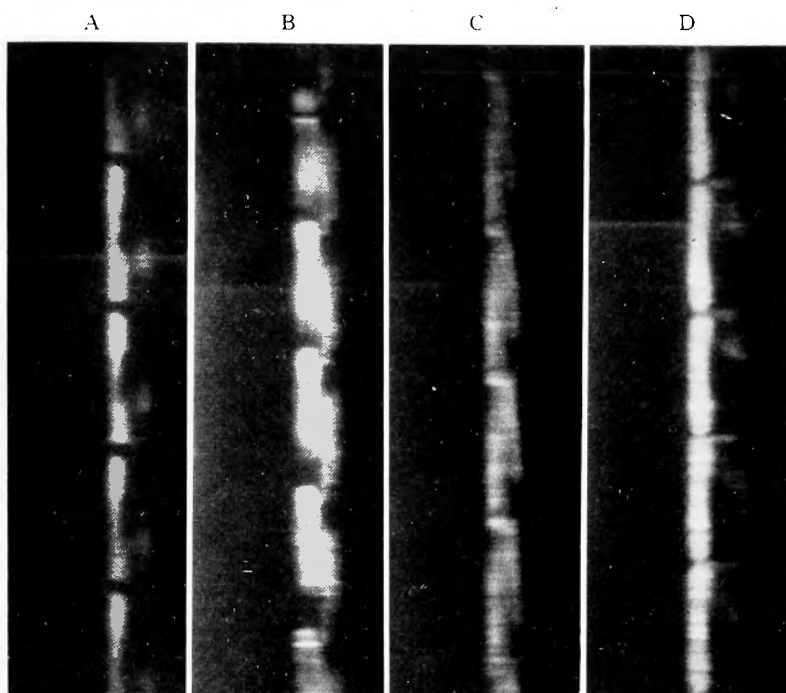


図18 T-P-I方式による第3脳室エコーの記録

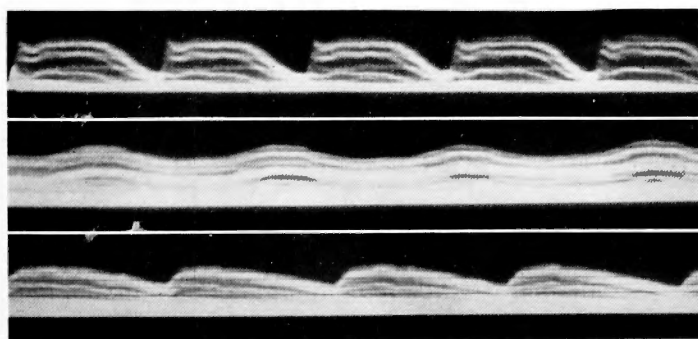


図19 搏動性エコーの記録（第3脳室）—正常例

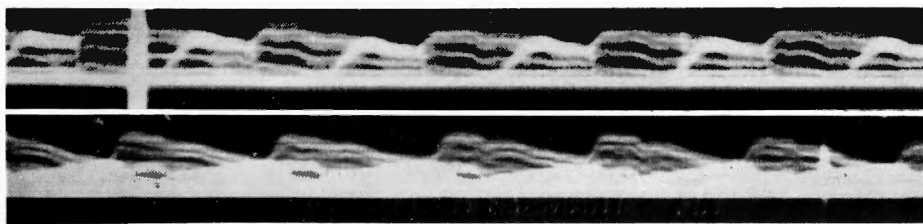
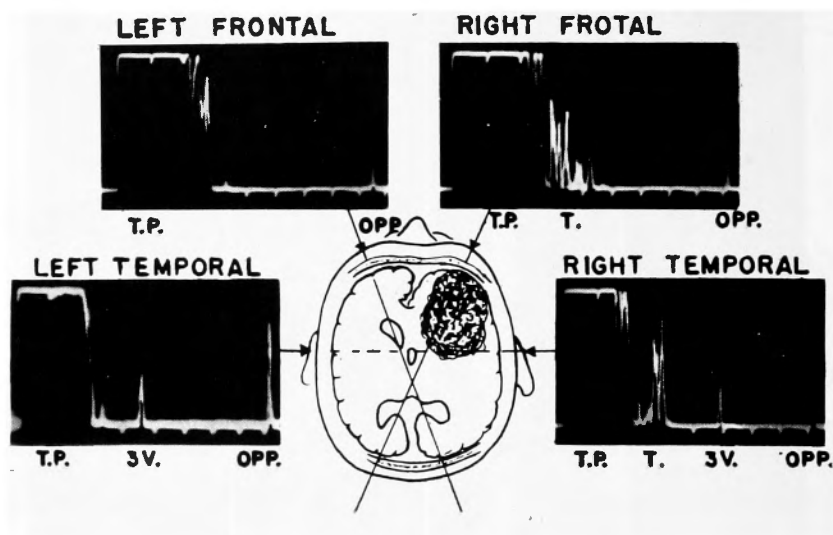


図20 搏動性エコーの記録（第3脳室）—脳室拡大例

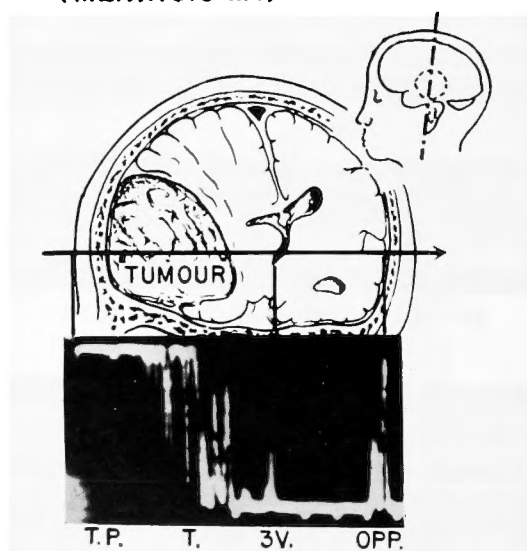
(MENINGIOMA.)



T.P. TRANSMITTE PULSE
 3V. 3RD VENTRICLE ECHO
 T. TUMOUR ECHO
 OPP. OPPOSITE SIDE OF HEAD

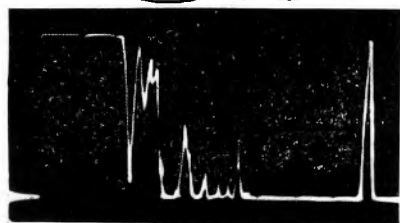
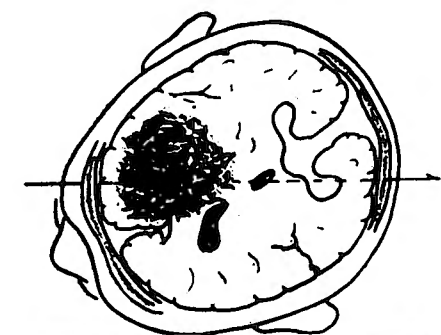
図21 右前頭葉腫瘍の超音波波形 (2.25MC)

TEMPORAL TUMOUR
 (MENINGIOMA)



T.P. TRANSMITTE PULSE
 3V. 3RD VENTRICLE ECHO
 T. TUMOUR ECHO
 OPP. OPPOSITE SIDE OF HEAD

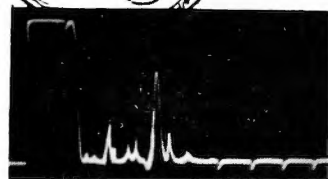
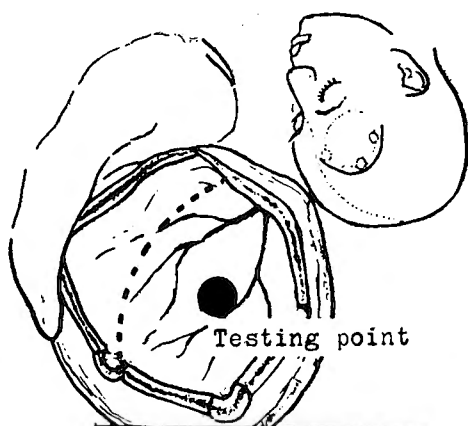
図22 左側頭葉腫瘍の超音波波形 (2.25MC)



T. P. T. OPP.

T.P. TRANSMITTED PULSE
T. TUMOUR ECHO
OPP. OPPOSITE SIDE OF HEAD

図23 右前頭葉腫瘍の超音波波形
(2.25MC)



TUMOR ECHO

図24 術中超音波所見 (5 MC)

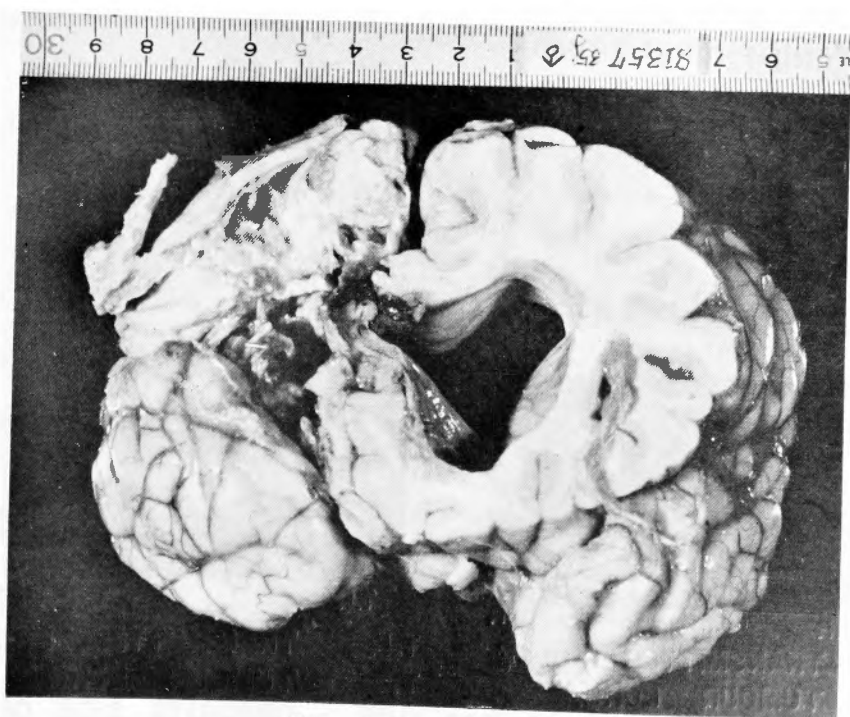
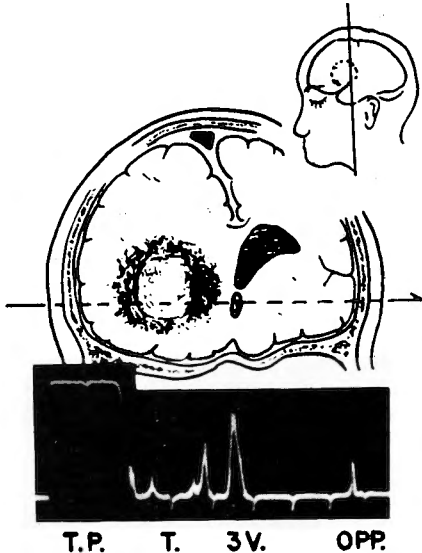


図25 剖検所見 (症例3)

(OLIGODENDROGLIOMA)

T.P. TRANSMITTE PULSE
 3V. 3RD VENTRICLE ECHO
 T. TUMOUR ECHO
 OPP. OPPOSITE SIDE OF HEAD

図26 Oligodendroglioma の超音波所見 (2.25MC)

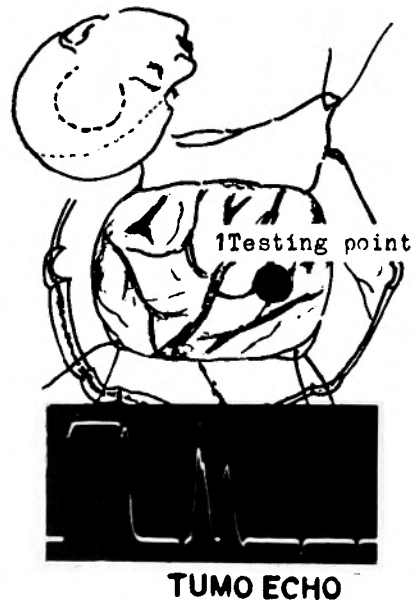
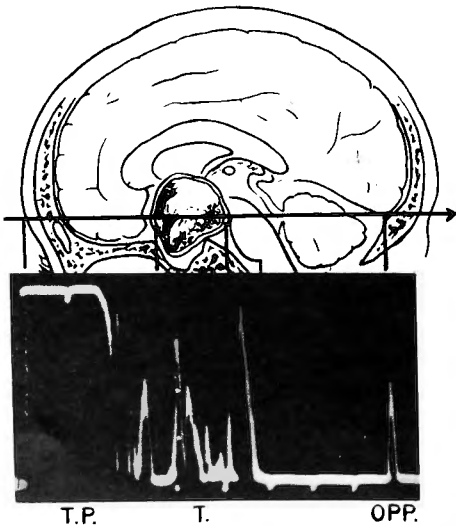
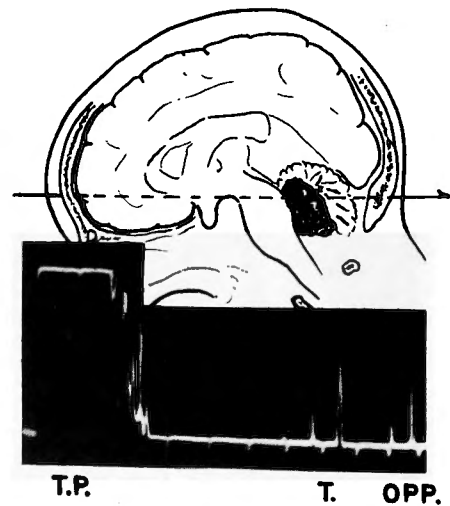
(OLIGODENDROGLIOMA)

図27 術中超音波所見 (5 MC)

CRANIOPHARYNGIOMA

T.P. TRANSMITTED PULSE
 T. TUMOUR ECHO
 OPP. OPPOSITE SIDE OF HEAD

図28 Craniopharyngiomaの超音波所見 (2.25MC)

(MEDULLOBLASTOMA)

T.P. TRANSMITTED PULSE
 T. TUMOUR ECHO
 OPP. OPPOSITE SIDE OF HEAD

図29 Medulloblastomaの超音波所見 (2.25MC)

(MEDULLOBLASTOMA)

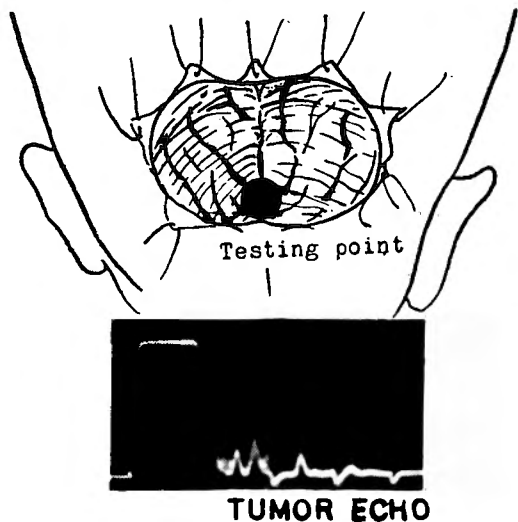
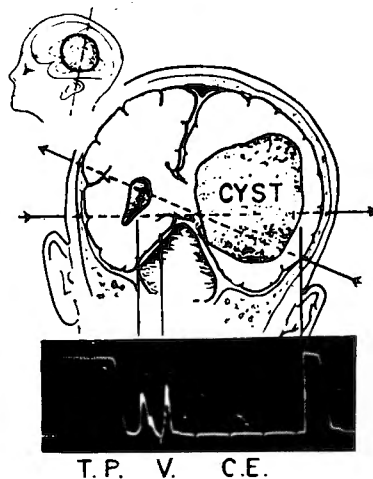


図30 術中超音波所見 (5 MC)

TEMPORAL TUMOUR (CHOROID PLEXUS PAPILLOMA)



T.P. TRANSMITTED PULSE
V. VENTRICLE ECHO
C.E. CYSTIC ECHO

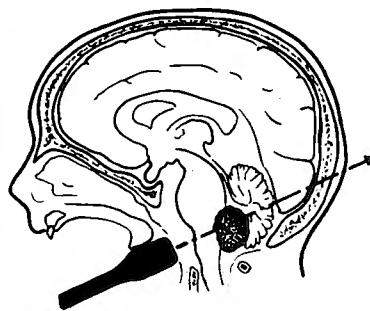
図31 Cystic tumor の超音波所見 (2.25MC)



図32 Trans-oral examination のレ線像

TRANSORAL ULTRASONIC EXAMINATION

CEREBELLO-PONTINE ANGLE TUMOR



T.P. TRANSMITTED PULSE
T. TUMOR ECHO
B. BACK REFLECTION

図33 聴神経腫瘍の超音波所見 (Trans-oral examination)