

頭蓋内占拠性病變の超音波断層写真法に関する研究

岩手医科大学医学部第2外科教室（主任：金谷春之教授）

伊 藤 隆 之

〔原稿受付：昭和47年9月15日〕

Clinical Study on Ultrasonotomography in Intracranial Space Occupying Lesions

TAKAYUKI ITO

The Department of 2nd Surgery Iwate Medical University, School of Medicine,
(Director: Prof. Dr. HARUYUKI KANAYA)

Ultrasonotomography was performed on the normal brain, hypertensive intracerebral hemorrhage, brain tumor and traumatic intracerebral hemorrhage.

The results obtained were as follows:

- 1) Normal intracerebral echo was detected most 4~6 cm right above and 0~2 cm front of the entrance of the external auditory meatus. A 100% detection rate was obtained in the III ventricle.
- 2) The farther the detecting point was from the entrance of the external auditory meatus, the poorer became the detection rate and the normal intracerebral echo. Good picture of echoes were obtained at sensitivity levels less than -9dB and the detectable limit of the normal intracerebral echo was around -18dB.
- 3) In the contact scalp method, various sensitivity levels that presented the clear shape and contents of the lesion were less than -6dB in hypertensive intracerebral hemorrhage, and -12dB in brain tumor.
- 4) Almost correct site and size of the lesion could be known by means of ultrasonic measurement done outside from the dura during surgery.
- 5) Hematoma echoes described through the Sensitivity Graded Ultrasonotomography performed as a contact dural scanning during surgery were classified as Liquid type, Mixed type and Clot type.

With reference to these echo patterns it was made possible to decide whether the hematoma was liquid or clotted.

- 6) When the Sensitivity Graded Ultrasonotomography was applied to brain tumors, some characteristics of each tumor were disclosed.

It could be summerized that by means of ultrasonotomography three-dimensional shape of hypertensive intracerebral hemorrhage, brain tumor and traumatic cerebral hemorrhage would be given almost exactly. Moreover, contents of hematoma or type of tumor can be discriminated through the Sensitivity Graded Ultrasonotomography. Therefore the method mentioned above will be expected to play an important role in examining intracerebral lesions in accompanying with the progress of its diagnostic accuracy.

1. 緒 言

医学における超音波診断は近年めざましいものがある。頭蓋内疾患の診断は詳細な神経学的検査が重要であることは勿論であるが、超音波検査は他の検査と異なり病巣の直接像をうるため、局在を知り安全かつ容易に反復しうる検査法となっている。

頭蓋内疾患の超音波診断への応用は1942年Dussik¹⁾の透過法の実験にはじまる。現在普及している反射法は、1950年、Wild²⁾・木邦³⁾では、1952年菊池、田中³⁾らの研究でその端緒を開き、正中線エコー、異常エコーの検出などの病巣局在診断、すなわち定性的な報告がある。

一方病巣を立体的に描写しうる超音波断層写真法が1956年菊池、田中⁴⁾らで開発され、病巣の定性的な報告がみられている。

著者は正常脳内エコーに関し脳内反射源の感度断層の意義を究明し、頭蓋内占拠性病巣、特に高血圧性脳出血、脳腫瘍、外傷性脳内出血に関し、その形態、距離的關係を、さらには病巣の内容分析を中心に、その特性を定量的な検討をくわえたので報告する。

II. 方 法

1. 診断装置

使用した装置は Aloka SSD-10 型多目的超音波診断装置で、Aモードをモニターとし、超音波減衰を定量的に測定する減衰器 NJZ-109-A 型を接続した。探触子は 2.25 MHz チタン酸バリウム平面探触子 10mm である。

測定条件は頭皮上検査では Output 10、硬膜上では Output 5 とし他の条件は Gain 10, Rejection 3, Sensitivity Time Control (以下 STC と略) on (Level 3, Curve 3) である。これはテストピースの 9.2cm の底面エコーの高さを 2cm になる様にそれぞれ 45dB, 40dB の減衰をかけた条件を 0dB とした。なお Ac 入力電圧指示メーターは変圧器で 100V に、Focus, Intensity は一定とした。

測定方法はセクタ走査およびコンパウンド走査で、coupling medium は頭皮上で流動パラフィン、硬膜上で生理食塩水である。

2. 基礎的実験

基礎的実験の目的として、反射源と超音波断層像との形態学的、距離的相関を知るため次の実験をおこなった。

1) 水槽内基礎的実験⁵⁾

直径 0.5mm の注射針を彎曲状に 2~13cm の間に配列しセクタ走査をおこなった。STC off の状態では、直接波に近いものほど大きく輝度が高く、遠いものは小さく輝度が低くなる。STC on にし、反射波がほぼ均等になる条件を検討した結果、Level 3, Curve 3 にてえられることが判明した。以下 STC on (Level 3, Curve 3) でおこなう。しかしえられた像は走査方向に長く伸ばされた形となり、反射源の形態、大きさの把握は必ずしも容易でない。距離的な関係では反射波の立ち上がりの距離と一致するが、出力を増すと、遠位端が延長し距離的關係を明らかにしえないので、最小の感度で距離を測定すべきである。

2) 寒天実験⁶⁾

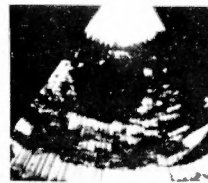
寒天内に円形、五角形、六角形の空洞を作り、水槽内で走査をおこない輪郭を検討した。円形のもののは境

寒天実験

寒天空洞

寒天内血腫

円



形

五角



形

六角



形

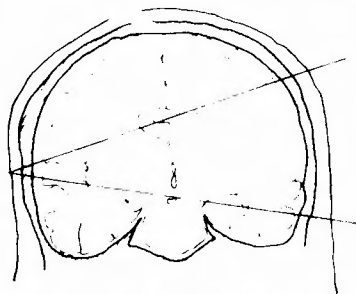
第 1 図

界面よりほぼ円形に近い像がえられるが、五角形、六角形のは超音波ビームに直角の面では、良く描かれるが、平行な部分は描かれず、輪郭を十分描写しえなかった。また寒天内に凝血塊を封入し検討したが、円形、五角形、六角形の区別は必ずしもできなかった(図1)。

3) 屍体頭部超音波断層像⁶⁾

彎曲の複雑な頭蓋骨を含む Section を作り分析をおこなった。正中線構造、側脳室、外側溝が層状に描写されたが、解剖学的な広がりを鮮明に描写することは困難であった(図2)。

屍体頭部超音波断層像



第 2 図

4) 剖検脳内血腫超音波断層像⁶⁾

剖検によるホルマリン固定の血腫を含む脳では、凝血塊の充満している部分は十分描写されるが、周囲の脳組織に血液成分が浸潤している部分は描写されなかった(図3)。

3. 症 例

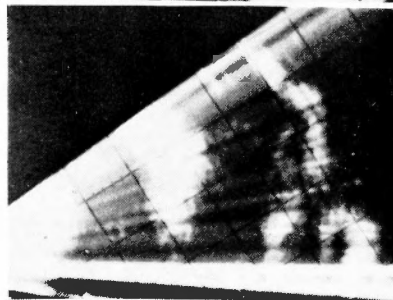
1) 正常脳

正常人50例で男39例、女11例である。

2) 高血圧性脳出血

頭皮上検査で男13例、女1例の計14例で、年齢は27才から72才までである。硬膜上検査では男19例、女6

腫 血 脳 検 剖



第 3 図

例の計25例で、年齢は27才から72才までである。

3) 脳腫瘍

頭皮上検査では男16例、女16例の計32例で、年齢は8カ月から62才までである。硬膜上検査では男19例、女18例の計37例で、年齢は4カ月から62才までである(表1)。

4) 外傷性脳内出血

硬膜上検査のみで男3例、女2例の計5例である。

Ⅲ. 研 究 成 績

1. 頭皮上検査

1) 正常脳内エコー⁷⁾

教室の金谷、古川は、頭蓋内疾患をもたない成人屍体の頭蓋骨を含む脳の標本から、Aモードによる脳内エコーの反射源を検討し、さらに成人の脳内エコーを報告している⁸⁻¹²⁾。著者はこれらを参考にし、超音波断層法により、脳内エコーの位置的關係、検出率、形態を感度断層の立場よりその意義を究明し、正常、異常の区別の指標とするため検討した。検査部位はReid line に平行に、その上方4~6cm, 6~8cm, 8~10cmのhorizontal sectionをそれぞれC, D, Eとし、Reid line に垂直で、外耳口より前方0~2cm,

第1表 脳腫瘍症例

	頭 皮 上	硬 膜 上
神 經 膠 腫		
星状膠細胞腫	9 (6)	10 (7)
多形性膠芽腫	3 (3)	5
乏突起膠腫	1 (1)	3 (3)
脳室上衣腫	1 (1)	1 (1)
単極性膠芽腫	1 (1)	0
松果体腫	1 (0)	1
髓 膜 腫	8 (6)	7 (6)
下垂体腺腫	2 (2)	1 (1)
神経鞘腫(聴神経鞘腫)		1 (1)
先天性腫瘍		
奇 形 腫	1 (1)	
脈絡叢乳嘴腫	1 (1)	
類上皮腫		1
転移性腫瘍		1 (1)
血管性腫瘍	1 (1)	4 (4)
脳 膿 瘍	3 (3)	2 (1)
	32 (25)	37 (25)

() 同一条件にて検査した症例

外耳口より後方 0~2cm の coronal section をそれぞれ5,6と名称した。

a. 正常脳内エコーの位置と検出率⁷⁾

検出された脳内エコーの位置は直接波から脳内エコーへの距離と、直接波から正中線エコーへの距離との比率で示した。section 5. C すなわち外耳口直上4~6cm, 前0~2cmの部位では、外側溝, 視床, 第3脳室

の検出率は、それぞれ 56%, 88%, 100%であり、位置は 50.8%, 71.2%, 100%である。section 5. D では、検出率および位置はそれぞれ外側溝で15%, および54.1%以下同じく視床あるいは側脳室で32.5%, 72.5%, 透明中隔で65%, 100%である。section 5. E では、側脳室で40%, 75%, 透明中隔で57.5%, 100%である。section 6. C では、側脳室側角で57.5%, 54.0%, 視床で 62.5%, 77.3%, 第3脳室あるいは中脳水道で95.0%, 100%である。section 6. D では、外側溝で27.5%, 55.2%, 視床あるいは側脳室で42.5%, 81.3%, 脳弓で67.5%, 100%である。section 6. E では、側脳室で22.5%, 79.2%, 脳弓で47.5%, 100%である。検出率では、section 5. Cが最も良好である(表2)。

b. 正常脳内エコーの形態⁷⁾

超音波断面法のコンパウンド走査によってえられる脳内エコーは、多くは太い線状, 線状, 点状に示され、走査方向に引き伸ばされた形を示し、超音波ビームが直角にあたる部分が描写される。しかし解剖学的形態にみられる様な輪郭には描写されない(図4)。

c. 正常脳内エコーの評価と感度断層値⁷⁾

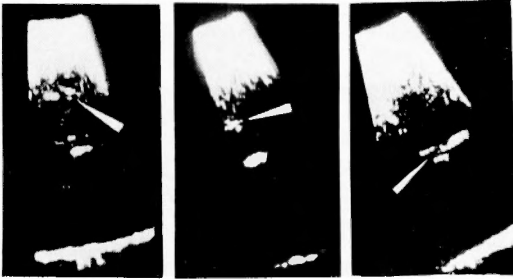
正常脳内エコーは鮮明な像としてとらえることは現状では困難であるが、反射源の形態, 位置的關係を良好に表示するもの Good, それらを比較的良好に表示するもの Fair, 断層像を表示しないものを Negativeとして分類した。なお個々の症例にえられた感度断層値の最も減衰をかけたdB値を抽出した。section 5. Cにおいて図5のごとく、外側溝では50例中13例(26.0%)が Good で、それらのうち -6~-9dB にて検出さ

第2表 正常脳内エコーの位置と検出率
SECTION 5 SECTION 6

	脳 内 反 射 源	位 置 (%)	検 出 率 (%)		脳 内 反 射 源	位 置 (%)	検 出 率 (%)
E	1. 側 脳 室	75.0	40.0	E	1. 側 脳 室	79.2	22.5
	M. E. 透明中隔	100	57.5		M. E. 脳 弓	100	47.5
D	1. 外 側 溝	54.1	15.0	D	1. 外 側 溝	55.2	27.5
	2. 視床或い側脳室	72.7	32.5		2. 視床或は側脳室	81.3	42.6
C	M. E. 透明中隔	100	65.0	C	M. E. 脳 弓	100	67.5
	1. 外 側 溝	50.8	56.0		1. 側脳室側角	54.0	57.5
	2. 視 床	71.2	88.0		2. 視 床	77.3	62.5
	M. E. 第3脳室	100	100		M. E. 第3脳室或いは中脳水道	100	95.0

正常脳内エコー SECTION 5

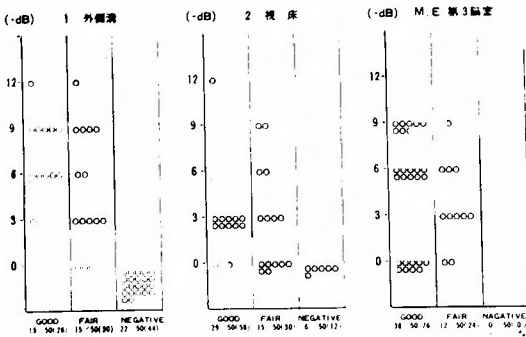
外側溝 視床 第3脳室



STC : on

第 4 図

正常脳内エコーの感度断層値 SECTION 5-C



第 5 図

れたものは13例中11例(84.6%)である。視床では50例中29例(58.0%)が Good で、それらのうち 0~9dB のものは29例中28例(96.4%)である。第3脳室では50例中37例(76.0%)が Good で、それらはいずれも 0~9dB で検出される。

次に超音波検査部位別に Good のえられる脳内エコーの頻度は、section 5. D では外側溝5.0%，視床あるいは側脳室15.0%，透明中隔50.0%である。section 5. E では側脳室 32.5%，透明中隔 52.5%である。section 6. C では側脳室側角40.0%，視床55.0%，第3脳室あるいは中脳水道85.0%，section 6. D では外側溝 17.5%，視床あるいは側脳室 37.5%，脳弓 50.0%である。section 6. E では側脳室 10.0%，脳弓 35.0%である。すなわち外耳口より遠ざかると良好な脳内エコーのえられる比率は低くなる。

次に Good の症例と頭蓋骨の厚さとの相関は表3のごとく、外側溝で厚さ 3.0mm のものは4例中2例(50.0%)を占め、3.5, 4.0 および 4.5mm のものそれぞれ 30.0%, 30.0%, 33.3%である。したがって頭蓋骨の厚さ 4.5mm 以内では、Good の症例は13例中12例である。視床表面、第3脳室についても同様な傾向にある。頭蓋骨が厚くなると検出率は低くなり、Good のえられる限界は、外側溝で約 5mm, 視床で 5.5mm である。

正常脳内エコーの検出される感度断層値は最も検出率の高い section 5. C についてみると、外側溝では -3~-12dB に、視床表面では -3~-15dB に、第3脳室では -6~-18dB である。すなわち -18dB 付近が限界と思われる。

2) 高血圧性脳出血

a. 症例1：白川某, 34才, ♂

発作後1日目に側頭部より検査し、正中線エコーの偏位、血腫エコーが見られる(図6)。

b. 検出率

血腫エコーは14例中全例に検出される。

c. 感度断層所見

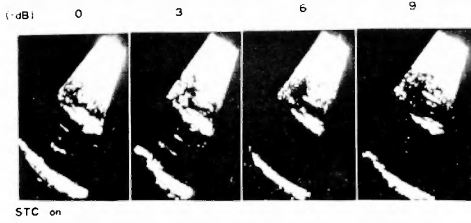
断層像より血腫の形状、輪郭を良好に表示するものを Good, 不十分であるものを Fair と分類すると、

第3表 GOOD の症例と頭蓋骨の厚さとの相関

骨の厚さ (mm)	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	
症 例 数	4	10	20	3	11	1	1	50
外 側 溝	2/4 (50)	3/10 (30)	6/20 (30)	1/3 (33.3)	1/11 (9.1)	0	0	13/50 (26)
視 床	2/4 (50)	9/10 (90)	13/20 (65)	1/3 (33.3)	3/11 (27.3)	1/1 (100)	0	29/50 (58)
第 3 脳 室	3/4 (75)	8/10 (80)	17/20 (85)	2/3 (66.7)	6/11 (54.5)	1/1 (100)	1/1 (100)	38/50 (76)

高血圧性脳出血の感度断層法診断 (頭皮上)

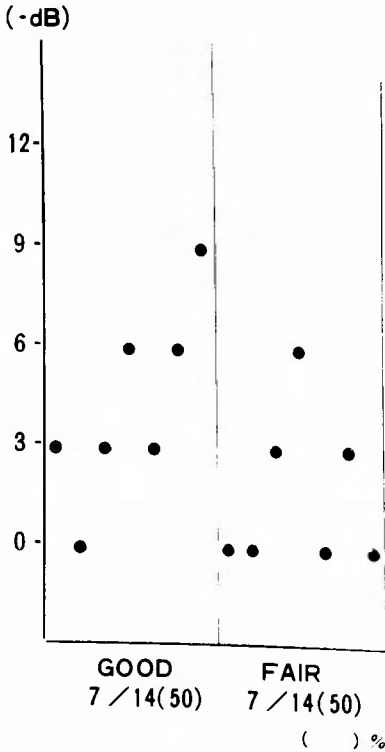
白川 34才 男



第 6 図

良好に表示しえた症例は 50.0%である。その感度断層値は大部分の症例で -6dB 以下でえられ、血腫エコーは massive な部分が描写され、cystic な部分は十分えられない場合もある (図7)。

高血圧性脳出血の断層像の評価 (頭皮上)



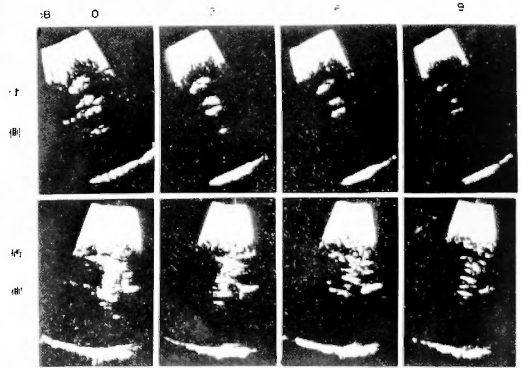
第 7 図

3) 脳腫瘍

a. 症例 2 : 菊池某, 50才, ♂星状膠細胞腫
健側からの検査では、側脳室、正中線エコーの健側

への偏位があり、異常エコーは見られない。病側からは、正中線エコーの偏位と連続性不規則な境界不明瞭なエコーが検出され、広範囲な占拠性病巣を示す (図8)。

脳腫瘍の感度断層法診断 (頭皮上)



菊池 50才 男 星状膠細胞腫

第 8 図

b. 検出率

腫瘍エコーは32例中27例(84.4%)に見られている。検出されない腫瘍は髄膜腫3例、下垂体腺腫2例であり、髄膜腫3例中2例は前頭部にあり、1例は頭頂穹隆部にある。

c. 感度断層所見

腫瘍の内容、形状を良好に表示する症例を Good、不十分なものを Fair と分類した。同一条件にて検査しえた26例中14例(53.8%)が Good で、7例(26.9%)は Fair である。腫瘍エコーのえられない症例は前述した5例である。腫瘍エコーは -12dB 以下でその形状、内容を良好に表示するものが多く、症例によっては -18~ -21dB でもえられる (図9)。

2. 硬膜上検査

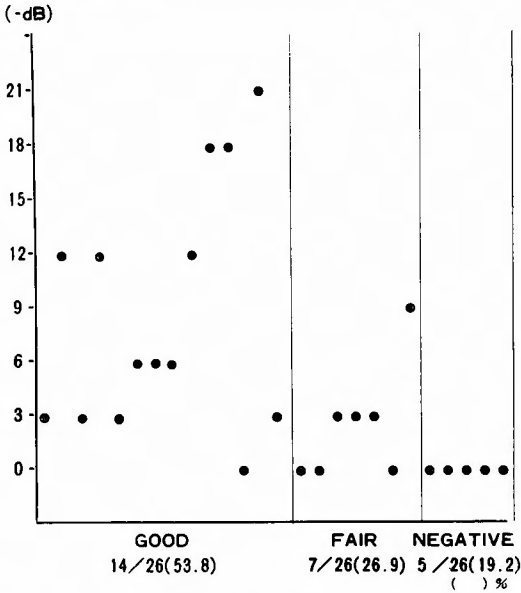
頭皮上検査は頭蓋骨の厚さや複雑な彎曲のため、病巣の形状、内容を十分描写しえない場合もある。そのため術中硬膜上からも検査をおこなった。

1) 病巣形状の評価と検出率¹³⁾¹⁴⁾

感度断層法により検査しえた症例は高血圧性脳出血25例、脳腫瘍37例、外傷性脳内出血5例の合計67例である。脳腫瘍のうち2例の血管芽腫、1例の聴神経鞘腫が天幕下のもので、その他はすべて天幕上の症例である。

評価方法は手術所見あるいは剖検所見と対比し、その形状、内容を良好に表示する症例を Good、比較的

脳腫瘍の断層像の評価 (頭皮上)



第 9 図

検出率では高血圧性脳出血, 外傷性脳内出血とも全例検出されている。脳腫瘍のうち星状膠細胞腫 1 例は検出されない。全症例中 98.7% の検出率である。

病巣形状の評価成績は高血圧性脳出血 25 例中, Good 20 例 (80.0%), Fair 3 例 (12.0%), Poor 2 例 (8.0%) である。脳腫瘍では 37 例中 Good 23 例 (59.5%), Fair 10 例 (27.0%), Poor 4 例 (10.8%) であり, 外傷性脳内出血は 5 例中, Good 2 例 (40.0%), Fair 2 例 (40.0%), Poor 1 例 (20.0%) である (表 4)。

2) 病巣部位の測定誤差⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾

術中硬膜上から, 超音波断層法による計測値と手術による実測値を, 病巣の表面, 底面について検討した。高血圧性脳出血において, 測定誤差が 5mm 以内は表面 24 例中 13 例 (54.2%), 底面 24 例中 14 例 (58.2%), 5.1~10mm 以内は 24 例中 9 例 (37.5%), 24 例中 8 例 (33.3%) であり, 10.1mm 以上は表面, 底面共 2 例ずつある。すなわち 10mm 以内は, 表面, 底面共 91.7% を示しほぼ正確に表示している。脳腫瘍では, 測定誤差が 5mm 以内は表面 20 例中 14 例 (70.0%), 底面 16 例中 15 例 (93.6%) を示し, 5.1~10.0mm 以内は 20 例中 4 例 (20.0%), 16 例中 1 例 (6.2%), 10.1mm 以上は表面 2 例である。外傷性脳内出血では 5mm 以内は表面, 底面それぞれ 60.0%, 40.0%, 10mm 以上はそれぞれ 40.0%, 60.0%, と前 2 者に比べ正確さに欠けている (表 5)。

良好に表示するもの Fair, ほとんど形態の把握が不十分であるが, 病的エコーを示すものを Poor, 病巣を検出できなかった症例を Negative とし分類した。

第 4 表 病巣形状の評価成績

疾患	高血圧性脳出血	脳腫瘍	外傷性脳内出血
GOOD	20/25 (80)	22/37 (59.5)	2/5 (40)
FAIR	3/25 (12)	10/37 (27.0)	2/5 (40)
POOR	2/25 (8)	4/37 (10.8)	1/5 (20)
NEGATIVE	0/25 (0)	1/37 (2.7)	0/5 (0)

() %

第 5 表 病巣部位の測定誤差

部位 (mm)	高血圧性脳出血		脳腫瘍		外傷性脳内出血	
	表面	底面	表面	底面	表面	底面
0-5.0	13/24 (54.2)	14/24 (58.2)	14/20 (70)	15/16 (93.6)	3/5 (60)	2/5 (40)
5.1-10.0	9/24 (37.5)	8/24 (33.3)	4/20 (20)	1/16 (6.2)	0/5 (0)	0/5 (0)
10.1-	2/24 (8.3)	2/24 (8.3)	2/20 (10)	0/16 (0)	2/5 (40)	3/5 (60)

() %

3) 高血圧性脳出血

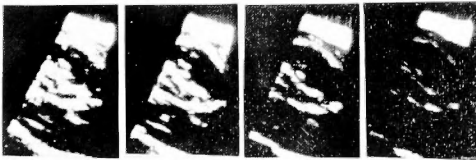
a. 症例 1. 川代某, 27才, ♂

以前より腎性高血圧症があり内科的治療をうけていた。発作後13日に検査したか、感度断層像では 0~-12dB までに血腫エコーが中空透明となり、境界明瞭で血腫壁が太い線状で、血腫内容が一部線状を示している (図10)。

高血圧性脳出血の感度断層法診断

川代 27才 男 LIQUID TYPE

(-dB) 0 6 12 18



STC : on

第 10 図

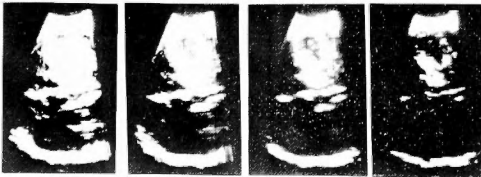
症例 2. 星川某, 40才, ♂

発作後32時間で検査し 0~-12dB でほぼ massive な血腫エコーが見られ、-18dB で中空像を示し、内部に点状エコーを認め、境界明瞭で、太い線状、塊状を示している (図11)。

高血圧性脳出血の感度断層法診断

星川 40才 男 MIXED TYPE

(-dB) 6 12 18 24



STC : on

第 11 図

症例 3. 前沢某, 51才, ♀

発作後2日目に検査し、-24dB の減衰をかけても血腫エコーが中空透明像を示さず、太い線状、太い点状、塊状を示している (図12)。

b. 血腫エコー¹⁴⁾¹⁵⁾

前述のごとく血腫エコーは断層像より次の3型に分類した。すなわち 0~-12dB までに中空透明像を示すものを Liquid Type, -18dB 付近で一部中空透明像を示すものを Mixed Type, 24dB 以上の減衰でも中空透明像を示さないものを Clot Type とした。それらの手術時にみられた血腫内容は、Liquid Type

高血圧性脳出血の感度断層法診断

前沢 51才 女 CLOT TYPE

(-dB) 12 18 24 30



STC : on

第 12 図

では6例中6例が主として流動性血液成分であり、Mixed Type では12例中12例が流動性血液成分と凝血塊の混合であり、また Clot Type は7例中全例その内容が凝血塊が主である (表6)。

第6表 脳血腫内容の感度断層法による判定基準

LIQUID TYPE	0~-12dB までに血腫像が中空透明像となるもの
CLOT TYPE	24dB 以上の減衰でも血腫像が中空透明像とならぬもの
MIXED TYPE	-18dB 付近で血腫像が一部中空透明像となるもの

第7表 脳出血の超音波断層所見

	境界	中空像	均 - 性	性状	輝度
LIQUID TYPE	明 瞭 6/6	6/6	比較的均 6/6	血腫壁：太い線状 内 容：一部太い線状線状、斑点状	...
CLOT TYPE	明 瞭 7/7	0/7	均 6/7 比較的均 1/7	太い線状 太い点状塊 状	+
MIXED TYPE	明 瞭 9/12 比較的明 瞭 3/12	12/12	比較的均 12/12	太い線状、塊状 一部点状、線状	+

高血圧性脳出血の超音波断層所見は表7に示し、25例中 Liquid Type は6例(24.0%)、Clot Type は7例(28.0%)、Mixed Type は12例(48.0%)を占める(表8)。

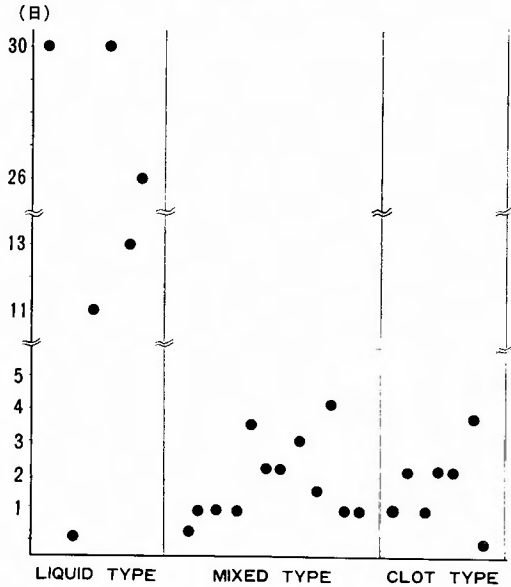
第8表 硬膜上脳血腫内容の感度断層法による分類成績

CLOT TYPE	LIQUID TYPE	MIXED TYPE
7/25 (28.0)	6/25 (24.0)	12/25 (48.0)

c. 血腫内容の断層所見と手術時期¹⁵⁾

血腫の各 Type と手術時期との関係で Mixed Type, Clot Type は全例発作後4日以内であり、Liquid Type は6例中5例(83.3%)が発作後11日以上である(図13)。

血腫内容の断層所見と手術時期



第13図

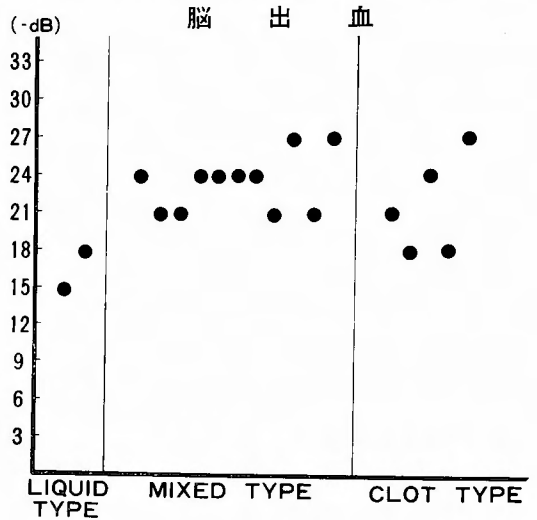
d. 良好な脳出血像をうる感度断層値¹⁴⁾¹⁵⁾¹⁶⁾

血腫の形状および内容を良好に表示する感度断層値は、Liquid Type -15dB 付近、Mixed Type, Clot Type は -21~-24dB 付近である(図14)。

e. 超音波断層像の消失するdB値¹⁶⁾

血腫エコーの消失する感度断層値では Liquid Type -27dB 付近で、Clot Type, Mixed Type より反射能が弱い、Mixed Type は -42dB までに消

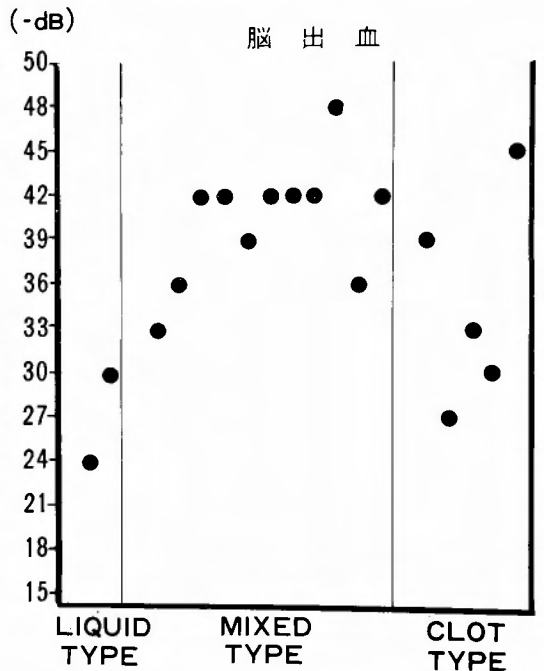
良好な断層像を得る感度断層値



第14図

失する傾向にあるが、Clot Type よりやや反射能が強い傾向にある。すなわち血腫エコーは -42dB までに消失するものが18例中16例(88.8%)である(図15)。

超音波断層像の消失するdB値



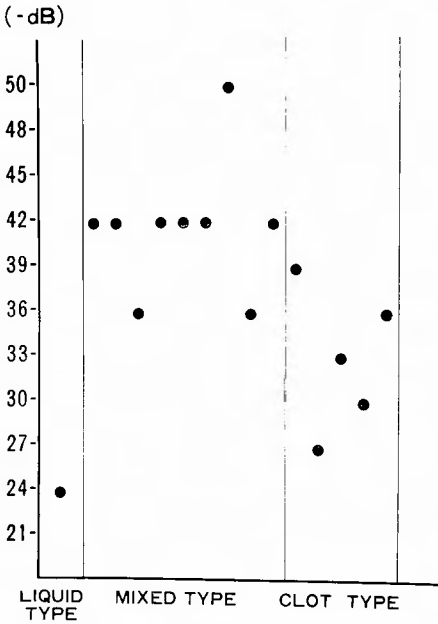
第15図

f. 対側骨エコーの消失するdB値¹⁶⁾

血腫による超音波減衰の程度を検討するため、底面エコーである対側骨エコーの消失するdB値を検討した。Liquid Type は -24dB 付近で、Clot Type は Liquid Type より高い dB 値で消失し、Mixed Type は -42dB 付近であり、血腫の消失する感度断層値とほぼ同じである (図16)。

対側骨エコーの消失するdB値

脳 出 血



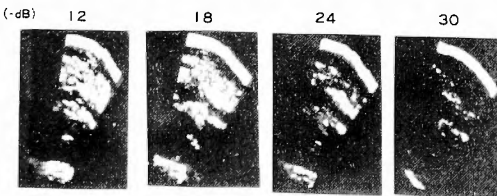
第 16 図

4) 脳腫瘍

a. 症例 1 : 菊池某, 50才, ♂, 星状膠細胞腫
瀰漫性に広がった不均一の線状, 小点状, 斑点状エコーを示し, 感度を低くすると中空像となり底面エコーは比較的良く保たれている (図17)。

実質性脳腫瘍の感度断層法診断

菊池 50才 男 星状膠細胞腫



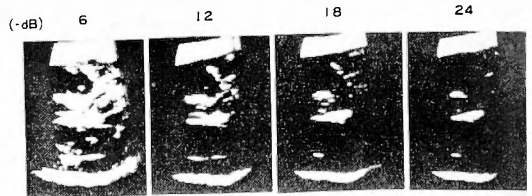
STC on

第 17 図

症例 2 : 斉藤某, 61才, ♀, 多形性膠芽腫
境界不明瞭で中空透明な嚢胞像を示し, 周囲に不均一な線状, 小点状, 斑点状エコーを認める (図18)。

嚢胞性脳腫瘍の感度断層法診断

斉藤 61才 女 多形性膠芽腫



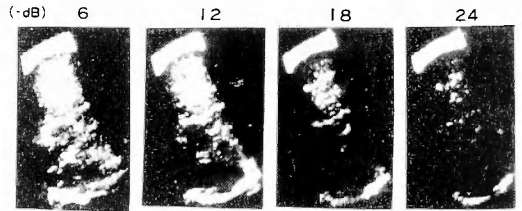
STC on

第 18 図

症例 3 : 幸浦某, 42才, ♀, 髄膜腫
境界明瞭で比較的均一性に富み, 太い線状, 太い点状像を示し輝度が高い (図19)。

実質性脳腫瘍の感度断層法診断

幸浦 42才 女 髄膜腫



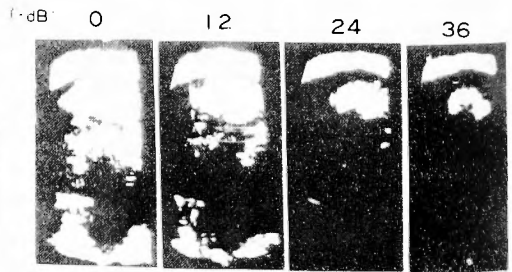
STC on

第 19 図

症例 4 : 小野寺某, 14才, ♀, 脳室上衣腫
境界明瞭で均一性に富み, 塊状像を示し, 感度を低くしても一様に変化し, 輝度は著しく高い。底面エコーは早期に消失している (図20)。

石灰化脳腫瘍の感度断層法診断

小野寺 14才 女 脳室上衣腫



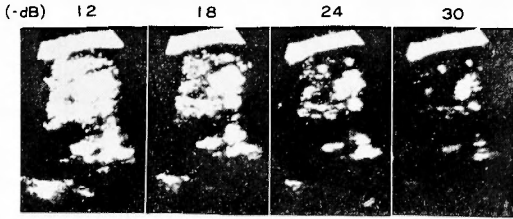
STC on

第 20 図

症例5：杉田某，57才，♂，乏突起膠腫
境界は比較的明瞭で，均一性に富み，感度を低くして一様に変化する腫瘍部分と点状，斑点状に変化する腫瘍部分に区別できる（図21）。

石灰化脳腫瘍の感度断層法診断

杉田 57才 男 乏突起膠腫



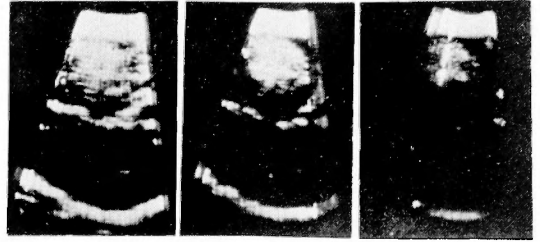
STC : on

第 21 図

症例6：磯地某，31才，♀，血管腫
境界明瞭で均一性に富み，感度を低くしても一様である（図22）。

実質性脳腫瘍の感度断層法診断

磯地 31才 女 血管腫
-dB) 6 12 18



STC : on

第 22 図

症例7：加藤某，4カ月，♀，脳膿瘍
境界明瞭で嚢胞像をとめない，内部は中空透明で，嚢胞壁は滑らかである（図23）。

b. 腫瘍エコー¹⁶⁾

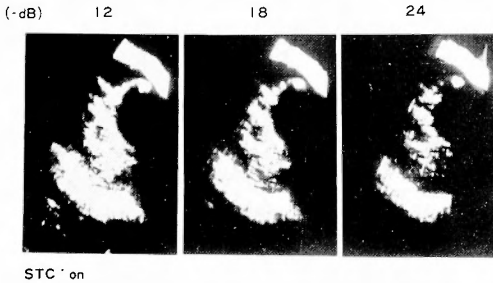
表9 に示すごとく星状膠細胞腫は境界不明瞭で，

第9表 脳腫瘍の超音波断層所見

種類	特徴	境界	嚢胞像	均一性	性状	輝度
星状膠細胞種		比較的明瞭 4/9 不明瞭 5/9	5/9	不均一 8/9 比較的均一 1/9	斑点状，小点状，線状	+
多形性膠芽腫		不明瞭 5/5	4/5	不均一 5/5	斑点状，小点状，線状	+
石灰化 {乏突起膠腫 脳室上衣腫		明瞭 4/4	0/4	均一 3/4 比較的均一 1/4	太い線状，或いは塊状	卅
松果体腫		不明瞭 1/1	1/1	不均一 1/1	斑点状，線状	卅
髄膜腫		明瞭 6/7 比較的明瞭 1/7	0/7	比較的均一 7/7	太い点状，太い線状 一部小点状，線状	卅
下垂体腺腫		明瞭 1/1	1/1	比較的均一 1/1	嚢胞壁は点状，線状	+
聴神経鞘腫		明瞭 1/1	1/1	比較的均一 1/1	嚢胞壁は線状	+
類上皮腫		明瞭 1/1	0/1	均一 1/1	太い線状	卅
転移性腫瘍		不明瞭 1/1	0/1	不均一 1/1	太い点状，太い線状	卅
血管性腫瘍		明瞭 1/4 比較的明瞭 1/4 不明瞭 2/4	2/4	均一 1/4 比較的均一 3/4	小点状 線状 太い線状	+
脳腫瘍		明瞭 2/2	2/2	均一 1/1 比較的均一 1/1	嚢胞壁は線状	+

嚢胞性脳腫瘍の感度断層法診断

加藤 4ヶ月女 脳腫瘍



第 23 図

嚢胞像を示すものも多く、均一性に欠け、斑点状、小点状、線状の混合像を示す。多形性膠芽腫は境界不明瞭で、嚢胞像を示すものも多く、均一性に欠け、星状膠細胞腫と類似した所見を示す。

石灰化乏突起膠腫や脳室上衣腫は境界明瞭で、嚢胞像はなく、均一性に富み、太い線状あるいは塊状像を示し、輝度が著しく高い。

髄膜腫は境界明瞭なことが多く、嚢胞像はなく、比較的均一で太い線状、点状像を示し、輝度が比較的高い。

血管性腫瘍のうち、血管芽腫は実質性部分が境界不明瞭で、嚢胞像を示し内部は中空透明である。血管腫は境界明瞭で、均一な小点状、線状像を示す。

脳膿瘍は境界明瞭で嚢胞像を示し、その内部は中空透明像を示すものと点状エコーを示すものがある。

松果体腫は境界不明瞭で嚢胞像を示し、不均一で、嚢胞壁は斑点状、線状である。

下垂体腫は境界明瞭で嚢胞像を示し、嚢胞壁は点状、線状像である。

聴神経腫瘍は境界明瞭で、嚢胞像を示し、比較的均一で嚢胞壁は線状である。

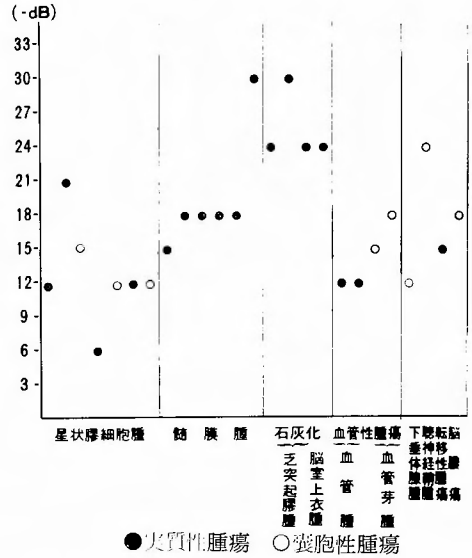
類上皮腫は境界明瞭で、嚢胞像はなく、均一で太い線状エコーを示す。

転移性腫瘍は境界不明瞭で、嚢胞像はなく不均一で、太い点状、太い線状像を示し、輝度は高い。

c. 良好な脳腫瘍像をうる感度断層値¹⁶⁾

脳腫瘍の形状、内容、さらに距離的關係を良好に表示する感度断層値において、星状膠細胞腫は、-12dB 付近でえられ、髄膜腫 -18dB 付近、石灰化腫瘍 -24dB 付近、血管性腫瘍は -12dB~-18dB 付近でえられる傾向にある(図24)。

良好な断層像をうる感度断層値 脳腫瘍



第 24 図

d. 超音波断層像の消失する dB 値¹⁶⁾

星状膠細胞腫は血管性腫瘍と明らかな差がみられない傾向にあり、髄膜腫より反射能が弱い傾向がある。石灰化腫瘍は、他の腫瘍に比べ著しく反射能が強く、-50dB の減衰でも消失しない症例もある。脳腫瘍24例中 -42dB までに腫瘍エコーの消失をみないのは、星状膠細胞腫 7例中 1例、髄膜腫 6例中 1例、石灰化腫瘍 4例中 4例で、全体で 6例(25%)である(図25)。

e. 対側骨エコーの消失する dB 値¹⁶⁾

石灰化腫瘍では対側骨エコーの消失する dB 値は -36dB 以下であり、髄膜腫は -36dB 付近である。星状膠細胞腫や血管性腫瘍は -39dB 以上である。すなわち星状膠細胞腫は 6例中 1例、髄膜腫 6例中 3例、石灰化腫瘍 4例中 4例が腫瘍エコーの消失する以前に対側骨エコーの消失を示している(図26)。

5) 外傷性脳内出血

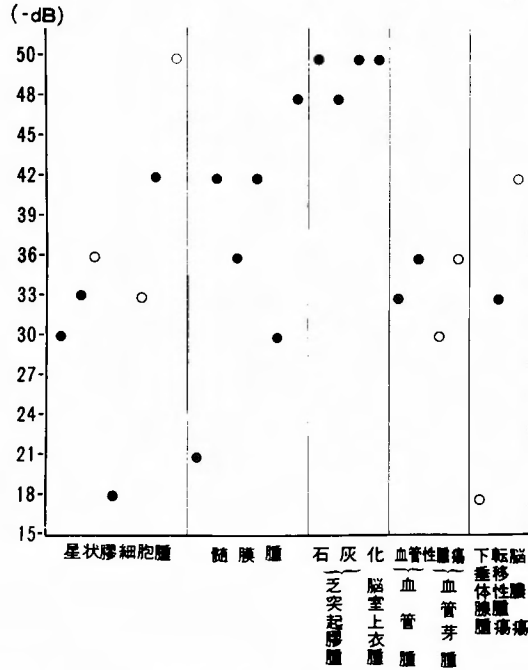
a. 症例 1: 山尾某, 72才, ♂

受傷後 6 日の検査では、-18dB 付近で血腫エコーが一部中空透明像を示し、境界は比較的明瞭で、太い線状、太い点状、一部点状像を示している(図27)。

b. 血腫エコー

外傷性脳内出血の血腫エコーは、高血圧性脳出血のそれと類似し、その分類基準は既述した高血圧性脳出血と同様に Liquid Type, Mixed Type とした。

超音波断層像の消失するdB値
脳腫瘍



●実質性腫瘍 ○嚢胞性腫瘍

第 25 図

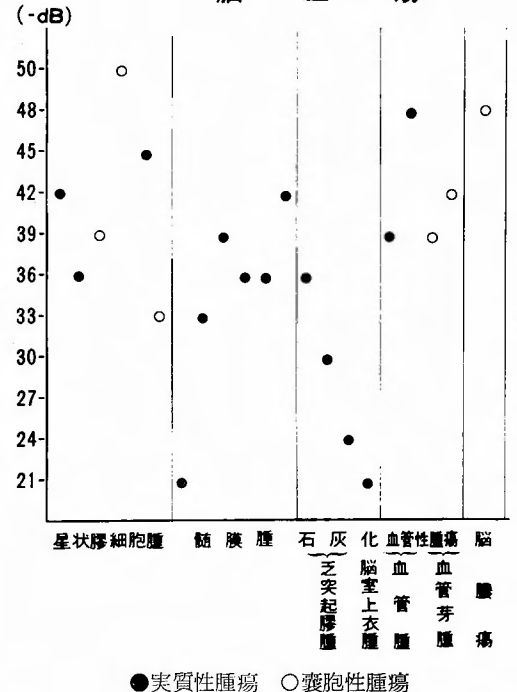
その断層所見であるが、Liquid Type は境界比較的明瞭で中空透明像を示し、比較的均一で、血腫壁は線状、内部は線状、点状、斑状点を示す。Mixed Type は境界比較的明瞭であり、感度変化で中空像を示し、太い線状、太い点状、一部線状、点状を示す(表10)。

また血腫内容と手術時期との相関は、Liquid Type は10日以上経過したものに見られ、Mixed Type は急性期の症例である。

c. 良好な断層像をうる感度断層値¹⁶⁾

Liquid Type の1例は -6dB に、Mixed Type は -18~-27dB でえられている(図28)。

対側骨エコーの消失するdB値
脳腫瘍

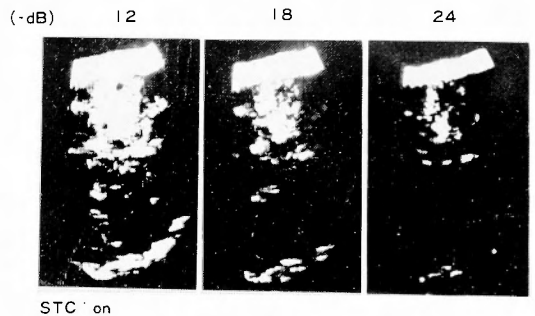


●実質性腫瘍 ○嚢胞性腫瘍

第 26 図

外傷性脳内出血の感度断層法診断

山尾 72才 男 MIXED TYPE



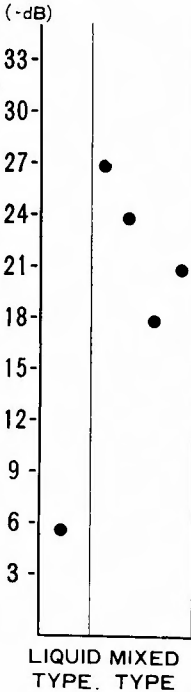
第 27 図

第10表 外傷性脳内出血の超音波断層所見

	境界	中空像	均一性	性状	輝度
LIQUID TYPE	比較的明瞭 1/1	1/1	比較的均一	血腫壁：線状 内容：線状、点状、斑状点	+
MIXED TYPE	明瞭 4/1 比較的明瞭 3/4	4/4	比較的均一	太い線状 太い点状 一部点状、線状	++

良好な断層像を
うる感度断層値

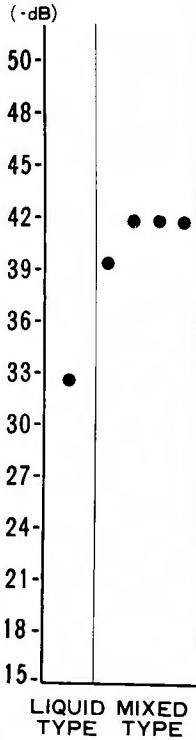
外傷性脳内出血



第 28 図

超音波断層像の
消失するdB値

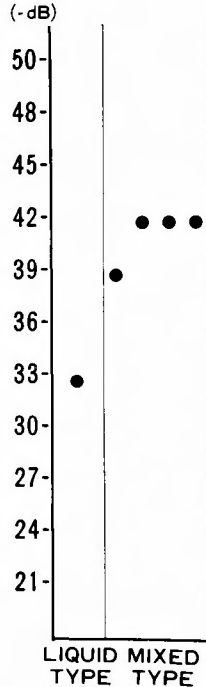
外傷性脳内出血



第 29 図

対側性エコー消
失するdB値

外傷性脳内出血



第 30 図

88%, 透明中隔 100%, section 6. C で側脳室側角84%, 視床 90%, 第3脳室あるいは中脳水道100%, section 6. D 外側溝 88%, 視床または側脳室 92%, 脳弓 100%, section 6. E で側脳室 84%, 脳弓 100%, と報告している。著者の成績による脳内エコー検出率は外耳口直上 4~6cm, 前方 0~2cm すなわち section 5. C が最も良く, 金谷らの成績とほぼ一致するが, 他の部位では検出率が低い。これは超音波断層法が複雑な頭蓋骨による彎曲, 頭髪により走査が難しいこと, 直接波から続くこれらのエコーとの鑑別が困難であることによるとと思われる。位置的関係はAモードによる成績とほぼ同じであった。

正常脳内エコーの断層像については, 田中ら²³⁾は正中線エコーを中心とする蝶形像, Galicich²⁴⁾は正中線エコーは2つの薄い平行な線となり, 二重の壁からなり, 側脳室は正中線をはさみ両側に平行に描かれると述べている。著者の結果もほぼ同じであるが, 解剖学的構造をある程度表現しているものの, 明確な像としては描写されない。

正常脳内エコーの形態を解剖学的, および位置的に良好に表示する Good の症例は section 5. C で最も検出され, このうち外側溝は26%にみられ, 多くは -6~-9dB でみられる。同様に視床表面 0~-9dB, 第3脳室 0~-9dB でえられる。外耳口より遠ざかると, 良好な脳内エコーのえられる比率は低くなり, 脳内エコーの検出は -9dB が限界と思われる。

Good の症例と頭蓋骨の厚さとの相関は, 頭蓋骨の厚さが増すと検出率が低くなり, 脳内エコーに大きな影響を与えている。頭蓋骨の厚さによる Good の検出する限界は外側溝約 5mm, 視床約 5.5mm である。成人の脳内エコーが検出される感度断層値は -18dB 付近である。

頭皮上検査において, Aモードによる天幕上高血圧性脳出血の診断に関し, 齊木²⁵⁾は52例中49例(94%),

d. 超音波断層像および対側骨エコーの消失する dB 値¹⁶⁾

Liquid Type は -33dB, Mixed Type は -39~-42dB 付近で消失している (図29, 30)。

Ⅳ. 総括並びに考按

脳内反射源は探触子のでる部位, 方向により, えられる反射源の異なることは周知の通りである。超音波断層法による脳内エコーは第3脳室, 大脳間裂, 透明中隔, 脳梁, 大脳鎌等の正中線エコーのほか, 外側溝, 視床, レンズ核, 内包からえられるとの報告¹⁷⁾⁻²²⁾がる。教室の金谷⁸⁾⁻¹²⁾らはAモードによる正常脳内エコーの検出率, 位置を次のように述べている。検出率では section 5. C で外側溝74%視床表面84%第3脳室100%, section 5. D で外側溝76%, 視床または側脳室 92%, 透明中隔 100%, section 5. E で側脳室

金谷²⁶⁾、²⁸⁾らは93例中89例(96%)に血腫エコーを認め、Sugar²⁹⁾、勝木³⁰⁾、林³¹⁾らの報告もある。著者は14例全例に血腫エコーを認めている。このように高血圧性脳出血は出血好発部位と関連し、頭蓋骨の薄い彎曲の少ない側頭部より検査するので診断率はすぐれている。感度断層像から血腫の形状、輪郭を良好に表示する症例は約半数にみられるが、-6dB 大部分以下で求められる。しかし血腫の massive な部分が太い線状、線状、点状に描写され、cystic な部分は十分描写しえない症例もある。これは、高血圧性脳出血症例が大部分頭蓋骨の板間層の発達した高齢者に多いことによると思われる。

A モードによる脳腫瘍の診断は諸家の³²⁾-³⁵⁾ 報告がある。超音波断層法により田中³⁶⁾らは60例中50例(83.3%)、Adapon¹⁹⁾ 60例中20例、Galicich²⁴⁾ 14例中11例に腫瘍エコーを検出している。著者は天幕上32例中27例(84.4%)を検出している。検出不能例は髄膜腫3例、下垂体腺腫2例である。局在は髄膜腫2例が前頭部に、1例が穹隆部にあったもので、超音波ビームが側頭部からとおらなかったものである。下垂体腺腫については頭蓋骨の厚さや、脳底の複雑構造のため鑑別困難であった。一般に頭蓋底部、頭頂部や後頭部にある場合は、厚い頭蓋骨や彎曲で検出不能の場合が多いとされている³⁶⁾³⁷⁾。

脳腫瘍の感度断層像より腫瘍の形状、内容を良好に表示する症例は26例中にえられるが、14例中7例が20才未満の症例である。年令的因子、頭蓋骨の薄い症例でも-12dB 以下でえられる場合が多く、髄膜腫、石灰化腫瘍は-18~-21dB でも良好な像をうる症例もある。このことは、頭蓋骨の厚さ、彎曲の度合、年令的因子、病巣の局在、反射等が影響していると思われる。神経膠腫系は境界不明瞭で均一性に欠け、線状、小点状、斑点状を示し嚢胞像は描写されない場合が多い。髄膜腫や石灰化腫瘍は境界明瞭で大部分太い点状、太い線状像として描写されている。田中ら³⁸⁾はcystic pattern を示す頭蓋咽頭腫や下垂体腺腫、嚢胞性神経膠腫は、嚢胞壁のみが表わされ、頭皮上から組織性状の診断、すなわちcystic か massive、および両者の合併した症例を区別できるとしている。しかし現状の超音波診断装置では一部の症例を除いて困難な場合が多い。

硬膜上検査では、著者は高血圧性脳出血25例、外傷性脳内出血5例全体に血腫エコーを検出し、脳腫瘍37例中1例の星状膠細胞腫をのぞいた36例に腫瘍エコー

を認めている。Aモードによる術中診断では、齊木²⁵⁾は高血圧性脳出血28例全例、金谷ら²⁷⁾も63例全例、田中ら³⁴⁾は脳腫瘍171例中166例(97%)、一方超音波断層法で、西本³⁹⁾、上田⁴⁰⁾らは脳腫瘍100例中93例(93%)とすぐれた報告をしている。これは、硬膜上検査では頭蓋骨や頭皮による減衰や彎曲がなく、操化に限られることがないためである。著者の検出不能例に、超音波ビームが腫瘍部分をとおらなかったことによるが、西本、上田らは7例の検出不能をあげ、腫瘍のある部位の音響学的構築が複雑であったり、腫瘍が小さすぎること、遠い部分にあるためのエコービームが腫瘍部分をとおらないことをあげている。

病巣形状、内容を良好に表示する症例は、高血圧性脳出血25例中20例(80.0%)、脳腫瘍では37例中22例(59.5%)、外傷性脳内出血では5例中2例(40.0%)を占めている。脳腫瘍のうち形状、内容を良好に表示する症例は massive な腫瘍に多くみられ、嚢胞を伴う神経膠腫は比較的良好に表示される。これは実質性腫瘍部分が主として描写されるため、嚢胞部分を見逃しやすいのである。外傷性脳内出血ではしばしば脳挫傷を伴うので、良好に表示される比率は低い。比較的良好に表示する症例をあわせると、高血圧性脳出血92%、脳腫瘍86.5%、外傷性脳内出血80%である。つまり大部分の症例は病巣の形状、内容を忠実に表示しえている。

私共の教室では、術中病巣の広がりを知るため計測をおこない有効な結果をえている¹³⁾¹⁴⁾。超音波計測値と手術による実測値との誤差が5mm 以内、10mm 以内をあわせると、高血圧性脳出血では91.7%、脳腫瘍90.0%、外傷性脳内出血60.0%である。Aモードでは、齊木²⁵⁾は高血圧性脳出血20例中、5mm 以内17例(85.0%)、10mm 以内3例(15.0%)とし、金谷らは²⁶⁾²⁷⁾⁴¹⁾-⁴³⁾ 41例中、5mm 以内36例(88.0%)、10mm 以内5例(12.0%)としている。一方超音波断層法において、勝木ら⁴⁴⁾らは剖検脳における中間エコーの実測値と超音波計測値の相関は0.99であるとし、Lombroso⁴⁵⁾は気脳写による計測値と超音波計測値は0.97の相関があると報告している。著者の成績がやや劣るが、その原因は超音波計測値と術中の計測した部位、方向が必ずしも一致しないこと、実測値が病巣摘除後の測定であることが考えられる¹³⁾。外傷性脳内出血はしばしば脳挫傷をともない、これがエコーソースとなりうるので計測誤差をうみやすい。穹隆部髄膜腫は硬膜直下にあるため、直接波に含まれ、直接波につづいた10~15mmの近位端の距

離計測は慎重でありたい。実質性の病巣は超音波検査条件により、像の長さとともに厚みを増加するので、十分感度を低くして計測をおこなう必要がある。

高血圧性脳出血の血腫エコーは感度断層法により、0～-12dB までに中空透明像となり、内容が流動性血液成分である Liquid Type と 24dB 以上の減衰でも中空透明像とならず、内容が凝血塊が主にある Clot Type、および -18dB 付近で一部中空透明像となり、内容が流動性血液成分と凝血塊の混合である Mixed Type に分類できた¹⁵⁾。

これらの血腫エコーと検査時期との相関は、Liquid Type の6例中1例、Clot Type および Mixed Type の全例は、発作急性期にみられている。すなわち Liquid Type は発作10日以降にみられることから、血腫内容とともに血腫融解の時期をうかがわれる。つまり以上のべた血腫エコーの3型より血腫は早期に凝固をおこし、10日以上経過すると血腫が自解し、流動性に変化するものと推測される。林³¹⁾は実験的に血腫エコーは、急性期3日から7日頃まで多峰性エコーが特徴的であるが、それ以上を経過すると内容が均一化し、血腫エコーの特性が失われると述べている。また金谷らは²⁷⁾⁴¹⁾血腫エコーを、1)単純なエコーから次の単純なエコーまでの中間に何等エコーが検出されないもの、2)単純なエコーがあり、中間にエコーのない部分があってこれに複雑なエコーが続くもの、3)全体に複雑な多棘性エコーをしめす3型にわけ、脳内出血は速やかに凝固をおこすとし、著者の成績と一致している。

脳腫瘍のAモードによるパターンについて²²⁾³³⁾⁴⁶⁾
⁵¹⁾家の報告がある。超音波断層像による星状膠細胞腫は⁴⁰⁾⁵²⁾⁵³⁾家の報告とほぼ一致し、一部境界比較的明瞭なものもあるが、多くは不明瞭である。多くは嚢胞像をとめない均一性に欠け、斑点状、小点状、線状像を示している。多形性膠芽腫は星状膠細胞腫と類似した所見がえられ、両者は感度を低くすると、腫瘍内エコーが抜けて見える様な所見を示すことがある。しかし手術、剖検でも嚢腫が証明されず、組織学的に小さな出血、壊死を伴っていたため、偽性の嚢胞像があり、診断上注意を要す。西本³⁹⁾、上田⁴⁰⁾も神経膠腫系は部位によりパターンの濃淡が異なり、偽性の嚢胞パターンを示し、false cyst を示すと述べている。

髄膜腫は境界明瞭で嚢胞像はなく、比較的均一な輝度の高い、太い点状、太い線状像を示す。単調な輝度の高い dot-echo⁴⁰⁾を示すという報告もあるが、著者

の症例は比較的均一なものであった。

石灰化した乏突起膠腫や脳室上衣腫は境界明瞭で、嚢胞像はなく、均一性に富み塊状な輝度の高い部分と線状、点状、斑点状像を示す部分に描写されるものもある。上田⁴⁰⁾は輝度の高い塊状エコーを示すもの、星状膠細胞腫のように瀰漫性に広がった像を示すものもあると報告しているが、これは腫瘍組織内の音響学的性状のちがひによるものと思われる。

血管腫は境界明瞭で嚢胞像はなく均一であり、血管芽腫は嚢胞像を示し、それらのうち mural nodule を境界不明瞭な像として検出されるものもあった。嚢胞壁は小点状、線状、太い線状像を示した。上田⁴⁰⁾も mural nodule は、すべての症例には発見できなかったと報告している。

脳膿瘍は厚い周縁エコーが特徴的で、壊死組織に近い点状エコー³⁹⁾、内液の性状でパターンが変化する⁵⁴⁾との報告があり、著者も内部が中空透明なものと、線状、点状像を示す症例をえている。

嚢胞を伴う真性 cyst と、膿瘍、血腫あるいは腫瘍の壊死による cyst、および神経膠腫系の false cyst を上田は次の様に鑑別している。真性 cyst は嚢胞壁からのエコーのみであり、壊死組織は false cyst となり、辺縁部のエコーが不規則で周囲に不規則不均一な所見を示す。また脳内血腫のエコーは壊死組織に似ているが、他の病的異常所見は周囲からみいだせないとし、神経膠腫系は実際に嚢胞様のエコーパターンを示すことがしばしばで、感度を上げると、内部に echo-dot を認め、それぞれ鑑別できるとしている。高血圧性脳出血と外傷性脳内出血との鑑別は困難であるが、えられる感度断層像および以下述べる感度断層所見より、各種脳腫瘍の鑑別、および脳出血と脳腫瘍の鑑別は一層容易になる。

病巣の形態、距離的關係を良好に表示する感度断層値は Liquid Type -15dB 付近、Mixed Type、clot Type -21～-24dB 付近でえられ、星状膠細胞腫 -12dB 付近、髄膜腫 -18dB 付近、石灰化腫瘍 -24dB 付近、血管性腫瘍 -12～-18dB 付近でえられる。高血圧性脳出血、外傷性脳内出血の Mixed Type はほぼ同じ値でえられ、このことは病巣の反射能が同じであることを示すと思われる。

反射体からのエコーの強さは音響インピーダンスの差と反射体の大きさ、反射面と音波進行方向との角度に關係するといわれている。特に臨床的に音響インピーダンスの差が反射率、エコーの強さを知ることにな

る。脳組織の音響インピーダンスについて諸家³⁾³³⁾⁵⁶⁾の報告がある。血腫の新旧⁵⁸⁾、流動性血液と凝固血液で反射率に差があり⁵⁹⁾、雪下⁶⁰⁾は脳腫瘍62例の音響インピーダンス、反射率を求め、髄膜腫、頭蓋咽頭腫等は著明な反射源となり、神経膠腫系の腫瘍ではさほど著明でないとし、同一種類の腫瘍でも、出血、石灰化、嚢腫を伴うことで反射率は全く違ってくと報告している。また阿部、伊藤⁶¹⁾は脳組織と新鮮血の界面における反射率4.73%、および脳組織と凝固血液間の反射率6.31%は髄膜腫や星状膠細胞腫より大きいとしている。临床上、各種減衰を考慮に入れる必要があることは勿論であるが、術中硬膜上からの著者の成績では、Liquid TypeはMixed Type、Clot Typeより反射能が弱く、Mixed Typeは -42dB までに消失するが、Clot Typeより反射能が強い傾向にあった。流動性血液成分であるLiquid Typeは凝血塊のあるMixed Type、Clot Typeより反射能が弱いことは阿部⁵⁸⁾、雪下⁶⁰⁾の報告と同じであった。一方脳腫瘍で、星状膠細胞腫は血管性腫瘍と明らかな差がみられず、髄膜腫、石灰化腫瘍より反射能は弱い。しかし穹隆部髄膜腫のなかには星状膠細胞腫より反射能が弱いものもある。これは腫瘍が探触子に接しているため、受信器の過渡(追い込み)⁶²⁾によるものと思われる。石灰化腫瘍は他の腫瘍に比べ著しく反射能が高く、 -50dB 以上の減衰でも消失しない傾向にある。脳出血と脳腫瘍の比較で、星状膠細胞腫や血管性腫瘍はLiquid Typeより反射能がやや強く、Mixed Typeよりは弱い。またMixed Typeは石灰化腫瘍より反射能が低く、髄膜腫とほぼ同じ様な反射能を示している。この様に *in vivo* における反射能は諸家の *in vitro* における成績とほぼ一致するものである。

生体組織における超音波減衰は組織の定量的な意味を持ち、拡散減衰、吸収減衰、散乱、反射等により減弱するといわれる⁶²⁾。しかしその本態ははなはだ複雑であり、一元的に説明しえない現状である。物理的立場からの研究⁶³⁾⁶⁴⁾もあるが、主として臨床的応用の立場より生物組織内の超音波減衰の報告がおこなわれている。石川⁶⁵⁾は大脳前頭葉の神経線維の方向と超音波ビームの方向が直角に入射したとき、著明な減衰度の増加を示し、髄膜腫が正常脳組織より超音波吸収が大きく、減衰度が大きいと報告している。雪下⁶⁰⁾は脳腫瘍64例の超音波減衰度を摘出標本より測定し、細胞密度の大きいものほど、また音響インピーダンスの高いものほど超音波減衰度の増加するものが多いとし、腫

瘍別で髄膜腫、頭蓋咽頭腫、転移性脳腫瘍、松果体腫は正常脳組織より超音波減衰度が増加し、神経膠腫系、星状膠細胞腫、多形性膠芽腫、下垂体腺腫、聴神経鞘腫は著明な減少を示すと報告している。一方菊池⁶²⁾⁶⁶⁾⁶⁷⁾は感度断層像から定量的判断を引き出すには、超音波の拡散減衰、吸収減衰、距離関数指向性、機器の感度規正等の物理的イメージをわきまえておく必要があると述べている。著者は感度断層法にあたり 40dB の減衰をかけ、テストピースの底面エコーの高さを 2cm になるように、Gain 10, Rejection 3, Stop on (Level 3, Curve 3)とし、エコーの高さの変化はOutputで調整をおこなっているが、Output 5で変化は見られていない。反射、吸収の大きい組織を通じた波は、組織より遠方にある組織のエコーは弱められ、場合により底面エコーは消失することもありGrossman⁶⁸⁾⁶⁹⁾のいう acoustic shadowについて著者は対側骨エコーの消失するdB値で病巣の超音波減衰を検討した。高血圧脳出血、外傷性脳内出血ともに、血腫エコーが消失するとともに対側骨エコーの消失を示し、音響陰影はない。脳腫瘍のうち石灰化腫瘍は他の腫瘍より早期に消失し、全例に音響陰影が見られ、超音波減衰が強く、髄膜腫は星状膠細胞腫や血管性腫瘍より減衰が強い傾向にあり、約半数に音響陰影がみられている。

V. 結 語

著者は正常脳、高血圧性脳出血、脳腫瘍、外傷性脳内出血に超音波断層写真法をおこない、次の様な結果をえた。

1) 正常脳内エコーの最も検出される部位は外耳口直上 $4\sim 6\text{cm}$ 、前方 $0\sim 2\text{cm}$ の部位であり、第3脳室の検出率は100%である。

2) 正常脳内エコーは外耳口より遠ざかるにしたがい、その検出率および良好な像のえられる比率は低くなり、良好な像は -9dB 以下で求められる。また正常脳内エコーの検出される限界は -18dB 付近である。

3) 頭皮上検査において、病巣の形状、内容を良好に表示しうる感度断層値は高血圧性脳出血で -6dB 以下、脳腫瘍で -12dB 以下で求められる。

4) 術中硬膜上より病巣の超音波計測をおこない、ほぼ正確に部位、広がりを知ることができた。

5) 術中硬膜上より感度断層法をおこない血腫エコーはLiquid Type、Mixed Type、Clot Typeの

3型に分類し、血腫内容が流動性血液か凝血塊であるか判定しえた。

6) 脳腫瘍ではその性状を知り、各種脳腫瘍の種類もある程度鑑別できた。

以上を要約すると超音波断層写真法は、高血圧性脳出血、脳腫瘍、外傷性脳内出血の性状、形状を立体像としてはほぼ正確に知ることができ、しかも感度断層法を応用することにより、血腫内容および各種脳腫瘍の鑑別も可能であり診断精度の一層の向上により頭蓋内疾患の診断上将来有力な検査法となりうるものと期待される。

稿を終るに臨み、御指導、御校閲を賜った恩師金谷春之教授、ならびに日夜研究をとにもされた斉木巖講師、古川公一郎先生に深甚の謝意を表するとともに、教室員各位に感謝します。

なお本論文の要旨の一部は第15, 17, 18, 19, 21回日本超音波医学研究発表会、第33回日本臨床外科学会、第30回日本脳神経外科学会で発表した。

文 献

- 1) Dussik, K. T. : Über die Möglichkeit, hochfrequente mechanische Schwingungen als diagnostisches Hilfsmittel zu verwerten. Ztschr. ges. Neurolog. u. Psychiatr., 174 : 153-168, 1942.
- 2) Wild, J.J. : The use of ultrasonic pulses for the measurement of biologic tissues and the detection of tissues density changes. Surgery, 27 : 183-188, 1950.
- 3) 菊池喜充, 田中憲二, 内田六郎 : 超音波による頭蓋内解剖学的異常検出について(第1報). 日本音響学会雑誌, 8(2) : 111, 1952.
- 4) Kikuchi, Y., Uchida, R., Tanaka, K. and Wagai, T. : Early cancer diagnosis through Ultrasonics. J. Acoust. Soc. Am., 29(7) : 824, 1957.
- 5) 金谷春之, 斉木 巖, 古川公一郎, 伊藤隆之 : 脳内血腫における超音波断層写真法の診断的意義(第2報). 日超医第15回論文集, 49, 1969.
- 6) 金谷春之, 斉木 巖, 古川公一郎 : 脳内血腫における超音波断層写真法の診断的意義(第1報). 日超医第12回論文集, 75, 1967.
- 7) 金谷春之, 斉木 巖, 古川公一郎, 伊藤隆之 : 正常脳における超音波断層法による臨床的研究(第4報). 日超医第18回論文集, 17, 1970.
- 8) 金谷春之 : 正常脳内エコーに関する研究, 特に局所解剖学的相関について(第1報). 日超医第8回論文集, 81, 1965.
- 9) 金谷春之, 斉木 巖, 古川公一郎 : 正常脳内エコーに関する研究, 特に局所解剖学的相関について(第2報). 日超区第10回論文集, 27, 1966.
- 10) 金谷春之, 斉木 巖, 古川公一郎 : 正常脳内エコーに関する研究, 特に局所解剖学的相関について(第3報). 日超区第11回論文集, 55, 1967.
- 11) 金谷春之, 斉木 巖, 古川公一郎 : 正常脳内エコーに関する研究, 特に局所解剖学的相関について(第4報). 日超医第12回論文集, 61, 1967.
- 12) 金谷春之, 斉木 巖, 古川公一郎 : 正常脳内エコーに関する研究, 特に局所解剖学的相関について(第5報). 日超医第13回論文集, 91, 1968.
- 13) 金谷春之, 斉木 巖, 古川公一郎, 伊藤隆之 : 脳内血腫における超音波断層法の診断的意義(第3報). 日超医第17回論文集, 5, 1970.
- 14) 金谷春之 : 脳疾患の超音波診断, 特に断層写真法を中心として. 日超医第21回論文集, 131, 1972.
- 15) 金谷春之, 斉木 巖, 古川公一郎, 伊藤隆之 : 脳内血腫の超音波断層法に関する研究(第5報), 特に感度断層法を中心として. 日超医第19回論文集, 5, 1971.
- 16) 金谷春之, 斉木 巖, 古川公一郎, 伊藤隆之 : 脳内血腫の超音波断層法に関する研究(第6報), 脳腫瘍との対比について. 日超医第21回論文集, 31, 1972.
- 17) 川越博道, 三好 甫, 勝木司馬之助 : 剖検脳における中間エコー, Ⅲ頭部超音波断層図にみられる中間エコーについて. 日超医第12回論文集, 59, 1967.
- 18) 尾原義悦, 阿部祐一, 石川 滋, 伊藤和文, 田中憲二 : 超音波断層写真法(第4報), 頭蓋内疾患臨床例を中心として. 日超医第10回論文集, 45, 1966.
- 19) Adapon, B.D., Chase, N.E., Kricheff, I.I., and Battista, A.F. : B Scan Encephalography. Acta Radiology, 5 : 730-739, 1966.
- 20) Hovind, K.H., Galicich, J.H., and Matson, D.D. : Normal and pathological intracranial anatomy revealed by two-dimensional echoencephalography. Neurology, 17 : 253-262, 1967.
- 21) Vlieger, M. de, Sterke, A. de, Molin, C.E., and Ven, C. van der. : Ultrasound for two-dimensional echo-encephalography. Ultrasonics, 1 : 148-151, 1963.
- 22) Müller, H.R. : Transdurale Echolotung von Hirntumoren mittels [einer zweidimensionalen A-Scan-Technik. Schweiz. med. Wschr., 99 : 1017-1022, 1969.
- 23) 尾原義悦, 阿部祐一, 石川 滋, 伊藤和文, 田中憲二 : 超音波断層写真法(第3報), 特に頭蓋内疾患を中心として. 日超医第9回論文集, 45, 1966.

- 24) Galicich, J.H., Lombroso C.T., and Matson, D.D.: Ultrasonic B-scanning of the Brain. *J. Neurosurg.*, **22** : 499-510, 1965.
- 25) 斉木 巖: 脳卒中の超音波診断に関する実験的, 臨床的研究. *神経研究の進歩*, **11(8)** : 186-206, 1967.
- 26) 金谷春之, 斉木 巖, 古川公一郎, 伊藤隆之: 脳血管障害の超音波診断法. *最新医学*, **25(6)** : 1319-1325, 1970.
- 27) 金谷春之, 斉木 巖: 脳卒中のすべて, 超音波診断法. *内科シリーズ*, **4** : 250-260, 1971.
- 28) Kanaya, H., Yamasaki, H., Saiki, I., and Furukawa, K.: The use of echoencephalography to differentiate intracerebral hemorrhage and brain softening. *J. Neurosurg.*, **28** : 539-543, 1968.
- 29) Sugar, O. & Uematsu, S.: The use of Ultrasound in the diagnosis of intracranial lesions. *Surg. clin. N. Amer.* **44** : 55-64, 1964.
- 30) 勝木司馬之助, 黒岩義五郎, 川越博道: 神経疾患における超音波診断法. *日超医第6回論文集*, 61, 1964.
- 31) 林 誠之: 頭蓋内疾患に対する超音波診断に関する研究. *日本外科学会雑誌*, **66** : 1617-1637, 1965.
- 32) 岩田金治郎, 渡辺三郎, 富安 信: Aスコープ方式による脳腫瘍の一考案. *日超医第5回論文集*, 65, 1964.
- 33) 伊藤和文: 超音波パルス法, 特にAスコープ方式による脳腫瘍に関する実験的, 臨床的研究, *日外宝*, **33(4)** : 770-799, 1964.
- 34) 高木 偉, 渡辺 博, 江原一也, 雪下国雄, 伊藤和文, 田中憲二: 超音波による脳腫瘍の診断(第8報). *日超医第14回論文集*, 67, 1968.
- 35) 田中憲二: 腫瘍局在の診断成績. **118**, 脳の超音波診断. 診断と治療社, 東京, 1968.
- 36) 尾原義悦, 阿部祐一, 石川滋, 伊藤和文, 田中憲二: 超音波断層写真法(第5報). *日超医第11回論文集*, 85, 1967.
- 37) Adapon, B.D., Chase, N.E., Kricheff, I.I., and Battista, A.F.: Cerebral Ultrasonic Tomography. *Radiology*, **84** : 115-121, 1965.
- 38) 尾原義悦, 阿部祐一, 石川 滋, 伊藤和文, 田中憲二: 脳超音波断層写真法(第7報) 脳腫瘍断層像による組織性状診断. *日超医第13回論文集*, 99, 1968.
- 39) 西本 詮, 貞本和彦, 延藤栄男, 上田 伸, 抑生康徳, 岩槻清, 本条征史: 頭蓋内腫瘍の超音波診断(第4報). *日超医第13回論文集*, 97, 1968.
- 40) Ueda, S.: Ultrasonic Tomography of Intracranial Tumors by Dural Contact Compound Scan. *Medical Ultrasonics*, **6(1)** : 9-23, 1968.
- 41) 金谷春之, 山崎豪男, 斉木 巖: 脳卒中の超音波診断法, 特に高血圧性脳出血と脳軟化症との鑑別上の意義. *脳と神経*, **16(9)** : 769-778, 1964.
- 42) 金谷春之, 斉木 巖, 古川公一郎: 高血圧性脳出血の Dural Echoencephalogram. *日超医第13回論文集*, 93, 1968.
- 43) 金谷春之, 山崎豪男, 斉木 巖: 脳溢血における術中術後の超音波所見. *日超医第5回論文集*, 69, 1964.
- 44) 三好 甫, 川越博道, 勝木司馬之助: 剖検脳における中間エコー I. 中間エコーの出現部位について. *日超医第11回論文集*, 51, 1967.
- 45) Lombroso, C.T., and Boston, G.E.: Two-Dimensional Ultrasonography for the Visualization of Ventricular Landmarks. *Proc. echoencephalography.*, 215-230, 1968.
- 46) 雪下国雄, 石川 滋, 伊藤和文: 脳組織の超音波減衰度(第8報), 脳腫瘍組織について. *日超医第8回論文集*, 71, 1965.
- 47) 雪下国雄, 江原一也, 野中博敏, 石川 滋, 伊藤和文, 田中憲二: 超音波による脳腫瘍診断(第3報), 一組織診断への試み, *日超医第9回論文集*, 41, 1966.
- 48) 雪下国雄, 阿部祐一, 野中博敏, 石川 滋, 伊藤和文, 田中憲二: 超音波による脳腫瘍の診断(第4報). *日超医第10回論文集*, 33, 1966.
- 49) 渡辺 博, 江原一也, 雪下国雄, 阿部祐一, 野中博敏, 伊藤和文, 田中憲二: 超音波による脳腫瘍の診断(第5報), 特に術中診断に於ける組織学的鑑別診断. *日超医第11回論文集*, 73, 1967.
- 50) Müller, H.R. and Lévy, A.: A simple Method of Twodimensional Intraoperative Sonencephalography, Employing the A-Scan Technique. *Europ. Neurol.* **1** : 31-40, 1968.
- 51) Walker, A. E. and Uematsu, S.: Dural echo-encephalography. *J. Neurosurg.*, **25** : 634-637, 1966.
- 52) 上田 伸, 西本 詮, 貞本和彦, 竹馬 浩, 難波真平: 脳腫瘍の超音波診断(第1報). *日超医第10回論文集*, 43, 1966.
- 53) 西本 詮, 貞本和彦, 竹馬 浩, 延藤栄男, 上田 伸, 難波真平: 脳腫瘍の超音波診断(第2報). *日超医第11回論文集*, 81, 1967.
- 54) 尾原義悦, 阿部祐一, 石川 滋, 伊藤和文, 田中憲二: 脳超音波断層写真法(第6報). 脳腫瘍断層像とAスコープ波形との対比. *日超医第12回論文集*, 71, 1967.
- 55) 内田六郎: 反射と屈折, **21**, 脳の超音波診断. 診断と治療社, 東京, 1968.
- 56) Ludwig, G. D.: The Velocity of sound through tissues and the acoustic imped-

- ance of tissues. J. Acoust. Soc. Am., **22** : 863, 1950.
- 57) 和賀井敏夫：診断領域における超音波の応用。医学のあゆみ, **30**(1) : 1, 1959.
- 58) 阿部祐一：超音波Aスコープ法による頭部外傷の診断に関する研究，特に頭蓋内血腫の局在診断。日外宝, **36**(1) : 63-83, 1967.
- 59) Schiefer, W., Kazner, E. Und Brücker, H. Die Echo-encephalographie, inre Anwendungsweise und Klinischen Ergebnisse. Fortsh. Neurol. Psychiat., **31** : 457-491, 1963.
- 60) 雪下国雄：超音波Aスコープ方式による脳腫瘍の診断，組織学的鑑別診断の為の基礎的並びに臨床的研究。日外宝, **37**(1) : 124-160, 1968.
- 61) 伊藤和文，阿部祐一：血腫の音響的特異性, 125, 脳の超音波診断。診断と治療社，東京, 1968.
- 62) 菊池喜充：探査距離と感度, 101, 超音波医学, 日本超音波医学会編，医学書院，東京, 1966.
- 63) Hueter, T.F. and Goldman, D.E.: Tabular data of the Velocity and absorption of highfrequency sound in mammalian tissues. J. Acoust. Soc. Am, **28** : 35, 1956.
- 64) 稲葉 稔：脳組織の超音波減衰. 267, 超音波医学, 日本超音波医学会編，医学書院，東京, 1966.
- 65) 石川 滋：生物組織特に脳組織の超音波減衰度測定に関する研究。日本外科宝函, **33**(5) : 923-940, 1964.
- 66) 菊池喜充：超音波診断法の物理的背景。日超医第13回論文集, 131, 1968.
- 67) 菊池喜充：超音波断層法における感度断層の意義と問題点。日超医第18回論文集, 61, 1970.
- 68) Grossman, C.C.: Acoustic phenomena in ultrasonic detection of brain tumors. Ultrasonics, **3** 22-24, 1965.
- 69) Grossman, C.C. : The use of diagnostic ultrasound in brain disorders. Springfield, Charles. C. Thomas, 155.1966.