

超音波診断法における正常脳内エコーの反射源 並びにその鑑別に関する基礎的研究

岩手医科大学医学部外科学第2講座（主任：金谷春之教授）

古 川 公 一 郎

〔原稿受付：昭和49年7月11日〕

The Basic Researches about the Normal Intracerebral Echo Sources and their Discrimination in the Ultrasonic Diagnosis Method

by

KOICHIRO FURUKAWA

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

These research were made to determine the normal intracerebral echo sources which will serve as the basis for the ultrasonic diagnosis. In the beginning some samples were made of the coronal and horizontal sections of a normal cadaver head, and then basic research of intracerebral echo sources in each sample were made.

Next, on basis of the results, researches were made about the echo patterns and the location and frequency of the detection of both the midline echoes and other intracerebral ones in the normal head of a living body.

As echo sources on the midline, the third ventricle and the septum pellucidum are detected at a high rate. The fornix, the falx, the straight sinus, and the aqueductus sylvii were also found to be echo sources. The discrimination among these midline echoes is made possible by their echo patterns except for the septum pellucidum and the fornix.

Intracerebral echoes, other than the midline ones, have as their sources the sylvian fissure, the lateral ventricle (anterior horn, temporal horn, occipital horn), the thalamus and hippocampal fissure, etc. The discrimination among these intracerebral echoes is made possible by (considering) the part put to the test, the location of the echo detection and the echo patterns.

I 緒 言

頭蓋内疾患の超音波診断は、1942年 Dussik¹⁾によって超音波透過法による臨床応用の研究にはじまる。その後 Ballantine²⁾, Hueter³⁾等によって追試されたが、透過法では十分な成果を上げることが出来なかった。1950年以降 Wild⁴⁾⁵⁾, French⁶⁾⁷⁾, 田中⁸⁾⁹⁾等により反

射法が研究され、頭蓋内疾患特に脳腫瘍診断の臨床応用に成功した。さらに1955年 Leksell¹⁰⁾によって本検査法が echoencephalography と呼ばれるようになり、1958年には同じく Leksell¹¹⁾によって正中線エコー（以下M.E.と略す）の反射源は松果体であり、このM.E.の偏位により頭蓋内占拠性病変を指摘出来ることが報告された。

以来超音波診断装置の発達と共に、頭蓋内疾患に対する超音波診断法も長足の進歩をとげた。現在では、脳腫瘍^{6-9),12-21)}、外傷性頭蓋内血腫^{10),11),14),17),19-31)}、高血圧性脳出血³²⁻⁴²⁾の診断はもとより、波形の分析による脳腫瘍の組織診断¹⁴⁻²¹⁾も行なわれている。しかし現在広く普及しているAモード方式でも、脳内エコーやM.E.の同定、さらにはこれらのエコーと雑音との鑑別に屢々困難を感じる。とくに病巣の部位やその拡がりには脳疾患の予後判定あるいは外科治療の適応決定に関して極めて重要な問題である。したがって病巣とその周辺の脳局所解剖学的相関を超音波学的に明らかにすれば、その意義は大であるが、従来の超音波診断に関する報告をみても、尚不明な点が多い。すなわち、M.E.の反射源についても、これまで諸家により松果体^{11),21),22),49)}透明中隔^{24),25),43),46),47)}第3脳室^{22),24),25),43),44),46),47)}半球間裂、大脳鎌^{22),46),47)}等が報告されているが必ずしも一定していない。また、M.E.以外の脳内反射源からえられる反射波、つまり脳内エコーについても諸家の見解は一定していない。そのために著者は超音波診断上の基準となる正常例のM.E.およびM.E.以外の脳内エコーについて、それぞれの反射源を明らかにし、反射波の検出位置、検出頻度等について検討した。また頭蓋内疾患の超音波診断には頭蓋骨による超音波減衰およびその彎曲のために、他の疾患より検査が困難であることから、本研究には頭蓋骨を含めた標本を用いた。すなわち屍体頭蓋を一定の基準にもとずいて前額断および水平断の切断標本を作成し、それぞれの標本においてえられたM.E.および脳内エコーについて検討した。さらにその基礎的研究からえられた成績を基準として頭蓋内疾患を有しない正常成人50例のM.E.および脳内エコーの反射源についても検討を加え、興味ある知見をえたので報告する。

Ⅱ 実験方法ならびに症例

1. 超音波診断装置

超音波診断装置は、日本無線製 Aloka SSD-2 型を使用し、出力指示方式はパルス反射法、Aモード方式によって行ない、繰返し周期発振器は500Hzを用いた。振動子はチタン酸バリウム製で、有効直径10mmの平面探触子を使用し、周波数は2.25MHzとした。

2. 屍体頭部

1) 症例

屍体頭部は頭蓋内疾患を認めない3例である。症例1は心衰弱で死亡した64才の男子で、身長167cm、体

重64kg、耳介直上での頭蓋巾は14.8cmである。症例2は老衰で死亡した64才の男子、身長171cm、体重68kg、頭蓋巾は15.2cmであり、症例3は61才の女子、身長158cm、体重61kg、頭蓋巾は14.7cmである。

2) 標本製作法

以上の3例の頭部は10%ホルマリンで24時間固定し、さらに冷凍器で氷点下20℃で凍結する。凍結した頭部を木箱に移して外耳孔に固定軸を挿入し、Ried's line が木箱底面に平行になるように固定する。木箱の中に超硬石膏を流し込み24時間後に木箱をとりはずす。頭部を包埋した石膏上にRied's lineを投影し、外耳孔およびこれを中心として前後2cm間隔にRied's lineに垂線を引き、この各々の線上を回転鋸で切断した(図1)。症例1および2では前額断の標本を作成した。一方Ried's lineに平行に2cm間隔に切断し、症例3では水平断の標本を作製した。各々の標本は切断後に石膏を完全に除去して実験を行なった。

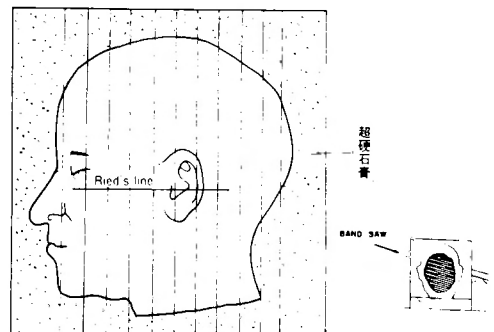


図1 超硬石膏包埋による屍体頭部切断法(前額断)

3) 超音波検査法

前額断、水平断の標本を1片ずつ、脱気水を満たした透明なプラスチック製の水槽内に固定する(図2)。探触子は原則として超音波軸が脳正中面に直角になるようにし、頭皮に密着して固定した。超音波検査は前額断または水平断の標本について外耳孔を中心にしてそれぞれ2cm間隔に行なった。検索する反射波は側頭部検査にて、M.E.と、脳内エコーについて検討した。反射源の同定は、1)ブラウン管上の距離と、標本での実測値を比較する距離対比法、2)反射源に挿入した金属片により反射波の振巾の増大を指標とする方法によった。頭蓋巾の異なる3症例を同じ基準で検討するために、反射波のブラウン管上の検出位置は直接波からM.E.までの距離に対する直接波から反射波までの距離の百分率で示した。

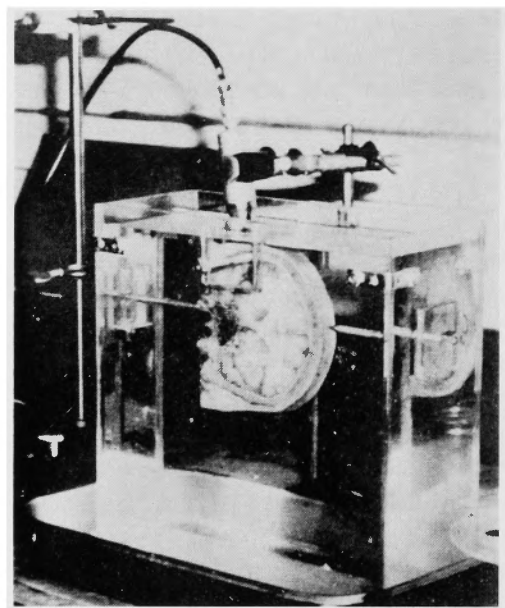


図2 水槽内における超音波検査法（前額断標本）

3. 生体頭部

1) 症例

頭蓋内疾患を有しない成人男子50人を対象とした。年代別では20代が32例、30代14例、40代2例、50代2例である。両側耳介直上での頭蓋巾は50例中最小は14.3cm、最大は15.2cmである。

2) 超音波検査法

頭部の動揺を防ぎ、常に入射する超音波軸を一定にするため側臥位で頭部を中央の窪んだ木枕に固定した。検査部位は屍体頭部における検査と同様に行なった。探触子は原則として超音波軸が脳正中面に直角になるように頭皮に密着した。接触媒質には水または流動パラフィンを用いた。なお反射波の検査位置の表示は先述した屍体頭部と同様百分率で示し、反射源の同定は屍体頭よりえられた反射波の検出位置および波形を基準にして行なった。

4. 超音波検査部位の標示方法

検索部位は外耳孔の前方4cm以内、その後方4cm以内、その上方4cmから10cmまでの短形の範囲内である。それ以外では頭蓋骨が厚いために超音波減衰が強く、しかも骨の彎曲が強く超音波軸を反射源に対し直角に入射しえないために頭蓋内からの反射波の検出は困難である。

超音波検査部位（以下検査部位と略す）は図3に示すように、前額断をA～D、水平断をI～Ⅲに区分し

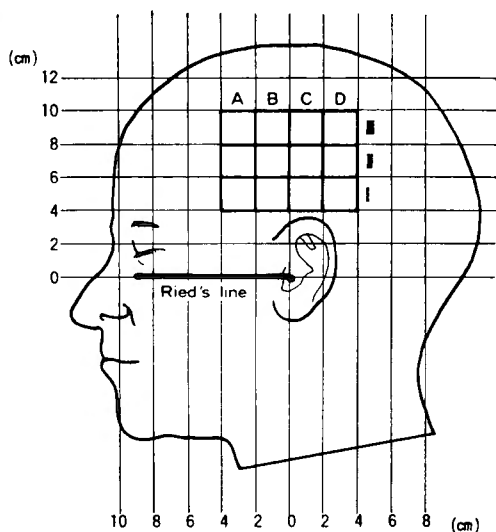


図3 屍体頭部の前額断。水平断の部位および超音波検査部位

た。つまりAは外耳孔前方4～2cm、Bは外耳孔より前方2cmまでとし、C、Dは外耳孔よりそれぞれ後方2cm、および2～4cmとした。水平断Iは外耳孔上方4～6cm、IIおよびⅢはそれぞれの上6～8cm、および8～10cmとした。以下検査部位の標示はA—I、B—Iのように記載する。

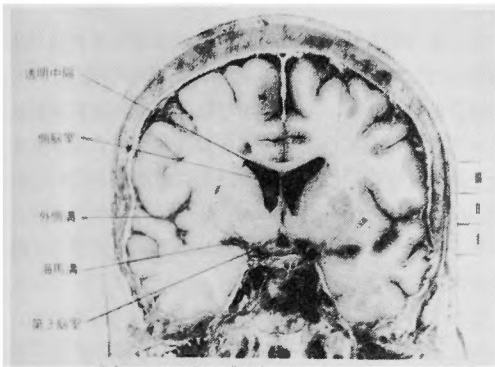
Ⅲ 実験成績

1. 屍体頭部

反射源のブラウン管上の検出位置（以下検出位置と略す）、および波形の特性を検査部位毎に詳述する。

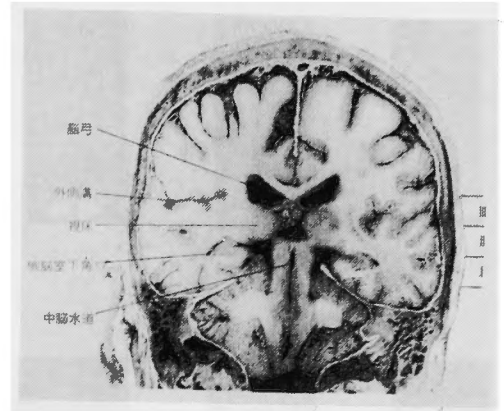
A—I（図4）：M.E.の反射源は第3脳室であり、その波形は双棘性（以下他の検査部位でも同じ波形）である（図8）。脳内エコーは外側溝および海馬溝から検出する。外側溝の反射波は直接波に連続する3～4棘性（以下他の検査部位でも同じ波形）であり、その検出位置は50%である。なおこの反射波は超音波出力を下げることにより直接波から分離しうる。海馬溝からの反射波も外側溝と同じ波型で、その検出位置は70%である（図9）。

A—II（図4）：M.E.は透明中隔からえられ、その波形は非常に鋭い単棘波（以下他の検査部位でも同じ波形）である（図8）。外側溝は53%に、視床表面は68%、側脳室は82%に検出する。視床表面の波形は底面の広い低振幅の単棘波（以下他の検査部位でも同じ波形）であり、側脳室では透明中隔よりえられた



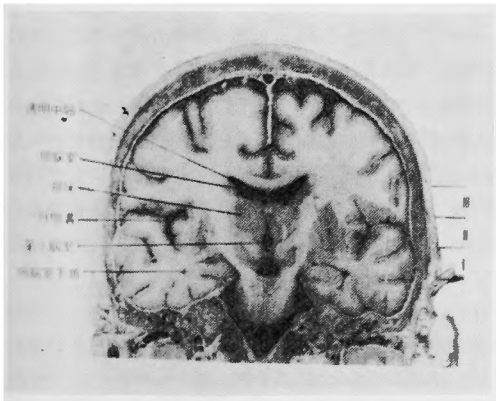
水平断	反射源	検出位置
I	外側溝	50%
	海馬溝	70%
	第3脳室	100%
II	外側溝	53%
	視床表面	68%
	側脳室	82%
III	透明中隔	100%
	側脳室	77%
	透明中隔	100%

図4 前額断 A. 屍体の各種反射源と超音波検出位置



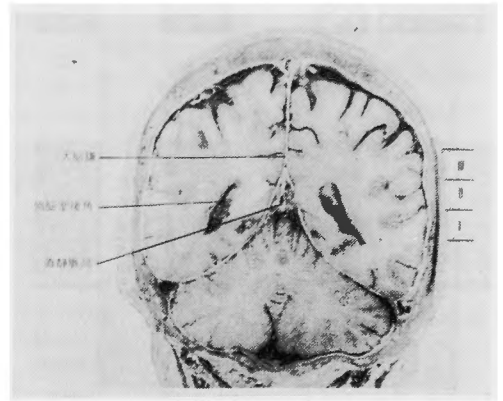
水平断	反射源	検出位置
I	側脳室下角	54%
	視床表面	72%
	第3脳室	100%
II	外側溝	51%
	視床表面	64%
	側脳室	82%
III	透明中隔又は脳弓	100%
	側脳室	54%
	視床表面	65%
	側脳室	77%
	透明中隔	100%

図6 前額断 C. 屍体の各種反射源と超音波検出位置



水平断	反射源	検出位置
I	外側溝	50%
	又は側脳室下角	53%
	第3脳室	100%
II	外側溝	52%
	視床上縁	73%
	側脳室移行部	73%
III	透明中隔	100%
	側脳室	72%
	透明中隔	100%

図5 前額断 B. 屍体の各種反射源と超音波検査位置



水平断	反射源	検出位置
I	側脳室後角	61%
	外側壁	77%
	内側壁	77%
	直静脈洞	100%
II	外側壁	63%
	内側壁	74%
III	大脳鎌	100%
	外側壁	63%
	内側壁	83%
	大脳鎌	100%

図7 前額断 D. 屍体の各種反射源と超音波検出位置

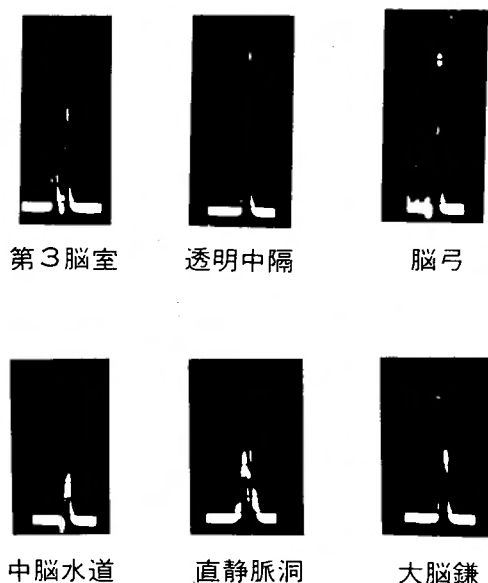


図8 各種反射源より検出される M. E. の波形

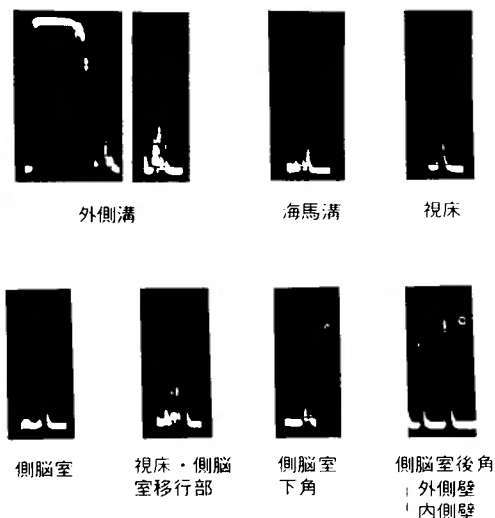


図9 各種反射源より検出される脳内エコーの波形

と同様の単棘波 (以下他の検査部位でも同じ波形) である (図9)。

A—Ⅲ (図4) : M.E.は透明中隔からえられる。側脳室は77%の位置に検出する。

B—I (図5) : M.E.は第3脳室からえられる。外側溝は50%、側脳室下角は53%の位置に検出する。そのうち後者の波形は第3脳室のそれと同様に双棘性であるが、その棘間はやや広い (以下他の検査部位でも

同じ波形) (図9)。

B—Ⅱ (図5) : M.E.は透明中隔からえられる。外側溝は52%、視床上縁と側脳室底面の移行部は73%の位置に検出する。その波形は第1症例では側脳室の単棘波の前に低振幅の2~3の棘波を検出する。第2および第3症例では1相性で、その底辺はやや広い (図9)。

B—Ⅲ (図5) : M.E.は透明中隔からえられる。側脳室は72%の位置に検出する。

C—I (図6) : M.E.は第3脳室からえられるが、中脳水道を検出することもある。中脳水道の波形は底面巾は狭いが、先端はあまり鋭くない (図8)。側脳室下角は54%の位置に検出する。その第1症例では視床表面からも72%の位置に検出する。

C—Ⅱ (図5) : M.E.は第1、3症例では透明中隔、第2症例では脳弓からえられる。後者の波形は前者とほぼ同様であるが、幾分底辺が巾広い (以下他の検査部位でも同じ波形) (図8)。外側溝、視床表面、側脳室はそれぞれ51%、64%、82%の位置に検出する。

C—Ⅲ (図6) : M.E.は第1、3症例では透明中隔から、第2症例では大脳鎌からえられる。後者の波形は脳弓とほぼ同様である (以下他の検査部位でも同じ波形) (図8)。外側溝、視床表面、側脳室はそれぞれ54%、65%、77%の位置に検出する。

D—I (図7) : M.E.は直静脈洞からえられ、その波形は中脳水道よりも全体に巾広く、多峰性である (以下他の検査部位でも同じ波形) (図8)。側脳室後角の外側壁および内側壁からの反射波はそれぞれ61%および77%の位置に検出する。しかし第2、3症例ではその他に88%の位置に小脳天幕からの反射波がえられる。小脳天幕を検出する場合にはM.E.は検出しない。

D—Ⅱ (図7) : M.E.は大脳鎌からえられる。側脳室後角の外側壁および内側壁からの反射波はそれぞれ63%、74%の位置に検出する。

D—Ⅲ (図7) : M.E.は大脳鎌からえられる。側脳室後角外側壁および内側壁からの反射波はそれぞれ63%、83%の位置に検出する。

2. 生体頭部

生体頭部では多くの反射波に搏動性があり、ブラウン管上での距離測定に困難な症例もある。このため数回の検出を行ない、ブラウン管上の同一位置に検出する反射波について、その検出頻度、反射源および波形について検討した。

A—I (表1) : M.E.は50例全例に検出し、その反射源は屍体頭部よりえられた第3脳室に一致する。またその波形も屍体頭部と同様に双棘性であるが、この兩棘は全例において交互に搏動する。脳内エコーのブラウン管上の検出位置は51%および71%で、それぞれの検出頻度は50例中の38例および41例である。これらの反射源は前者は外側溝、後者は海馬溝に一致する。これらの波形は前述した屍体頭部のそれとほぼ同じである。

なお以下述べる各反射源の波形も屍体頭部のそれとほぼ同じである。

A—II (表1) : M.E.は全例に検出され、その反射源は透明中隔に一致する。脳内エコーは、52%の位置に38例、70%に43例、82%に48例が検出される。それぞれの反射源は外側溝、視床表面および側脳室に一致し、側脳室の部では反射波の搏動性が特に強い。

A—III (表1) : M.E.は45例に検出され、その反射源は透明中隔に一致する。脳内エコーは76%の位置に45例が検出され、反射源は側脳室に一致する。

表1 前額断A. 各種反射源より検出される脳内エコーの波形

水平断	反 射 源	検出位置	検出頻度 (50例中)
I	外 側 溝	50%	76%
	海 馬 溝	71%	82%
	第 3 脳 室	100%	100%
II	外 側 溝	52%	76%
	視 床	70%	86%
	側 脳 室	82%	96%
	透 明 中 隔	100%	100%
III	側 脳 室	76%	90%
	透 明 中 隔	100%	90%

B—I (表2) : M.E.は50例全例に検出され、その反射源は第3脳室に一致する。脳内エコーは52%の位置に37例、73%に42例が検出される。前者の反射源は外側溝または側脳室下角に一致するが、波形より外側溝と考える。後者では検出位置および波形より視床表面からのものとする。

B—II (表2) : M.E.は全例に検出され、その反射源は透明中隔に一致する。脳内エコーは、53%の位置に38例、75%に46例が検出され、それぞれの反射源は外側溝、視床背面と側脳室との移行部に一致する。

B—III (表2) : M.E.は46例に検出され、その反射

表2 前額断B. 各種反射源より検出される脳内エコーの波形

水平断	反 射 源	検出位置	検出頻度 (50例中)
I	外 側 溝	52%	74%
	視 床	73%	84%
	第 3 脳 室	100%	100%
II	外 側 溝	53%	76%
	視 床	75%	92%
	側脳室移行部 透 明 中 隔	100%	100%
III	側 脳 室	75%	88%
	透 明 中 隔	100%	92%

源は透明中隔に一致する。脳内エコーは、75%の位置に44例が検出され、その反射源は側脳室に一致する。

C—I (表3) : M.E.は全例に検出されるが、その反射源は46例は第3脳室に一致する。残り4例は中脳水道からのものとする。脳内エコーは、55%の位置に42例、78%に45例が検出され、それぞれの反射源は側脳室下角、視床表面に一致する。

C—II (表3) : M.E.は全例に検出され、その反射源は透明中隔または脳弓に一致する。脳内エコーは55%の位置に44例、88%に46例が検出され、それぞれの反射源は外側溝および側脳室に一致する。屍体頭部でみられた視床表面からのエコーはみられなかった。

C—III (表3) : M.E.は47例に検出され、その反射源は透明中隔または脳弓に一致する。脳内エコーは78%の位置に42例が検出され、その反射源は側脳室に一致する。

表3 前額断C. 各種反射源より検出される脳内エコーの波形

水平断	反 射 源	検出位置	検出頻度 (50例中)
I	側脳室下角	55%	84%
	視 床	78%	90%
	第 3 脳 室 又は中脳水道	100%	100%
II	外 側 溝	55%	88%
	側 脳 室	88%	92%
	脳 弓 又は透明中隔	100%	100%
III	側 脳 室	78%	84%
	脳 弓 又は透明中隔	100%	94%

D—I (表4) : M.E.は全例に検出され、その反射源は、23例は直静脈洞に一致し、残り27例はもっと多峰性であり屍体頭部にみられた波形と異なる。脳内エコーは、63%の位置に44例、79%に43例が検出され、それぞれの反射源は側脳室後角の外側壁および内側壁に一致する。

D—II (表4) : M.E.は48例に検出され、その反射源は大脳鎌に一致する。脳内エコーは、65%の位置に43例、82%に46例が検出され、それぞれの反射源は側脳室後角の外側壁および内側壁に一致する。

D—III (表4) : M.E.は42例に検出され、その反射源は大脳鎌に一致する。脳内エコーは、67%の位置に45例、90%に31例が検出され、それぞれの反射源は側脳室後角の外側壁および内側壁に一致する。

表4 前額断D. 各種反射源より検出される脳内エコーの波形

水平断	反 射 源	検出位置	検出頻度 (50例中)
I	側脳室後角 外 側 壁	63%	88%
	内 側 壁	80%	86%
	直静脈洞他	100%	100%
II	外 側 壁	65%	86%
	内 側 壁	82%	92%
	大 脳 鎌	100%	96%
III	外 側 壁	67%	90%
	内 側 壁	90%	62%
	大 脳 鎌	100%	84%

Ⅳ 総括ならびに考察

1. M.E. の反射源とその特性

M.E.の反射源は諸家により種々報告されている。すなわち第3脳室はde Vlieger⁴⁴⁾, Jeppsson²¹⁾²²⁾, Ambrose³⁰⁾, Ford⁴⁸⁾, Lapaywaker⁵⁰⁾, 田中⁵¹⁾, 透明中隔はJeppsson²¹⁾²²⁾, Ambrose³⁰⁾, Gordon⁴³⁾, 大脳鎌はJeppsson²²⁾, Lithander⁴⁶⁾⁴⁷⁾, 半球間裂はde Vlieger⁴⁴⁾等のように、諸家の報告は必ずしも一致していない。著者はLithander⁴⁷⁾, 金谷⁵³⁾らの指摘しているように脳の正中面に対し、超音波発射波がほぼ直角に入射しうるmidline structureはいずれも反射源になりうると考えている。そして反射源は超音波を入射する部位によってそれぞれ異なるとの見解のもとに、頭部の前額断および水平断の標本を用いて研究を進め、さらにそれら反射

源の超音波波形の特性を追求し、ひいてはそれら反射源の超音波学的鑑別診断をも明らかにしようとした。

まず著者の成績を各反射源について総括すると次のようである (図10)。

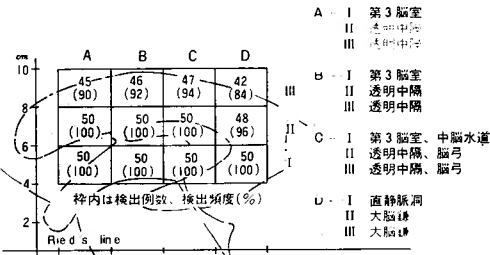


図10 M.E. の検出部位、検出頻度とその反射源 (検索症例 50例)

第3脳室：検出しうる部位はA—I, B—I, C—Iつまり外耳口上方4cmより6cmまでで、同じく前方4cmより後方2cmまでである。そのうち外耳口より前方の部では全例に第3脳室よりの反射波をうるが、後方の部では一部中脳水道を検出する。

この成績は金谷⁵³⁾の指摘するように第3脳室からの反射波は一定の領域からのみえられることを示す。従来 Ambrose³⁰⁾, Lapaywaker⁵⁰⁾, 田中¹⁴⁾等は第3脳室の反射波をとらえうる探触子の接触部位を耳介上、髪を生え際より下部、あるいは側頭部等の表現を用いているが、後述するようにM.E.の反射源は多数存在し、しかもそれぞれは一定の領域からえられるものであるから、探触子の接触部位を明示して論ぜられるべきものである。なお第3脳室以外の反射源についても従来の報告は探触子の接触部位を規定して論述していないものが多く、これらがM.E.の反射源についての諸家の見解の一致をみない原因と考える。

第3脳室からの反射波形は Gordon⁴³⁾, de Vlieger⁴⁴⁾により double midline echo として報告されたように、著者も双棘性の反射波として検出し、しかも生体頭部ではその両棘は交互に搏動性を有する。このためその他の正中反射源と有力な鑑別点となる。

透明中隔：Gordon⁴³⁾は側頭部から超音波を入射するとその反射源は常に透明中隔であると述べ、また Ambrose³⁰⁾も耳の上方からの検査で透明中隔を証明することが出来ると述べている。著者の成績では、検出する部位はA—II, B—III, B—II, B—III, C—II, C—IIIで、つまり外耳口上方6cmから10cmで、同じく前方4cmから後方2cmの領域よりえられる。このうちA—II, B—IIの範囲では全例に反射波を検出す

る。超音波波形は他のものに比べて非常に鋭い単棘波である。

大脳鎌：Jeppsson²²⁾は耳介直上または外耳口上方4～5cmより検査すると高振幅棘波をみとめ、Lithander⁴⁷⁾も脳標本から反射波を検出している。著者の成績では、検出する部位はD—I，D—Ⅲ，つまり外耳口上方6cmから10cmまでで、その後方2cmから4cmまでの範囲から検出する。大脳鎌からの反射波は大部分の症例に検出する。その波形はJeppssonと同様に高振幅の単棘波である。

以下述べる脳弓、直静脈洞および中脳水道の3反射源に関する報告は見当たらない。

脳弓：検出する部位はC—I，C—Ⅲである。これは外耳口上方6cmから10cmおよび、その後方2cmまでの範囲である。その検出頻度は約20%である。この波形は透明中隔に類似しているが、底辺がやや巾広いものが多い。

直静脈洞：検出する部位はD—I，つまり外耳口上方4cmから6cmで、その後方2cmから4cmの範囲である。検出頻度は約半数で、その波形は底辺の巾広い多峰性である。

中脳水道：検出する部位はI—C，つまり外耳口上方4cmから6cmで、その後方2cmまでの範囲である。検出頻度は約10%であり、この波形は直静脈洞に類似するが、底辺巾が狭くその突端はあまり鋭くない1相性である。

なお諸家によって指摘された松果体からの反射波は屍体頭部、生体頭部からも検出されなかった。また半球間裂も今回の対象範囲からは検出されなかった。

各反射源の鑑別

以上の所見から明かなように、M.E.の各種反射源の鑑別は、検査部位、波形を考慮すれば必ずしも困難ではない。まず検査部位より鑑別を要するものは第3脳室と中脳水道および、透明中隔と脳弓である。これらのうち第3脳室と中脳水道とがともに検出されるのはC—Iの部であるが、前述したように第3脳室の波形は交互に搏動する双棘性であり、中脳水道のそれは1相性であり搏動も著明でない。つきに透明中隔と脳弓はC—I，C—Ⅲよりともに反射波をうる。両者の鑑別はその波形が類似しており容易ではないが、脳弓は底辺巾がやや広く、透明中隔は最も鋭い単棘波であり比較的鑑別しうる。

その他のM.E.の反射源、すなわち、大脳鎌直静脈洞は検査部位によってそれぞれ異なるため鑑別しうるも

のである。

2. 脳内エコーの反射源とその特性

M.E.以外の脳内エコーに関しては、側脳室壁、側脳室下角、外側溝等⁴⁷⁾が報告されており、これらに関する研究はM.E.に比べて少ない。著者は日常臨床検査に於てM.E.以外にもいくつかの反射波を認めるが、これらと病巣からの反射波やartifactとの鑑別を痛感した。このため反射源は上述のような諸家の報告以外にもなお存在するか否かを明らかにするために研究を進めた。

側脳室壁：Gordon⁴³⁾は探触子の感度や装置の出力を増すと側脳室壁からの反射波を検出すると述べ、透明中隔の反射波の両側に左右の側脳室壁からの反射波を認めている。

Ambrose³⁰⁾も同様の所見を報告し、Lapayowker⁵⁰⁾は両側の側脳室壁からの反射波は1.4cmから2.2cmの間に認められると述べている。著者の成績では、検出される部位はA—I，A—Ⅲ，B—I，B—Ⅲ，C—I，C—Ⅲの領域であり、その検出頻度は約90%である。反射波は検査側の側脳室壁からえられるものが多いが、一部反対側壁からえられるものもある。M.E.から側脳室壁の反射波までの距離は1cmから2cmまでの間にあり、Lapayowkerの成績とはほぼ同じである。この波形は殆どどの症例に鋭い単棘波であり、その他の反射波に比べ搏動が強い。

側脳室下角：Braak⁴⁵⁾は検査側の側脳室下角は直接波の中にかくれて検出困難である。しかし反対側のそれは非常に検出し易く、その検出位置はM.E.から反対側頭蓋骨内面エコーまでの距離の外側に3/4であると述べている。著者の成績では検出する部位はC—Iであり、検査側で84%の症例に検出される。その波形は双棘性である。

外側溝：Lithander⁴⁷⁾、Jefferson²⁵⁾、Schiefer⁵²⁾などにより報告され、Schieferによるとその反射波は通常反対側頭蓋骨内面より2cmないし2.5cm内側に検出する。そしてその反射波は1コまたはそれ以上の搏動性があるが、これは中大脳動脈の本幹またはその分枝によると述べている。著者の成績ではA—I，A—Ⅲ，B—I，B—Ⅲ，C—Iの範囲より検出されその検出頻度は検査側で約80%である。この反射波はSchieferの述べているように直接波にかくれるが、超音波出力を下げるにより分離することが出来、その波形は3～4棘性で搏動性がある。

視床表面：Lithander⁴⁷⁾は白質と灰白質の間、すな

わち視床、内包、外包から反射波をうるとし、その他 Dreese and Netsky⁵⁴⁾ら、川越⁵⁵⁾⁵⁶⁾も同様の報告をしている。著者はA—Ⅱ, B—Ⅰ, B—Ⅱ, C—Ⅰの範囲から反射波を90%に検出し、その波形は底辺巾の広い、低振幅の単棘波である。

著者はつぎに述べる海馬溝、側脳室後角からも反射波を検出したが、これらに関する報告はみられない。

海馬溝：検出する部位はA—Ⅰであり、その検出頻度は82%である。その波形は外側溝と類似している。

側脳室後角：検出する部位はD—Ⅰ, D—Ⅱ, D—Ⅲである。その検出頻度は外側壁と内側壁で異なるが、比較的高頻度である。これは壁の彎曲度が部位によって異なるからである。その波形は側脳室と同じで、搏動性がある。

脳内エコーの鑑別

脳の反射源の鑑別は必ずしも容易ではないが、検査部位と検出位置より可能である。すなわち、側脳室壁とそれ以外の反射源は検出位置に明らかな差があるため鑑別しうる。但し、視床の反射波を検出するB—Ⅱでは視床背面と側脳室との境界面に相当するために両者の区別は難しい。側脳室壁以外の反射波は、検査部位および検出位置がそれぞれ異なるために鑑別は容易である。

V 結 語

頭蓋内疾患の超音波診断における反射波の解析を明確にするため、正常な屍体頭部の前額断、水平断標準を作製し、各標本の反射源と検出エコーとの相関について基礎的研究を行なった。さらにその成績を基準にして正常な生体頭部のM.E.および脳内エコーの波形、検査部位、検出頻度ならびに鑑別について研究を行なった。

1. M.E.の反射源は検査部位によって異なるが、第3脳室および透明中隔は高率に検出される。その他、脳弓、大脳鎌からもえられる。本研究では以上の諸反射源のほかにも直静脈洞、中脳水道からも検出されることを明らかにした。

2. M.E.の反射源の鑑別は透明中隔と脳弓を除き検査部位および波形により可能である。

3. 脳内エコーは、各反射源の減衰の差が大きく、同じ条件で同時に検出することは困難である。

4. 脳内エコーの反射源は、検索部位により異なるが、外側溝、側脳室は高率に検出される。その他側脳室下角、視床からもえられる。本研究では、以上の他、

側脳室後角、海馬溝からも検出されることを明らかにした。

5. 脳内エコーの反射源の鑑別は、検査部位、検出位置および波形により可能である。

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もにされた山崎豪男博士、斉木巖講師に深甚の謝意を表するとともに教室員各位に感謝いたします。また、標本作製に御協力いただいた元岩手医科大学解剖学曾根潮児助教授(現金沢医科大学教授)に謝意を表します。

なお、本論文の要旨の一部は、第10, 11, 12, 13回日本超音波医学会研究発表会に発表した。

文 献

- 1) Dussik, K. T. : Über die Möglichkeit, hochfrequente mechanische Schwingungen als diagnostisches Hilfsmittel zu verwerten. *Ztscher ges Neurol. Psychiat.*, **174** : 153-168, 1942.
- 2) Ballantine, H. T., Bolt, R. H., Hueter, T. F. and Ludwig, G. D. : On the detection of intracranial pathology by ultrasound. *Science*, **112** : 525-528, 1950.
- 3) Hueter, T. F. and Bolt, R. H. : An ultrasonic method for outlining the cerebral ventricles. *J. Acoust. Soc. Am.*, **23** : 160-167, 1951.
- 4) Wild, J. J. : The use of ultrasonic pulses for the measurement of biologic tissues and the detection of tissue density changes. *Surgery*, **27** : 183-188, 1950.
- 5) Wild, J. J., Neal, D. : Use of high-frequency ultrasonic waves for detecting changes of texture in living tissues. *Lancet*, **1** : 655-657, 1951.
- 6) French, L. A., Wild, J. J. and Neal, D. : Detection of cerebral tumors by ultrasonic pulses. *Cancer*, **3** : 705-708, 1950.
- 7) French, L. A., Wild, J. J. and Neal, D. : The experimental application of ultrasonics to the localization of brain tumors. *J. Neurosurg.*, **8** : 198-203, 1951.
- 8) 田中憲二, 菊地喜充, 内田六郎 : 超音波による頭蓋内疾患検出について(第1報). *日外会誌*, **54** : 242-243, 1953.
- 9) 田中憲二, 菊地喜充, 内田六郎 : 超音波インパルスによる頭蓋内疾患検出について(第2報). *日外会誌*, **55** : 549-550, 1954.
- 10) Leksell, L. : Echo-encephalography. I. Detection of intracranial complications following head injury. *Acta Chir. Scandinav.*, **110** : 301-315, 1955.
- 11) Leksell, L. : Echo-encephalography. II. Mid-

- line echo from the pineal body as an index of pineal displacement. *Acta Chir. Scandinav.*, **115** : 255-259, 1958.
- 12) Ludwig, G.D. : The velocity of sound through tissues and the acoustic impedance of tissues. *J. Acoust. Soc. Am.* **22** : 862-866, 1950.
- 13) Wild, J. J. and Reid, J. M. The effects of biological tissues on 15-mc pulsed ultrasound. *J. Acoust. Soc. Am.*, **25** : 270-280, 1953.
- 14) 田中憲二, 伊藤和文, 石川滋 : 超音波による頭蓋内疾患の診断. *総合医学*, **18** : 297-304, 1961.
- 15) 田中憲二 : 超音波による脳腫瘍の診断, 第16回日本医学会術講演論文集, **3** : 205-209, 1963.
- 16) 田中憲二, 伊藤和文, 石川滋, 阿部裕一, 和賀井敏夫 : 超音波による脳腫瘍の診断. *日本臨床*, **21** : 2195-2200, 1963.
- 17) 菊池貞徳, 伊藤和文 : 超音波による新しい診断法, *臨床外科*, **18** : 376-381, 1963.
- 18) 田中憲二, 伊藤和文 : 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** : 335-351, 1963.
- 19) 田中憲二, 伊藤和文, 雪下国雄 : 超音波脳波による脳腫瘍診断の意義. *臨床放射線*, **9** : 828-839, 1964.
- 20) 田中憲二, 伊藤和文, 和賀井敏夫 : 超音波検査法. *外科診療*, **6** : 929-939, 1964.
- 21) Jeppsson, S. : Echoencephalography. III. Further studies on the sources of the midline echo and a clinical evaluation., *Acta Chir. Scandinav.* **119** : 455-462, 1960.
- 22) Jeppsson, S. : Echoencephalography. IV. The midline echo; an evaluation of its usefulness and an investigation into its sources., *Acta Chir. Scandinav.*, Suppl. **272** : 1-151, 1961.
- 23) Lithander, B. : The clinical use of echoencephalography., *Acta Psych. Neurol. Scandinav.*, **35** : 241-244, 1960.
- 24) Taylor, J. C. Newell, J. A., Karvounis, P. : Ultrasonic in the diagnosis of intracranial space-occupying lesions., *Lancet*. **1** : 1197-1199, 1961.
- 25) Jefferson, A. : Clinical experiences with echo-encephalography., *Acta Neurochir.*, **10** : 392-409, 1962.
- 26) 佐野圭司, 提 裕 : 頭部外傷の診断における脳血管撮影法と超音波診断法. *臨床と研究*, **46** : 1376-1385, 1963.
- 27) 菊池貞徳, 伊藤和文, 阿部裕一 : 頭蓋内出血の超音波診断(第2報). *日本超音波医学研究会第4回研究発表会講演論文集* : 47-48, 1963.
- 28) 伊藤和文, 阿部裕一, 菊池貞徳 : 頭蓋内出血の超音波診断(第3報). *日本超音波医学研究会第5回研究発表会講演論文集* : 71-72, 1964.
- 29) 雪下国雄, 阿部裕一, 伊藤和文, 和賀井敏夫 : 頭部外傷の超音波診断, *日本超音波医学研究会第6回研究発表会講演論文集* : 67-68, 1964.
- 30) Ambrose, J. : Pulsed ultrasound illustrations of clinical applications., *Brit. J. Radiol.*, **37** : 165-178, 1964.
- 31) Kazner, K., Kunze, St. und Schieler, W. : Die Bedeutung der Echoencephalographie für die Erkennung epiduraler Hämatom., *Langenbecks Arch. Klin. Chir.* **310** : 267-291, 1965.
- 32) 金谷春之, 山崎豪男 : 脳内出血の超音波. *日本超音波医学研究会第1回研究発表会演題抄録集* : 13, 1962.
- 33) 金谷春之, 山崎豪男, 斉木巖 : 頭蓋内疾患の超音波診断. *日本超音波医学研究会第2回研究発表会演題抄録集* : 13, 1962.
- 34) 金谷春之, 山崎豪男, 斉木巖 : 脳内血腫エコーの検討. *日本超音波医学研究会第3回研究発表会演題抄録集* : 17, 1963.
- 35) 金谷春之, 山崎豪男, 斉木巖 : 正中線エコーの検討. *日本超音波医学研究会第4回研究発表会講演論文集* : 43-44, 1963.
- 36) 光野孝雄, 金谷春之, 山崎豪男, 斉木巖 : 頭蓋内出血の超音波診断. *日本臨床*, **21** : 2188-2194, 1963.
- 37) 金谷春之, 山崎豪男, 斉木巖 : 頭蓋内疾患の超音波診断. *治療*, **46** : 753-760, 1964.
- 38) 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** : 769-778, 1964.
- 39) 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. *日本超音波医学研究会第5回研究発表会講演論文集* : 69-70, 1964.
- 40) 金谷春之, 山崎豪男, 斉木巖 : 脳内出血における超音波と脳血管写所見との比較検討. *日本超音波医学研究会第6回研究発表会講演論文集* : 65-66, 1964.
- 41) 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** : 186-206, 1967.
- 42) Kanaya, H., Yamazaki, H., Saiki, I. and Furukawa, K. : The use of echoencephalography to differentiate intracerebral hemorrhage and brain softening. *J. Neurosurg.*, **18** : 539-543, 1968.
- 43) Gordon, D. : Echo-encephalography ultrasonic rays in diagnostic radiology. *Brit. Med. J.* **5136** : 1500-1504, 1959.
- 44) De Vlieger, M. and Ridder, H. J. : Use of echoencephalography., *Neurology*. **9** : 216-223, 1959.
- 45) Braak, J. W. G. ter, Crezee, P., Grandia, W. A. M. and de Vlieger, M. : The significance

- of some reflections in "Echo-encephalography", **9** : 382-397, 1961.
- 46) Lithander, B. : Clinical and experimental studies in echo-encephalography. *Acta Psychiant. Neurol. Scandinav.*, **36** : 1-53, 1961.
 - 47) Lithander, B. : Origin of echoes in the echoencephalogram., *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.*, **24** : 22-31, 1961.
 - 48) Ford, R. and Ambrose, J. : Echoencephalography. The Measurement of the position of mid-line structures in the skull with high frequency pulsod ultrasound. *Brain*, **86** : 189-196, 1963.
 - 49) Brylski, J. R. and Izenstark, J. L. : Anatomic localization of midline echo in sonograms of the brain. *Am. J. Roent.* **93** : 811-815, 1965.
 - 50) Lapayowker, M.S. and Christen, G.E. : Echo-encephalography in general hospital practice. *Am. J. Roent.*, **93** : 803-810, 1965.
 - 51) Tanaka, K., Kikuchi, Y. and Uchida, R. : Ultrasonic diagnosis of brain tumor. *Proc. Third Int. Congr. Acoustics.* 1291, 1959.
 - 52) Schiefer, W. E., Kazner, E. and Bruckner, H. : The dianostic possibilities offered by echo-encephalography. *Excerpta medica, International Congr. Series* 60, 1963.
 - 53) 金谷春之：正脳内エコーに関する研究，特に局所解剖的相関について，日本超音波医学会第8回研究発表会講演論文集：81-82, 1965.
 - 54) Dreese, M. J. and Netsky, M.G. : Studies of lateral reflection in the echo-encephalogram. *Neurology (Minneap.)* **14** : 271-272, 1964.
 - 55) 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，日本超音波医学会第11回研究発表会講演論文集：51-52, 1967.
 - 56) 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，Ⅱ．中間エコーの振巾について，日本超音波医学会第11回研究発表会講演論文集：53-54, 1967.