SOME ASPECTS OF EXTRADURAL EVOKED POTENTIALS IN MAN

By

TSUTOMU MATSUZAKI

*From the Department of Oto-Rhino-Laryngology, Faculty of Medicine,
University of Tokyo (Director: Prof. I. Kirikae)*

In five subjects with chronic otitis media or middle ear anomaly, a silver-ball electrode was inserted in the extradural space through the temporal bone in the middle ear surgery, and auditory evoked responses from the extradural electrode were observed by an average response computer.

In spite of remarkable individual difference the typical waveform consisted of three or four components of which the first one appeared at the

latency of approximately 40~50 msec. and its full time course amounted to 250 msec.

The amplitude of the extradural responses showed five to six times as much as the response simultaneously recorded on the scalp.

The features of the extradural responses were discussed from the previous works in depth electroencephalography.

頭皮上及び硬膜上より誘導した脳波聴性反応の観察

東京大学耳鼻咽喉科学教室（主任 切替一郎教授）

松 崎 力
まつ ざき つとむ

第1章 緒 言

1939年 Davis, P.A.¹⁾ 及び Davis, H. et al²⁾ が人間頭皮上より音響刺激に対する誘発反応を記録して以来、この事象に関して多くの検索が行なわれている。

近年、この誘発反応をより明確に観察するために電子加算機がこの研究に導入され、反応が平均波形として得られるようになった。それによりこの領域の検索は格段の進歩を示した。また、一方この脳波聴性反応を他覚的聴検の指標とせんとする試みが Doerfler³⁾ (1948), Taito⁴⁾ (1949) らにによつて示唆され、以後非常に多くの業績がその分野においても集積されている。

しかしながら、それらの諸知見に拘らず、脳波聴性反応の個々の波形成分及びそれらの本態、起源、さらには聴覚との関連性について諸家の間で細部に亘つては一致をみていない。ごく最近、Bickford et al⁵⁾ (1964) は本誘発反応波形の早い成分は筋原性のものであろうと推論し、それに対し、また議論がなされている。

我々は今回、人間の頭皮上及び硬膜上より脳波聴性反応を同時誘導、電子加算機を利用して平均波形として記

録、各成分の性状について二、三の知見を得たので、ここに報告し大方の御批判を仰ぐ次第である。

第2章 研究方法

(1) 被検者は第1表の如き中耳奇形及び慢性化膿性中耳炎の術後患者を対象とした。可及的に一側耳聴力正常、他側高度難聴者を選び、患側耳手術後に上鼓室の上方約1cmの部位の側頭骨に直径約7mmの穿孔を設け、その部位より前上方に向つて頭蓋骨と硬脳膜間を剥離、電極を挿入した。

予め、患者の承諾を得、原則として術後1日目に検査を施行し、後直ちに電極を抜去した。いずれの症例にも電極挿入による後遺症は認められなかつた。

(2) 硬膜上誘導電極は長さ約20cm、直径1mmの銀線の先端に直径約1.5mmの銀球体の附着したもので、銀線の部分はポリエチレン管で被覆絶縁されている。

頭皮上誘導電極には脳波用針電極を用いた。

(3) 硬膜上誘導電極の位置は術後X線写真撮影で確認した。第1図に示す如く、各症例とも多少の相違はあるが、すべて側頭葉外側面硬膜上に電極が位置していた。

第1図 各被検者の硬膜上電極の位置

上段レ線写真は症例3の位置を示す

頭皮上脳波は硬膜上電極の真上と思われる部位より誘導した。それはほぼ中側頭部誘導に相当した。

不関電極を前頭部（針電極）に置き、原則として硬膜及び頭皮上から双極誘導した。鼻背部に平板電極をあて接地した。

（4）刺激音としてはオージオメーターよりの純音（0.5, 0.8, 1, 2KC）を用い、各被検者の閾値上 30～80dB の強さでスピーカーより与えた。

被検者は暗い防音電気遮蔽室内に安静仰臥した。多くの場合、検査開始後間もなく被検者は浅い睡眠状態とな

ることが観察及び脳波上に認められた。

音響刺激は立ち上り下り 10 ミリ秒、持続 100 ミリ秒に電子管スイッチで切断し、1～2 秒に 1 回の頻度で 40～50 回周期的に与えた。

（5）頭皮及び硬膜上よりの脳波は三栄測器製 801 型万能記録計に記録し、その一部を脳波誘発反应用加算機に誘導、脳波反応を加算させた。加算結果を再び万能記録計に戻し、描記させた。

また、加算反応を同時に陰極線オシロスコープに誘導観察すると共に、長時間記録カメラによりその一部を

第2図 Blockdiagram

記録撮影した。

上記のブロックダイアグラムを第2図に示す。

第3章 研究結果

〔A〕 頭皮上と硬膜上誘導脳波と音響性誘発反応

第3図は中側頭部—前頭部双極誘導による硬膜上及び頭皮上脳波を併記したものである。

頭皮上脳波は 8~12c/s の 10~20 μ v の α 波が優勢で、時に 20c/s 前後のさらに低電位の連波が持続する。通常側頭部脳波所見である。

これに対し、硬膜上よりの脳波は同様 10c/s 前後の α 波が主体をなすが、通常それらは高電位であり 50~70 μ v. 時には 100 μ v. を越える振幅を示すものも認められた。また、15~20c/s の β 波帯域のものも散発するがそれらは比較的電位が小さい傾向が見られた。

全般的に両者を比較すると電位において硬膜上脳波は頭皮上よりの4~5倍、稀に10倍に達する値を示した。

第3図 硬膜上と頭皮上誘導脳波と音響性誘発反応
音響刺激 1KC 閾値上 50dB

次に周波数については前者が高振幅のため一見連波傾向の如く思われるが、主体をなす α 波帯域ではほぼ同期している。しかし、さらに速い周波数成分については硬膜上誘導の方がやや優勢のようである。

次に音響刺激を反復したときの硬膜上及び頭皮上脳波の反応を観察するに、第3図中2行目2番目、4番目、3行目2番目、4行目2番目、3番目に見るように硬膜上脳波に誘発反応と思われる電位変動の認められるものもあるが、多くは高電位の自発脳波のために明確でない。

一方、頭皮上脳波では同刺激において詳細に検索すれば二、三の誘発反応を認め得るが、なお明らかでない。

以上、単なる脳波の観察では硬膜上誘導でも、頭皮上誘導でも、S/N 比に関して一長一短であり、誘発反応は見出し難い。

なお、硬膜上誘導で音響刺激に spindle 誘発を屢々認めた。この反応の潜時は通常やや遅く 300~700 ミリ秒であつた。

〔B〕 平均加算法による頭皮上及び硬膜上脳波の音響性誘発反応

(1) 誘発反応の加算発達過程

第4図に症例4を除く各被検者の 1KC 閾値上 50dB の刺激に対する反応の出現様式を硬膜上と頭皮上とを対比して示す。

反応波形の成長過程は明らかに硬膜上誘導において顕著で、既に10回加算で明瞭な反応が得られることが多い。しかしながら、本誘導では自然脳波電位が大なるため比較的早い加算回数において反応波形がそれらに隠蔽

第4図 各被検者における硬膜上及び頭皮上誘発反応の発達過程の比較

	1		2		3		5	
	1 KC	50 dB	1 KC	50 dB	1 KC	50 dB	1 KC	50 dB
	dura	scalp	dura	scalp	dura	scalp	dura	scalp
10								
20								
30								
40								
50								

400μv 1 SEC

されてしまうこともあった。また、高電位の α 波が持続すると波形が変化してしまう例も見られた。

一方、頭皮上誘導では反応と判定し得る波形は少なくとも 20～30 回加算しないと出現しなかった。

両誘導の波形については典型的症例では本質的相違は認められなかった。通常 50 回加算結果で硬膜上反応の最大振幅は $500\mu\text{V}$ 、頭皮上反応のそれは $150\mu\text{V}$ 、で前者が約 3～5 倍の電位に発達している。

次に、誘発反応の閾値に関しては硬膜上誘導では閾値上 30dB でほとんど全例に加算反応が見出されたが、頭皮上誘導では同じ強さで 50 回加算結果でも各半数例に反応を認め得なかった。

頭皮上脳波に反応の認められた全例に硬膜上脳波にも反応が検出できたが、両者の反応閾値差は各被検者により異なり 15～30dB と推定された。

(2) 硬膜上誘導による加算波形

加算波形には著明な個体差があり、また同一被検者においても検査中に種々に変化することがあった。

第 5 図に硬膜上より誘導した典型的波形を列挙する。加算波形には A の二相性、B の三相性、C の多相性波、さらに D の如き棘状波が見られた。

第 5 図 硬膜上誘発反応の典型的波形例

加算波形の各成分の潜時については E の早送りから推算するに最初の側頭部陽性の小さい波の最大振幅潜時は 40 ミリ秒に相当した。続く大きな陰性波は約 65 ミリ秒、陽性波は 100 ミリ秒前後に潜時があった。さらに遅い波の成分がそれに続き全経過は約 250 ミリ秒に達した。

加算波形の最大振幅電位は 50 回加算で通常 300～400 μV 、著明な反応では $500\mu\text{V}$ を越えるものもあった。

(3) 刺激条件による誘発反応の特徴

第 6 図は症例 4 の各種音響刺激下における誘発反応を頭皮上と硬膜上とで対比したものである。

各周波数は加算反応の出現にほとんど影響せず、また反応波形とも特に関係が認められなかった。次に刺激の強さでは 30dB と 50dB とで特に相違は認められなかったが、閾値上 30dB 以下では硬膜上誘導においても反応電位は著明に減少した。刺激の強さと反応電位との間には閾値上 40～50dB 附近まで一次の関係が見られたが、波形と強さの間には何ら特異的関連が認められなかった。

上記の結果は他の被検者にもほぼ共通した知見であった。

第 6 図 各刺激条件下の誘発反応
50 回加算結果の比較

第 4 章 総括並びに考察

1939 年 Davis ら¹⁾が人間頭皮上より音響刺激誘発反応を観察して以来、その現象は二つの方面において多くの検索がなされて来た。その一つは大脳生理機構解明を目的とする基礎的研究であり、他の一つはその反応を他覚的聴検、特に幼児聴検の指標として臨床的に応用せんとする研究である。

しかるに、本誘発反応はその電位が小さく、通常の状態では大きな自発脳波に隠蔽されて認め難い。このためいくつかの記録を刺激時点を一致させて重ね合わせたり、脳波電位を代数的に加算したりする方法が考案された。これによれば、全く不規則に出現する自発脳波は正負相殺されて零（基線）に近づくに対し、刺激時点からの経過に一定の潜時と位相を持つ誘発反応は特定の方

第1表 被検者一覽表

症 例	年令	性別	疾 患 名	術 式	健側聴力
1	S.M.	16	♂	左慢性化膿性中耳炎 根治手術	高調音 輕度障害
2	R.N.	22	♀	右外耳道症 閉鎖Ⅲ型	正 常
3	G.H.	20	♂	右慢性化膿性中耳炎 鼓室形成術Ⅳ型	正 常
4	S.H.	46	♂	左慢性化膿性中耳炎 根治手術	正 常
5	S.S.	45	♂	右慢性化膿性中耳炎 根治手術	高調音 輕度障害

向に加算され成長し、明瞭な波形として発現することになる。

この操作を電氣的に行なう初期の試みは Dawson⁶⁾ (1954) によつて報告されたが、Brazier et al⁷⁾ (1956), Barlow⁸⁾ (1957) らは電子加算機を用いて誘発反応を観察した。

その後 1958 年、Geisler et al⁹⁾ は、人間の頭皮上よりの聴性反応を初めて加算波形として観察、その反応閾値から他覚的聴力閾値が測定し得ることを示唆したが、Lowell et al¹⁰⁾¹¹⁾ (1960, 1961) は加算波形による閾値測定を詳細に検索した。

さらに最近に至り、Bickford et al^{12) 5)} (1963, 1964), Williams et al¹³⁾ (1963), Borsanyi¹⁴⁾¹⁵⁾ (1964 a.b.), Cody et al¹⁶⁾ (1964), McCandless et al¹⁷⁾ (1964), Derbyshire et al¹⁸⁾ (1964), Goodman et al¹⁹⁾ (1964) らが陸續としてその業績を発表し、本邦においても戸塚ら²⁰⁾ (1963), 鈴木ら²¹⁾ (1963), 吉江²²⁾ (1964), 田口²³⁾ (1964), 松崎ら²⁴⁾ (1964), 鳥山ら²⁵⁾ (1965) が各種電子加算機を使用してその成績を発表している。

しかしながら、既述の如くそれら業績にも拘らず、諸家の報告の間には本誘発反応の波形、潜時さらにはその本態に関して完全なる見解の一致をみていない。脳波聴性反応が他覚的聴力の指標として臨床的に応用されるがためにはその本態に関してより確実な基礎的研究がなされなければならない。今回の研究成績はその観点において誘発反応の解明の一端に示唆を与えるものと思われる。

以下、前章の研究結果について従来の諸業績に照らして考察を加えてみる。

〔A〕硬膜上脳波とその誘発反応

頭蓋内特に皮質表面乃至深部から直接脳波あるいは誘発反応を誘導する研究は古来多く実験動物において行な

われて来たが、人間を対象とするものではいくつかの制約があった。

しかし、今世紀中葉より癲癇原焦点の探索、脳腫瘍局在の臨床的要求、あるいは大脳実質内及び皮質下構造の機能を神経生理学的に解明せんとする努力は深部電極法²⁶⁾の活用となり、さらに Bickford et al²⁷⁾ (1953) の先駆的業績以来人間大脳の慢性植込電極法にまで発展している。

さて、通常皮質脳波についてその特徴を従来の記載よりみるに、中心溝附近、特に中心前回には振幅 50~100 μ v. 前後の波が連続出現し、 α 波に乏しい。しかし、これより後方、中心後回、頭頂部に向かうにつれて 10 c/s 前後の α 波が次第に優勢となり、特に後頭部では α 波の振幅がもつとも大きくなる。また、側頭部の α 波は頭頂部、後頭部のそれに比し振幅が小さく不規則である。これらの報告は我々の各被検者の硬膜上脳波の所見とよく一致していた。

次に、硬膜上脳波を頭皮上脳波と比較してみるに、前者は電氣的活動の発生部位により近接しているからその電位振幅がより大であることは当然である。脳波の発生部位と頭皮上の間には脳実質、脳脊髄液、脳硬膜、頭蓋骨、頭皮の各層が介在しており理論的にはそのいずれにおいても電位の減衰が生じうる。

大脳の電位起源と頭皮上電位の間の関係を定量化する試みは模型実験でまず行なわれた。即ち、Brazier²⁸⁾ (1949), Frank²⁹⁾ (1952) は均等な伝導性を有する物質の球体の中に電氣的双極体を入れた模型で球体表面電位を測定し、Geisler et al³⁰⁾ (1961) は同様の球体とそれを被う異なつた伝導率の殻の表面電位を比較し、被殻の伝導率が大となるほど被殻表面の電位減衰度が大なることを明らかにしている。これは Cobb et al³¹⁾ (1960) が一側大脳半球剔除術後患者で患側の髄液の半分を空気で置換して脳波検査を行ない、髄液上の頭皮からの電位がより小であるという報告とも一致している。

しかしながら、実際人間脳波の場合はより複雑である。それに関与する各層媒体の伝導性については皮質の抵抗が髄液の約 5 倍、白質が皮質の約 1.5 倍の抵抗が知られている位で、硬膜、頭蓋、頭皮に関して信頼すべき値の報告がない

ただ、臨床経験的には皮質頭皮間の電位の比を Brazier²⁸⁾ (1949) は 6~8:1, Penfield et al³²⁾ (1954) は約 10:1, Sem-Jacobson et al³³⁾ (1953) は 2:1, Abraham et al³⁴⁾ (1958) は 5~6:1, Geisler et al³⁰⁾

(1961) は 3:1, Giblin³⁵⁾ (1964) は 3:1 と述べている。我々の研究では硬膜上の誘導であつたが、平均 4~5 倍の電位の増加が観察されている。

次に、大脳表面乃至深部誘導の誘発電位について考察する。深部電極に誘発反応の検索は先ず光刺激で Gastaut³⁶⁾ (1949) により初めて報告されている。彼は人間の視放線から光に対する誘発反応を求め、その反応様式、潜時などを検討した。続いて Sem-Jacobson³⁷⁾ (1949) も同じく視放線附近から光刺激に対する明確な誘発反応を得、後頭部、頭頂部頭皮上で反応が認められないときでも深部誘導で見出しうることもあるという Gastaut³⁶⁾ (1949) の知見を確認している。

一方、音響刺激に対する誘発反応を人間大脳聴皮質から誘導した業績は渉猟し得た限り今日迄 Chatrian et al³⁷⁾ (1960) のそれが唯一のものである。彼等は外側大脳裂の深部に電極を挿入、クリック刺激に対する反応様式を観察した。これに対し、山本ら³⁸⁾ (1958) は皮質表面各部位から純音に対する反応を検索報告し、Geisler et al³⁰⁾ (1961) は猿において聴皮質領から反応を誘導した。

他方、人間体知覚皮質領はその容易に到達し得る局所的関係から誘発反応の研究は比較的多く、Jasper et al³⁹⁾ (1960), Hirsch et al⁴⁰⁾ (1961), Domino et al⁴¹⁾ (1964), Giblin³⁵⁾ (1964) らがその検討を行なつてゐる。また、これらの研究者の多くが電子加算機を利用、反応を平均波形として観察していることは注目に価する。

(B) 硬膜上誘発反応の性状に関する考察

通常脳波において見た如く、加算誘発反応においても硬膜上では頭皮上誘導よりも明らかに大きな電位として出現した。

今、その電位差を両者において比較すると、自発脳波とはほぼ同様 5~6 倍の値を示した。一般に誘発反応の検出に加算法を応用する目的は S/N 比の改善にあるのであるが、上記の事実は S (誘発反応) のみならず、N (自発脳波) まで増大しているので加算法を試みても単に全体の電位を増幅記録させた結果にしかならない。確かに記録電位が大となれば観察が容易となるが、それのみによつて我々の認めた頭皮、硬膜上誘導の反応閾値差 15~30db が説明し得るのであろうか。これは硬膜上誘導が単に電位を増大させるのみでなく、眼球運動や筋活動、頭の動きなどによつて起される人工的障害 (N 成分) を殆んど除くことができる利点によるものと思われる。

る。

さて、硬膜上誘導の際の誘発反応電位の減衰については最近、Domino et al⁴¹⁾ (1964) は体知覚領からであるが頭蓋と頭皮が著明に電位を減少せしめたと述べ、Geisler et al³⁰⁾ (1961) は頭蓋骨は反応電位を減衰せしめなかつたが、頭皮成分がそれに著しく関係する知見を報告している。また、興味深いのは前側頭部に限局した部位のある音響性誘発反応が硬膜層によつて顕著に減衰することを見出している。これは我々の硬膜上誘導においてなお検出し難い反応の存在を示唆するものとも思われる。また、Geisler et al³⁰⁾ (1961) は誘発電位においても伝導率の大なる媒体で減衰度が大きいことを指摘している。

Abraham et al³⁴⁾ (1958) は癲癇患者脳波に見られる発作性放電が頭皮上誘導で陰性であつてもその発生部位は必ずしも静止状態にあるのではなく、その放電の大きさと皮質分の広さとの関係から頭皮上では減衰し認められなくなるとしている。さらに、彼らは頭皮上電位に影響する因子として放電の形態、容量導体の抵抗、双極体の方向の変動、二次的活動電位の出現などを挙げている。

次に、硬膜上誘発反応の波形については Domino et al⁴¹⁾ (1964) は体知覚刺激で四相性反応を記載しているが、同刺激では頭皮上誘導のみならず、皮質上においても比較的一致した反応波形が証明されている。即ち、頭皮上からは Allison⁴²⁾ (1962), Goff et al⁴³⁾ (1962) らが潜時約 16 ミリ秒から 220 ミリ秒に亘る変動を認め、それを 5 つの成分に分類したが、皮質上からは Jasper et al³⁹⁾ (1960) が潜時約 18 ミリ秒の誘発反応を観察、最近 Giblin³⁵⁾ (1964) は潜時 20~30 ミリ秒の初期陰陽波とさらに遅い陰陽波 (40~60 ミリ秒) を報告した。以上の成績において頭皮上及び皮質、硬膜上誘導でいずれも 20 ミリ秒前後の一次反応と思われる電位が観察されていること、また、その反応波形が各誘導でほぼ類似していることは注目に価する。Domino et al⁴¹⁾ (1964) は頭皮上誘導と硬膜上誘導の波形はその電位発生に充分広い大脳皮質領が関与する限りにおいて潜時、周波数の変化を受けないと述べているが、上記の現象は体知覚領が中心後回に頭蓋直下にかなり広い範囲を占める局所解剖学的関係に依存すると思われる。

その点に関して人間聴皮質領は知覚領と大分趣を異にする。第 7 図に見る如く一次聴覚領と見做される部位は外側大脳裂 (Sylvius 裂) の深部の横側頭回 (Heschl

第7図 人間大脳聴皮質領の位置

回)にあり、しかも平沢⁴⁴⁾(1950)によればその面積は一側大脳半球で3~4cm²に過ぎず、大脳表面積の約300分の1にしか相当しないという。この事実が人間聴皮質領から一次反応を誘導することを難しくしているといえよう。

実際、人間の聴皮質に直接電極を挿入した業績は Chatrian et al³⁷⁾(1960)にみるのみである。彼らは単一クリックに対する誘発反応として8~24ミリ秒潜時の小さい(30 μ v.以下)陰性波、続いて25~30ミリ秒潜時の陽性波(40~50 μ v.)、65~130ミリ秒潜時の陰性波(60~80 μ v.)90~175ミリ秒の陽性波(50 μ v.以下)を認め、全経過は凡そ190~280ミリ秒であつたと述べた。彼らの得た最初の変動は明らかに一次聴覚反応と思われるが、未だに追試した報告がない。

さて、頭皮上音響誘発反応を加算波形として初めて観察した Geisler et al⁹⁾(1958)は約30ミリ秒潜時の変動を認め二次反応であろうと述べ、一次反応はその解剖学的関係から頭皮上から誘導することは不可能と推論した。その後、Lowell et al¹⁰⁾¹¹⁾(1960, 1961)も約25ミリ秒潜時の早い反応を検出しているが、最近 Bickford et al¹²⁾¹³⁾(1963, 1964)は20~30ミリ秒潜時の早い反応成分は皮質電位でなく頭皮の筋原性の電位であるという見解を発表している。

その主張は Borsanyi et al¹⁶⁾(1964 b), Cody et al¹⁶⁾(1964)らによつて臨床症例からも追試され、Davis et al⁴⁶⁾(1964)も加算法で得た頭皮上誘発反応を50ミリ秒潜時を境に二群に分け、それぞれの特徴に相違のあることを述べたが、Derbyshire et al¹⁸⁾(1964)も音響性誘発反応成分の記述統一のために提唱した標準波形の中で50ミリ秒潜時以前の記載を尙早として避けている。

我々の今回の硬膜上誘導では40~50ミリ秒潜時の成分が最も早いもので、それ以前には明らかな変動は認められなかつた。また、既に発表した頭皮上誘導反応でも同様40~50ミリ秒以前の変動は確認されていないので、両者の比較において早い成分が筋原性であるか否かは決定し難いが、少なくとも40~50ミリ秒潜時の初期変動が硬膜上においても誘導しえたことはその皮質起源を証明し得たといえよう。

最後に各反応波形成分に関しては波形そのものに個体差が多く、統一した記載が難しいが典型的波形ではP₁45ミリ秒、N₁70ミリ秒、P₂100ミリ秒、N₂150ミリ秒であつた。各成分の意義については後述する。なお、頭皮上誘発反応と比べ硬膜上よりのそれは波形がやや棘状を呈するのが特徴であつた。これは頭蓋、頭皮が一種の容量抵抗系を形成し、波形のCR時定数に影響を与えたものと思われる。この効果が硬膜上の誘発反応検出をいくぶん容易にしたとも考えられる。

(C) 硬膜上誘発反応の本態に関する考察

頭皮上で音響性誘発反応を初めて観察した Davis et al²⁾(1939)は100ミリ秒潜時の遅い反応を既に動物において認められていた二次反応に相当すると考察、後年 Geisler et al⁹⁾(1958)も音響刺激に対する加算波形が二次反応であると推定した。これに対してその発生機序に関しては Gastaut⁴⁶⁾(1953), Roth et al⁴⁷⁾(1956)は原始的感覚機構を想定、Larson⁴⁸⁾(1956)は驚愕反応との関連において論じている。

最近 Bickford et al¹²⁾(1963)は音響刺激により全身筋系に反応の生ずるのを認め、これを audiomotor system と呼んだが、頭皮上で観察される誘発反応の早い成分の皮質起源に疑問を抱き、筋原性であると主張した。Bickford et al⁵⁾(1964)の見解の根拠は反応潜時の短かいこと、頸筋の緊張状態により反応電位が変化すること、クラール投与で反応消失することなどであつたが、Borsanyi et al¹⁶⁾(1964)もこれを追試確認し、Bickford et al⁵⁾の見解を支持した。また、Cody et al

16) (1964) も臨床症例から頭皮上反応が前庭感受器を介した筋反応電位であるという Bickford et al⁵⁾ (1964) の想定を実証した。

これらの意見に対し Geisler⁴⁹⁾ (1964) は頭皮の動きを鋭敏に記録しえる装置を用いても運動の起ることの証明されなかつたことを述べ、音響刺激の感受器は前庭以外が考えられると反論している。また、Barlow⁵⁰⁾ (1964) は Bickford et al⁵⁾ (1964) により観察された誘発電位は筋紡錘から生じたものでないかと推論、それは非常に低電位のため加算法によらねば検出されないであろうとしている。

その他、早い成分の起源としては蝸牛あるいは迷路の電位の漏洩とするもの、詮索反射とするもの、各種電位の混合とするものなどの論争があるが、我々の硬膜上誘導法では 40 ミリ秒以前の反応は認められず 今後検討の問題であろう。

次に、30～40 ミリ秒以後の誘発反応については体知覚反応であるが、Allison⁴²⁾ (1962) が反応恢復函数から、Goff et al⁴⁸⁾ (1962) は反応分布上から 50 ミリ秒前後の反応成分を連合領反応、65～220 ミリ秒のそれを非特異的誘発反応と分類した。この考察を聴覚反応に類推するならば、我々の得た 40～65 ミリ秒潜時の成分は連合領反応に、それに続く遅く緩やかな反応は非特異的の反応、即ち Davis et al²⁾ (1939) のいう K-complex に相当するものと思われる。さらに、推測するならば、前者即ち連合領反応とは Penfield et al⁵¹⁾ (1959) が述べている一次聴皮質に隣接して側頭葉の広汎な部位を占める聴覚に関連した統合作用領の活動部位の表現されたものであろう。

最後に、今回の研究の問題と今後の課題を考察すると、本研究においては硬膜上でしかも側頭葉外側面からの誘導であつたこと、さらに早い潜時の反応成分が認められなかつたことが問題となつた。今後の課題としては側頭葉の聴皮質から直接反応を記録すること、また、頭頂部からも同時誘導し、非特異的誘発反応 (K-complex) と聴覚との関係を追究することであろう。

第 5 章 結 語

一側耳正常聴力を持つ被検者 5 名を対象とし、側頭葉外側面硬膜上に挿入した銀球電極より音響刺激誘発反応を誘導観察した。

硬膜上誘発電位は頭皮上のそれに比べ約 5～6 倍の大きさを示したが、波形、潜時には両者の間に本質発相違は認められなかつた。

反応の早い成分の起源については両誘導において明確な変動が得られなかつたので結論が下せなかつた。

両誘導による反応出現の閾値差は 15～30dB であり、硬膜上誘導においても脳波そのものの S/N 比は同様であつたが、硬膜上誘導では頭皮上のそれに比し反応の検出が容易であつた。これは本誘導法により眼球あるいは頭の動き、頭皮筋活動などの副次的成分が取除かれたためと思われる。

文 献

- 1) Davis, P.A.: Effects of Acoustic Stimuli on the Waking Human Brain. J. Neurophysiol., 2: 494, 1939.
- 2) Davis, H. et al: Electrical Reactions of the Human Brain to Auditory Stimulation during Sleep. J. Neurophysiol., 2: 500, 1939.
- 3) Doerfler, L.G.: Neurophysiological Clues to Auditory Acuity. J. Speech. Hear. Dis., 13: 227, 1948.
- 4) Tato, J.M.: Electroencephalographic Auditive Threshold. Acta Otolaryng., Suppl., 78: 151, 1949.
- 5) Bickford, R.G. et al: Nature of Average Evoked Potentials to Sound and Other Stimuli in Man. Ann, N.Y. Acad. Sci., 112: 204, 1964.
- 6) Dawson, G.D.: A Summation Technique for the Detection of Small Evoked Potentials. EEG clin. Neurophysiol., 6: 65, 1954.
- 7) Brazier, M.A.B. et al: Some Applications of Correlation Analysis to Clinical Problems in Electroencephalography. EEG clin. Neurophysiol., 8: 325, 1956.
- 8) Barlow, J.S.: An Electronic Method for Detecting Evoked Responses of the Brain and for Reproducing Their Average Waveforms. EEG clin. Neurophysiol., 9: 340, 1957.
- 9) Geiler, C.D. et al: Extracranial Responses to Acoustic Clicks in Man. Science, 128: 1210, 1958.
- 10) Lowell, E.L. et al: Temporal Evannation: A New Approach in Diagnostic Audiology. J. Speech Hear. Dis., 25: 340, 1960.
- 11) Lowell, E.L. et al: Measurement of Auditory Threshold with a Special Purpose Analog Computer. J. Speech Hear. Res., 4: 105, 1961.
- 12) Bickford, R. G. et al: A New Audio-Motor System in Man. EEG clin. Neurophysiol., 15: 922, 1963.
- 13) Williams, W. G. et al: EEG Responses to Auditory Stimuli in Waking Children. J. Speech Hear. Res., 6: 57, 1963.
- 14) Borsanyi, S.J.: Some Aspects of

- Auditory Evoked Potentials in Man. Ann. Otol., 74: 62, 1964. a. 15) *Borsanyi, S.J. et al*: Auditory Evoked Brain Responses in Man. Arch. Otolaryng., 73: 149, 1964. b. 16) *Cody, T.R. et al*: Average Evoked Myogenic and Cortical Potentials to Sound in Man. Ann. Otol., 74: 763, 1964. 17) *McCandless, G.A. et al*: Evoked Responses to Auditory Stimuli in Man Using a Summing Computer. J. Speech Hear. Res., 7: 193, 1964. 18) *Derbyshire, B.J. et al*: Template for the EEG Response to Sound. J. Speech Hear. Res., 7: 96, 1964. 19) *Goodman, W.S. et al*: Audiometry in Newborn Children by Electroencephalography. Laryngoscope, 74: 1316, 1954. 20) 戸塚元吉他：加算方式による人間脳波の聴性反応誘導について, Audiology, 6: 138, 1963. 21) 鈴木篤郎他：誘発電位加算装置による他覚的聴力測定, Audiology, 6: 246, 1963. 22) 吉江信夫：Digital型Average Response Computerによる聴覚性大脳誘発電位の観察, Audiology, 6: 140, 1963. 23) 田口喜一郎：アナログ型誘発電位加算装置による他覚的聴力測定, 耳喉科, 36: 497, 1964. 24) 松崎力他：Digital型電子計算機による音響刺激誘発反応に関する実験的研究, 日耳鼻, 67: 1535, 1964. 25) 鳥山稔他：電子加算機による脳波聴性反応に関する実験的研究, 日耳鼻, 68: 196, 1965. 26) *Hayne, R. et al*: Electrical Activity of Subcortical Areas in Epilepsy. EEG clin. Neurophysiol., 1: 437, 1949. 27) *Bickford, R.G.*: Some Effects of Barbiturate Anesthesia on the Depth Electrogram. Proc. Staff Mayo Clin., 28: 162, 1953. 28) *Brazier, M.A.B.*: A Study of the Electrical Fields at the Surface of the Head. EEG clin. Neurophysiol., Suppl 2: 38, 1949. 29) *Frank, E.*: Electric Potential Produced by Two Point Sources in the Homogeneous Conducting Sphere. J. appl. Physiol., 23: 1225, 1952. 30) *Geisler, C.D. et al*: The Surface EEG in Relation to Its Sources. EEG clin. Neurophysiol., 13: 927, 1961. 31) *Cobb, W. et al*: A Study of the Transmission of Potentials after Hemispherectomy. EEG clin. Neurophysiol., 12: 371, 1960. 32) *Penfield, W. et al*: Epilepsy and Functional Anatomy of the Human Brain. Boston, Little Brown, 1954. 33) *Sem-Jacobson, C.W. et al*: Depth Distribution of Normal Electroencephalographic Rhythms. Proc. Staff Meet. Mayo Clin., 28: 156, 1953. 34) *Abraham, K. et al*: Patterns of Cortical Discharges and Their Relation to Routine Scalp Electroencephalography. EEG clin. Neurophysiol., 10: 447, 1958. 35) *Giblin, D.R.*: Somatosensory Evoked Potentials in Healthy Subjects and in Patients with Lesions of the Nervous System. Ann. N.Y. Acad. Sci., 112: 93, 1964. 36) *Gastaut, H.*: Enregistrement sous-cortical de l'activité électrique spontanée et provoquée du lobe occipital humain. EEG clin. Neurophysiol., 1: 205, 1949. 37) *Chatrian, G.E. et al*: Responses to Clicks from the Human Brain: Some Depth Electrographic Observations. EEG clin. Neurophysiol., 12: 479, 1960. 38) 山本馨他：人体大脳皮質におたる聴覚中枢に就いて, 日耳鼻, 61: 393, 1958. 39) *Jasper, H. et al*: Evoked Potentials from the Exposed Somato-Sensory Cortex in Man. J. nerv. ment. Dis., 130: 526, 1960. 40) *Hirsch, J.F. et al*: Étude des réponses électrocorticales obtenues chez l'homme par des stimulations somesthésiques et visuelles. EEG clin. Neurophysiol., 13: 411, 1961. 41) *Domino, E.F. et al*: Simultaneous Recordings of Scalp and Epidural Somatosensory Evoked Responses in Man. Science, 145: 1199, 1964. 42) *Allison, T.*: Recovery Functions of Somatosensory Evoked Responses in Man. EEG clin. Neurophysiol., 14: 331, 1962. 43) *Goff, W.R. et al*: Distribution of Cerebral Somatosensory Evoked Responses in Normal Man. EEG clin. Neurophysiol., 14: 697, 1962. 44) 平沢興：大脳の最高中枢, 日本医書出版, 1950. 45) *Davis, H. et al*: Evoked Responses to Clicks Recorded from the Human Scalp. Ann. N.Y. Acad. Sci., 112: 224, 1964. 46) *Gastaut, H.*: Étude électrographique chez l'homme et chez l'animal des décharges épileptiques dites «psychomotrices». Rev. neurol., 88: 310, 1953. 47) *Roth, M. et al*: The Form, Voltage Distribution and Physiological Significance of the K-Complex. EEG clin. Neurophysiol., 8: 385, 1956. 48) *Larson, L-E.*: The Relation between the Startle Reaction and the Non-Specific EEG Response to Sudden Stimuli with a Discussion on the Mechanism of Arousal. EEG clin. Neurophysiol., 8: 631, 1956. 49) *Geisler, G.D.*: Discussion of the Paper. Ann. N.Y. Acad. Sci., 112: 218, 1964. 50) *Barlow, J.S.*: Discussion of the Paper Ann. N.Y. Acad. Sci., 112: 219, 1964. 51) *Penfield, W. et al*: Speech and Brain Mechanisms. Princeton Univ. Press, 1959.

稿を終るに臨み、終始御指導と御校閲を賜った恩師切替一郎教授に深謝致します。

(原稿到着＝昭和40.3.29日)