小児の誘発反応波形の判定について

東北大学医学部耳鼻咽喉科学教室

(主任：片桐圭一教授)

沖	津	卓	二
三	好		保
山	口		洋

I. 緒 言

音響性大脳誘発電位の測定は、他覚的聴力検査方法の一つとしてこれまで主に幼児や知的障害児などに行われており、かなりの信頼性を得ている。しかし成人の場合と異り誘発反応波形に個体差があり反応の有無を判定することが困難なことが多い。そのうえ幼児においては測定中の睡眠深度が変化しやすく基本波形と異った波形を呈することがしばしばある。特に被検児の年齢が低い場合にこれらの傾向が強くなる。

また難聴が非常に高度の場合に、刺激音圧を大きくしても誘発波形が小さく再現性がなく判定に迷うことがある。

そこで現在聴力検査の指標とされている音響性大脳誘発反応が他の感覚刺激によっても誘発される非特異性の反応であることから、音刺激による反応波形を他の感覚刺激による波形と比較することにより、この問題が解決されないかと考えた。

他種感覚刺激としては光刺激 (visual stimuli) 及び皮膚振動刺激 (tactile stimuli, 以下皮膚刺激) を使用し、その誘発波形を音刺激による誘発波形と比較し、その有効性について検討した。

II. 検 査 方 法

皮膚刺激及び光刺激による誘発波形をみるために、聴力正常で精神、知的障害のないと認められる幼小児を被検児として選び、次に難聴児に対して検査を施行した。

音刺激は原則として 1000Hz、立上り立下りそれぞれ、10msec、持続時間 100msec の純音を、レシーバを通して 1 秒 1 回または 1.5 秒 1 回の間隔で被検児に

聴かせた。

皮膚刺激には、大型の骨導子を使用した。骨導子は交流電圧 (peak to peak 5 volt) で加動させ、200Hz、持続時間 250msec の振動を毎秒一回、手指の手掌側に与えた。

光刺激は、持続時間約 100msec の白色光を毎秒一回の間隔で与えた。これらの各刺激の onset は同一になるようにした。

被検児は防音室内のシールドルーム内に安静仰臥させて記録を行ったが、検査に協力できない幼児はトリクロリールにより入眠させ、頭頂部より誘導した反応を医用電子計算機で、原則として 50 回加算を行った。

なお、電極は円板電極を使用し、関電極を頭頂部に、不関電極を耳朶においた。

III. 検 査 結 果

図表は代表的な例を掲げた。

1) 小児の音響性誘発反応波形には、個体差がみられたが、同一被検児においては特有のパターンを認めた (図1~6)。

2) 皮膚刺激による誘発波形にも個体差はあるが、音刺激による誘発波形との間には大きな類似性があった (図1, 3, 4, 5)。

特に図 1, 3, 5 の例では非常に類似した波形を呈している。

3) 光刺激による誘発波形は図 2, 3, 6 のごとく潜時や振巾を除けば、音刺激の誘発波形と非常に類似した例が多いが、図 1, 5 のごとく全く異なる形を示した例もあった。一般に潜時は音刺激の場合よりやや遅れるものが多かった (図2, 4)。

図1 F. Y. 4 M

図2 N. H. 7 yrs.

図3 M. N. 3 yrs.

図4 Y. G. 2 yrs.

図5 A. N. 3 yrs.
1000 Hz

図7 M. M. 22yrs.

4000 Hz 図6 M. W. 4 yrs.

4) 図5, 6, 7は、音刺激による反応波形を皮膚、光刺激の反応波形と比較して聴性反応の有無を判定した例である。

図5は皮膚刺激による、図6は光刺激による反応波形を判定の indicator としている。

図7は、知能障害のある成人の例であるが、音刺激に対して大きな陰性波がみられ判定に迷う。しかし光、皮膚刺激に対する反応波形との間には類似性がみられず、1000Hz, 80dB で聴性反応陰性と判定した。このように小児の場合だけでなく成人でも判定の有効な手段となることがある。

以上の結果から、皮膚刺激による反応は光刺激にくらべて小さく出現しにくいこともあるが、音刺激の誘発波形との類似性は大きく、皮膚刺激による反応の方が光刺激による反応より判定に有効な indicator になると云う結論を得た。

しかし光刺激による反応は、各種条件下で皮膚刺激による反応より反応も大きく出現しやすく、大部分の例では音刺激による誘発波形と類似したパターンを示すので、皮膚刺激による反応が小さく不明瞭な場合に、これを補うのに有効な手段と思われた。

IV 考 察

ヒトの頭皮上から誘導した脳波が音刺激により変化することが H. Davis¹⁾, P.A. Davis²⁾ によって報告さ

れて以来、この現象を聴力検査に応用しようとする試みが種々なされ、現在脳波聴力検査として広く行われている。

この検査方法は主に幼小児を対象として行われているが、我々が日常この検査を行っていて、あまり再現性のない波形や、基本波形と異った不明瞭な波形を得た場合に誘発反応陽性とするか陰性とするか判断に迷うことがしばしばある。これは、H. Davis³⁾、Price⁴⁾、井端⁷⁾ とも指摘しているごとく、誘発波形は幼児においては成人の場合より変化が多く、かつ個体差が大きいと考えられる。この傾向は被検児の年齢が低くなるほど強くなると云われている。また反応が不明瞭な場合、その判定は検者側の態度にもかなり影響されと思われる。すなわち、被検児に難聴がないという先入観をもって検査すると、良く判定することになるし、逆の場合には稀ではあるが反応陽性者を見逃すおそれがある。さらに難聴が高度で音刺激装置の最大出力の刺激ではじめて小さな反応が出るような時の判定も非常にむずかしい。

Price⁴⁾ は反応の不明瞭さから来る判定の誤りを2つにわけ、“false positive response”、“false negative response”と呼んでいる。つまり前者は刺激が実際には域値以下なのに反応陽性と判定することであり、hearing loss が存在するのに域値が実際より良く出るため、詐病、心因性難聴などと診断する可能性がある。また後者は域値あるいはそれ以上の刺激で反応が認められないと判定した場合に起る。これは実際には存在しないのに難聴と診断したり、その難聴を高度なものと判定することになると述べている。これらの問題は他の感覚刺激の誘発波形と比較することによってある程度解決されることが考えられる。

著者らは今回、皮膚刺激及び光刺激による誘発波形との比較を行った。

皮膚刺激による誘発波形は検査結果にも述べたように、個体差があるが、聴力正常者、難聴者ともに音刺激による反応波形と非常によく類似しており、反応パターンを前もって知るのに有効であった。tactile stimuli による反応は、その潜時が音刺激の場合より約20~30msec遅れると云われているが、今回それを裏づけるような明確な結果は得られなかった。H. Davis³⁾ は125Hz の tactile stimuli を使用しその反応パターンについて報告しているが、音刺激による誘発波形と同様に個体差があるが同一被検児においては類似性があり、音刺激による誘発波形と同じパターンを呈したと

述べている。従って被検児がどのような反応パターンを呈するかをあらかじめ調べ、その反応波形を聴性反応の参考にすべきであると提唱している。

Goff⁶⁾ は、正中神経を手首のところで経皮的に電流刺激し、その誘発反応が睡眠深度によりどのように変化するかを調べ、反応の遅い成分は K-complex に関係あるだろうと考え、またその誘発波形は音刺激のそれに類似しており、vertex で一番大きい反応を得ると報告している。

光刺激による誘発波形も音刺激によるものと同一波形を示すと云われている。

Cigánek⁹⁾ は、光、音に対する誘発電位を後頭部で記録し、両刺激による誘発波形は同じ形であるが、音による反応の潜時は10msec遅かったと述べている。我々は光刺激による反応を頭頂部で観ているが、大多数は音によるものと同じ波形を示した。潜時は一般に音刺激によるものより遅かった。しかし結果にもあるように類似性のない例があった。これは光刺激の強さ、睡眠深度の変化などが原因と考えられる。Kooi¹⁰⁾ らは、光の強さは反応波形の重要な決定要素であると述べている。

現在、音響性大脳誘発電位の本態については未だよく解明されていないが、聴力検査の指標とされているのは潜時50msec以後の遅い反応成分、すなわちsecondary response と云われているものである。この反応はH. Davis らの云う K-complex に相当^{8) 11)} し、光刺激、電気刺激などによっても誘発される非特異性の反応と理解されており、頭皮上の広い範囲から誘導されるもので、その反応波形も類似していると云われている。

異った種類の感覚刺激に対し類似した誘発反応波形を呈する機序については、反応の本態が解明されていない現在、その報告も少ない。secondary response の出現は非特異性感覚路である上行性脳幹網様体が司るといわれ、この脳幹網様体は種々の感覚系の共通の感覚路となっており、これを通った刺激が皮質投射路を経て出現すると一般に考えられている¹²⁾。

Cigánek⁹⁾ も音刺激と光刺激による反応波形が類似する理由を、両刺激に対して反応する secondary response の共通の generator の存在を考え説明している。現時点では、異った種類の感覚刺激に対し類似した波形を呈する機序として、これらは十分納得できる考え方であるが、さらに検討が必要な問題であると考ええる。

V. 結 論

1) 音響性大脳誘発電位の波形と光刺激 (visual stimuli), 皮膚振動刺激 (tactile stimuli) による反応波形との間に類似性を認めた。潜時は後2者の方が遅かった。

2) 皮膚刺激による反応は光刺激の場合に比べて反応は小さく出現しにくかったが音刺激による誘発波形との類似性は光刺激によるものより大きかった。

3) 音刺激による誘発波形を他種感覚刺激による誘発波形と比較することによって、あいまいな音響性誘発反応の有無を容易かつ正確に判定することができた。

(恩師片桐主一教授の御校閲を深謝します。)

本論文の要旨は第14回日本オージオロジー学会、第18回東北耳鼻咽喉科連合学会において発表した。なお本実験の一部は宮城県医師会ヒヤリングセンターにおいて行った。検査に協力していただいた南出、広瀬の両氏に感謝する。)

Threshold Determination of Auditory Evoked Response in Young Children

By

Takuji Okitsu, Tamotsu Miyoshi, and
Hiromi Yamaguchi

From the Department of Otorhinolaryngology,
Tohoku University, School of Medicine
(Director: Prof. S. Katagiri)

It is well known that auditory evoked response shows a typical waveform. However, it has also variabilities across children and in each trial.

In a young child, this variability is so eminent that the deviation from typical response patterns becomes greater.

These facts make it difficult to determine the presence or absence of the auditory evoked response. It is admitted that "V" potential is generally evoked by not only auditory but also tactile and visual stimuli, then there are similarities of waveforms among these responses.

In this experiments, the waveforms in responses to those stimuli were compared. As a result, the

decision of hearing loss in young children was performed more easily and exactly.

This procedure is especially useful for identification of a small and obscure response which often appears in severe hard of hearing children.

参 考 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) Davis, H. : Averaged-evoked-response EEG audiometry in North America. *Acta Oto-laryng.*, 65 ; 79, 1968.
- 4) Price, L.L. : Evoked response audiometry:some considerations. *J. Speech Hearing Dis.*, 34 ; (No.2) 137, 1969.
- 5) Goff, W.R., et al : Distribution of cerebral somatosensory evoked responses in normal man. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 14 ; 697, 1962.
- 6) Goff, W.R., et al : Cerebral somatosensory responses evoked during sleep in man. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 21 ; 1, 1966.
- 7) 井端幸子 : 平均加算法による乳幼児大脳誘発電位聴力測定法の基礎的研究. *日耳鼻*, 73 ; 311, 1970.
- 8) Cigánek, L. : The EEG response (evoked potential) to light stimuli in man. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 13 ; 165, 1961.
- 9) Cigánek, L. : A comparative study of visual and auditory EEG responses in man. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 18 ; 625, 1965.
- 10) Kooi, K.A., et al : Observations on photically evoked occipital and vertex waves during sleep in man. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 112 ; 270, 1964.
- 11) Cody, D.T.R., et al : Averaged evoked myogenic and cortical potentials to sound in man. *Ann. Otol.*, 73 ; 763, 1964.
- 12) 島田一郎 : ヒトの聴覚性大脳誘発反応の回復過程. *日耳鼻*, 73 ; 297, 1970. (受付45.7.15)