視覚誘発動的脳電位図法による 視機能分析のアプローチ

深井 小 久 子

(川崎医科大学)

Analysis of visual function by means of dynamic topography
of visual evoked potentials

Sakuko FUKAI

Kawasaki Medical School

1. 緒 言

最近急速に進歩しつつある脳の画像診断法には、X線 CT、ポジトロン CT と脳電位図法とがある。動的脳電位図法とは、誘発脳波の経時的変化を映画で動的に表示する方法である。英語では、dynamic topography と呼ばれているが、日本語では、筒井が動的脳電位図法と最初に提唱した用語がある¹⁾²⁾。

本法の優れた点は、視覚反応を時々刻々と興奮の流れとして捉えることができるので、弱視や斜視の病態解明の研究に、優れた偉力を発揮しつつある。今回は、本法の大略と弱視、斜視へのアプローチを述べる。

2. 検査方法

装置は、EEG トポグラフィシステム500装置

連絡先(〒701-01) 倉敷市松島577
川崎医科大学眼科学教室

Key words :

1. 動的脳電位図法
 2. 光刺激視覚誘発脳波
 3. 実在立体視標刺激誘発脳波
 4. 微小角弱視
 5. 興奮の局在
-
1. EEG dynamic topography
 2. light stimulation VEP
 3. real stereo target VEP
 4. micro strabismic amblyopia
 5. focus of excitation

(日本電気三栄測器製)を使用した。EEG トポグラフィとは、脳波地図とも呼ばれており、頭皮上での脳の電位分布を二次元的に示すものである。トポグラフィの原理は、頭皮上16カ所又は12カ所の電極位置から得られた脳波を一次補間にて中間電位を求める。次いで補間式にて二次補間を行い、補間関数を求め頭皮上の5800カ所のポイントからの電位を算出する。今回使用したプログラムは、後頭一頭頂部に重点をおいた No3A を使用した。

データは、すべてデータレコーダ TEAC 12 チャンネルに記録し、随時再生が可能にしている。脳波計の条件は、high cut 60 Hz, low cut 16 Hz に設定した。視覚刺激の方法は二方法である。光刺激による方法は、眼前30 cm に diffuser をおき、その後方よりクセノン 1 丁閃光を 1 Hz で照射する。脳波加算回数は100回である。他の方法は、液晶シャッターと実在立体視標を使用する方法である。この刺激装置での立体視 VEP については、これまでに度々報告している³⁾⁴⁾⁵⁾。今回は、本装置を使用し、正常両眼視者を対象に、時間因子と局在因子の両面から立体視成立のメカニズムにアプローチすることを試みた。脳波加算回数は、50回、刺激頻度は 1 Hz と 5 Hz である。動的脳電位図は、16 mm 映画にて表現するのが最も利用価値があるが、本報では、スチル写真で報告する。また用手スケッチ法は、VEP を 3 ~ 5 msecond 毎の電位図として、テレビ上にモニターし陽性電位

を赤、陰性電位を青として写生する方法である。

3. 結 果

(1) 正常人の光刺激反応

正常人の光刺激反応に対しての過程を第1図に示す。用手スケッチ法では、380 msecondまでを5 msecond間隔で、脳電位図を写生する。

図1 正常者の光刺激反応

20~25 msecond 附近で早期反応として P_2 に軽い陽性変動が出現する。これは、脳幹部に出現する短潜時反応である。次いで35~40 msecond 附近で、 FP_1 , FP_2 を中心に陽性変動が認められ、これは ERGb 波に相当する。70 msecond 附近で、後頭部に陰性変動が出現し、興奮が後頭視中枢に到達していることを示す。次いで100 msecond から後頭部を中心に横に広く陽性変動が広がり、160 msecond まで持続している。これは VEP の P_{100} として知られている成分である。またこの反応は、消失することなく200 msecond まで P_2 を中心に、陽性変動が増加する。これは、視認のプロセスを示すもので、Vertex Potential といわれる成分である。また測定中に、閃光照射の回数をかぞえと、300~350 msecond で P_2 , C_3 , C_4 を中心に、新たな陽性変動が出現する。これは VEP の P_{300} 事象関連電位と呼ばれるもので、選択作業などの高次の負荷を与えた時に出現する。これが視覚正常者の光刺激に対する視認のプロセスである。

(2) 弱視の光刺激反応

傍中心窩固視を伴う微小角弱視の光刺激に対

する反応を示す。症例は10歳男児、9歳の時、学校検診で視力障害を指摘される。家族歴、姉に患児と同様な、微小角弱視があり、弱視治療にて良好な成績を保持している。本症例の初診時所見、視力1.5/0.3、左眼傍中心窩固視、斜視角4△E(T)', 4△ET, 両眼視機能140~200 sec.網膜対応では調和性異常対応を示していた。正常者と同様な刺激条件下で VEP を測定し、動的脳電位図を作成した。弱視眼固視では、右半球優位の後頭葉の陽性帯電が出現している。本症例の健眼(右眼)でも同様に右半球優位の陽性帯電が認められる。非常に明瞭な脳半球の非対称性の興奮を示している。Vertex Potential は、健眼、患眼ともに出現するが、健眼の方が顕著なる反応を示していた⁵⁾。(第2図、第3図)

図2 弱視眼(左眼)の光刺激反応

図3 健眼(右眼)の光刺激反応

(3) 正常人における立体視反応

双眼液晶シャッターと実在立体指標による誘発脳波を示す。第4図は、1 Hz の transient

図4 正常者の立体視標刺激反応

上段 両眼

中段 右眼

下段 左眼

VEPの結果である。上段は両眼同時刺激、中段、下段は右眼、左眼の片眼刺激時の誘発脳波である。両眼刺激時の反応と片眼刺激時反応を比べると約100 msecより、 C_z 、 P_z 附近より広範囲に陰性変動が高まり、約120 msecまで持続する。また5 Hzのsteady state VEPで、両眼性増大効果を求めると、右半球を中心とした広範囲な頭頂、後頭部の脳の興奮状態が確認された。

4. 考 按

視覚誘発動的脳電位図法は、物を認識するまでの脳内の興奮の流れを表現するのに最適の方法である。従来の多くのVEP研究者から報告されてきたVEPの N_{70} 、 P_{100} 、 P_{200} 、 P_{300} 成分の部位別による興奮が確認された。しかも興奮の部位、大きさなどの程度、流れる方向を示すことができる利点がある。脳の画像診断法の中で

は、EEGトポグラフィの動的脳電位図法は、一番安価な器械である。弱視や斜視などの機能的疾患は、X線CTに異常が検出されなくとも、本法によって、機能異常を検出することができるので本態解明には、最適な方法である。

5. 結 論

本法は視覚の脳内における伝播を示す新しい検査法で、視能矯正の領域にも応用して益ある方法である。

(稿を終るにあたり御指導、御校閲賜りました筒井純教授に感謝いたします)

文 献

- 1) 筒井純：視覚誘発動的脳電位図のとり方と臨床応用。日本医事新報。No.3085:37-45, 1983.
- 2) 筒井純，市橋宏亮，木村久：Riddoch現象例の動的脳電位図と非膝状体系投射の関与，日眼87:876-885, 1983.
- 3) Tsutsui, J. and Fukai, S.: Studies on visual evoked cortical response by Liquid crystal phase difference haploscope: amblyopia and/or strabismus. J. Pediatric. Ophthalm. Stra. 17:185-190, 1980.
- 4) 深井小久子，阿部哲子，筒井純：両眼性 disparity sensitive VEPの研究。日眼84:1629-1633, 1980.
- 5) Fukai, S.: Binocular facilitation of VEPs by real stereo-target. Kawasaki. Medical J, 7: 211-222, 1981.
- 6) 木村久：動的脳位図法による弱視の視覚脳電位の伝播に関する研究，眼臨77:1903-1910, 1983.