

# 前頭—中心部導出視覚誘発電位に関する研究

岡山大学医学部小児神経学教室 (指導: 大田原俊輔教授)

水 口 栄 太

(平成7年2月17日受稿)

**Key words:** 視覚誘発電位, 前頭—中心部導出, 発達, 睡眠, 後期成分

## 緒 言

小児期には中枢神経系の急激な成長と発達がみられ, その過程の解明は神経生理学的にも, また臨床的にもきわめて重要であり, 以前より脳波分析や誘発電位等の種々の神経生理学的方法を用いてその過程の解明が試みられている<sup>1,2,3)</sup>. 誘発電位の中でも光刺激による後頭部導出視覚誘発電位の研究は, 古くより数多く<sup>4,5)</sup>なされており, その発達の変化については Dustman<sup>6)</sup>や三宅<sup>7)</sup>らにより系統的研究が行われ, 臨床応用の基礎として必要な各年齢別標準値も得られている.

さて視覚誘発電位の臨床応用として, 視覚関連疾患のみならず, セロイドリポフスチノーシス<sup>8)</sup>や進行性ミオクローヌス<sup>9)</sup>等の神経変性疾患の診断や, さらに脳の発達の客観的評価法としても重視<sup>10)</sup>されている. また視覚誘発電位による精神遅滞の評価も試みられており, Charke and Ertl<sup>11)</sup>は後頭部導出視覚誘発電位の後期成分と IQ との間に相関のあることを報告し注目された. しかし, 後に Engel and Henderson<sup>12)</sup>や Bech and Dustman<sup>13)</sup> 等はこの成績を否定しており, まだ一定の見解が得られていない. また, Bigum<sup>14)</sup>らは視覚誘発電位の中心部導出の各成分の分析により, Down 症候群では健常者にみられる振幅の左右差が認められないことを報告しており, また Gasser ら<sup>15)</sup>は精神遅滞児および同年齢の健常児について視覚誘発電位の前頭部および中心部導出の各成分の分析を行い, 後期成分が精神遅滞児において延長してい

るとのべ注目されている.

さて, Allison ら<sup>16)</sup>は成人について視覚誘発電位の頭皮上の10/20国際電極配置による全誘導部位のすべての成分の頭皮上の分布と標準値を報告しているが, 前頭—中心部導出視覚誘発電位の発達の変化に関する系統的研究はまだなく, 各年齢別標準値も未だ得られていない. そこで著者は前頭—中心部導出視覚誘発電位の臨床応用の基礎知見を得る目的で各年齢群別標準値と発達の変化の検討を行った.

## 対象と方法

### 1. 研究対象

出生前および周生期に異常を認めず, 発達も正常で, 神経学的異常を認めない生後28日の乳児から37歳までの, 同意の得られた健常者137名を対象に, これらを表1のごとく10年齢群に大別して検討した.

表1 対 象

age	No. Subjects	
	Male	Female
0—4 m	7	2
4—8 m	7	3
8—12m	7	1
1—4 y	5	3
4—7 y	8	7
7—10 y	7	5
10—13 y	9	6
13—16 y	9	3
16—19 y	2	10
19 y—	20	16

## 2. 研究方法

検査は被験者をシールドルーム内のベットに仰臥させ、覚醒安静時に、日本電気三栄製 3G21-P 光刺激装置を用い眼前20cmより1回/秒の頻度で0.5Jの反復光刺激を与えた。記録には脳波用皿電極を使用し、10/20国際電極配置のF3, C3, C4, Cz, Pz, Oz から両耳朶連結を規準電極とし、FPzを接地して単極導出し、同時にEOGも記録した。導出後、日本電気三栄製増幅器1279により増幅し、この信号を同社製 Signal processor 7T17を用いて50回加算平均した。分析時間は500 msecとした。High cut filterは300Hz, Low cut filterは0.8Hzとした。EOGを参考にし、眼球運動等アーチファクトの影響のあるものは除外した。また測定は50回の加算記録を2回以上行い再現性の確認をした。

また、測定日を変えての再現性の確認のため、小児例は7, 9および14歳の3名、成人例は25歳と26歳の4名、合計7名について、1から7日の間隔で各々7~10回測定を行った。

一方前頭-中心部導出視覚誘発電位の睡眠による変化の検討のため、小児群では7歳~14歳までの4名、成人群では24歳~26歳までの4名を対象に、終夜睡眠ポリグラフ記録(EEG, EOG, オトガイ筋EMG, 呼吸曲線, EKG)を行いながら、APSS<sup>17)</sup>の基準に従い、各睡眠段階ごとの前頭-中心部導出視覚誘発電位各波における潜時及び振幅の比較検討を行った。

統計学的有意差の検定には分散分析, *t* 検定, 回帰分析を用いた。なお、統計プログラムはStat View IIを使用し、ANOVAで解析を行った。処理はApple社製コンピューターMacintosh II ci等を用いた。

## 結 果

### 1. 前頭-中心部導出視覚誘発電位の波形と頂点の命名

13歳の男児における実際の波形を図1に示した。前頭-中心部導出視覚誘発電位の潜時は刺激点から各波頂点までの時間とし、振幅は陽性頂点であれば直前の陰性頂点との間で、陰性頂点であれば、直前の陽性頂点との間で測定した。このうち最初に出現する潜時60msec前後の陽性

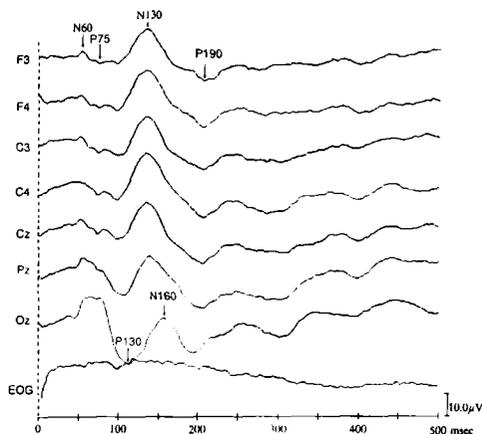


図1 前頭-中心部導出視覚誘発電位の波形  
上からF3, F4, C3, C4, Cz, Pz, Ozの導出。最下段がEOG

波をN60, 75msec前後に出現する陰性波をP75とし、120~200msecに出現する最も明瞭な陰性波をN130, 170~300msecに出現する最も明瞭な陽性波をP190と定義した。

### 2. 前頭-中心部導出視覚誘発電位各波の出現率

前頭-中心部導出視覚誘発電位各波の出現率を検討した。各月、年齢群共に、OzではP75, N130の頂点を認めず、またF3, F4, C3, C4, CzではP130およびN160の頂点を、PzではN160の頂点を認めなかった。

N60の出現率は生後0~4ヵ月群ではF3~Ozにおいて44~60%と低率であったが、年齢と共に上昇傾向を示し、4歳以降では60~100%と比較的高率であった。P75の出現率は生後0~4ヵ月群ではF3~Czにおいて44~56%と低率であったが、生後4ヵ月以降は70~100%と比較的高率であった。なお、Pzでは年齢による差は明らかでなく22~90%の間であった。

N130はF3, F4ではすべての月、年齢群で100%出現しており、C3~C4では87~100%, Czでは78~100%, Pzでは32~92%であった。

P130はPzとOzのみに認めたが、年齢による明らかな差異は認められず、Pzでは10~25%, Ozでは66~100%と後頭部優位に出現していた。

P160はOzにのみ認めたが、4歳までの出現率は20~38%と低く、4歳以後は53~87%と上昇した。

P190には年齢による差異は認められず、F3~C4において89~100%, Czで75~100%と高率であったが、Pzでは40~93%, Ozでは10~83%と後頭部において出現率の低下を認めた。

3. 前頭-中心部導出視覚誘発電位各波潜時の発達的变化

前頭-中心部導出視覚誘発電位の各波頂点潜時の発達的变化を検討した。F3~Pzにおける発達的变化および各月、年齢別標準値は極めて類似しており、その代表としてF3, F4における変化を図2に、C3, C4における変化を図3に示した。各波潜時は年齢に伴い短縮する傾向を示した。

N60およびP75の早期成分は、1歳頃まで緩やかな短縮傾向を示したが、有意な発達的变化は得られなかった。

N130では生後0~12ヶ月の間に急激に短縮し、1歳以降7~10歳まで緩やかに短縮し、以後ほぼ一定となった。急激な短縮を示した生後0~12ヶ月の間を各年齢ごとに詳細に検討すると、潜時の短縮は生後8ヶ月頃が特に顕著であった。また7~13歳までの間を各年齢群ごとに

詳細に検討すると潜時の短縮は10歳まで認められ、10歳以降はほぼ一定であった。

一方P190の潜時も生後0~12ヶ月まで急激に短縮するが、4歳以降13~16歳まで緩やかに短縮し、16~19歳間に変化を示さず、19~39歳群で再び軽度延長した。急激な短縮を示した生後0~12ヶ月を各年齢ごとに詳細に検討すると、潜時の短縮は生後6ヶ月頃が特に著明であった。また13~19歳までを各年齢ごとに詳細に検討すると潜時の短縮は15歳まで認められ、15~19歳はほぼ一定であった。

分散分析の結果、年齢に伴う頂点潜時の変化は有意であった。また連続した年齢群のt検定の結果N60ではF3, F4, C3の生後0~12ヶ月群と1~4歳群間、F3の7~10歳群と10~13歳群間で、P75ではF3~Czにおける生後4~8ヶ月群と生後8~12ヶ月群間、F3における生後0~4ヶ月群と生後4~8ヶ月群間、F3~C4における生後8~12ヶ月群と1~4歳群間、N130ではF3~Czで生後4~8ヶ月群と生後8~12ヶ月群間、生後8~12ヶ月群と1~4歳群間、P190ではF3~C4における生後4~8ヶ月群と

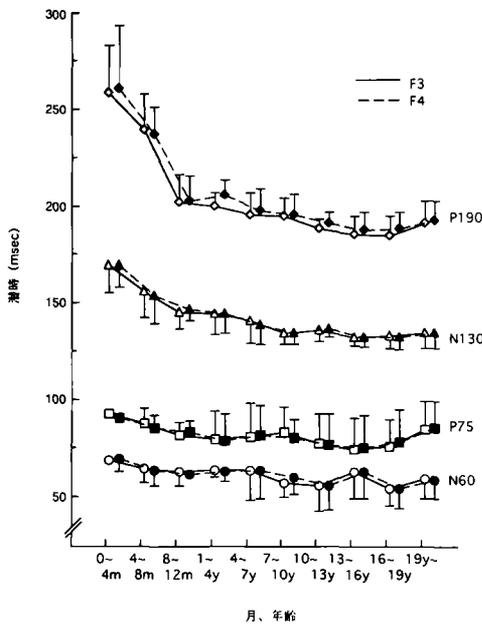


図2 前頭部 (F3, F4) 導出視覚誘発電位各波潜時の発達的变化  
図中の縦線は1SDを示す。

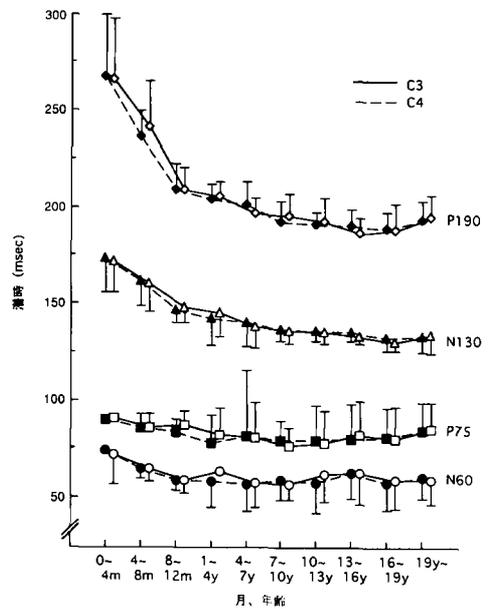


図3 中心部 (C3, C4) 導出視覚誘発電位各波潜時の発達的变化  
図中の縦線は1SDを示す。

生後8~12ヵ月群間, 8~12歳群と10~13歳群間, 及びF4における0~4歳群と生後4~8ヵ月群間で有意差( $p < 0.05$ )を認めた。これらの内N130のF3~Czで, 生後4~8ヵ月群と生後8~12ヵ月群間では $p < 0.01$ の危険率で有意であった。

#### 4. 前頭-中心部導出視覚誘発電位各波の振幅の発達的变化

N60, P75, N130, P130およびP190の各波について年齢による振幅の変化を検討した。F3~Pzにおける発達的变化および各月, 年齢別標準値は極めて類似しており, その代表としてF3, C3における変化を図4に示した。N60ではF3~Pzにおいて生後8ヶ月までの乳児期早期から中期にかけては $2.4 \sim 3.0 \mu V$ と生後8ヶ月以降の $2.7 \sim 6.9 \mu V$ に比し低振幅の傾向を認めた。Ozでは年齢による差異は認められず, 全月, 年齢群を通じて $3.0 \sim 7.2 \mu V$ の間であった。

P75でもF3~Pzにおいて生後8ヶ月まで $2.8 \sim 5.4 \mu V$ で, 生後8~12ヶ月群以降の

$2.8 \sim 7.4 \mu V$ に比しやや低振幅の傾向を認めた。

一方後期成分のN130では, F3~Pzにおいて生後8ヶ月までは $3.8 \sim 5.4 \mu V$ , 生後8ヶ月以降では $5.1 \sim 9.5 \mu V$ と増高傾向を認めた。またP190でも生後8ヶ月までは $5.3 \sim 9.3 \mu V$ , 生後8ヶ月以降では $6.6 \sim 12.3 \mu V$ とやはり増高傾向を認めた。早期成分に比較するとN130およびP190の後期成分は乳児期から比較的振幅が高い傾向を認めた。しかし, これらの年齢による差異にはいずれも有意ではなかった。

#### 5. 左右差

各波頂点潜時について同一症例の左右で比較して,  $t$ 検定を行ったところN130では優位差は認めなかったが, P190では13~16歳群において左側の潜時が右側の潜時よりも有意( $p < 0.05$ )に短かった。しかしその他の月年齢群では各波とも左右差は認められなかった。

また振幅に関しても各波共に, 全月, 年齢群を通じて左右差は認められなかった。

#### 6. 睡眠による変化

小児および成人各々4名の計8名についてN130, P190の頂点潜時及び振幅を測定し, 覚醒および, non-REM睡眠の各睡眠段階における変化を比較検討した。また小児例ではREM期についても検討した。いずれの対象もF3~Pzまで同様の変化を示したので, F3における潜時の変化をその代表として表2に示した。覚醒に比しnon-REM睡眠段階1および2で, 全例においてN130, P190潜時の延長を認めた。小児群と成人群間では明らかな差異は認められず, 8例の平均でN130では睡眠段階1および2で, 覚醒時に比し各々 $20.0$ および $32.1$  msecの潜時の延長を, P190では各々 $19.4$ および $57.7$  msecの潜時の延長を認めた。また振幅はほとんどの例で低下傾向を認めた。さらに睡眠段階3~4においてN130およびP190の波形は全例消失した。またREM期における潜時は覚醒時に比しN130で $20.2$  msec, P190で $37.5$  msecの延長を認め, これは睡眠段階1および2の中間値であった。振幅は睡眠段階1および2と同様に低い傾向を示したが, 有意差は認められなかった。また覚醒と各睡眠段階間の潜時の差は $t$ 検定で, N130, P190ともに覚醒時と睡眠段階1, 2, および

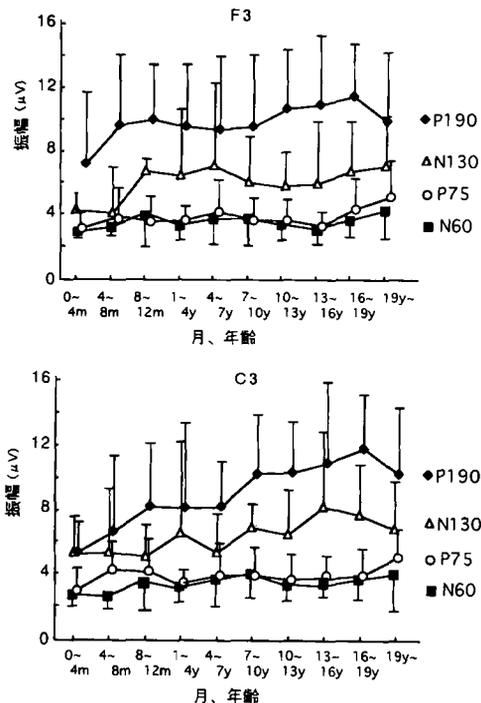


図4 前頭部(F3), 中心部(C3)導出視覚誘発電位各波振幅の発達的变化  
図中の縦線は1SDを示す。

表2 睡眠による変化

subject	age		AWAKE	non-REM				REM
				stage 1	stage 2	stage 3	stage 4	
1	7 y	N130	133.7	151.2	154.1	ND	ND	NE
		P190	189.0	200.6	223.8	ND	ND	NE
2	9 y	N130	130.8	148.3	162.8	ND	ND	154.1
		P190	184.4	203.5	276.2	ND	ND	238.4
3	13y	N130	125.0	133.7	154.2	ND	ND	148.3
		P190	171.5	203.5	212.2	ND	ND	209.5
4	14y	N130	130.4	142.5	151.3	ND	ND	148.2
		P190	188.7	201.3	224.5	ND	ND	211.2
5	24y	N130	136.6	148.3	154.1	ND	ND	NE
		P190	174.4	191.9	261.6	ND	ND	NE
6	25y	N130	122.1	162.8	186.2	ND	ND	NE
		P190	180.2	223.8	279.1	ND	ND	NE
7	25y	N130	130.8	168.6	177.3	ND	ND	NE
		P190	180.2	187.7	215.1	ND	ND	NE
8	26y	N130	130.8	144.7	157.1	ND	ND	NE
		P190	189.0	200.8	227.0	ND	ND	NE
average		N130	130.0	150.0	162.1			150.2
		P190	182.2	201.6	239.9			219.7

ND: not detectable NE: not examined (msec)

REM, さらに睡眠段階1と2の間で有意 ( $p < 0.01$ ) であった。しかしREMと睡眠段階1および2の間には有意差をみとめなかった。

#### 7. 前頭-中心部導出視覚誘発電位各波の再現性

小児2名, 成人4名の計6名について, 日を変えて各々7~10回の測定を行い, N130およびP190についてF3~C4における再現性を検討した。その結果, N130では各個人に対する複数回の試行の標準偏差値は, N130で1.0~3.0 msec (SD/Meanは0.01~0.02), P190では1.1~3.9 msec (SD/Meanは0.01~0.02)であり, 小児, 成人のいずれにおいてもN130およびP190の再現性は良好であった。

#### 考 察

前頭-中心部導出視覚誘発電位の各波形の出現率の検討では, 潜時100 msec以下の早期成分であるN60, P75では, 乳児期に特に低率であり, これに対し潜時100 msec以上の後期成分であるN130, P190では, 乳児期より90~100%と

高い出現率を示した。これはN60, P75の早期成分では特に乳児期において振幅が低く, S/N比が低下し波形の同定が困難になることが一因と考えられる。このため, 早期成分は特に乳児期においては臨床応用が困難と考えられる。

後期成分であるN130およびP190の潜時の発達の変化は, 何れも乳児期中期の生後6および8ヵ月頃に急速に短縮し, 以後も穏やかに短縮を続け, 最終的にN130では10歳, P190では15歳で完了した。この発達の変化を今までに報告された各種誘発電位の潜時の発達の変化と比較すると, 閃光刺激による視覚誘発電位ではIV波潜時は生後2ヶ月と生後1歳頃に急激に短縮し生後1~2歳でほぼ成人値に達すると報告<sup>7)</sup>されており, また図形反転視覚誘発電位でもP2, N1, N2の各潜時は生後2~3ヵ月において著明に短縮し, 生後1歳でほぼ成人値に達するとされている<sup>18)</sup>。これらはいずれも, 前頭-中心部導出視覚誘発電位の潜時短縮の臨界期と類似しているが, 成人値に達する時期は明らかに異なっている。さらに, 聴性脳幹反応はI波潜時は生後

2ヶ月、III波潜時は生後3ヶ月、V波潜時は生後1歳で成人値に達することが報告<sup>19)</sup>されており、聴性脳幹反応に関与する神経機構の成熟が早いことが示唆される。これに対し、三叉神経による瞬目反射および、光刺激による瞬目反射である光誘発眼瞼微小振動は各々成人値に達する時期が12歳および10~13歳と報告<sup>20,21)</sup>されており、成人値に達する時期が遅いことが注目される。瞬目反射はその経路が反射弓を形成しており、経路に存在するシナプスの数や反射弓に対する神経細胞による干渉などの要素の関与が推測<sup>19)</sup>されている。

さて誘発電位の発達の变化に影響を与える要素として、Holmes<sup>22)</sup>は樹状突起や軸索の成長、シナプス形成、髄鞘化および神経細胞やグリア細胞の生化学的成熟が重要な役割を果たしていると述べている。これらのうち髄鞘形成は4~5歳まで盛んとされているが、Yakovlev and Lecours<sup>23)</sup>は脳幹網様体、海馬、視床の一部、終脳の白質ではその完成は10歳以降であるとしている。また樹状突起、軸索の発達は7歳まで盛んであるが成人でもある程度の発達を認め、脳の機能的側面を髄鞘化よりもよりよく反映すると言われるシナプス形成は、樹状突起の発達と相互に依存しあうとされる。Huttenlocher<sup>24)</sup>は前頭連合野においては、髄鞘形成が感覚野や運動野に比較すると遅く、その完成は前頭連合野では思春期としている。またシナプス形成も他の部位よりも遅く、16歳で成人のシナプス密度に達するといわれる。前頭-中心部導出視覚誘発電位の特に後期成分はN130で10歳、P190で15歳と成熟完了の時期が遅いことの原因として、上述の前頭連合野のような成熟の完成に時間を要する神経機構の関与が一因と推測された。

Allison<sup>16)</sup>らは音刺激により視覚誘発電位の後期成分と同様、頭頂部を中心に出現するN115およびP180などの後期成分が視覚誘発電位の後期成分(N140、P190)と同様のパターンを示すことから、これらの電位は共通の神経機構を反映しているものと推測している。Hillyard and Picton<sup>25)</sup>は音と光の2種類の刺激を与え、一種類の刺激に注意を集中させることによりその刺激に対する誘発電位の頭蓋頂電位(N1-P2)が増

高すると報告し、頭頂部後期成分が選択的注意と関連する電位であると述べている。これらの頭蓋頂電位は、本研究における後期成分のN130およびP190と同一の波型と考えられるが、本研究ではこれらの後期成分が軽睡眠から延長し深睡眠で消失することを明らかにした。一般に誘発電位の潜時100 msec以上の後期成分は、意識レベルや注意の変動など被検者の内的要因を反映すると言われているが、Hillyard and Pictonや本研究の成績も前頭-中心部導出視覚誘発電位の後期成分に内的要因の関与が強いことを示唆している。

認知機能の評価や精神遅滞の客観的評価を目的として、近年、P300等の事象関連電位が期待されているが、乳幼児、精神遅滞児や行動異常児等では課題の遂行が困難であり臨床応用を断念せざるを得ない症例が多い。そこで課題に無関係ながら被検者の内的要因の関与の強い検査法が要求される。

Gasserら<sup>15)</sup>の精神遅滞児における前頭-中心部導出視覚誘発電位の後期成分の研究は、健常者の対象年齢が10~13歳と限られていたが、本研究では0歳から成人に至る系統的発達の研究から各月、年齢別標準値をはじめ明らかにし、また同一個人における日を変えての再現性も良好であった。今後乳児期を含めた幅広い年齢層において、新しい観点からの発達の客観的評価が可能になり、さらに今後、注意や精神遅滞のどのような要素を前頭-中心部導出視覚誘発電位が反映しているかについて検討を加えることにより、注意集中障害や精神遅滞の客観的かつより分析的評価が可能になるものと思われる。

## 結 論

前頭-中心部導出視覚誘発電位の発達の变化を検討し、潜時および振幅の各月、年齢別標準値を求める目的で、生後0ヵ月から37歳までの健常人137名を対象として研究し、以下の結果を得た。

1. 早期成分N60、およびP75の潜時は1歳頃まで緩やかに短縮し、以後明らかな変化を示さなかった。

後期成分のN130潜時は生後8ヶ月頃急激

に短縮し、以後10歳まで緩やかな短縮を示した。またP190潜時は生後6ヶ月頃急激に短縮し、以後15歳まで緩やかな短縮を示した。

2. 振幅はいずれの成分においても生後8ヶ月まで低振幅の傾向を認めた。
3. 覚醒時に比し non-REM 睡眠の第1及び第2段階、およびREM睡眠期において、N130およびP190潜時の延長と振幅の低下を認め、睡眠第3及び第4段階で波型は消失した。

前頭-中心部導出視覚誘発電位の後期成分は著明な発達の変動化を示しており、脳の発

達の客観的評価法としても応用しうるものと考えられた。

本論文の要旨は、第23回日本脳波・筋電図学会学術大会において発表した。

稿を終えるに臨み、御指導、御校閲を賜った恩師大田原俊輔教授に心より感謝いたします。また研究にあたり直接の御指導をいただいた真田敏講師、御協力いただいた浜田文彦先生および教室各位に深く感謝いたします。

## 文 献

- 1) 大田原俊輔：脳波の発達—自動周波数分析による正常小児脳波に関する研究。臨床脳波(1964) 6 (特別号), 143—157.
- 2) Ohtahara S : Neurophysiological development during infancy and childhood ; in Recent advances in EEG and EMG Data Processing, Yamaguchi N and Fujisawa K eds, Elsevier, Amsterdam (1981) pp369—375.
- 3) 榎日出夫：事象関連電位P300の発達および加齢にともなう変動に関する研究。脳波と筋電図(1990) 18, 60—67.
- 4) Ciganek L : The EEG response (evoked potential) to light stimulus in man. Electroencephalogr Clin Neurophysiol (1961) 13, 165—172.
- 5) Cracco RQ and Cracco JB : Visual evoked potential in man : early oscillatory potentials. Electroencephalogr Clin Neurophysiol (1978) 45, 731—739.
- 6) Dustman RE, Shearer DE and Snyder EW : Age differences in augmenting/reducing of occipital visually evoked potentials. Electroencephalogr Clin Neurophysiol (1982) 54, 99—110.
- 7) 三宅 進, 寺崎智行, 伊予田邦明, 吉田治美, 大田原俊輔：小児期における視覚誘発電位に関する研究。脳波と筋電図(1984) 12, 122—128.
- 8) Green JB : Neurophysiological studies in Batten's disease. Dev Med Child Neurol (1971) 13, 477—489.
- 9) Kobayashi K, Iyoda K, Ohtsuka Y, Ohtahara S and Yamada M : Longitudinal clinicoelectro-physiologic study of a case of Lafora disease proven by skin biopsy. Epilepsia (1990) 31, 194—201.
- 10) 真田 敏, 伊予田邦昭, 寺崎智行, 三宅 進, 御牧信義, 河野親彦, 大田原俊輔：各種誘発電位による発達の評価とその臨床応用。臨床脳波(1990) 32, 705—710.
- 11) Chalke FG and Ertl J : Evoked potentials and intelligence. Life Sci (1965) 4, 1319—1322.
- 12) Engel R and Henderson NB : Visual evoked responses and IQ scores at school age. Dev Med Child Neurol (1973) 15, 136—145.
- 13) Beck EG and Dustman RE : Changes in evoked responses during maturation and aging in man and macaque ; in Behaviour and Brain Electrical Activity, Burch and Altschuler eds, Plenum Press, New York (1975) pp431—472.
- 14) Bigum HB, Dustman RE and Beck EG : Visual and somatosensory evoked responses from mongoloid and normal children. Electroencephalogr Clin Neurophysiol (1970) 28, 576—585.

- 15) Theo G, Joachim P, Dieter S and Walter K : Visual evoked potentials of mildly mentally retarded and control children. *Dev Med Child Neurol* (1988) **30**, 638—645.
- 16) Allison T, Matsumiya Y, Goff GD and Goff WR : The scalp topography of human visual evoked potentials. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* (1977) **42**, 185—197.
- 17) Reschtchaffén A and Kales A : A manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages of human subjects. Public Health Service, US Government Printing Office, Washington DC (1968).
- 18) 寺崎智行 : 小児期における図形反転視覚誘発電位の発達に関する研究. *脳波と筋電図* (1995) in press.
- 19) 伊予田邦昭 : 小児期における聴性脳幹反応の発達に関する研究. *脳波と筋電図* (1992) **20**, 44—52.
- 20) 河野親彦, 榎日出夫, 真田 敏, 吉永治美, 岡 鉄次, 大田原俊輔 : 上眼窩神経刺激による顔輪筋反射の発達. *臨床脳波* (1987) **29**, 727—731.
- 21) 真田 敏, 小林勝弘, 村上暢子, 三宅 進, 大田原俊輔 : 光誘発眼瞼微小振動に関する研究(第2編)—発達的变化の検討一. *脳波と筋電図* (1987) **15**, 36—41.
- 22) Holmes GL : Morphological and physiological maturation of the brain in the neonate and young child. *J Clin Neurophysiology* (1986) **3**, 209—238.
- 23) Yakovlev PI and Lecours AR : The myelogenic cycles of regional maturation of the brain ; in *Regional Development of the Brain in Early Life*, Minkowski A ed, Blackwell, Oxford (1967) pp 3—70.
- 24) Huttenlocher PR : Synaptic density in human frontal cortex : Developmental changes and effect of aging. *Brain Res* (1979) **163**, 195—205.
- 25) Hillyard SA and Picton TW : Conscious perception and cerebral event-related potentials ; in *Cognitive components in cerebral event-related potentials and selective attention*. *Progress in Clinical Neurophysiology Vol. 6*, Desmedt JE ed, Karger, Basel (1979) pp35—52.

## Visual evoked potential of fronto-central derivations

Eita MINAKUCHI

Department of Child Neurology,  
Okayama University Medical School,  
Okayama 700, Japan  
(Director : Prof. S. Ohtahara)

To elucidate the developmental changes in the visual evoked potentials of fronto-central derivations, 137 normal subjects between 0 month and 37 years of age were examined.

The latencies of early components (N60, P75) showed a gradual decrease up to 1 year of age. The N130 latency of late components showed a rapid decrease in 8 months, and afterwards, showed a gradual decrease until 10 years of age. The P190 latency showed a rapid decrease in 6 months, and afterwards, showed a gradual decrease until 15 years of age.

All four components (N60, P75, N130 and P190) showed a tendency of low amplitudes, up to 8 months of age.

During the sleep stages 1, 2 and REM, N130 and P190 latencies were prolonged, and amplitudes decreased, compared with those in the waking state. During sleep stages 3 and 4, these components disappeared.

Late components of visual evoked potentials at fronto-central derivations showed significant developmental changes, and the results of this study can be considered useful in the objective evaluation of brain development.