# 多局所網膜電図の再現性および波形分析

# 青柳 康二,木村 保孝,磯野 博明,秋山 英雄,菅原 隆博

群馬大学医学部眼科学教室

#### 要

約

正常人の多局所網膜電図を繰り返し測定し,その再現 性を検討し,頂点潜時,振幅についての波形分析を行っ た.対象は,19~42歳の9例の正常男性,平均-4.1Dの 近視を含む健常眼9眼である.多局所網膜電図装置であ る Visual Evoked Response Imaging System III (VERIS III,トーメー社製)を使用,刺激エレメントは 103 個,測定時間は4分間とし,日を変えて同一眼を4回 ずつ測定した.各刺激エレメントについて4回測定の応 答密度の変動係数(標準偏差/平均)を求め,再現性の指標 とした.固視ずれと瞬目は再現性を悪化させる大きな要 因であった.多局所網膜電図装置の再現性(103 領域の変 動係数の平均)は全体で平均22%,固視や瞬目が不良な3 例を除いた6例では平均15%であった.また,再現性の 良好な6例を基に103波形をすべての応答,4分割,同心 円にグループ化し,頂点潜時,振幅を計算した.これらの データは正常対照となり得る.正常人の応答密度は振幅 と有意な相関があったが,頂点潜時とは相関がなかった. (日眼会誌102:340-347,1998)

キーワード:多局所網膜電図, VERIS, 再現性, 変動係数, 波形分析

Reproducibility and Wave Analysis of Multifocal Electroretinography

Kouji Aoyagi, Yasutaka Kimura, Hiroaki Isono, Hideo Akiyama and Takahiro Sugawara Department of Ophthalmology, Gunma University School of Medicine

#### Abstract

We studied the reproducibility of multifocal electroretinography by repeated measurements in normal subjects. We also analyzed the amplitude and implicit time of the waves. Nine healthy eyes including myopic cases (-4.1 D on average) of 9 normal males, aged 19 to 42 years, were the objects of study. We used a (Visual Evoked Response Imaging System III (VERIS III), by TOMEY Corp.) for multifocal electroretinography. Each eye was examined 4 times on different days. The stimulus elements consisted of 103 hexagons. The net recording time was 4 minutes. We used the coefficient of variation (standard deviation/average) of 4 measurements of response density as index of reproducibility. Poor fixation and blinking were important factors that affected the reproducibility. In all the 9 eyes, repro-

### I 緒 言

網膜機能の新しい解析法として,多局所網膜電図が開発された".この方法は「網膜電図による網膜の他覚的視野図」"として,臨床応用が期待されている"~<sup>8</sup>.しかし,実

ducibility of multifocal electroretinography, expressed as average of the coefficient of variation of all regions, was 22% on average. In 6 eyes with good fixation and without blinking, the reproducibility was 15% on average. In 6 eyes with good reproducibility, we analyzed three parameters of the focal response waves: all traces, quadrants and rings, as well as the amplitude and latency of the waves. These data served as controls. Our studies showed that the response density correlated closely with the amplitude and not with the latency in normal subjects. (J Jpn Ophthalmol Soc 102: 340-347, 1998)

# Key words : Multifocal electroretinography, VERIS, Reproducibility, Coefficient of variations, Wave analysis

際の臨床で診断に応用する場合,あるいは経時的に網膜 機能の変化を追う場合には,この検査法の持つ再現性が 問題となる.我々は正常人の多局所網膜電図を繰り返し 測定し,その再現性を検討した.再現性に影響する要因を 検討するために,測定中の被検者に意図的な固視ずらし

別刷請求先: 371-0034 群馬県前橋市昭和町 3-39 群馬大学医学部眼科学教室 青柳 康二 (平成 9 年 8 月 13 日受付, 平成 9 年 12 月 16 日改訂受理)

Reprint requests to: Kouji Aoyagi, M.D. Department of Ophthalmology, Gunma University School of Medicine. 3—29 Showamachi, Maebashi-shi, Gunma-ken 371–0034, Japan

<sup>(</sup>Received August 13, 1997 and accepted in revised form December 16, 1997)

と瞬目を行わせる実験を行った.また,再現性の良好な被 検者のデータを基にすべての応答,4分割,同心円でグ ループ化した波形の頂点潜時,振幅を計算し,波形分析の 正常対照とした.

# Ⅱ対象と方法

#### 1. 対 1

対象は19~42歳,平均29歳の正常男性9例の健常眼 9眼である.検査眼は左眼に統一した.屈折は0.0D~-8.0D,平均-4.1Dである.

#### 2. 測定方法

多局所網膜電図装置として、Visual Evoked Response Imaging System III (VERIS III, トーメー社製)を使用し た.これは,多数の六角形の領域に分割した水平約50度, 垂直約40度の中心視野内の網膜を光刺激し,各領域の局 所網膜電図の応答密度を視野と同様に配置し,それを色 と高さによって立体表示する装置である.応答密度とは, 各局所網膜電図の振幅を刺激領域の面積で割ったもの で,単位面積当たりの応答の強さを表している.今回,測 定条件として,刺激領域は103領域に分割し,測定時間は 4分間とし,日を変えて同一眼を4回ずつ測定した.4分 間の測定時間中には30秒に1回休憩を入れ,データを8 個のセグメントに分割した.30秒のセグメントデータ は,その都度,採用・破棄を決定した.4回測定の応答密 度の変動係数(標準偏差/平均)を再現性の指標とした.変 動係数のデータ数は,9眼×103領域分で927である.

再現性に影響する検者側の要因を排除するために,十 分に注意をして測定を行った.測定前にはミドリンP<sup>®</sup> (参天製薬)を点眼し,8 mm 以上の散瞳を確認した.電極 には双極型コンタクトレンズ電極(京都コンタクトレン ズ社製)を使用した.コンタクトレンズ電極と角膜の間に は空気が混入しやすいため,30 秒毎にフィッティングの 状態を確認した.また,瞬目反射を減らす目的で,コンタ クトレンズ電極装着前には,点眼麻酔薬である塩酸オキ シブプロカイン(ベノキシール<sup>®</sup>)を5分毎に3回点眼し た.その他の測定方法と VERIS IIIの設定の詳細につい ては,近藤ら<sup>®</sup>の報告と同様である.

VERIS Ⅲでは、コンピュータに入力される応答を real time data として波形表示している.固視が良好で瞬目 がない状態では real time data の波形は小さな振幅で安 定する.今回の実験では大きな波形の乱れが 30 秒のセグ メント中に1回でもあれば、そのデータは破棄するよう にしていたが、固視や瞬目について注意を促しても同様 に波形の乱れが出るような被検者もいて、連続3回デー タを破棄しても同様である場合には、止むなくその次か らのデータを採用した.

VERIS Ⅲでは、データに含まれるアーチファクト成分 を除去し、S/Nを改善するオプションが選択できるが、 今回の検索ではデータに含まれるアーチファクト成分の 除去は行わなかった.

#### 3. 固視ずらしと瞬目の実験

再現性に影響する被検者側の要因を検討するために, 再現性の良好な被検者に測定中意図的な固視ずらしと瞬 目を行わせる実験を行った.固視ずらしの実験では,ずら す角度で2種類の実験を行った.一つは,中心の六角形の 各頂点に向けて均等に,中心から約5秒に1回視線をず らさせて測定した.中心の六角形の頂点までの角度は 1.4度である.もう一つは,中心から約5秒に1回視線を ずらさせて測定した.中心から2番目の六角形の周 辺側の辺に向けて均等に,中心から約5秒に1回視線を ずらさせて測定した.中心から2番目の六角形の辺まで の角度は3.9度である.瞬目の実験でも,その程度によっ て2種類の実験を行った.一つは30秒に1回軽く瞬目さ せて測定した.もう一つは,10秒に1回強く瞬目させて 測定した.

#### 4. 再現性良好な被検者の波形分析

VERISⅢでは, Trace Array に表示された応答をすべ ての応答(All traces),4分割(Quadrants),または同心円 (Rings)でグループ化し、グループ化した波形の振幅や頂 点潜時を測定することができる.4分割および同心円の 分割方法を図1,2に示す.再現性が良好な6人の被検者 のデータを基に、グループ化した波形の頂点潜時、振幅の 平均値と標準偏差を計算した.6人の被検者がそれぞれ4 回ずつ測定を行ったので、基となるデータ数は24であ る.頂点潜時は,グループ化された波形を正規化した正規 化表示 (Normalized Averages)を基に計算した.振幅は, グループ化された波形(加算結果)をその波形に対応する 六角形要素(刺激面積)で割った応答密度表示(Densityscaled Averages) [単位: nV/deg<sup>2</sup>]について計算した. 第1の陰性波をN1,陽性波をP1,第2の陰性波をN2 とした<sup>5</sup>. 振幅については, N1, P1, N2は基線からの振 幅,N1P1頂点間はN1の頂点からP1の頂点までの振 幅とした.

今回の検索では,差の検定,相関の検定にはt検定を用いた.

## Ⅲ 結 果

### 1. 多局所網膜電図の再現性と部位による差

全 103 領域の変動係数の平均を図3に示す.最小は 11%,最高は40%,9眼の平均は22%であった.6眼は10 ~20%,3 眼は30~40%のうちに入っていて,大まかに再 現性の良好な群と不良な群に分かれた.再現性の不良な 3 眼については,測定中 real time data上の波形の乱れ が繰り返しみられた.

年齢と変動係数との相関係数は-0.16で,相関はな かった.屈折と変動係数との相関係数は-0.53で,負の 相関の傾向はあったが,有意な相関ではなかった.応答密 度の平均値と変動係数との相関係数は-0.71で,有意な 相関があり(p<0.05),変動係数が大きいほど応答密度が



図1 4分割の分割方法. 分割線上の波形はグループ化されない.



図2 同心円の分割方法. 1~5までは1周ずつのグループ化,最外周6はそれ以外の波形をグループ化する.



図3 全103 領域の変動係数の平均. 最小は11%,最高は40%,9眼の平均は22%である.

小さくなった.応答密度の平均値と屈折の値との相関係 数は0.86で,強い相関があり(p<0.01),近視の度が強い ほど応答密度の平均値が小さくなった.

図4に変動係数の小さな1例の立体表示を示す.4回 とも山の高さが類似しているだけでなく,山の裾野の凹 凸が少なく滑らかである.図5に変動係数の大きな1例 を示す.中心,裾野ともに山の高さや形が一定せず,凹凸 が多くなっている.

領域を中心と周辺に分けて解析した結果を図6に示 す.中心8度以内の7領域(図2のRing1とRing2に相 当)の変動係数の平均を中心7領域を除いた周辺領域の 変動係数の平均で割った値を縦軸にとり,全103領域の 変動係数の平均を横軸にとった.2つの値の相関係数は 0.68で,有意な正の相関があった(p<0.05).中心と周辺 の領域の区切り方を変えても同様の傾向があった.

図2の同心円状の領域区分で,9被検者の応答密度の 変動係数の平均は, Ring1で22.8%, Ring2で23.0%, Ring3で23.7%, Ring4で22.7%, Ring5で20.5%, Ring 6で21.4%であり, 周辺に比べて中心領域の変動係数が 大きい傾向があったが, どの組み合わせの比較でも有意 差はなかった.

#### 2. 再現性を悪化させる要因

再現性の良好な被検者に意図的な固視ずらしを行わせ て測定した.

中心の六角形の各頂点に向けて(中心から約1.4度)各 方向均等に,中心から5秒に1回視線をずらして測定し た例を図7に示す.山の頂点の高さはほとんど影響を受



図4 変動係数の小さな1例.

24歳,正視,変動係数11%.4回とも中心の山の頂点の高さが一定していて,山の裾野の凹凸が少なく滑らかである.



図5 変動係数の大きな1例. 19歳, -1.25 D, 変動係数 32%. 中心, 裾野ともに山の高さや形が一定せず, 凹凸が多くなっている.

けず,裾野の凹凸が大きくなるだけあった.この程度の固 視ずらしでは,中心の山の高さにはあまり影響がないと いうことを示している.Real time data では,固視ずらし に伴って約5秒に1回,表示範囲内におさまる僅かな波 形の乱れがみられた. 中心から2番目の六角形の辺に向けて(中心から約 4.0度)各方向均等に,中心から5秒に1回視線をずらし て測定した例を図8に示す.中心の山の頂点の高さが低 くなり,幅が広くなっている.裾野の凹凸も多くなってい る.Real time dataでは,固視ずらしに伴って5秒に1



344

図6 中心7領域とその周辺に分けた場合の解析結果. 中心8度以内の7領域の変動係数の平均を中心7領域を 除いた周辺領域の変動係数の平均で割った値を縦軸にと り,全103領域の変動係数の平均を横軸にとった.2つの 値には有意な正の相関があった(相関係数0.68,p< 0.05).

回,表示範囲を突き抜ける小さい波形の乱れがみられた.

再現性の良好な被検者に意図的な瞬目を行わせて測定 した、30秒に1回,軽く瞬目させた例を図9に示す.山の 頂点の高さに変化はないが,裾野の凹凸は多くなってい る.10秒に1回,瞬目をさせた例を図10に示す.全体が 急峻で連続した凹凸となっていて,山の頂点は判別でき なくなっている.Real time dataでは,軽い瞬目でも表示 範囲から突出する小さい波形の乱れがみられ,強い瞬目 では表示範囲から突出する幅の広い大きな波形の乱れが みられた.

#### 3. 再現性良好な被検者の波形分析

再現性が良好な6人の被検者のデータを基にグループ 化した波形の頂点潜時,振幅の平均値と標準偏差を計算 した.再現性良好な被検者とは,応答密度の変動係数の平 均が11~19%(平均15%)であった6人である.年齢は19 ~42歳(平均30歳),屈折は0D~-5.5D(平均-3.3D) であった.その結果を表1,2に示す.

Ringの頂点潜時の解析では、中心の Ring 1,2の潜時 は周辺に比べて有意な延長があった.有意差があった潜 時の組み合わせは、N1については(Ring 1, Ring 3), (Ring 1, Ring 4), (Ring 1, Ring 5), (Ring 2, Ring 3), (Ring 2, Ring 4), (Ring 2, Ring 5), (Ring 3, Ring 6), P1 については(Ring 1, Ring 3), (Ring 1, Ring 4), (Ring 1, Ring 5), (Ring 1, Ring 6), (Ring 2, Ring 4), (Ring 4, Ring 6), N2については(Ring 1, Ring 2), (Ring 1, Ring



対照





図7 固視ずらしの実験.

中心の六角形の各頂点に向けて均等に,中心から約5秒に1回視線をずらして測定した.中心の山の頂点の高 さに変化はないが,裾野の凹凸は多くなっている.



対照



図8 固視ずらしの実験.

中心から2番目の六角形の辺に向けて均等に,中心から約5秒に1回視線をずらして測定した.中心の山の頂 点の高さが低くなり幅が広くなっている.裾野の凹凸も多くなっている.



対照

瞬目

図9 瞬目の実験.

30 秒に1回,軽く瞬目させて測定した.中心の山の頂点の高さに変化はないが,裾野の凹凸は多くなっている.



対照

瞬目

図10 瞬目の実験. 10 秒に1回,強く瞬目をさせて測定した.急峻な凹凸が連続していて,中心の山の頂点は判別できなくなっている.

3), (Ring 1, Ring 4), (Ring 1, Ring 5), (Ring 1, Ring 6), (Ring 2, Ring 3), (Ring 2, Ring 4), (Ring 4, Ring 5) で あった. Ring 1, Ring 2 との組み合わせでは周辺側の潜時 が小さく, それ以外のN1の(Ring3, Ring6), P1の(Ring 4, Ring 6), N2の(Ring 4, Ring 5)の3つの組み合わせで は周辺側の潜時の方が大きかった.

Quadrant の振幅の解析では, 鼻側視野の振幅は耳側 視野と比べて振幅が有意に大きかった. 有意差があった 振幅の組み合わせは, N1についてはなし, P1について は(Sup temp, Sup nasal), (Inf temp, Inf nasal), (Sup temp, Inf nasal), N2については(Sup temp, Inf nasal), (Inf temp, Inf nasal)であり, すべての組み合わせで Nasal 側 の振幅が大きかった.

N1P1 頂点間振幅の変動係数は Ring 1 で最大であった.

再現性が良好な6眼の4回測定分24データのすべて の応答(All traces)での分析では,N1P1頂点間振幅と 応答密度との相関係数は0.90で,P1頂点潜時と応答密 度との相関係数は-0.06であった.応答密度は振幅と有 意な相関があるが(p<0.01), 頂点潜時とは相関がなかった.4分割や同心円での分析でも同様な結果となった.

すべての応答(All traces)での,N1P1頂点間振幅の 平均は再現性良好群6眼で25.1 nV/deg<sup>2</sup>,再現性不良 群3眼で16.9 nV/deg<sup>2</sup>であり,有意な差があった(p<0. 05).N1P1頂点間振幅の変動係数の平均については,2 群間で有意な差がなかった.P1頂点潜時については,2 群間で平均,変動係数の平均ともに有意な差はなかった.

## IV 考 按

#### 1. 多局所網膜電図の再現性と部位による差

Sutter ら<sup>11</sup>は,1人の被検者を3回測定し良好な再現性 を示したと報告しているが,変動係数の記載はない. Parks ら<sup>81</sup>は,61の刺激エレメント,測定時間14分で,10 人の被検者を2回測定し,有意差を生じた刺激エレメン トは61個中2個であったと報告している.我々の検索で は,9人9眼の変動係数の平均は,10~20%が6眼(平均 15.1%),30~40%が3眼(平均35.2%)であり,再現性が 良好な群と不良な群に分かれる結果となった.30~40% の群は,固視や瞬目の点でこの検査法に適さないと考え

表2 振 幅

	頂点潜時の 平均(msec)	標準偏差	変動係数 (%)
All traces			
N1	16.2	0.7	4.1
P1	29.2	1.2	3.9
N2	43.2	1.4	3.3
Sup temp quadr	ant		
N1	16.0	1.1	6.6
P1	29.5	1.9	6.4
N2	44.1	2.6	6.0
Sup nasal quadr	ant		
N1	16.4	0.8	4.8
P1	28.9	1.1	3.7
N2	43.1	1.7	4.0
Inf nasal quadra	int		
N1	16 1	0.9	5 7
P1	28.9	1.1	3.8
N2	43.0	1.5	3.6
Inf temp quadra	int	11.0	0.0
N1	16 6	1.9	7.2
P1	30.3	2.5	1.0
N2	13 9	1.9	4.2
Ring 1	45.5	1.5	4.5
Ning I	17.1		
NI	17.1	2.2	12.7
PI	30.4	1.3	4.2
NZ Ding 2	47.5	3.8	7.9
King 2			
N1	16.8	1.1	6.5
P1	29.5	1.2	4.2
N2	44.8	1.8	4.1
Ring 3			
N1	15.8	1.1	6.7
P1	29.1	1.2	4.3
N2	43.2	1.2	2.9
Ring 4			
N1	16.0	1.1	6.9
P1	28.6	1.2	4.4
N2	42.8	1.4	3.2
Ring 5			
N1	16.1	0.9	5.5
P1	29.0	1.1	3.8
N2	44.3	3.1	7.0
Ring 6			
N1	16.5	0.8	4.8
P1	29.5	1.2	4.1

られた.10~20%の群は,4回の検査で1回だけ突然乱れ た結果となることなどはなく,4回とも安定した山の形 となっていた.固視や瞬目が良好であるという条件を満 たせば,この検査法の再現性は15%程度であると考えら れる.正常人であっても固視や瞬目の点から,この検査法 に不適格な被検者が存在することがわかった.

中心と周辺に領域を分けて解析したところ,図6のように中心領域の変動係数の平均を周辺領域の変動係数の

	振幅の平均 (nV/deg²)	標準偏差	変動係数 (%)
All traces			
N1	-9.8	2.0	20.5
P1	15.3	2.6	17.1
N2	-7.4	2.2	29.1
N1P1 頂点間	25.1	4.2	16.6
Sup temp quadi	ant		
N1	-8.8	2.1	23.7
P1	13.2	2.3	17.3
N2	-6.3	2.0	31.8
N1P1 頂点間	22.1	4.0	18.0
Sup nasal quadr	ant		
N1	-94	2.2	23.1
P1	15.0	2.7	17.8
N2	-7.2	2.0	27.3
N1P1 頂卢腊	24.4	4.4	18.2
Inf nasal quadra	int		10.0
NT1	10.0	0.0	01 0
INI D1	- 10.0	2.2	21.6
P1 No	15.9	2.8	17.6
N1D1 TE JE H	- 8.1	2.2	27.4
INIT'I 頂点面 Inf tomp quade	25.9	4.0	17.2
mi temp quadra	int		
N1	-8.9	1.8	19.8
P1	13.6	2.4	17.5
N2	-6.8	2.3	33.6
N1P1 頂点間	22.5	3.7	16.4
Ring 1			
N1	-39.9	10.0	25.1
P1	59.9	14.8	24.7
N2	-36.6	11.2	30.7
N1P1 頂点間	99.9	22.0	22.1
Ring 2			
N1	-21.0	4.4	21.0
P1	32 5	5.9	18.1
N2	- 19 1	5.4	28.2
N1P1 頂点間	53.5	9.0	16.8
Ring 3	0.712	2.542	
NI	- 10 7	9.7	10 5
D1	- 13.7	2.1	19.5
F1 N9	20.4	3.3	20.4
N1P1 頂占匪	- 11.3	5.5	29.4 16.2
INIT I 現尽阻 Ring 4	34.0	5.5	10.2
King 4			
N1	-10.3	2.2	20.9
P1	16.0	2.9	17.9
N2	- 8.4	2.4	28.4
N1P1 頂点間	26.4	4.6	17.3
King 5			
N1	-8.5	2.0	23.8
P1	13.4	2.4	18.2
N2	-6.2	2.1	34.4
N1P1 頂点間	21.9	3.9	18.0
Ring 6			
N1	-74	1.6	22.1
P1	11.7	2.0	17 5
N2	- 5 2	1.6	29 9
TTG	5.5	2.0	17.0

平均で割った値と,全領域の変動係数の平均の2つの値 には有意な正の相関があった.固視や瞬目に影響されや すいのは,特に中心領域であると考えられる.

#### 2. 再現性を悪化させる要因

再現性の良否を決める検者側の要因として、コンタク トレンズ電極の装着(センタリング,空気の混入),矯正レ ンズの装用(センタリング,パワー),散瞳状態などの要因 があるが,今回の検索ではこれらの点については十分に 注意して測定を行った.

VERIS Ⅲでは、コンピュータに入力される応答を real time data として波形表示している.固視ずらしや瞬目 の実験では、固視ずらしや瞬目の程度に応じて real time data の乱れがみられ、中心固視不良と瞬目は再現性を悪 化させる被検者側の大きな要因と考えられる.特に瞬目 については、実験上軽い瞬目でも real time data の乱れ が大きく、再現性に影響するノイズとしては、固視ずれよ りも瞬目の要因が大きいことが示唆された.この意味で も、コンタクトレンズ電極装着前の十分な点眼麻酔は重 要である.経験上、1回の点眼では瞬目反射を抑制できな い場合が多く、今回の実験では時間をあけて3回点眼し た.

現在のところ, real time data は固視や瞬目の唯一の モニターであり, 測定中に監視し続ける必要がある. 固視 ずらしと瞬目の実験結果から, 要求される精度が高くな ければ, 30 秒のセグメントデータ中1回程度の小さい real time data の乱れは許容範囲であると考えられる.

9眼中-8Dの近視眼が2眼あった.その2眼の変動係 数は34%と40%であり,両眼ともに再現性が不良な群 に入った.これらの高度近視眼では,矯正レンズのセンタ リングの微妙なずれが再現性に影響した可能性がある. 高度近視眼では多局所網膜電図の再現性が不良になる可 能性が示唆された.川端ら<sup>¬</sup>は近視眼では応答密度が有意 に低下すると報告しているが,我々の検索でも近視の度 と応答密度に強い負の相関がみられ,同様の結果となっ た.

再現性の良否を確認する方法として,同一眼を何度か 測定してみるという方法があるが,実際の臨床上では,患 者の協力や時間的制約もあり,それは困難である.図5や 図10のように,信頼性の低い検査結果では,立体表示で, 多数の急峻な凹凸がみられる.この多数の急峻な凹凸は, 測定中の real time dataの波形と同様,再現性,信頼性の 良否を判定する基準となり得る.

#### 3. 再現性良好な被検者の波形分析

再現性が良好な6人の被検者のデータを基にグループ 化した波形の頂点潜時,振幅を計算した.これらのデータ は正常対照として有用であると考えられる.

Ringの頂点潜時の解析では、中心の Ring 1,2 の潜時 は周辺に比べて有意な延長があった.Sutter ら<sup>®</sup>は波形の 後半成分に中心領域で頂点潜時の延長があると報告して いる.長友ら<sup>®</sup>は潜時は中心窩ではむしろ長く,傍中心窩 で短くなり,さらにその周辺では再び長くなる傾向があ ると報告しているが,我々が得た結果はこれと一致して いる.

Quadrantの振幅の解析では,鼻側視野の振幅は耳側 視野と比べて振幅が有意に大きかった.Sutterら<sup>n</sup>は鼻側 網膜,つまり耳側視野の反応が有意に大きいと述べてい る.Sutterらの報告と逆の結果となったのは,耳側視野 内に視神経乳頭からの反応が含まれていたことが原因で はないかと推測される.

すべての応答(All traces)についての再現性良好群と 不良群との比較では,振幅の平均については有意差が あったが,振幅の変動係数の平均,頂点潜時の平均や変動 係数の平均には有意差がなかった.正常眼では,固視や瞬 目が不良の場合に振幅は低下するが,頂点潜時には大き な影響がないことがわかった.

稿を終えるに当たって,本研究の全経過にわたりご指導,ご 校閲をいただいた清水弘一教授に深謝いたします.本論文の 要旨の一部は,第100回日本眼科学会総会で発表した.

#### 文 献

- Sutter EE, Tran D: The field topography of ERG components in man. I. The photopic luminance response. Vision Res 32:433-446, 1992.
- 近藤峰生,三宅養三,堀口正之,鈴木 聡,谷川篤宏: ERGによる網膜視野の測定一Multi-Focal ERG一. 日本の眼科 66:1173-1178, 1995.
- Kondo M, Miyake Y, Horiguchi M, Suzuki S, Tanikawa A: Clinical evaluation of multifocal electroretinogram. Invest Ophthalmol Vis Sci 36: 2146—2150, 1995.
- 近藤峰生,三宅養三,堀口正之,鈴木 聡,伊藤逸毅, 谷川篤宏:多局所 ERG, 眼紀 46:469-477, 1995.
- 5) 長友顕子,丸岩 太,直井信久,澤田 惇:多入力局 所網膜電図による正常眼の解析.日眼会誌 100: 363-368,1996.
- 6) 近藤峰生,三宅養三,堀口正之,鈴木 聡,伊藤逸毅, 谷川篤宏:正常者における多局所網膜電図の応答密 度の検討.日眼会誌 100:810-816,1996.
- 7) 川端秀仁,村山耕一郎,安達惠美子:近視眼における 多局所網膜電図 第1報.眼紀 47:509-513,1996.
- 8) Parks S, Keating D, Williamson TH, Evans AL, Elliott AT, Jay JL: Functional imaging of the retina using the multifocal electroretinograph: A control study. Br J Ophthalmol 80:831—834, 1996.