

多局所網膜電図による傍中心暗点の検出

松野 員寿¹⁾, 吉井 大¹⁾, 沖坂 重邦¹⁾, 若栗 隆志¹⁾菊池 泰弘¹⁾, 篠島 謙次²⁾, 酒見 文人¹⁾¹⁾防衛医科大学校眼科学教室, ²⁾国立身体障害者リハビリテーションセンター病院眼科

要 約

多局所網膜電図(M-ERG)によって,傍中心暗点をどの程度まで検出することができるか検討した.サイズの異なる円形の黒紙を陰極線管(CRT)モニター画面上に貼り付け暗点を模して,3名の正常被験者からM-ERGを記録した.M-ERGの二次元表示のフィールドトポグラフィでは,中心から約10~15度離れた領域では,視角3度以下の大きさの暗点は応答密度の低下領域として検出されなかった.暗点の大きさが視角5度以上になると,フィールドトポグラフィの応答密度の低下領域として明瞭に検出された.M-ERGでは,暗点の形は完全な円

形というよりは楕円形に近似していた.傍中心窩領域における網膜変性症2例のM-ERG所見は,正常被験者において黒紙で暗点を模した結果とよく一致した.自動静的視野検査の結果と比較し,M-ERGによる傍中心暗点の検出能力には限界があることがわかった.(日眼会誌 102:545—550,1998)

キーワード:網膜変性症,多局所網膜電図,傍中心窩,暗点

Detection of Parafoveal Scotoma by Multifocal Electroretinograms

Kazuhiisa Matsuno¹⁾, Masaru Yoshii¹⁾, Shigekuni Okisaka¹⁾, Takashi Wakaguri¹⁾Yasuhiro Kikuchi¹⁾, Kenji Yanashima²⁾ and Fumito Sakemi¹⁾¹⁾Department of Ophthalmology, National Defense Medical College²⁾Eye Clinic, National Rehabilitation Center Hospital For the Disabled

Abstract

We investigated the relation between multifocal electroretinograms (M-ERGs) and artificial parafoveal scotoma. M-ERGs were recorded from normal subjects using a circular piece of black paper attached to a monitor. Lower response density around the 10 to 15 degree parafovea region was not observed up to 3 degree scotoma (visual angle), but was detected above 5 degree scotoma in field topography of M-ERGs. The shape of the scotoma in field topography was not circular but somewhat oval.

The results from two cases of parafoveal retinal degeneration were in good accordance with this basic study in normal subjects. We proved that detection of parafoveal scotoma by M-ERG is limited in comparison with the results obtained by automated static perimetry. (J Jpn Ophthalmol Soc 102:545—550,1998)

Key words: Retinal degeneration, Multifocal electroretinogram, Parafovea, Scotoma

I 緒 言

多入力刺激法により,一度に多数の局所網膜から網膜電図を記録することが可能になった¹⁾.さらに,この多局所網膜電図(M-ERG)は,いわゆる機能的視野検査として二次元または三次元的なトポグラフィに再構築することが可能である.しかし,M-ERGに関する基礎的研究^{2)~3)}は少なく,さらに多くの正常者データを解析して,M-ERG

の臨床応用について検討する必要がある.M-ERGは,中心窩のみならず傍中心窩の網膜の機能を局所的に評価するのに役立つと考えられるが,M-ERGと傍中心暗点との関係についての基礎的研究は少ない.

今回,M-ERGの傍中心暗点の検出能力を調べるため,数種類の暗点を人工的に作製し,正常被験者からM-ERGを記録した.さらに,眼底後極部に病変部位が局限していた網膜変性症2例のM-ERGを記録し,その静的

別刷請求先:359-0042 埼玉県所沢市並木3-2 防衛医科大学校眼科学教室 吉井 大
(平成9年12月16日受付,平成10年3月20日改訂受理)

Reprint requests to: Masaru Yoshii, M.D. Department of Ophthalmology National Defense Medical College,
3-2 Namiki, Tokorozawa-shi, Saitama-ken 359-0042, Japan

(Received December 16, 1997 and accepted in revised form March 20, 1998)

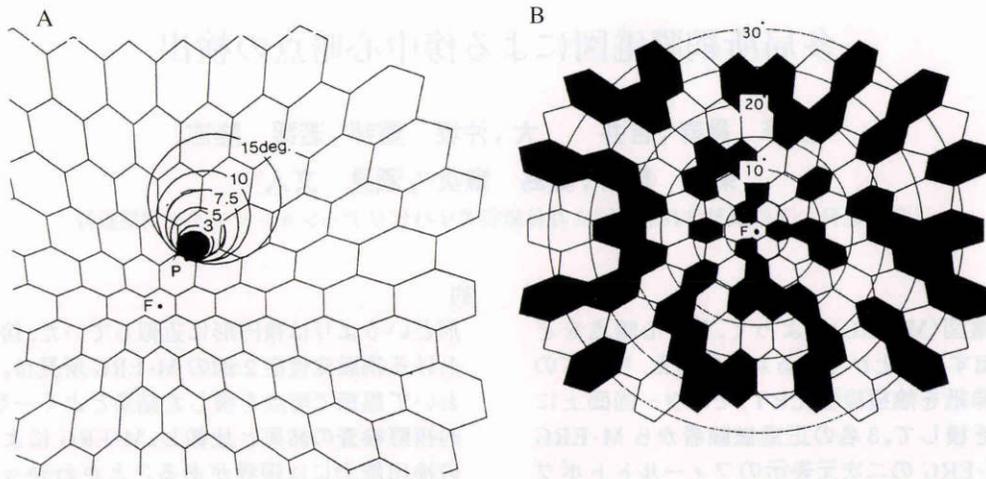


図1 人工的な暗点の位置。

陰極線管(CRT)モニターの刺激領域全体(B)の一部に6種類の大きさの人工暗点(A)を呈示した.Fは固視点を意味する。

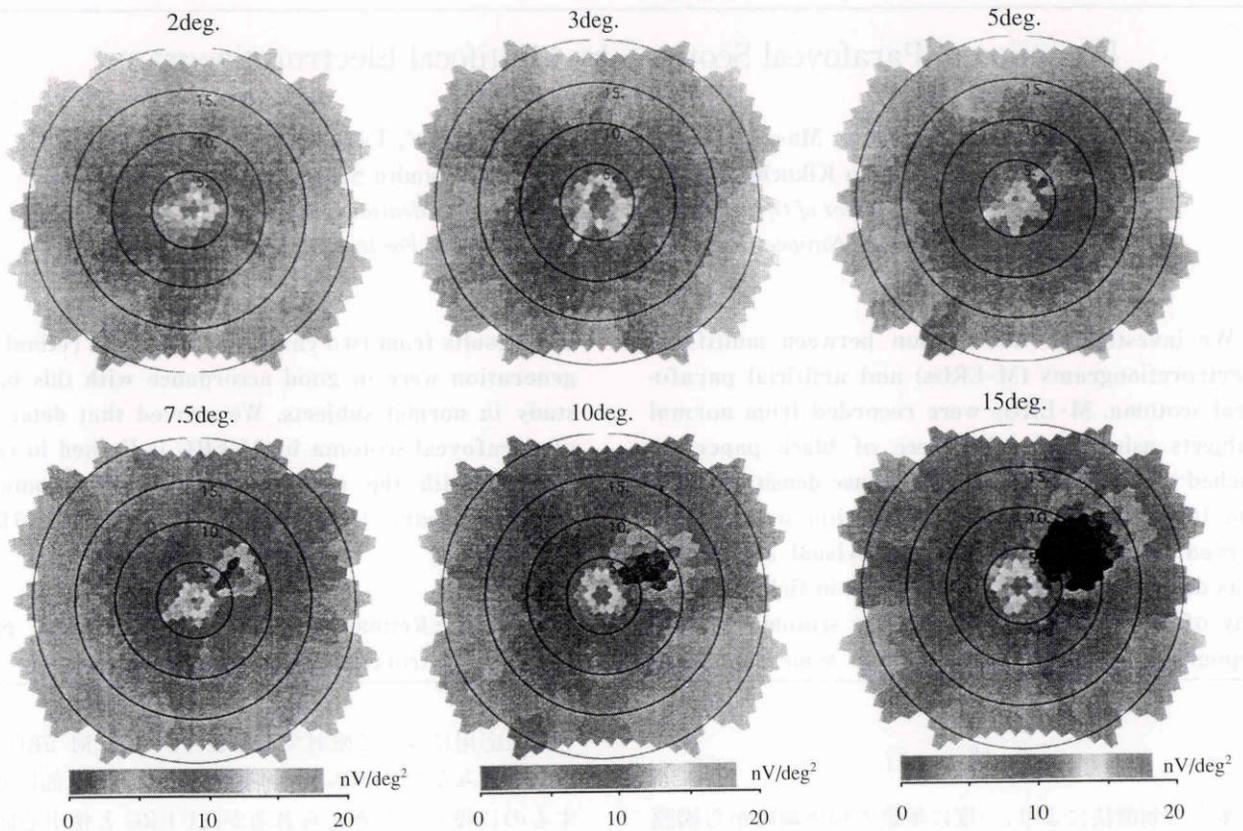


図2 正常被験者から記録した各種大きさの異なる暗点における多局所網膜電図(M-ERG)のフィールドトポグラフィ。

視野と比較検討した。

II 実験方法

M-ERGは,VERIS III®(トーマー)を用いて記録した.刺激は,103個の六角形のエレメントが密に配列したパターンを3人の正常被験者,および後極部に限局した

網膜変性があった網膜変性症2名の患者に,陰極線管(CRT)モニター(刺激野は視角42×45度)上に呈示した.正常被験者の3名の年齢および屈折矯正値は,それぞれ①27歳,右眼=0.8(1.5×-1.00D),左眼=0.9(1.5×-0.75D),②40歳,右眼=0.2(1.2×-3.00D○cyl-1.25DAx180°),左眼=0.2(1.2×-2.50D○cyl-2.00Ax180°),

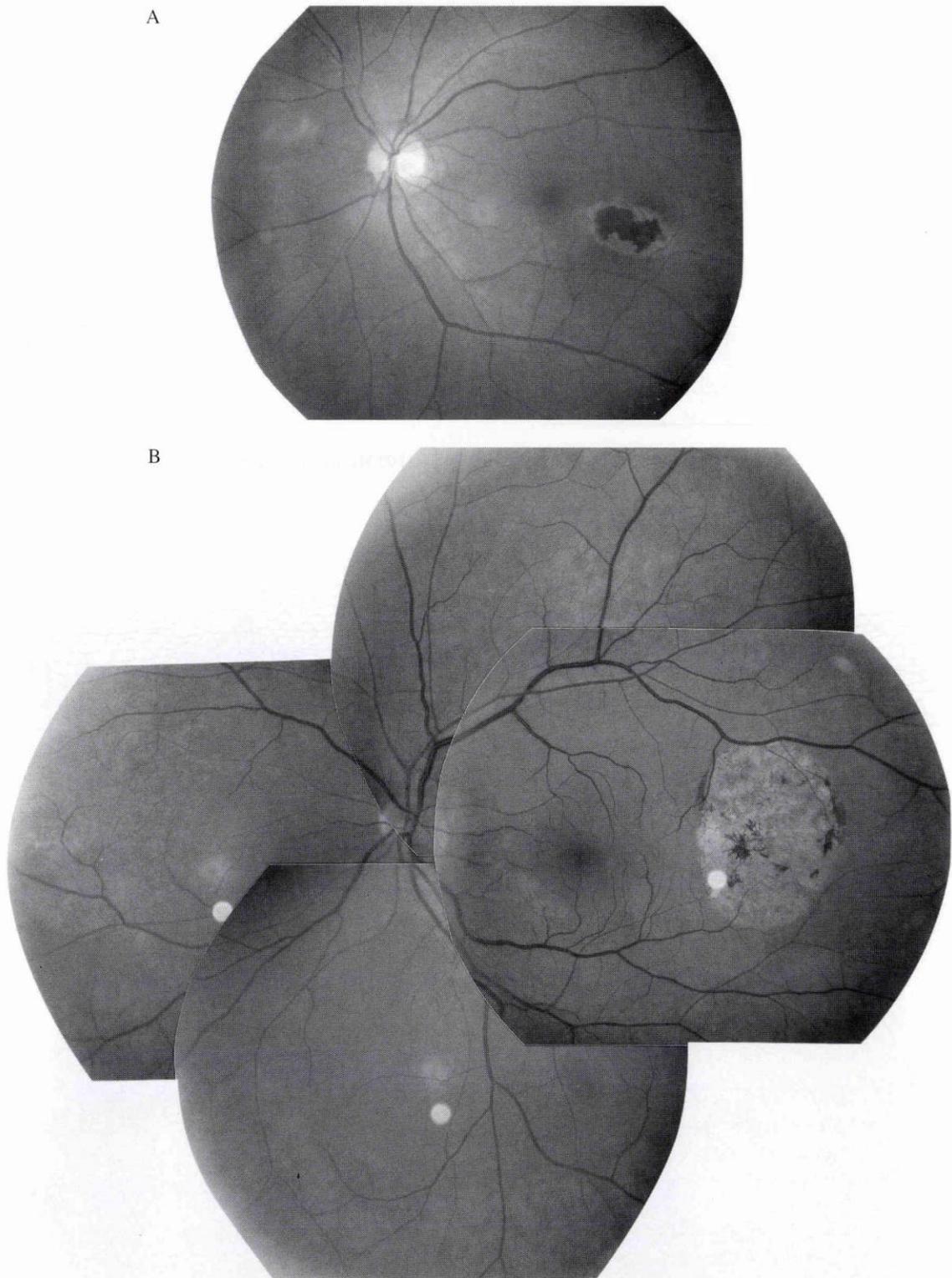


図3 網膜変性症の症例1(A)および症例2(B)の眼底写真。

③ 58歳, 右眼=0.1(1.2×-4.50D cyl-0.50Ax160°), 左眼=0.1(1.2×-4.00D cyl-1.25DAx20°)であった。それぞれの六角形のエレメントは、75 Hzの周波数でランダムに独立して点滅する仕組みになっている。平均輝度は91 cd/m² (Lmax=178 cd/m², Lmin=4 cd/m²)であり、コントラストは95%であった。瞳孔は、ミドリン

P[®](参天製薬)点眼で極大散瞳させた。M-ERGは、ベノキシール[®](oxybuprocaine chlorhydrate)で角膜表面麻酔後に双極型コンタクトレンズ電極(京都コンタクト)を装着し、接地電極は同側の耳朶に置いた。記録中、被験者は顎と額をしっかりと固定させた状態で楽な状態に座らせ、CRTモニター中央部の固視点を刺激する眼の単眼視

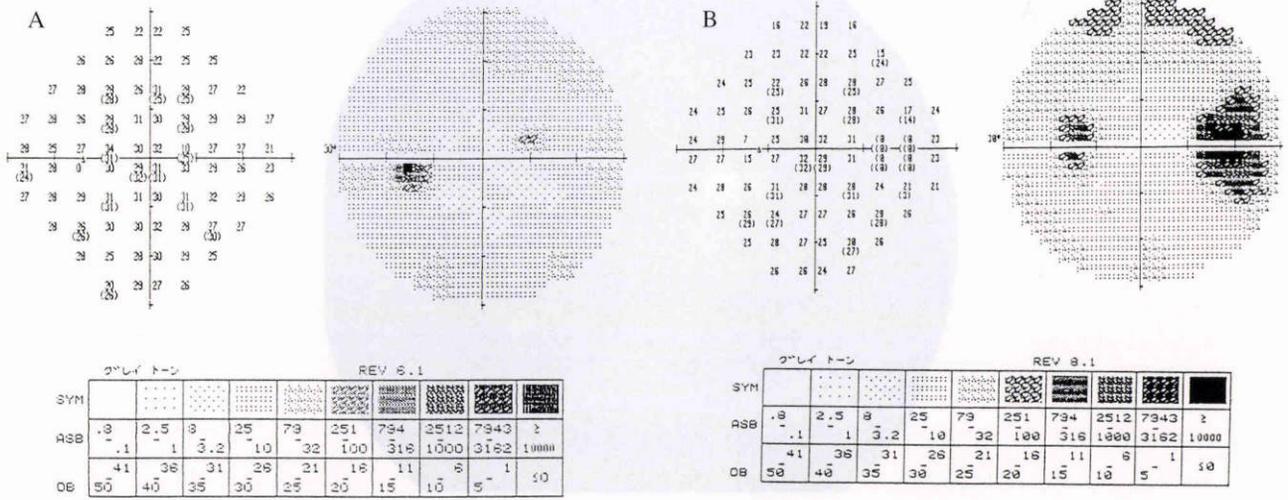


図4 網膜変性症の症例1(A)および症例2(B)のHumphrey 視野検査結果。

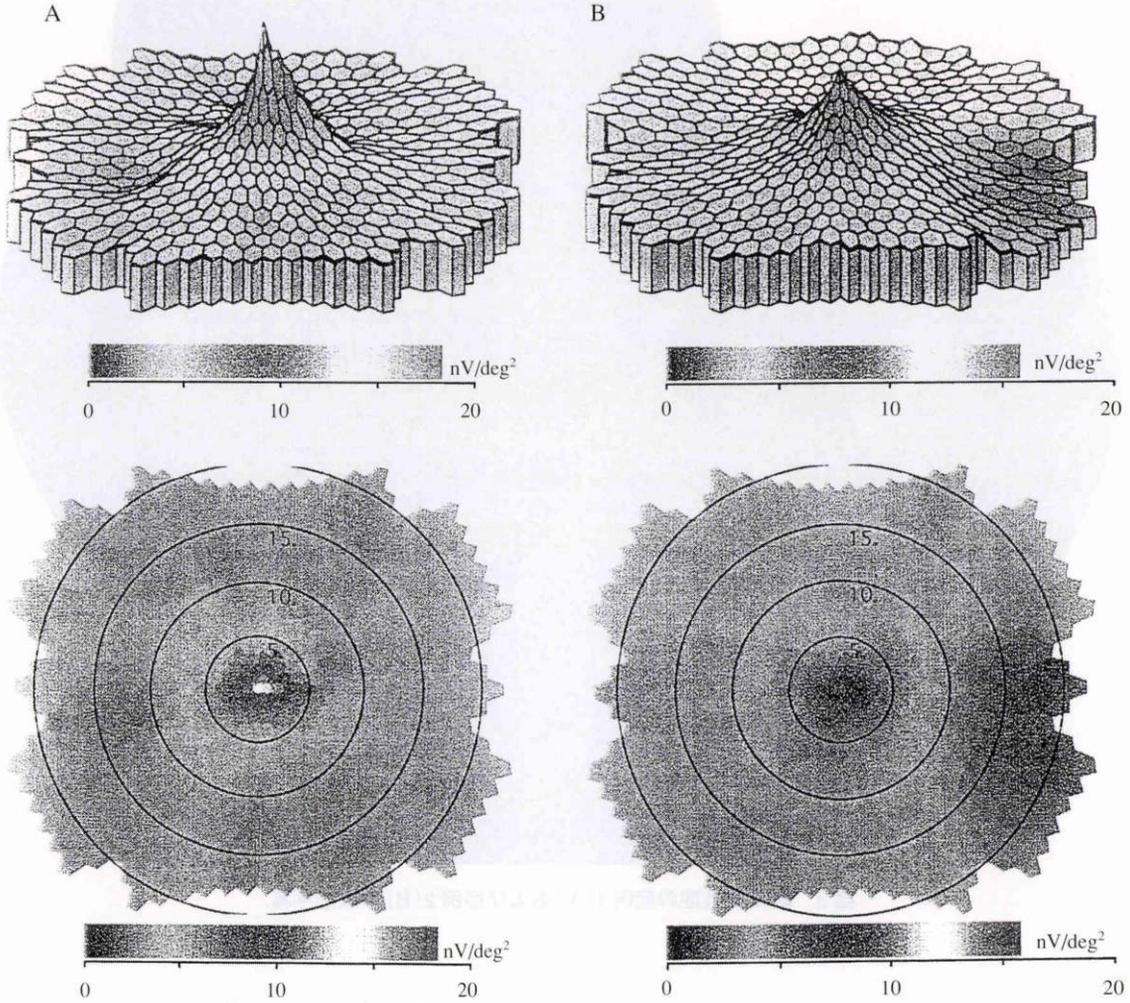


図5 網膜変性症の症例1(A)および症例2(B)のM-ERG。
上：三次元表示カラーマップ, 下：フィールドトポグラフィ。

で凝視させた。検査眼と CRT モニターとの距離は 32 cm であった。増幅器はモデル 12-4 Neurodata Acquisition System[®] (Astro-Med, Inc. Grass Instrument Division West Warwick, 米国)を用い、バンドパスフィルターを 10~300 Hz に設定した。1つの M-ERG を記録するのに 4 分間要するため、これを 8 回(1 回 30 秒間)に分けて施行した。得られた電位は、Power Macintosh 7100/80 コンピューターシステムを使用して、二次元表示のフィールドトポグラフィに変換された。

正常被検者で種々の暗点を人工的に作るため、視角 2~15 度にわたる(2, 3, 5, 7.5, 10, 15 度)6 種類の円形の黒色紙を 1 枚ずつ CRT モニター上に貼り付けた。用いた黒紙は光線をほとんど通過させないので、人工的に絶対暗点を作製することが可能であった。図 1 A に、暗点の位置を理解しやすいように全刺激野(図 1 B)の一部分を拡大して表示した。円形の黒紙は、VERIS III[®]の CRT モニター画面上の上耳側方向で、中央の固視点(F)から黒紙の最も近い点(図 1 A の P 点)が常に F 点から第 1 象限内で視角で 10 度の位置になるように固定した。人工の暗点が六角形の中心から拡大するのではなく、P 点を境界点とした理由は、TV モニター画面上にある 1 点がいづも共通していることが各暗点を比較する上で重要であり、中心を共通点とすると黒紙の中心がくり抜かれていないために、ある一点上にその中心がくるように貼付するのが困難になるからである。

眼底後極部に病変が存在する網膜変性症 2 例から M-ERG を記録し、Humphrey Visual Field Analyzer[®] (Humphrey Co., San Leandro, 米国)の視野検査結果と、M-ERG の二次元表示であるフィールドトポグラフィと比較検討した。

III 結 果

人工的に作製した傍中心暗点を用いて、熟練した 27 歳の正常被検者から記録した M-ERG を図 2 に示した。大きさが視角 2 度と 3 度の傍中心暗点では、M-ERG のフィールドトポグラフィ上には応答密度の減弱は明瞭に認めなかった。しかし、暗点の大きさが視角 5 度を越えると、輪郭が不規則でやや内部よりも応答密度の高い部分を周辺側に有し、その内部は周辺部よりもさらに低い応答密度を呈する領域として、フィールドトポグラフィ上に確認することができた。暗点の輪郭は正円形ではなく、幾分楕円型を呈していた。これらの所見は、他の 2 名の被検者においてもほぼ同様に観察された。3 名の被検者の M-ERG の再現性は良好で、最も中心部から得られた波形の初期陰性波から初期陽性波のピーク間振幅の標準偏差は、それぞれ平均値の約 10% であった。

症例 1 は 56 歳の男性で、左眼の飛蚊症を主訴として来院した。視力は右眼 0.7(1.2×+0.25 D_{cyl}-0.75 D_{Ax} 90°)、左眼 0.6(1.2×+1.00 D_{cyl}-0.50 D_{Ax} 40°)であっ

た。左眼の眼底に、中心窩から耳側へ 0.5 乳頭径離れた部位に約 1.2×0.9 乳頭径大の網膜変性巣が認められた(図 3 A)。蛍光眼底造影では、その部位に一致して低蛍光領域が観察された。網膜病変に一致した暗点は自動静的視野計により検出された(図 4 A)が、M-ERG のフィールドトポグラフィでは検出することができなかった(図 5 A)。

症例 2 は 62 歳の男性で、眼充血を主訴として来院した。視力は、両眼ともに 0.8(矯正不能)であった。両眼の水晶体に軽度の皮質混濁があった。左眼底(図 3 B)の耳側中間周辺部に網膜変性巣を認めた。自動静的視野計(図 4 B)による検査で病変に一致する視野欠損が検出された。この網膜変性は明らかに視角 5 度を越えて広がっており、M-ERG で鼻側視野の応答密度の低下を明瞭に認めた(図 5 B)。

IV 考 按

M-ERG を良好に記録するためには、刺激パターンの固視が良好であることが必要である。今回行った正常被検者では、中心暗点ではなく傍中心暗点となる条件を選択したので、検査中の被検者の中心固視は良好であった。したがって、固視状態が良い状態で記録できた結果のみを厳選して解析した。

M-ERG では視角 5 度以下の大きさの傍中心暗点は検出困難であったが、それ以上の大きさの暗点は検出可能であった。臨床症例から記録された M-ERG の結果は、この所見と矛盾しないと考えられる。1つの六角形の刺激エレメントのサイズは刺激野の中心部と周辺部で異なるが、今回設定した暗点領域(図 1)では約 5 度であった。Bears³⁾は 103 個のうちの 2 つの刺激エレメントだけを光らせないで刺激を行い、M-ERG を記録した。その結果、その 2 つのエレメントに対応する M-ERG の波形は平坦であったと報告した。刺激エレメントが黒紙でほぼ覆われる状態と Bears³⁾の実験条件とがほぼ同じと考えれば、今回得られた我々の結果と彼らの結果とは矛盾しない。

5 度以上の大きさの人工暗点を用いた場合、実際の CRT モニター上の円形の黒紙の形と、M-ERG のフィールドトポグラフィで得られた応答密度の低下した領域の形は一致しない。フィールドトポグラフィ上の暗点の内部とその周辺側の外部を分けて考えると、両者の領域にある六角形の刺激エレメントに対する暗点の占める割合が異なっている。人工的に暗点を作るための正円形の黒紙は、暗点の内部に相当するエレメントを完全に覆うことができるが、暗点の周辺部に相当するエレメントについては、その一部だけが覆われる状態となる。それゆえ、ある刺激エレメントに注目すると、黒紙に覆われた領域と覆われていない領域の割合は暗点の内部と周辺部で異なるのみならず、周辺部のエレメント相互間においても

異なってくる。その結果、フィールドトポグラフィで、内部と周辺部間の応答密度に差が生じてくるため、人工暗点の輪郭が M-ERG 上のフィールドトポグラフィ上の暗点の形と合致しなくなると考えられる。

網膜変性症の 2 例では、暗点が視角 5 度以内で傍中心窩に位置している場合に M-ERG 上にはトポグラフィの変化はみられ難いという、正常被験者から得られた基礎的データと一致していた。逆に、M-ERG を網膜変性症に応用する場合には、この基礎的所見を考慮して得られた結果を解析する必要がある。

この研究の一部は第 34 回国際臨床電気生理学学会 (ISCEV)

で報告した。

文 献

- 1) Sutter EE, Tran D: The field topography luminance response. *Vision Res* 32: 433—446, 1992.
- 2) Usui S, Nagasaka E: Spatial distribution of local flash electroretinogram by multi-input stimulation. *Doc Ophthalmol* 88: 57—63, 1994.
- 3) Bears MA, Sutter EE: Imaging localized retinal dysfunction with the multifocal electroretinogram. *J Opt Soc Am A* 13: 634—640, 1996.