反復閾値測定による緑内障の視疲労様変化について（図5，表3）

鈴　村　弘　隆（東京医科大学眼科学教室）

Visual Fatigue-Like Effect in Glaucomas with Repeated Threshold Measurement

Hirotaka Suzumura

Department of Ophthalmology, Tokyo Medical College

要　約

オシロスコープを用いたScoperimeterを使用し，静的視野測定を5回反復して行ない，正常群26例26眼，疑緑内障群21例34眼，原発開放隅角緑内障群19例24眼について視疲労様変化を検討した．その結果，1）視疲労様変化は正常群にも認められたが，視野の部位による差は見られなかった．2）正常群，疑緑内障群，緑内障群の視疲労様変化に差が認められた．3）正常群に比べ，疑緑内障群，緑内障群では中間部（5°～19°）での視疲労様変化がそれぞれの周辺部（19°～25°）の視疲労様変化よりも大きい傾向が認められた．4）視野変化の存在が視疲労様変化増大の一因子の可能性が示唆された．以上のことから，視疲労様変化が中間部から増大することが考えられ，視疲労様変化が緑内障の早期視野障害検出の指標となる可能性が示唆された（日眼　92：220—224，1988）

キーワード：視疲労様変化，反復閾値測定，緑内障，疑緑内障，短期閾値変動

Abstract

Visual fatigue-like effects were evaluated with a Scoperimeter in 26 eyes of 26 normal subjects, 34 eyes of 21 cases suspected of glaucoma and 24 eyes of 19 primary open angle glaucomas. Static visual field examinations with a threshold program were repeated five times without interruption. Visual fatigue-like effects were demonstrated in cases of glaucoma and also in cases suspected of glaucoma as well as normal subjects, but there were some differences among them. The greatest degree visual fatigue-like effect was shown in cases of glaucoma. Comparing cases of glaucoma and cases suspected of glaucoma to normal subjects, there was a tendency for the visual fatigue-like effects in middle fields (5° to 19°) to be greater than in peripheral fields (19° to 25°). Comparing half fields with and without a glaucomatous visual field defect in glaucoma cases, the visual fatigue-like effect in the half field with the defect was greater than that without the defect. It was suggested that the visual field defect might be one of several factors cousing a visual fatigue-like effect and that increased visual fatigue-like effects might precede glaucomatous visual field defects. (Acta Soc Ophthalmol Jpn 92 : 220—224, 1988)

Key words: Visual fatigue-like effect, Repeated threshold measurement, Glaucoma, Glaucoma suspect, Short term fluctuation

I　緒　　言

緑内障における早期診断は重要であり，より早期の状態で視機能の異常を捉えるために色覚，pattern-ERG，VEP，contrast sensitivity などが研究されている[1)~5)]．

別刷請求先：160　東京都新宿区西新宿6－7－1　東京医科大学眼科学教室　鈴村　弘隆（昭和62年7月30日受付）
Reprint requests to: Hirotaka Suzumura, M.D.　Dept. of Ophthalmol., Tokyo Medical College
6-7-1 Nishishinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 160, Japan
(Accepted July 30, 1987)

緑内障の視野においては，近年閾値の fluctuation が注目されており，緑内障では正常に比べて fluctuation が大きいことが報告されており，この閾値の変動が視野変化の出現に先行する可能性も示唆されている[6]．一方，Sunga らは視野内の一点において閾値測定を連続して行うと時間の経過とともに閾値の上昇する現象を捉え，visual fatigue like effect（視疲労様変化）と呼び，特に篩板後方の視神経疾患でこの現象が出現することを報告した[7]．Heijl は，緑内障で反復視野測定を行い，その中の特定の検査点の閾値変化を調べ，視野測定を繰り返すたびにその点の閾値の上昇が認められること，またこの閾値上昇は視野変化の出現に先行する機能障害の可能性があることを報告している[8]．

今回，自動視野計を用い正常者，疑緑内障，緑内障症例に静的視野測定を反復して行い，この反復閾値測定による正常者の視野全体としての閾値変化，すなわち視疲労様変化を知ると同時に，この反復閾値測定による視疲労様変化が緑内障の早期診断法の一つとなり得るかについて検討した．

II　実験方法

1. 対象

対象は，正常群として初発白内障以外に病的変化を認めないもの26例26眼（平均年齢57.0±14.0歳），疑緑内障群として高眼圧症もしくは緑内障性乳頭変化を認めるが，Peritest および Scoperimeter[9]による視野検査で緑内障性視野変化を認めないもの21例34眼（平均年齢58.2±12.3歳），緑内障群としては Pritest および Scoperimeter での視野検査で緑内障性視野変化を有する原発開放隅角緑内障19例24眼（平均年齢64.1±9.6歳）を選んだ．

2. 方法

視野計は Scoperimeter を使用した．本器は白黒オシロスコープをスクリーンとして用いたマイクロコンピュータ制御の自動静的視野計である．測定領域は中心25°までで，視標は直径1mm（視角11′），視標呈示時間100msec.，視標呈示間隔は被検者の反応により最大2秒まで変化する．視標の輝度変換は0.2log unit 毎，背景輝度は0.1cd/m²である．

今回使用したプログラムは図1に示す threshold program を連続的に5回繰り返し測定するものを使用した．検査点は中心4点のみ4.2°間隔で，その他は6°間隔に格子状に配してあり，計測閾値は dB で表示される．このプログラムを用い，得られた5回の計測結果毎に図1に示すマリオット盲点周囲の7検査点を除いた検査点の閾値の平均値を求め，各回毎の平均閾値と測定の時間経過から時間対平均閾値の回帰直線を求めた．なお，各測定点の測定開始からの経過時間がそれぞれ異なるため，各回の平均閾値に対する測定開始からの経過時間は，便宜的に測定開始から各回の測

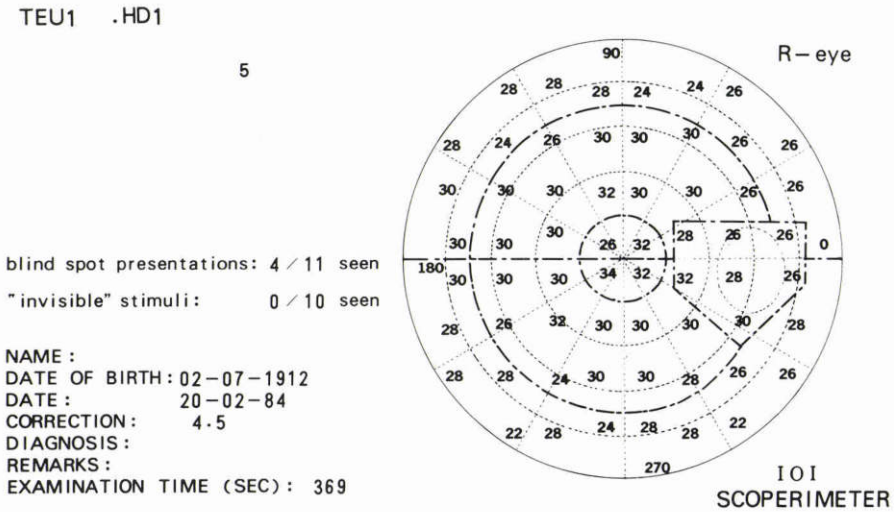

図1　Threshold Program

このプログラムを5回連続的に施行した．マリオット盲点内及び周囲の7点を視疲労様変化の検討から除外した．

定の1/2経過までの時間とした．この回帰直線の傾きを変化率として視疲労様変化の指標とし，正常群，疑緑内障群，緑内障群の間で検討した．また，視野の部位別の視疲労様変化を調べるために，視野全体，中心5°以内の中心部，5°から19°の中間部，19°から25°の周辺部の視疲労様変化についても三群の間で検討し，更に正常群，疑緑内障群の上半視野と下半視野，緑内障群の視野変化のない半視野と視野変化のある半視野の視疲労様変化についても検討した．

III 結　果

各群の視野全体の変化率は，正常群−3.7±3.2dB/min. ×10^{-2}，疑緑内障群−5.5±5.4dB/min.×10^{-2}，緑内障群−11.1±8.9dB/min.×10^{-2}であり，正常群，疑緑内障群，緑内障群の順に大きくなり，正常群と緑内障群の間には有意差が認められた(t 検定，$p<0.05$)(図2，表1)．

視野の部位別に見ると，正常群の変化率は中心部と中間部では差がなく，周辺部でやや大きくなったが，これらの間に有意差は認められなかった．疑緑内障群では，中心部に比べ中間部，周辺部での変化率の増加が認められたが，各部位の間に有意差はなかった．しかし，正常群と比較すると疑緑内障群の中間部の変化率は大きく有意差が認められた(t 検定，$p<0.05$)．緑内障群では，疑緑内障群と同様中心から周辺に向い変化率が増加し，正常群，疑緑内障群と比較すると中間部，周辺部の変化率が明らかに大きく，各群の間にそれぞれ有意差が認められた（t 検定，$p<0.05$）（図3，表2）．また，疑緑内障群，緑内障群の視野の部位別の変化率を正常群との比で見ると，両群ともに周辺部よりも中間部の変化率の増加の割合が大きかった（表3）．

ついで，緑内障群において視野変化の有無による半視野について比較すると，視野変化の存在する半視野の変化率が，視野変化のない半視野の変化率よりも有意に大きかった(t 検定，$p<0.05$)．正常群，疑緑内障群では上半視野と下半視野の変化率の間に差は認められなかった．また，緑内障群の視野変化のない半視野

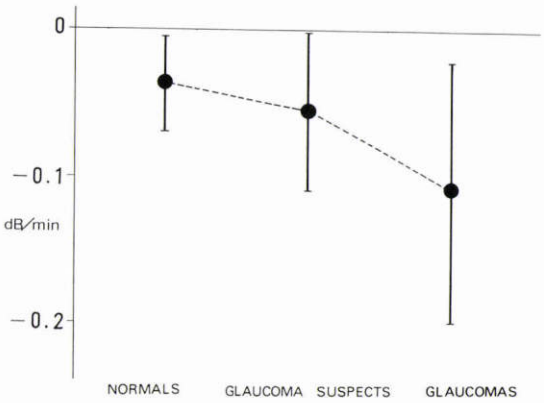

図2　視野全体の変化率

表1　視野全体の変化率

Normals	−3.7±3.2
Glaucoma suspects	−5.5±5.4
Glaucomas	−11.1±8.9

(dB/min.×10^{-2})

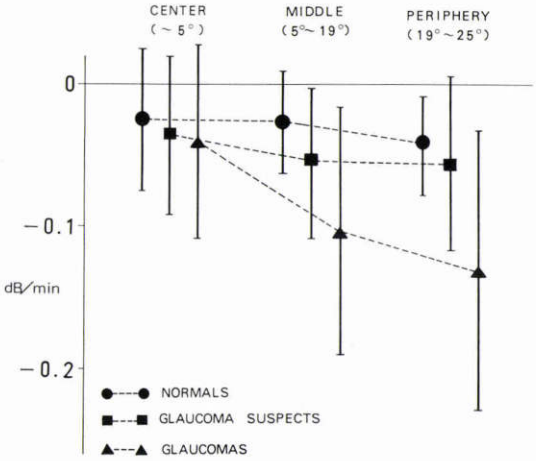

図3　視野の部位別変化率

表2　視野の部位別変化率

	Normals	Glaucoma suspects	Glaucomas
Center	−2.5±5.0	−3.6±5.7	−4.1±6.8
Middle	−2.7±3.6	−5.4±5.6	−10.4±8.7
Periphery	−4.4±3.5	−5.7±6.2	−13.2±9.9

(dB/min.×10^{-2})

表3　正常群に対する変化率の比率

	Glaucoma suspects	Glaucomas
Center	1.45	1.61
Middle	2.02	3.90
Periphery	1.28	2.98

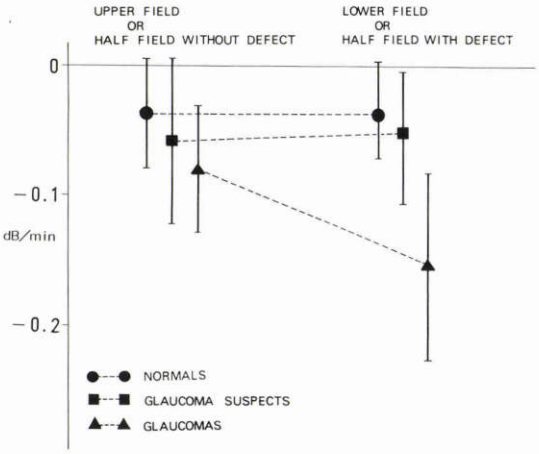

図4　上・下半視野別の変化率
緑内障群では視野変化の有無により分けた．

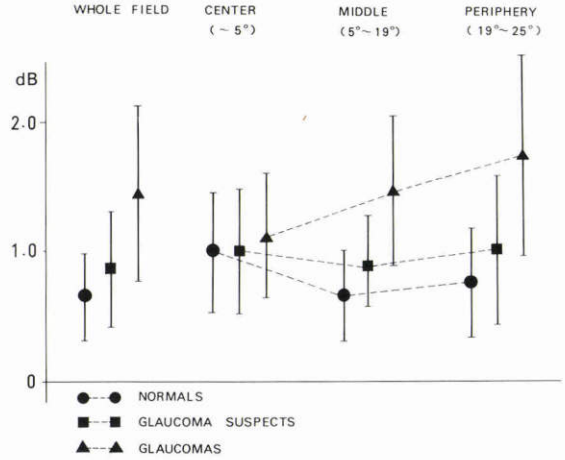

図5　視野の部位別閾値変動

と，正常群，疑緑内障群について比較すると，正常群と緑内障群の間にのみ有意差が認められた（t 検定，$p<0.05$）（図4）．

IV 考　　按

近年，閾値計測に伴う変働(fluctuation)が病的状態の検出に役立つか否か興味を持たれており，short-term fluctuation および long-term fluctuation として取り上げられている[6]．現在 short-term fluctuation は閾値測定に不可欠の変化とされているが，long-term fluctuation は殊に緑内障で視野障害に先行する変化として把えられて来ている．一方，Sunga らの示した視疲労様変化は，これらの閾値変動とは異なり，閾値測定を連続的に行なった時の閾値変化の傾向を把えたものである．この視疲労様変化の病的眼での検討は不充分であり，また緑内障でのこの現象については現在のところ定説はない[10][11]．今回は，この視疲労様変化を明らかにするため，正常および疑緑内障，緑内障について検討した．視野計測を反復すると，正常群，疑緑内障群，緑内障群の全てに閾値の上昇傾向が認められた．また，各群の視疲労様変化の間には幾分の差異が認められた．さらに，視疲労様変化を視野の部位別に見ると，正常群，疑緑内障群では，視野の部位による視疲労様変化に明らかな差はなかったが，各群ともに周辺に向うに従い視疲労様変化が大きくなる傾向が認められた．特に，疑緑内障群，緑内障群の中間部での視疲労様変化の増加率がそれぞれの周辺部よりも大きく，視疲労様変化が Bjerrum 領域を含む中間部で他の部位よりも強くおこり，緑内障において将来局所の視野変化がまず出現する恐れのある部位と一致することが示された．また，緑内障群において，視野変化の存在により視疲労様変化が大きくなることから，視野変化の存在が視疲労様変化の増加する一因と考えられた．

次に，これら症例の閾値変動（short term fluctuation）について視野の部位毎の5回の平均閾値の分散を指標として検討した(図5)．視野全体について見ると，正常群と疑緑内障群の間に差がなく，緑内障群と疑緑内障群，緑内障群と正常群のそれぞれの間で有意差が認められた（t 検定，$p<0.05$）．部位別に見ると，中心部では三群の間に差が認められず，他方中間部では三群の間にそれぞれ有意差が認められた（t 検定，$p<0.05$）．周辺部では視野全体と同様緑内障群と他の二群の間にそれぞれ有意差が認められた（t 検定，$p<0.05$）．また，緑内障群では視疲労様変化と同様中心から周辺に向うにつれ閾値変動が大きくなる傾向が見られたが，正常群，疑緑内障群では中間部での閾値変動が小さく，中心部，周辺部で大きい閾値変動を示し，視疲労様変化と異なる傾向が見られた．そこで，視疲労様変化と閾値変動の間の相関を見ると，正常群，疑緑内障群では相関係数0.7以下と低く関連が少ないが，緑内障群ではいずれの部位も0.8以上と他の二群と比べて相関が強かった．これは閾値変動の指標である分散が同じであっても，視疲労様変化の指標である変化率が必ずしも同じでないため，正常群，疑緑内障群で相関が低かったものと考えられた．従って，視疲労様変化と閾値変動のいずれが緑内障視野障害の検出について有用かは論じられない．しかしながら，閾値変動

が検査中の閾値のばらつきだけを見ているのに対し，視疲労様変化は検査中の閾値の変化の傾向を示し，検査時間の長短に関係なく比較できること，一般的に言われている早期緑内障視野変化の出現部位と視疲労様変化の大きくなる部位が一致することから，視疲労様変化の方が閾値変動よりも視野変化出現の可能性を捉えやすいものと考えられた．

この視疲労様変化の生じる原因については，現在のところ明らかではない．しかし，緑内障群と疑緑内障群で視疲労様変化が正常群に比べ増大したことは，視野の全体的感度低下が視野測定を反復したことでより強く生じたことを示した．これは，本実験において局所の視野変化の存在とともに原発開放隅角緑内障での視野の全体的感度低下の存在[12)13)]が視疲労様変化増大の一因子である可能性を示すものと考えられた．

以上，疑緑内障群で視疲労様変化の増大の見られた中間部が将来局所の視野変化がまず出現する恐れのある部位と一致すること，視野全体の感度低下がすでに疑緑内障群においても視野測定を反復することで生じることから，視疲労様変化の緑内障での早期視野障害検出の可能性を示唆するものと考えられた．

稿を終えるに当り，御校閲いただいた教室の松尾治亘教授，小川徹郎講師に深謝致します．

文　献

1) **Towle VL, Moskowitz A, Sokol S,** et al: Abnormal color vision and visual evoked potentials in ocular hypertension and glaucoma. Invest Ophthalmol Vis Sci (Suppl) 22 : 258, 1982.
2) **Wanger P, Persson HE:** Pattern-reversal electroretinograms in unilateral glaucoma. Invest Ophthalmol Vis Sci 24 : 749—753, 1983.
3) **Papst N, Bopp M, Schnaudingel OE:** Pattern electroretinogram and visually evoked cortical potential in glaucoma. Graefe's Arch Exp Ophthalmol 222 : 29—33, 1984.
4) **Schwartz B, Sonty S:** Differences in the visual evoked potential between normals and open angle glaucoma. Doc Ophthalmol Proc Series 26 : 91—96, 1981.
5) **Arden GB, Jacobson JJ:** A simple grating test for contrast sensitivity, preliminary results indicate value in screening for glaucoma. Invest Ophthalmol Vis Sci 17 : 23—32, 1978.
6) **Flammer J, Drance SM, Zulauf M:** Differential light threshold. Arch Ophthalmol 102 : 704—706, 1984.
7) **Sunga RN, Enoch JM:** Further perimetric analysis of patients with lesion of the visual pathways. Am J Ophthalmol 70 : 403—422, 1970.
8) **Heijl A, Drance SM:** Changes in differential threshold in patients with glaucoma during prolonged perimetry. Brit J Ophthalmol 67 : 512—516, 1983.
9) **Boer RW, van den Berg TJTP, Greve EL,** et al: Concepts for automatic perimetry, as applied to the Scoperimeter, and experimental automatic perimeter. International Ophthalmol 5 : 181—191, 1982.
10) **Heijl A:** Time changes of contrast thresholds during automatic perimetry. Acta Ophthalmol 55 : 696—708, 1977.
11) **Enoch JM:** Quantitative layer-by-layer perimetry. Invest Ophthalmol Vis Sci 17 : 208—257, 1978.
12) **鈴村弘隆, 古野史郎, 松尾治亘**：立体視野の体積および形状係数による客観的評価法，年代別正常値と異常視野について．眼紀　34 : 2448—2457, 1983.
13) **古野史郎, 鈴村弘隆, 関　明**：立体視野の客観的評価法による低眼圧緑内障と原発性開放隅角内障の相異点．眼科　27 : 1207—1213, 1985.