

緑内障における high-pass resolution perimetry と differential light sensitivity perimetry の検査結果の比較

河野 吉喜, 前田美保子, 山本 哲也, 北澤 克明

岐阜大学医学部眼科学教室

要 約

High-pass resolution perimetry (HRP) により網膜の神経節細胞および神経線維の機能状態を評価することが可能である。原発開放隅角緑内障 23 例 35 眼および正常眼圧緑内障 46 例 75 眼を対象とし、HRP の測定結果とハンフリー自動視野計 630 (HFA) の測定結果を比較検討した。全対象眼 110 眼にて、HRP の functional channels および global deviation と HFA の MD との間に有意な相関関係を認めた (各々 $r=0.74$, $p<0.01$: $r=-0.71$, $p<0.01$)、また、HRP の local deviation と HFA の CPSD との間にも有意な相関関係を認めた ($r=0.77$, $p<0.01$)。さらに、これらの相関関係は、いずれも進行群 63 眼では有意な相関を示したが、早期群 47 眼での相関は弱かった。以上より、HRP は、緑内障性視野異常の評価に有用な方法であり、早期例での結果の低い一致性は、両視野計の理論上の相違に起因する可能性があると考えられた。(日眼会誌 97: 644-648, 1993)

キーワード: ハイパスリゾリューションペリメトリー, ハンフリー自動視野計, 原発開放隅角緑内障, 正常眼圧緑内障

Comparison of High-Pass Resolution Perimetry and Differential Light Sensitivity Perimetry in Glaucoma Patients

Yoshiki Kono, Mihoko Maeda, Tetsuya Yamamoto
and Yoshiaki Kitazawa

Department of Ophthalmology, Gifu University School of Medicine

Abstract

High-pass resolution perimetry (HRP) enables one to estimate the number of functioning retinal ganglion cells. We investigated the correlation between HRP and Humphrey Field Analyzer 630 in 35 eyes of 23 primary open-angle glaucoma and 75 eyes of 46 normal-tension glaucoma patients. In a total of 110 eyes, both functional channels and global deviation of HRP were significantly correlated with MD ($r=0.74$, $p<0.01$: $r=-0.71$, $p<0.01$, respectively). Local deviation of HRP was also significantly correlated with corrected pattern standard deviation ($r=0.77$, $p<0.01$). These correlations tended to be higher in eyes with more advanced field changes than in those with fewer changes. These results indicate that HRP may be useful for evaluation of glaucomatous visual field abnormalities. The observed discrepancies between the two different methods in early stage glaucoma may be attributable to differences in physiological factors tested in these methods. (J Jpn Ophthalmol. Soc 97: 644-648,

別刷請求先: 500 岐阜市司町 40 岐阜大学医学部眼科学教室 北澤 克明

(平成 4 年 11 月 30 日受付, 平成 4 年 12 月 22 日改訂受理)

Reprint requests to: Yoshiaki Kitazawa, M.D. Department of Ophthalmology, Gifu University School of Medicine, 40 Tsukasa-machi, Gifu 500, Japan

(Received November 30, 1992 and accepted in revised form December 22, 1992)

1993)

Key words: High-pass resolution perimetry, Humphrey Field Analyzer, Primary open-angle glaucoma, Normal-tension glaucoma

I 緒 言

現在、緑内障性視野異常の検出には、Humphrey Field Analyzer (以下 HFA) をはじめとする differential light sensitivity を求める視野計 (以下 DLS 視野計) が広く用いられている。しかしながら、従来の DLS 視野計では、いくつかの欠点が指摘されている。すなわち、まず第一に、検査の variability が大きいこと¹⁾、第二に検査時間が長いこと、第三に検査結果と視覚系の解剖学的および生理学的状態との直接の関連性がないことである²⁾³⁾。この第三の問題は、閾値の上昇が、視覚系の障害の程度と必ずしも対応していないということである。

一方、近年、Frisén により開発され紹介された high-pass resolution perimetry (以下 HRP) は、空間解像閾値を求めることが可能な新しい検査法である^{2)~5)}。この視野計の variability は低く⁶⁾、検査時間は、通常 5~6 分である。また、解像閾値は、対応する網膜部位の機能している神経節細胞および神経線維の数に相関することが知られているので、HRP では網膜の神経節細胞および神経線維の機能状態を予測することができるとされている³⁾⁴⁾。

HRP と DLS 視野計との比較に関する研究は、主に緑内障患者を対象に、Wanger ら⁷⁾、Dannheim ら⁸⁾、Sample ら⁹⁾、Lachenmayr ら¹⁰⁾により行われ、両視野計の結果はほぼ相関することが報告されている。しかし、緑内障の病期による両視野計の相違に関する検討はなされていない。

今回、我々は、HRP の緑内障眼における臨床の有用性を検討する目的にて、様々な病期の視野障害を有する緑内障眼を対象として HRP の結果と DLS 視野計の結果を比較検討したので報告する。

II 対象と方法

HRP 測定には、Frisén の開発したオフティムシステム (スウェーデン、ハイテクビジョン社) を用いた。この視野計では、コンピューター制御下のテレビモニター上の 20 cd/m² の明るさである背景画面の中に暗い境界 (15 cd/m²) で囲まれた明るい中心部分 (25

cd/m²) より構成されたリング状の視標が、中心 30 度の範囲の 50 か所に異なった大きさにて出現し、各々の部位の解像閾値を求める。視標のコントラストは 25% である。オフティムシステムには、ハンフリー自動視野計の Global Index に相当するいくつかの指標がある。Functional channels (以下 FC) は機能している網膜神経節細胞および神経線維数の正常者平均に対する割合を表す。global deviation (以下 GD) は正常者平均に対する全般的な平均閾値変化を示し、local deviation (以下 LD) は局所的な閾値変化を示し、各々、ハンフリー自動視野計の mean deviation (以下 MD)、pattern standard deviation に相当する指標である。測定の信頼度は、good, dubious または poor の 3 段階で表示され、本研究では、信頼度 good のみの結果を採用した。

Differential light sensitivity は、Humphrey Field Analyzer 630 自動視野計のプログラム中心 30-2 を用いて測定した。信頼度は高い結果のみ、すなわち、false positive, false negative, fixation loss がすべて 20% 未満のもののみを採用した。また、HRP と HFA は 2 週間以内に施行した。

被検対象は、岐阜大学眼科において経過観察中の緑内障性視神経乳頭変化を有する症例 69 例 110 眼であり、矯正視力 0.7 以上、屈折 ± 5 D 以内の症例である。これらの症例を眼圧 22 mmHg 以上、すなわち原発開放隅角緑内障群 (以下 POAG 群) 23 例 35 眼 (男性 16 例、女性 7 例、年齢 50.6 ± 12.0 歳 (平均値 $\pm$ 標準偏差)) と眼圧 21 mmHg 以下、すなわち正常眼圧緑内障群 (以下 NTG 群) 46 例 75 眼 (男性 19 例、女性 27 例、年齢 52.5 ± 13.8 歳) に分類した。さらに、全対象眼を早期例と進行例に分類した。早期群として、HFA の MD、corrected pattern standard deviation (以下 CPSD) の少なくとも一方が、STATPAC 2 にて正常である確率が 5% 以上であるとされた 47 眼とした。それ以外の症例、すなわち MD、CPSD 共に異常である症例 63 眼を進行群とした。

本研究では、全対象眼、POAG 群、NTG 群、早期群および進行群において、FC と MD、GD と MD および LD と CPSD の関連を検討した。

III 結 果

1. FC と MD との関係

全対象眼 110 眼における FC と MD との関係を検討すると、相関係数 $r=0.74$ であり、有意な相関関係を認めた ($p<0.01$) (図 1). POAG 群 35 眼の FC と MD との間には $r=0.83$ であり、有意な相関関係を認めた ($p<0.01$). NTG 群 75 眼の FC と MD との間には、 $r=0.70$ であり、有意な相関関係を認めた ($p<0.01$).

早期群の 47 眼における FC と MD との間関係を検討すると、 $r=0.31$ であり、弱い相関関係を認めた ($p<0.05$). 進行群の 63 眼における検討では、FC と MD との間には $r=0.69$ であり、有意な相関関係を認めた ($p<0.01$) (図 2).

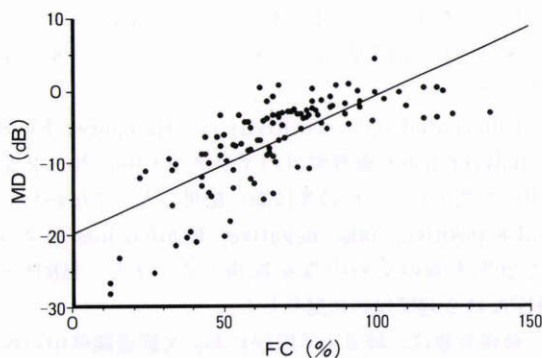


図 1 全対象眼 110 眼における FC (functional channels) と MD (mean deviation) との関係.

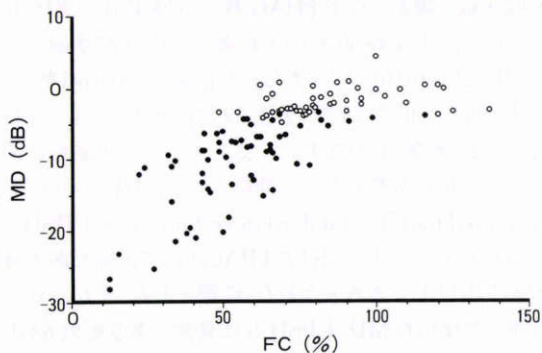


図 2 早期群 35 眼および進行群 75 眼における FC (functional channels) と MD (mean deviation) との関係.

○：早期群，●：進行群

2. GD と MD との関係

全対象眼 110 眼における GD と MD との間関係を検討すると、 $r=-0.71$ であり、有意な相関関係を認めた ($p<0.01$) (図 3). POAG 群 35 眼の GD と MD との間には $r=-0.81$ であり、有意な相関関係を認めた ($p<0.01$). NTG 群 75 眼の GD と MD との間には、 $r=-0.67$ であり、有意な相関関係を認めた ($p<0.01$).

早期群の 47 眼における GD と MD との間関係を検討すると、 $r=-0.31$ であり、弱い相関関係を認めた ($p<0.05$). 進行群の 63 眼における検討では、GD と MD との間には $r=-0.52$ であり、有意な相関関係を認めた ($p<0.01$) (図 4).

3. LD と CPSD との関係

全対象眼 110 眼における LD と CPSD との間関係を検討すると、 $r=0.77$ であり、有意な相関関係を認

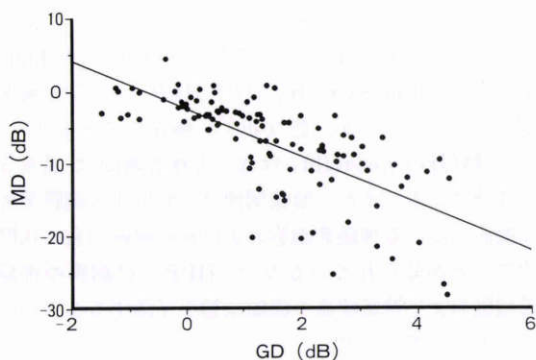


図 3 全対象眼 110 眼における GD (global deviation) と MD (mean deviation) との関係.

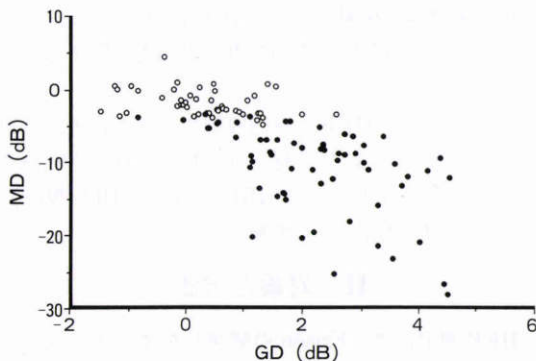


図 4 早期群 35 眼および進行群 75 眼における GD (global deviation) と MD (mean deviation) との関係.

○：早期群，●：進行群

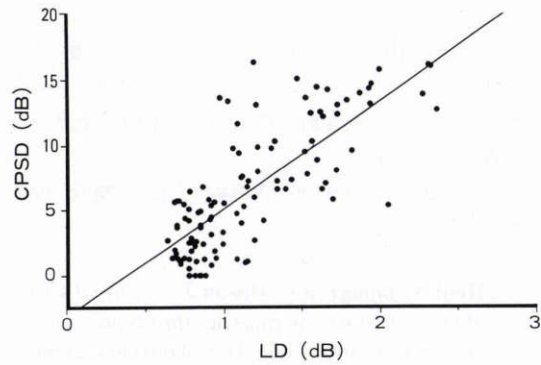


図 5 全対象眼 110 眼における LD (local deviation) と CPSD (corrected pattern standard deviation) との関係.

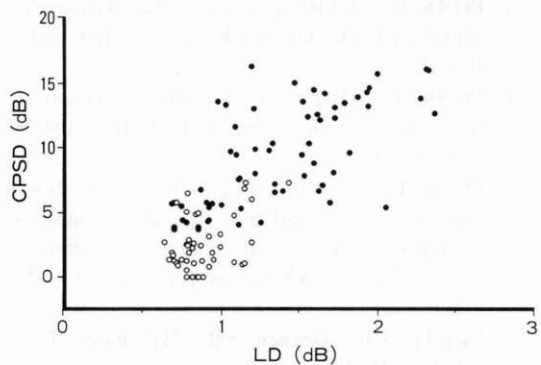


図 6 早期群 35 眼および進行群 75 眼における LD (local deviation) と CPSD (corrected pattern standard deviation) との関係.
○：早期群，●進行群

めた($p<0.01$) (図 5). POAG 群 35 眼の LD と CPSD との間には, $r=0.68$ であり, 有意な相関関係を認めた ($p<0.01$). NTG 群 75 眼の LD と CPSD との間には,

$r=0.79$ であり, 有意な相関関係を認めた ($p<0.01$). 早期群の 47 眼における LD と CPSD との関係を検討すると, $r=0.38$ であり, 有意な相関関係を認めた ($p<0.01$). 進行群の 63 眼における検討では, LD と CPSD との間には, $r=0.67$ であり, 有意な相関関係を認めた ($p<0.01$) (図 6).
以上の結果を表 1 に示した.

IV 考 按

一般には, 視標に対する閾値には, 視標の存在がわかるための閾値 (認知閾値) とそれがどのような視標であるかわかるための閾値 (解像閾値) があり, 視力表のような通常の視標を用いた場合, 認知閾値より解像閾値が高くなる²⁾. 例えば, 道路標識に近付いている時, 標識が実際にどのような標識かわかるために必要な距離よりも, もっと遠方からその標識が存在することがわかる²⁾.
HRP で使用される視標は高周波数の刺激のみフィルターされた視標である. オプティムシステムの視標は, 暗い境界 (15 cd/m^2) で囲まれた明るい中心部分 (25 cd/m^2) により構成されたリング状の指標であり, これがどのような視標かわからなくなると境界と中心部分の平均光度である 20 cd/m^2 の背景画面の中に溶け込み, 認知もできなくなる. すなわち, この視標を用いることにより認知閾値と解像閾値をほとんど一致させることができる. また, 解像閾値, すなわち最小解像角度は, 対応する網膜部位の神経節細胞間隔と正比例することが知られており, 既に報告された正常人の網膜神経節細胞数のデータと検査により得られた解像閾値より網膜の機能している神経節細胞および神経線維の数を予測することが可能である³⁾⁴⁾. したがって, HRP により網膜神経節細胞および神経線維

表 1 HRP の FC, GD および LD と HFA の MD および CPSD との相関係数

	FC vs MD	GD vs MD	LD vs CPSD
POAG & NTG (n=110)	0.74**	-0.71**	0.77**
POAG (n=35)	0.83**	-0.81**	0.68**
NTG (n=75)	0.70**	-0.67**	0.79**
早期群 (n=47)	0.31*	-0.31*	0.38**
進行群 (n=63)	0.68**	-0.52**	0.67**

** $p<0.01$ * $p<0.05$
HRP: high-pass resolution perimetry, FC: Functional Channels, GD: Global Deviation, LD: Local Deviation, HFA: Humphrey Field Analyzer, MD: Mean Deviation, CPSD: Corrected Pattern Standard Deviation, POAG: primary open-angle glaucoma, NTG: normal-tension glaucoma

の機能状態を評価することが可能となる。

現在まで、HRP と従来の DLS 視野計との比較に関する報告はいくつかなされている。Wanger ら⁷⁾は、初期緑内障およびその疑いの患者にて、HRP は、DLS 視野計である Digilab 750 視野計よりも高頻度に異常を示し、初期緑内障性視野障害の検出に鋭敏であると報告している。Dannheim ら⁸⁾は、正常者、開放隅角緑内障患者およびその疑い患者の 116 眼において、HRP と DLS 視野計であるオクトパス視野計 G1 プログラムとの結果を比較し、両視野計の mean sensitivity は、全視野および象限に分割した視野において有意な相関を認め、オクトパス視野計の corrected loss variance と HRP の Form Index との間にも有意な相関があることを示した。Sample ら⁹⁾は、正常眼、高眼圧症および POAG の患者において HFA と HRP とを比較し、67%の症例において視野異常の存在が一致し、92%の症例において視野欠損の局在部位が一致し、HRP が POAG の診断と経過観察に有用であると結論している。一方、Lachenmayr ら¹⁰⁾は、DLS 視野計、HRP およびフリッカー視野計の検果を比較し、HRP は DLS 視野計、フリッカー視野計よりも視野異常を検出するには感受性が低いと報告している。以上のように、HRP と DLS 視野計との比較に関しては、若干の相違点はあるが、両視野計の結果はほぼ相関するという見解が得られている。しかし、緑内障の病期による両視野計の相違に関する報告はなされていない。

本研究では、緑内障眼を POAG 群と NTG 群に分類し、さらに、全対象眼を早期例と進行例に分類し、HRP の FC および GD と HFA の MD、HRP の LD と HFA の CPSD との関係を検討した。POAG 群および NTG 群において、FC および GD と MD との間には有意な相関関係が認められ、HRP と HFA の全般的な視野障害を示す指標は相関することが示唆された。また、POAG 群および NTG 群において、LD と CPSD との間には有意な相関関係が認められ、HRP と HFA の局所的な視野障害を示す指標も相関することが示唆された。病期との関連に関しては、FC と MD、GD と MD および LD と CPSD との関係は、すべて進行例では有意に相関を示したが、早期例での相関は弱かった。さらに、FC と MD との関係(図 1)より、ほとんど視野異常のない症例を含む緑内障の早期例においては、MD は FC の早期の低下に対して感受性が低いことが

示唆された。

以上より、HRP は、緑内障性視野異常の評価に有用な方法であると考えられた。さらに、早期例での結果の低い一貫性は、両視野計の理論上の相違に起因する可能性があると考えられた。

本論文の要旨は、第 96 回日本眼科学会総会(横浜, 1992)において発表した。

文 献

- 1) Heijl A, Lindgren G, Olsson J: Normal variability of static perimetric threshold values across the central visual field. *Arch Ophthalmol* 105: 1544-1549, 1987.
- 2) Frisén L: High-pass resolution targets in peripheral vision. *Ophthalmology* 94: 1104-1108, 1987.
- 3) Frisén L: Acuity perimetry: Estimation of neural channels. *Int Ophthalmol* 12: 169-174, 1988.
- 4) Frisén L: High-pass resolution perimetry. Recent developments. *Perimetry Update* 1988/89, 369-375.
- 5) Frisén L: A computer-graphic visual field screener using high-pass spatial frequency resolution targets and multiple feedback devices. *Docum Ophthalmol Proc Ser* 49: 441-446, 1987.
- 6) Douglas GR, Drance SM, Mikelberg FS, Schulzer M, Wijsman K: Variability of the Frisén ring perimeter. *Perimetry Update* 1988/89, 197-198.
- 7) Wanger P, Persson HE: Pattern-reversal electroretinograms and high-pass resolution perimetry in suspected or early glaucoma. *Ophthalmology* 94: 1098-1103, 1987.
- 8) Dannheim F, Abramo F, Verlohr D: Comparison of automated conventional and spatial resolution perimetry in glaucoma. *Perimetry Update* 1988/89, 382-392.
- 9) Sample PA, Ahn DS, Lee PC, Weinreb RN: High-pass resolution perimetry in eyes with ocular hypertension and primary open-angle glaucoma. *Am J Ophthalmol* 113: 309-316, 1992.
- 10) Lachenmayr BJ, Drance SM, Douglas GR, Mikelberg FS: Light-sense, flicker and resolution perimetry in glaucoma: A comparative study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 229: 246-251, 1991.