

サイズ I の視標を用いた緑内障視野検査の有用性について

尾谷 雅博, 尾谷 扇子, 橋本 清栄, 岡野 正

東京医科大学霞ヶ浦病院眼科

要 約

目 的：サイズ I とサイズ III の視標を用いて緑内障患者に視野計測を行い、サイズ I とサイズ III の網膜感度の相関性および空間和の異常について検討した。

対象と方法：対象は早期～中等度の視野変化を伴う緑内障患者 11 例 14 眼と正常者 11 例 11 眼である。サイズ I とサイズ III の視標を用いて Humphrey 自動視野計の 24-2 プログラムをすべての症例に施行した。正常者群における各測定点の平均感度と標準偏差を基に緑内障患者の視野を Z-スコアに変換した(絶対暗点は除く)。

結 果：網膜感度の平均 Z-スコアは、視野が異常な部位ではサイズ III がサイズ I より低く、正常部位ではサイ

ズ I がサイズ III より低くなった (paired t-test, $p < 0.01$)。病的空間和の頻度は、異常部位より正常部位で多かった。

結 論：視野変化が軽度な部位ではサイズ III よりサイズ I に対する感度低下として異常を捕らえやすく、早期の緑内障性視野変化を捕らえるのにサイズ I による視野計測は補助診断として有用であると思われた。(日眼会誌 103: 201—207, 1999)

キーワード：Humphrey 自動視野計, サイズ I, サイズ III, 空間和, 緑内障

The Effectiveness of Glaucomatous Visual Field Test Using a Size I Stimulus

Masahiro Osako, Senko Osako, Kiyoe Hashimoto and Tadashi Okano

Department of Ophthalmology, Kasumigaura Hospital, Tokyo Medical University

Abstract

Purpose : Perimetry using size I and III targets was conducted on glaucoma patients. The detectability of the visual field defects using a size I target and abnormal spatial summation was investigated.

Subjects & Methods : Subjects were 14 eyes of 11 glaucoma patients with mild to moderate visual field defects and 11 eyes of 11 normal persons. Program 24-2 of the Humphrey Field Analyzer was applied to each subject. Based on the mean sensitivity and standard deviation at each coordinate in normal persons, the Z-score was calculated in the visual fields of glaucoma patients (absolute scotomas were excluded).

Results : The mean Z-score of retinal sensitivity,

was less for size III than for size I in abnormal lesions, and less for size I than for size III in normal lesions (paired t-test, $p < 0.01$). Pathological spatial summation was found more frequently in normal lesions than in abnormal lesions.

Conclusions : In mild visual field defects, size I detects abnormalities with greater sensitivity than size III. Perimetry using the size I target can be effective as a supplementary diagnostic method to detect and follow the early glaucomatous visual field. (J Jpn Ophthalmol Soc 103: 201—207, 1999)

Key words : Humphrey Field Analyzer, Size I, Size III, Spatial summation, Glaucoma

I 緒 言

Goldmann 視野計 (GP) を用いた動的視野計測では主にサイズ I の視標を用いて検査するのに対して、静的視野計測に用いられる自動視野計ではサイズ III の視標を用いて視野計測をすることが標準化されている。一定の

大きさの視標で輝度を変えて計測する静的閾値視野検査では、サイズ III に比べてサイズ I の視標では網膜感度を計測するための dynamic range が狭く、サイズ I ではサイズ III ほど視野欠損の深さを十分に定量できないため、サイズ III が自動視野計の標準視標となっている¹⁾。

自動視野計による視野計測で視標サイズを変える例と

別刷請求先：160-0023 東京都新宿区西新宿 6-7-1 東京医科大学眼科学教室 尾谷 雅博

(平成 10 年 4 月 8 日受付, 平成 10 年 9 月 17 日改訂受理)

Reprint requests to: Masahiro Osako, M.D. Department of Ophthalmology, Tokyo Medical University, 6-7-1, Nishi-shinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 160-0023, Japan

(Received April 8, 1998 and accepted in revised form September 17, 1998)

サイズI

			16.2 (2.9)	16.6 (3.4)	15.2 (3.0)	15.6 (3.0)			
			16.4 (3.3)	18.3 (2.4)	18.5 (2.7)	17.6 (2.5)	16.5 (1.8)	16.5 (2.8)	
		16.0 (3.0)	17.6 (2.5)	21.4 (1.2)	20.6 (3.4)	20.0 (3.0)	19.9 (2.4)	17.2 (3.0)	17.6 (2.2)
16.4 (3.2)	17.8 (1.9)	19.9 (2.9)	20.4 (1.6)	22.4 (2.1)	22.8 (3.2)	20.0 (3.0)			19.7 (3.1)
16.0 (2.1)	18.5 (2.4)	21.3 (2.6)	22.1 (1.4)	23.5 (2.0)	23.4 (2.5)	21.9 (3.0)			20.2 (3.2)
		17.8 (2.9)	19.2 (2.3)	22.6 (1.5)	21.4 (2.5)	21.5 (3.8)	21.9 (2.6)	20.0 (2.8)	19.6 (3.2)
			19.1 (2.3)	19.9 (1.9)	19.8 (1.9)	19.5 (1.6)	19.5 (3.7)	20.0 (2.7)	
				18.2 (3.3)	18.1 (2.1)	18.4 (2.0)	18.7 (3.5)		

サイズIII

					26.8 (2.2)	27.6 (2.1)	26.0 (3.0)	24.8 (1.9)			
					28.0 (2.5)	28.3 (2.2)	28.3 (2.2)	28.4 (3.1)	27.0 (2.4)	27.5 (2.4)	
				28.2 (2.4)	29.1 (2.9)	30.8 (2.3)	29.7 (2.4)	29.6 (2.2)	29.9 (2.7)	27.8 (2.2)	28.0 (1.8)
28.0 (3.9)	29.2 (2.2)	30.8 (1.7)	31.2 (1.0)	31.8 (1.9)	31.6 (1.8)	31.6 (1.9)	29.4 (1.9)				29.9 (2.1)
27.6 (3.4)	29.5 (1.8)	30.9 (1.6)	31.7 (1.3)	32.9 (1.6)	32.3 (1.8)	32.1 (3.7)					29.6 (2.1)
		29.1 (2.4)	30.4 (1.8)	32.3 (1.3)	31.2 (1.4)	30.9 (2.1)	31.4 (2.5)	30.7 (2.1)	29.6 (2.5)		2.5
			29.6 (2.3)	30.5 (2.4)	30.0 (1.5)	30.3 (2.9)	29.7 (3.0)	29.6 (2.3)			
				28.8 (1.9)	29.4 (2.0)	29.6 (2.0)	29.6 (2.2)				

図1 正常者群の視野における平均網膜感度と標準偏差。

視標サイズIまたはサイズIIIを用いてHumphrey自動視野計(HFA)の24-2プログラムを施行した場合の正常者群における各測定点の平均網膜感度と標準偏差を示している。各測定点の上段は平均網膜感度、下段の括弧内は標準偏差を示す。単位：dB

SS(III-I)

			10.6 (3.0)	11.0 (2.9)	10.8 (3.0)	9.2 (2.3)			
			11.6 (3.3)	10.0 (3.0)	9.8 (3.0)	10.7 (2.2)	10.5 (1.6)	11.1 (1.9)	
		12.2 (1.5)	11.5 (2.0)	9.5 (2.0)	9.1 (2.4)	9.6 (1.7)	10.0 (2.0)	10.6 (3.9)	10.4 (2.0)
11.6 (2.7)	11.4 (1.6)	10.9 (2.4)	10.8 (1.4)	9.4 (1.3)	8.8 (1.9)	8.8 (1.6)	9.4 (1.9)		10.2 (2.4)
11.6 (2.8)	10.9 (2.3)	9.6 (2.3)	9.6 (1.7)	9.5 (1.8)	8.9 (1.0)	10.2 (3.2)			9.4 (2.7)
		11.3 (1.8)	11.2 (2.1)	9.6 (1.5)	9.8 (2.3)	9.5 (2.8)	9.5 (0.9)	10.7 (2.4)	10.7 (2.8)
			10.5 (0.9)	10.5 (1.6)	10.2 (1.1)	10.7 (2.4)	10.2 (2.3)	9.6 (1.2)	
				10.6 (2.7)	11.3 (1.6)	11.3 (2.4)	10.9 (2.7)		

図2 正常者群の空間和SS(III-I)の平均と標準偏差。

HFAの24-2プログラムにおける各測定点毎の空間和SS(III-I)の平均と標準偏差を示している。各測定点の上段は空間和の平均、下段の括弧内は標準偏差を示す。単位：dB

しては、末期緑内障などで視野欠損が進行している場合にサイズVの視標を用いることがある。末期緑内障でサイズIIIの視標を用いるとほとんどの測定点が測定不能(絶対暗点)となるため、サイズVの視標を用いて残存視野の定量を行うことが有用であると報告^{2)~4)}されている。これとは逆に、視標サイズを小さくする例として、早期の緑内障視野ではサイズIの視標で計測するとサイズIIIよりも異常を検出しやすいとする報告⁵⁾⁶⁾を散見する。

今までの報告では、サイズIIIの網膜感度変化に対してサイズIの網膜感度がどのような変化をするか詳しい報告がなされていない。今回、著者らは早期~中等度の視野変化を示す緑内障患者を対象に、サイズIとサイズIIIの視標を用いて視野計測を行い、サイズIとサイズIIIの網膜感度の相関性について調べ、サイズIの視標を用いた場合の視野計測の有用性について検討した。

II 実験方法

対象は、早期~中等度の視野変化を伴った緑内障患者11例14眼と正常者11例11眼で、すべての症例は自動

視野計の経験者であった。それぞれの平均年齢は53.1±9.3(平均値±標準偏差)歳、52.8±13.9歳で、統計学的有意差はなかった(t検定、p=0.96)。全症例の屈折異常は球面等価値で5 diopter以内であり、矯正視力は1.0以上であった。緑内障患者の瞳孔径は3mm以上で、緑内障以外に眼疾患の既往はなかった。Humphrey自動視野計(HFA)の24-2プログラムを施行した場合のmean deviation(MD)は-1.0~-8.8dBであり、その平均は-3.7±2.5(平均値±標準偏差)dBであった。StatpacでMDが有意な低下を示さない視野は6眼あったが、これらの視野は全測定点のうち、5点以上または連続する3点以上の測定点でp<0.05の有意な感度低下があったか、眼底検査で明らかな神経線維束欠損(NFBD)を呈していた。中間透光体に混濁のある症例や信頼度係数において、false positive (FP) ≥20%, false negative (FN) ≥20%, fixation loss (FL) ≥33%であった症例は予め今回の対象から除外してある。

全症例にGoldmann視標サイズI(直径：0.11度)とサイズIII(直径：0.43度)の視標を用いてHFAの24-2プログラムを施行した。視野測定時の矯正レンズは、近距離視力測定を行って決定し、年齢に応じて遠用度数に+0.5~+3.0 diopterの加算を行った。また、-3.00 diopter以上の近視では+3.0 diopterの加算を行った。乱視の矯正には、0.5~1.25 diopterまで球面等価値を用い、1.5 diopter以上ではその度数を用いた。

正常者群の視野からは各測定点毎の平均網膜感度と標準偏差を求めた。さらに、サイズIIIからサイズIへ視標サイズを変えたときの網膜感度差を空間和SS(III-I)とし、各測定点毎のSS(III-I)の平均感度と標準偏差についても算出した。

視標をサイズIIIからサイズIに変えたときの網膜感度変化を調べるために、サイズIIIの網膜感度とSS(III-I)の関係を調べた。各測定点を同一の条件で比較するため、正常者群の視野から求めた各測定点の平均感度と標準偏差を基に、緑内障患者の視野を各測定点毎にZスコ

ア $[Z = (X_i - M_i) / S_{di}, X_i$: 実測値, M_i : 正常者群の平均, S_{di} : 正常者群の標準偏差]に変換して, Z-スコアによるサイズ III と SS(III-I) の関係についても分析した. 緑内障視野で絶対暗点 (0 dB) となった測定点は予め比較対象から除外した.

HFA で計測した結果は, すべて Humphrey Conversion Program (Visual Pathways 社製) によって PC/AT 互換機にデータを移し, Microsoft Excel でデータ処理をした後, Statview によって統計解析を行った. 左眼の視野はすべて右眼に変換して分析した.

III 結 果

図 1 は, サイズ I とサイズ III の視標を用いた場合の正常者群の視野における平均網膜感度と標準偏差を各測定点で求めたものである. 視野全体におけるサイズ I とサイズ III の平均網膜感度と標準偏差は, それぞれ 19.2 ± 2.6 dB, 29.6 ± 2.2 dB であった.

図 2 は, 各測定点での空間和 SS(III-I) の平均と標準偏差を示している. 視野全体における空間和 SS(III-I) の平均と標準偏差は 10.3 ± 2.2 dB であった.

図 3 は, サイズ I とサイズ III の視標を用いて 24-2 プログラムを施行した緑内障患者の 1 例 (TA) の結果を示している. 図 3 上はグレイスケールの比較であるが, サイズ III に比べサイズ I では明らかに多くの暗点が表示さ

れている. 図 3 下のサイズ III では Statpac によるトータル偏差, サイズ I では計算によって推定された正常網膜感度曲線からの差が表示されるが, 数値の評価ではサイズ I の視標を用いた方が上方視野でより多くの暗点を検出されているのがわかる. 緑内障患者 14 眼の視野では, サイズ III の Statpac による異常検出点は 11.9 ± 2.0 (平均値 \pm 標準偏差) 個, 計算による予測値を基にしたサイズ I の異常検出点は平均で 14.7 ± 2.4 個であり, サイズ I の平均異常検出点はサイズ III の Statpac より多くなった.

図 4 は, 緑内障患者の視野を各測定点毎に分解し, サイズ III の網膜感度と空間和 SS(III-I) との関係をプロットしたものである. グラフの縦軸は各測定点で患者の空間和から正常者の空間和の 95% 信頼度区間上限値を差し引いた値を示しており, 0 dB 以上は病的空間和を示している. 相関関係は $y = 0.38x - 14.4$ ($r = 0.356, p < 0.0001$) で示された.

図 5 は, 図 4 の関係を正常者群の視野から求めた各測定点の平均感度と標準偏差を基に実測値を Z-スコアに変換し, グラフをプロットし直したものである. 縦軸の点線 ($Z = +2$) は正常者の空間和の 95% 信頼度区間上限, 横軸の点線 ($Z = -2$) は正常者におけるサイズ III の網膜感度の 95% 信頼度区間下限を示している. 相関関係は $y = 0.33x + 0.6$ ($r = 0.281, p < 0.0001$) で示され, 図 4 と同様にサイズ III の網膜感度が正常領域に近いほど病的空間

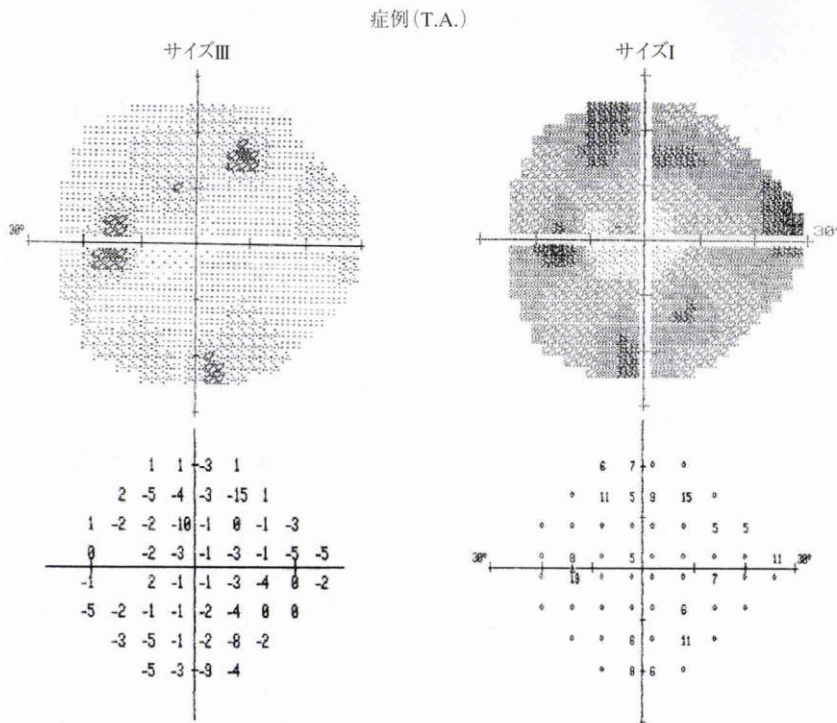


図 3 サイズ I とサイズ III の視野の比較例 (TA).

同一の緑内障患者 (TA) でサイズ III とサイズ I の視標を用いて HFA の 24-2 プログラムを施行した結果を示している. 図上はグレイスケールの比較, 図下のサイズ III では Statpac によるトータル偏差, サイズ I では計算によって推定された正常値と実測値の差が表示されている. サイズ I における \circ は実測値と正常値との差が 4 dB 以内であることを示し, それ以上の差は欠損の深さとして数字で表されている.

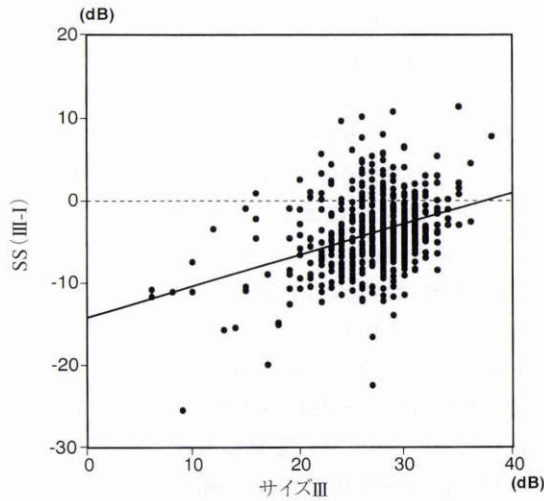


図4 サイズIIIの網膜感度と空間和SS(III-I)との関係。
横軸：サイズIIIの網膜感度、縦軸：患者の空間和から正常者の空間和の95%信頼度区間上限値を差し引いて求めた値、0 dB以上は病的空間和を示している。相関関係は $y = 0.38x - 14.4$ ($r = 0.356, p < 0.0001$) で示された。

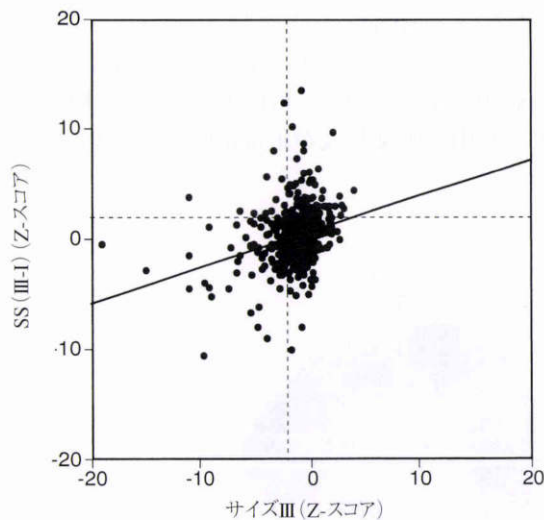


図5 Z-スコアによるサイズIIIの網膜感度と空間和SS(III-I)の関係。
縦軸の点線 ($Z = +2$) は正常者の空間和の95%信頼度区間上限で、 $Z = +2$ 以上は病的空間和を示している。横軸の点線 ($Z = -2$) は正常者におけるサイズIIIの網膜感度の95%信頼度区間下限を示している。相関関係は $y = 0.33x + 0.6$ ($r = 0.281, p < 0.0001$) で示された。

和が多くなる傾向を示した。緑内障視野での全測定点728点のうち、サイズIIIまたはサイズIで絶対暗点(0 dB)を示した測定点は55点あったが、これらは予め除外した。

表1, 2は緑内障患者の視野をサイズIIIの網膜感度分布でM-3 Sd未満, M-2 Sd未満, M-2 Sd以上の3つの区間に分類し, Xi-Miの平均感度(dB)およびZ-スコアの平均をサイズIとサイズIIIの視標で比較したものであ

表1 サイズIIIの網膜感度分布と各視標別の網膜感度変化(Xi-Mi)の比較

サイズIIIの感度分布	サイズI Xi-Mi	サイズIII Xi-Mi	Paired t-test
< Mi-3Sdi (n = 62)	-8.0 ± 5.5	-10.3 ± 0.56	p = 0.0025
< Mi-2Sdi (n = 79)	-3.7 ± 3.4	-5.0 ± 1.4	p = 0.009
≥ Mi-2Sdi (n = 532)	-1.8 ± 3.6	-0.9 ± 2.1	p < 0.0001

Xi: 実測値, Mi: 正常者の平均網膜感度
単位: dB 平均値 ± 標準偏差

表2 サイズIIIの網膜感度分布と各視標別の網膜感度変化(Z-スコア)の比較

サイズIIIの感度分布	サイズI Z-スコア	サイズIII Z-スコア	Paired t-test
< Mi-3Sdi (n = 62)	-3.6 ± 2.8	-5.6 ± 3.0	p < 0.0001
< Mi-2Sdi (n = 79)	-1.5 ± 1.5	-2.4 ± 0.3	p < 0.0001
≥ Mi-2Sdi (n = 532)	-0.7 ± 1.5	-0.4 ± 0.9	p < 0.0001

表3 サイズIIIの網膜感度分布と病的空間和の出現頻度

サイズIIIの感度分布	病的空間和の頻度
< Mi-3Sdi (n = 62)	8/ 62 (12.9%)
< Mi-2Sdi (n = 79)	6/ 79 (7.6%)
≥ Mi-2Sdi (n = 532)	85/532 (16.0%)

る。M-2 Sd未満ではサイズIよりサイズIIIにおけるXi-MiおよびZ-スコアの平均が有意に低くなり、M-2 Sd以上では逆にサイズIがサイズIIIより有意に低くなった (paired t-test, $p < 0.01$)。サイズIIIの網膜感度分布と病的空間和の出現頻度の関係は、サイズIIIの網膜感度をM-3 Sd未満, M-2 Sd未満, M-2 Sd以上で分けると病的空間和の出現頻度は、それぞれ8/62 (12.9%), 6/79 (7.6%), 85/532 (16.0%) となり、正常部位で多くなる傾向を示した。

図6は、偏心度別(0~10度, 10~20度, 20~30度)に各視標のZ-スコアを比較したものである。図6上はサイズIIIの感度分布がM-2 Sd未満の異常部位、図6下はM-2 Sd以上の正常部位でのサイズIとサイズIIIのZ-スコアの比較を示している。異常部位では全偏心度でサイズIIIのZ-スコアがサイズIより有意に低く、正常部位では10~20度と20~30度の偏心度においてサイズIがサイズIIIより有意に低くなった (paired t-test, $p < 0.01$)。

図7は、偏心度別病的空間和の頻度を示すが、0~10度に比べ10~20度, 20~30度で病的空間和の出現頻度が多くなる傾向を示した。

IV 考 按

図3の症例で示したように、gray scale だけでみると視標サイズIIIでの視野変化に比べてサイズIの視標では暗点が多く出現し、サイズIIIの網膜感度低下に比べサイズIの視標を用いた場合の網膜感度変化が大きくなることが予想される。HFAのgray scaleでは5dB毎の網膜感度変化を視覚的にわかりやすく表示しているが、Statpacのように正常者の年齢別網膜感度を基にして異常を表示しているわけではないため、偽陽性の結果を導く可能性がある。

視標サイズIでの視野結果の判定ではStatpacが用意されていないため、異常の判定には計算による予測値が利用されている。計算による正常網膜感度曲線は、各象限で中心付近の1点ずつを閾値計測した後、2番目に高い感度閾値を基に一定の勾配(0.4dB/度)で設定されている⁶⁾⁷⁾。Zaltaら⁶⁾は早期緑内障患者にサイズIとサイズIIIの視標を用いてHFAの30-2プログラムを施行した結果、サイズIによる測定では、計算によって求められた正常網膜感度曲線を基に判定しても、範囲が狭く、浅い暗点を検出するのに有用であり、サイズIIIで使用されているStatpacと同様の異常検出率が得られることを報告している。我々の症例においても、計算による予測値を基にしたサイズIの異常検出点がサイズIIIのStatpacによる異常検出点より多くなった。

視野の各測定点における網膜感度は年齢や測定部位の偏心度によって異なってくるため、サイズIにおいても正常視野から求めた各測定点の平均感度と標準偏差を使って緑内障患者の視野を評価すべきである。Uyamaら⁵⁾は正常人を対象にOctopus 201のプログラム32を用いてサイズIの正常網膜感度を測定し、各測定点における平均網膜感度と標準偏差を基に緑内障患者の視野を分析した結果、早期緑内障患者の視野では32眼中10眼(31.3%)でサイズIを用いた方がサイズIIIより異常検出率が高かったことを報告している。

これらの報告では、緑内障視野におけるサイズIIIとサイズIの網膜感度の相関関係について明らかにされていない。その理由として、視標の大きさや測定部位の偏心度の違いによって測定点毎の網膜感度と標準偏差が異なり、各座標における空間和の大きさも異なってくるため、グローバルな比較が難しいことが挙げられる^{8)~11)}。今回の分析では、これらの要素を排除するため、正常視野から求めた各測定点の平均感度と標準偏差を基に緑内障患者の視野をZスコアに変換して分析した。

空間和はもともと視標の大きさと視標輝度の異なった2つの組み合わせを用いて動的視野を計ることによって得られる関係であり、 $IXS^k = \text{constant}$ (I: 視標輝度, S: 視標面積, k: 面積係数)の関係式が成り立つことが知られている。k値は変数で視標の大きさ、視野内の呈示される

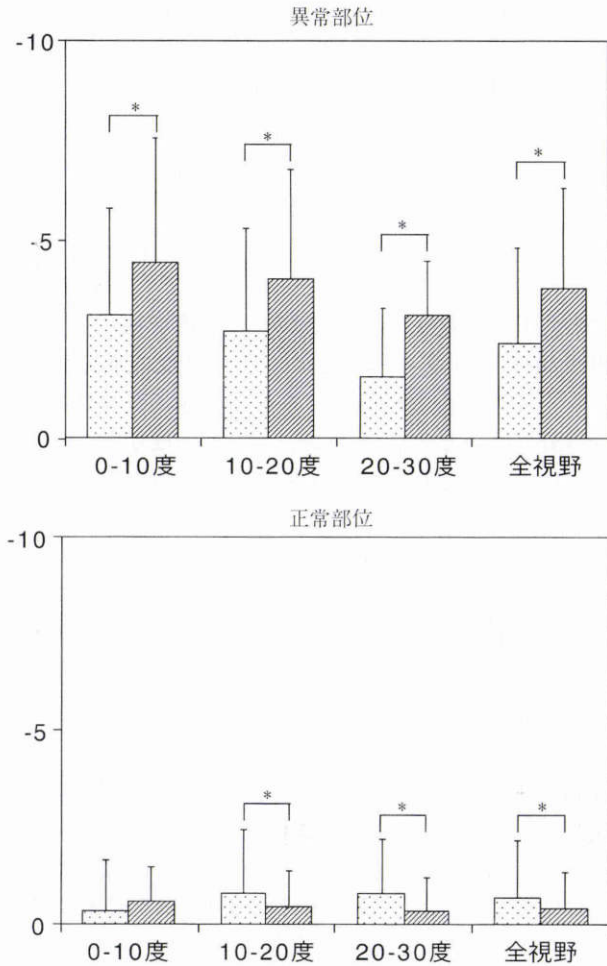


図6 偏心度別(0~10度, 10~20度, 20~30度)の各視標のZスコアの比較。

上: サイズIIIの異常部位, 下: サイズIIIの正常部位, 点線: サイズI, 斜線: サイズIII, *: paired t-test, p < 0.01, エラーバー: 標準偏差

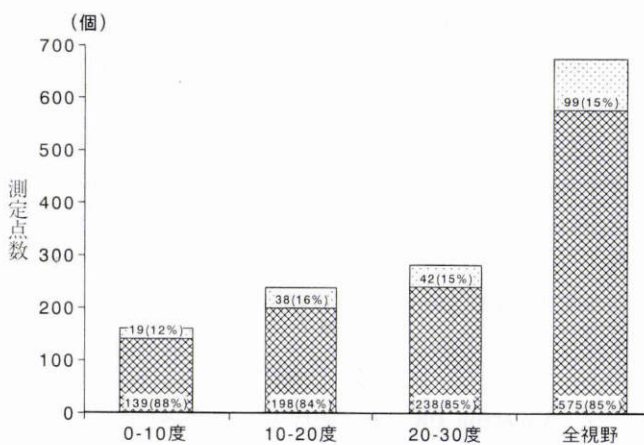


図7 偏心度別病的空間和の頻度。

棒グラフの点状の部位が病的空間和の個数を示し、格子縞の部位が正常な空間和の個数を示す。病的空間和の頻度は、0~10度に比べ10~30度で多くなる傾向を示した。

場所によって異なってくるが、Goldmann は大きっぱな関係として正常者の空間和では視標の直径が2倍になると視標の輝度を0.5 log unit 明るくするのに等しいと報告¹²⁾¹³⁾している。これは、Goldmann 視標サイズが1つ大きくなると5dB 暗い視標で知覚されることを意味し、図2に示すように静的視野計測から求めた正常者のSS(III-I)の平均(10.3±2.2 dB)と良く相関していた。

病的空間和とは視標の大きさの変化に比べて網膜感度差が異常に大きくなることを示すが、様々な視路疾患で視野の異常部分に病的空間和が認められることが報告¹⁴⁾されている。緑内障視野における空間和に関して、Fellman ら¹⁵⁾は Humphrey 自動視野計を用いてサイズVとIIIの視標から求めた空間和SS(V-III)について研究し、サイズIIIの網膜感度が低下するほどSS(V-III)が大きくなり、病的空間和も多くなると報告している。

この報告とは逆に、著者らが研究したSS(III-I)とサイズIIIの網膜感度との相関関係では、実測値(dB)およびZ-スコアで比較しても、サイズIIIの網膜感度が上昇するほどSS(III-I)が大きくなる右上がりの関係が示された(図4,5)。緑内障患者の視野を異常部位(M-2 Sd未満)と正常部位(M-2 Sd以上)に分けた場合においても、異常部位ではサイズIIIの視標の網膜感度がサイズIに比べて有意に低下し、正常部位ではサイズIの感度がサイズIIIより有意に低下することが示された(表1,2)。病的空間和の出現頻度に関しては、サイズIIIの網膜感度がM-2 Sd未満で9.9%、M-2 Sd以上で16.0%となり、正常部位で多くなる傾向を示した。これらはサイズIIIの網膜感度が正常であっても、サイズIではより大きな感度低下として異常を検出する傾向があり、視野が明らかな異常部位ではサイズIIIで観察の方がより異常を捕らえやすいことを示している。

視野の異常部位でSS(III-I)の病的空間和が少なくなる理由として、サイズIの網膜感度のdynamic rangeが狭く、サイズIIIの感度がある程度低下するとサイズIでは感度が測定不能(0 dB)となって空間和の比較ができないことが考えられる。今回の測定(全測定点:728点)では、サイズIIIで感度の測定ができてサイズIで絶対暗点(0 dB)を示す測定点が33点あり、これらの測定点では空間和を算出できないため、異常部位での病的空間和が少なくなった可能性がある。以前に、著者らは今回の対象から視野の進行した緑内障患者を対象にSQUID視野計で様々な視標を用いた空間和の関係について調べた結果、サイズIIIの網膜感度とSS(V-III)との関係には負の相関、サイズIIIとSS(III-I)の関係では正の相関があることを報告¹⁵⁾した。SQUID視野計ではHFAより最大視標輝度が低いため、HFAの方が空間和の測定に適していると思われるが、今回の実験においても相関関係に再現性が認められており、単に絶対暗点が除かれた影響だけでは説明しがたい。神経節細胞の障害に従い受容野特性

に変化が起こることが知られているが、神経節細胞が極僅かに障害された部位と多くの障害を受けた部位の受容野特性が異なるために起きた現象とも考えられる¹⁴⁾¹⁶⁾¹⁷⁾。

偏心度別各視標のZ-スコアに関しては、異常部位ではサイズIよりサイズIIIのZ-スコアが有意に低下し、その差もより周辺部で大きくなる傾向がみられた。正常部位でも緑内障視野で異常の出現しやすい10~30度の偏心度において、サイズIIIよりサイズIで有意にZ-スコアの低下がみられた(図6)。また、偏心度別病的空間和の出現頻度も、中心0~10度より10~30度の偏心度で高かった(図7)。中心視野では神経節細胞密度が高いため受容野特性の変化が起きにくい、偏心度が大きくなるに従い神経節細胞密度が減少し、より小さな光刺激に対する受容野特性に変化を来しやすいこと¹⁷⁾¹⁸⁾や、今回の症例ではBjerrum領域において視野異常を伴う症例が多かったことなどが結果に反映されたと考察される。

サイズIIIに比べサイズIでは、網膜感度の変動が大きいため偽陽性となる可能性が高いが、Zalta ら⁶⁾は早期緑内障患者に対してサイズIの視標を用いた視野計測で再現性のある視野結果が得られたと報告している。また、中間透光体の混濁による影響はサイズIIIよりサイズIで出やすい¹⁹⁾、高齢者ではサイズIだけでびまん性の沈下を示した場合には注意する必要がある。偽陽性の問題に関しては、実際に極早期の緑内障症例を対象にして、サイズIの視標で異常を検出した部位がサイズIIIでも異常を示すようになるかどうか経時的な変化を追って確かめる必要がある。

サイズIとサイズIIIとの相関関係は統計学的に有意でありながら相関性は弱く、サイズIの網膜感度からサイズIIIの網膜感度を予測することは難しい。視野変化の軽度な部位ではサイズIIIに比べてサイズIの視標を用いた方がより大きな感度変化として異常を捕らえやすく、病的空間和が起こりやすい傾向を示した。これに関しては、以前に報告されている空間和の関係と一致しないが、明らかな機序は不明である。サイズIIIで明らかな異常と判定のしにくい早期の緑内障では、サイズIの視標を用いた視野計測が補助診断として有用であると思われる。

本論文の要旨は第101回日本眼科学会総会で発表した。

文 献

- 1) Anderson DR: Perimetry with and without automation. CV Mosby, St Louis, 1987.
- 2) Wilensky JT, Mermelstein JR, Siegel HG: The use of different-size stimuli in automated perimetry. Am J Ophthalmol 101: 710-713, 1986.
- 3) Choplin NT, Sherwood MB, Spaeth GL: The effect of stimulus size on the measured threshold values in automated perimetry. Ophthalmology 97:

- 371—374, 1990.
- 4) **Fellman RL, Lynn JR, Strarita RJ, Swanson WH**: Clinical importance of spatial summation in glaucoma. In: Heijl A (Ed): *Perimetry Update 1988/89*, 313—324, Kugler, Ghedini Publ, Amsterdam/Berkeley/Milano, 1989.
 - 5) **Uyama K, Matsumoto C, Okuyama S, Otori T**: Influence of the target size on the sensitivity of the central visual field in patients with early glaucoma. In: Mill RP (Ed): *Perimetry Update 1992/1993*, 371—376, Kugler Publ, Amsterdam/New York, 1993.
 - 6) **Zalta AH, Burchfield JC**: Detecting early glaucomatous field defects with the size I stimulus and Statpac. *Br J Ophthalmol* 74: 289—293, 1990.
 - 7) **Owner's Manual, Humphrey Field Analyzer. San Leandro, CA**: Allergan Humphrey, 1983.
 - 8) **Gilpin LB, Stewart WC, Hunt HH, Broom CD**: Threshold variability using different Goldmann stimulus sizes. *Acta Ophthalmol* 68: 674—676, 1990.
 - 9) **Wall M, Kardon R, Moore P**: Effects of stimulus size on test-retest variability. In: Mill RP (Ed): *Perimetry Update 1992/1993*, 371—376, Kugler Publ, Amsterdam/New York, 1993.
 - 10) **Johnson CA, Keltner JL, Balestrery F**: Effects of target size and eccentricity on visual detection and resolution. *Vision Res* 18: 1217—1222, 1978.
 - 11) **Heijl A, Lindgren G, Olsson J**: Normal variability of static perimetric threshold values across the central field. *Arch Ophthalmol* 105: 1544—1549, 1987.
 - 12) **Goldmann H**: *Grundlagen exakter Perimetrie*. *Ophthalmologica* 109: 57—70, 1945.
 - 13) **Goldmann H**: Demonstration unseres neuen Projektionskugelperimeters samt theoretischen und Klinischen Bemerkungen ueber Perimetrie. *Ophthalmologica* 111: 187—192, 1946.
 - 14) **Wilson ME**: Spatial and temporal summation in impaired regions of the visual field. *J Physiol* 189: 189—208, 1967.
 - 15) **尾裕雅博, 羽磨隆士, Casson EJ, Johnson CA**: 静的動的視野解離 Statokinetic dissociation (SKD) を伴う視神経炎と緑内障の視野における空間和の比較. *臨眼* 46: 837—841, 1992.
 - 16) **Sloan LL**: Area and luminance of test object as variables in examination of the visual field by projection peirmetry. *Vision Res* 1: 121—138, 1961.
 - 17) **Glezer VD**: The receptive fields of the retina. *Vision Res* 5: 497—525, 1965.
 - 18) **Scholtez AMW, Bouman MA**: Psychophysical experiments on spatial summation at threshold level of the human peripheral retina. *Vision Res* 17: 867—873, 1977.
 - 19) **Fankhauser F**: Problems related to the design of automated perimeters. *Doc Ophthalmol* 47: 89—138, 1979.