

閾値測定アルゴリズム, Swedish interactive thresholding algorithm, の緑内障における評価

稲積 幸介, 辻 明, 山本 哲也, 北澤 克明

岐阜大学医学部眼科学教室

要 約

Swedish interactive thresholding algorithm (SITA) は, より短時間で従来の up and down 法と同精度の視野検査データを得ることを目標とした新しい閾値測定アルゴリズムである. 各種緑内障患者 30 例 30 眼を対象として SITA による 2 種類の測定結果 (SITA accurate, SITA fast) と従来の閾値測定プログラム (up and down 法) の測定結果を比較検討した. 対象眼の全測定点において, up and down 法と SITA accurate, SITA fast のそれぞれの閾値の間に有意な相関関係が認められた (各々 $r=0.855$, $p<0.0001$; $r=0.833$, $p<0.0001$). 特に SITA accurate では, total deviation で軽度障害

された検査点においては閾値の差がわずかであった. up and down 法による測定の mean deviation 値にかかわらず, up and down 法と SITA accurate, SITA fast で測定したそれぞれの閾値の差の間には有意な変化は認められなかった. SITA accurate, SITA fast の測定時間は, それぞれ up and down 法の 50%, 31% に短縮していた. 以上から, SITA は緑内障性視野障害を短時間に検出するのに適したアルゴリズムになり得ると考えられた. (日眼会誌 102: 667—672, 1998)

キーワード: SITA, 視野, 閾値測定アルゴリズム, 緑内障

Evaluation of the Swedish Interactive Thresholding Algorithm, a New Thresholding Algorithm, of the Humphrey Field Analyzer in Glaucoma Patients

Kosuke Inazumi, Akira Tsuji, Tetsuya Yamamoto and Yoshiaki Kitazawa

Department of Ophthalmology, Gifu University School of Medicine

Abstract

The Swedish interactive thresholding algorithm (SITA) is a new thresholding algorithm that aims to obtain the visual fields of the same quality in a shorter examination time than the conventional up-and-down method. We investigated the correlation between the threshold values obtained by SITA and the conventional thresholding algorithm in 30 glaucoma patients. The results of two types of SITA, i. e., SITA accurate and SITA fast, showed a significant correlation with those of the conventional method ($r=0.855$, $p<0.0001$ and $r=0.833$, $p<0.0001$, respectively). There was no statistical relation between the mean deviation (MD) of the conventional method and the difference between MD values of the

conventional method, and SITA accurate and SITA fast. The examination time of SITA accurate and SITA fast was 50% and 31% shorter, respectively, than that of the conventional method. The difference in threshold of each test point in the conventional and SITA methods was minor except in one with a deep relative defect. These results indicate that SITA can be useful for detecting glaucomatous visual field defects in a shorter time. (J Jpn Ophthalmol Soc 102: 667—672, 1998)

Key words: Visual field, Swedish interactive thresholding algorithm, Glaucoma

I 緒 言

自動静的視野計を用いた静的視野検査が緑内障診療で

日常的に使用されるようになってから久しい. 静的視野検査は, それまで使用されていた Goldmann 視野計に代表される動的視野検査に比較して, 緑内障の視野異常と

別刷請求先: 500-8705 岐阜県岐阜市司町 40 岐阜大学医学部眼科学教室 稲積 幸介
(平成9年12月26日受付, 平成10年4月22日改訂受理)

Reprint requests to: Kosuke Inazumi, M.D. Department of Ophthalmology, Gifu University School of Medicine,
40 Tsukasa-machi, Gifu-shi, Gifu-ken 500-8705, Japan

(Received December 26, 1997 and accepted in revised form April 22, 1998)

して特徴的な孤立暗点の早期検出に優れていること、検者の特殊な技能によらずほぼ毎回一定の精度の結果を得られること、検査結果がデジタル的に表示され各種の統計解析プログラムを解釈に利用できること、などの特徴を備えている。しかしながら、現在の静的視野検査の問題として、その検査時間の長さと、その検査時間の長さに伴う被検者の疲労および測定精度の低下が挙げられている¹⁾。

この問題点に対して、現在までに検査時間短縮のために様々な試みがなされてきている。例えば、FASTPAC (Humphrey Instruments, San Leandro, 米国)²⁾³⁾や、Dicon 視野計 (VISMED, San Diego, 米国) の閾値測定プログラム⁴⁾では、呈示される視標の輝度の間隔を一様に広くして視標呈示回数を減少させて時間短縮を図っている。この方法は閾値測定精度を低下させて時間短縮を図る戦略であり、手術適応を決定する場合や、非常に進行した症例のように精度の高い視野検査を要求される状況での適用は困難である。その他の試みとして、dynamic strategy⁵⁾のように、感度の低い部分の測定幅を広くすることで時間短縮を図るもの、多点同時刺激によるもの⁶⁾もある。しかしながら、こうした視標呈示回数を減少させて時間短縮を計る方法論は閾値精度を低下させる要素を含んでおり、時間短縮により被検者の疲労の軽減が得られるものの、精度の向上につながらない点に問題があると考えられる。

Humphrey 視野計の新しい閾値測定アルゴリズム (Swedish interactive thresholding algorithm: 以下, SITA)⁷⁾は、時間短縮と精度の向上を同時に目指した閾値測定法である。特に検査対象を緑内障患者に限定したところに一つの特徴がある。我々は⁸⁾既に、このアルゴリズムを緑内障患者に使用する前段階として正常者に対して使用した結果を報告し、本アルゴリズムが測定時間の著明な短縮効果と従来の方法論とほぼ同等の精度を有することを報告した。今回、種々の病期の緑内障眼を対象として、本アルゴリズムの緑内障性視野異常の検出における有用性を検討したので報告する。

II 方 法

SITA は、すべての測定点の閾値を up and down 法により直接測定するのではなく、内蔵コンピュータに入力されている正常眼と緑内障眼の視野の特徴に関するデータと測定領域内に存在する全測定点の呈示された視標に対する反応を基として全測定点の閾値を推測するものである。従来の閾値測定プログラムと同等の精度を期待する SITA accurate (または SITA standard) と、従来の FASTPAC と同等の精度を期待する SITA fast がある。SITA の概要に関しては既報⁸⁾に記載したので省略する。

対象選択基準として、① Humphrey 視野計 (以下, HFA) 中心プログラム 30-2 による静的閾値計測の検査 (以

下, up and down 法) を少なくとも 2 回は経験していること、② 緑内障の診断がなされていること、を設定した。視野に影響を及ぼし得る緑内障以外の眼疾患を有する症例、内眼手術の既往のある症例は除外した。進行した白内障眼は除外したが、初発白内障で矯正視力 0.7 以上の症例は除外しなかった。

対象は、30 例 30 眼、男女比 12 対 18、年齢は 60.3 ± 16.5 歳 (平均値 $\pm$ 標準偏差, レンジ: 17~81 歳) の各種緑内障患者であった。視野病期は Aulhorn 分類 Greve 変法で 0~1 期に 1 眼, 1 期に 6 眼, 2 期に 9 眼, 3 期に 1 眼, 4 期に 5 眼, 5 期に 8 眼のように分布していた。対象には、検査開始前に検査の内容、目的などについて十分に説明し、インフォームド・コンセントを得た。

対象眼は、矯正視力 0.7 以上, up and down 法における fixation loss 20% 未満, false positive 20% 未満, false negative 33% 未満を満たすものを選択し、両眼が条件に合う場合は up and down 法の mean deviation (MD) 値の良好な眼を選択した。対象眼に対して HFA 中心 30-2 プログラムを, SITA fast, SITA accurate と従来の閾値検査法 (up and down 法) の 3 種類の測定法を用いて測定を行った。検査は日を変えて 3 日行うこととし、各検査日に 15 分ずつ間隔をあけて 3 種類の測定法すべてを施行した。検査の 1 回目と 2 回目の間隔は、1~15 日 (平均 5.1 日), 2 回目と 3 回目の間隔は 2~19 日 (平均 5.6 日) であった。3 種類の視野測定アルゴリズムの測定順序は、疲労効果の関与を避けるため、被検者全体では測定順の組み合わせが同数になるようにあらかじめ決定しておき、各被検者においては 3 日も同様とした。今回の解析には、3 回目に得られたデータのみを利用した。なお、中心 30-2 プログラムで測定される 76 点のうち、上眼瞼の影響を受けやすい最上段の 4 点と、マリオット盲点に相当する上下 2 点 (中心から耳側へ 9 度, 上下方向に 3 度離れた点) は解析対象から除外した。したがって、緑内障眼については 1 眼当たり 70 点, 対象 30 眼で合計 2,100 の検査点の閾値について、3 種類のアルゴリズムで得られた結果を比較検討した。特に、検査点を暗点の深さ・程度により分類し、SITA の暗点検出能力について検討し、また、検査時間の比較を行って、さらに、MD 値と、各プログラムで得られた閾値の間の差についても検討した。また既に報告⁸⁾したように、正常眼 47 例 47 眼において、MD 値の低下に伴い、up and down 法と SITA の閾値の乖離の拡大を認めた。この点を正常人と緑内障を合わせた症例で検討するため、up and down 法で MD 値の良い順序で 30 眼を選択し、今回の緑内障眼の 30 眼と合わせて、計 60 眼において MD 値と、3 種類の視野測定アルゴリズムの閾値の差の症例毎の平均値の関係を解析した。

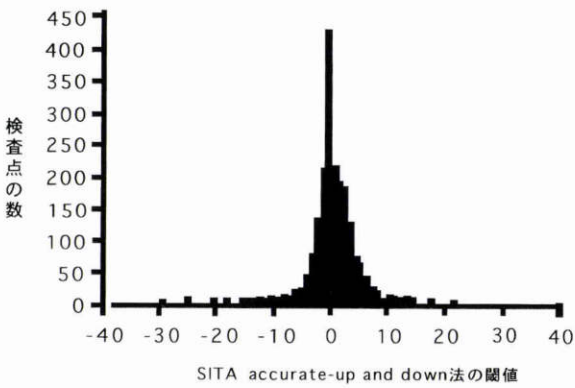


図 1 Swedish interactive thresholding algorithm (SITA) accurate と up and down 法の差のポイント数.

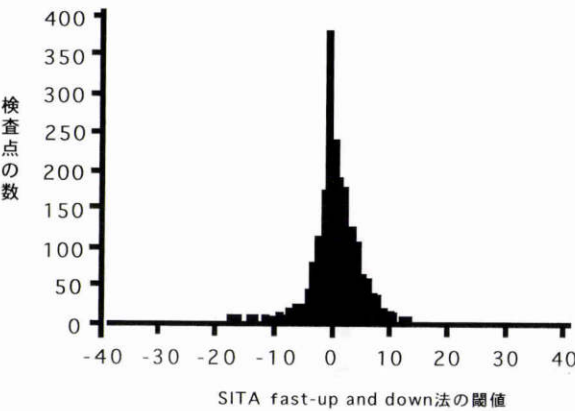


図2 SITA fastとup and down法の差のポイント数.

III 結 果

1. 緑内障における 3 種類の視野測定アルゴリズムの閾値の関係

30 眼の測定点 2,100 点における up and down 法の閾値と, SITA accurate の閾値の関連を検討した. 両者間には有意な相関が認められ($r=0.855, p<0.0001$), 回帰式 $Y=4.07+0.85 X$ (X : up and down 法の 閾値, Y : SITA accurate の 閾値) が成り立った. また, up and down 法の閾値と, SITA fast の閾値の関連を検討したところ, 同様に有意の相関がみられ($r=0.833, p<0.0001$), 回帰式 $Y=4.98+0.83 X$ が成り立った.

30 眼の up and down 法の閾値と, SITA accurate の閾値の差の分布を度数表示した. 閾値の差 2 dB 以内に 56.9% が, 5 dB 以内に測定点の 81.6% が, 10 dB 以内に

測定点の 92.7% が含まれていた(図 1). up and down 法の閾値と, SITA fast の閾値の差の分布を度数表示した. 閾値の差の絶対値 2 dB 以内に 43.9% が, 5 dB 以内に測定点の 79.4% が, 10 dB 以内に測定点の 93.8% が含まれていた(図 2).

30 眼 2,100 点での平均閾値(±標準偏差)は SITA accurate で 22.29 ± 10.18 dB, SITA fast で 22.76 ± 9.93 dB であり, ともに up and down 法の閾値(21.44 ± 10.39 dB)より有意に高かった(Wilcoxon signed-rank test, 両者とも $p<0.0001$). また, up and down 法による閾値との差は SITA accurate で 0.79 ± 5.09 dB, SITA fast で 1.18 ± 4.99 dB であり, 有意に SITA fast の方が大きかった(Wilcoxon signed-rank test, $p<0.0001$).

2. 異常検出能力

up and down 法の total deviation plot の異常確率表示により検査点を分類し, SITA の異常検出能力を検討したところ, up and down 法により正常である確率 2~5%, 1~2%, 0.5~1%, 0.5% 未満とされた検査点を SITA が異常と判定した割合は, SITA accurate で, それぞれ 7.8%, 10.4%, 41.7%, 79.7%, SITA fast で 5.8%, 9.4%, 42.7%, 74.8% であり, また正常である確率が 5% 以上とされた検査点を正常と判定した割合は SITA accurate で 98.8%, SITA fast で 98.5% であった. 正常, 異常を含めた正診率は SITA accurate で 79.1%, SITA fast で 77.7% であった(表 1).

次に up and down 法の total deviation の値に基づき, 感度ごとの閾値精度を検討した. すなわち, 解析対象とした 2,100 点を up and down 法の total deviation の値で, +1 dB 以上, 0~-4 dB, -5~-9 dB, -10~-14 dB, -15~-19 dB, -20~-24 dB, -25 dB 以下に区分し, up and down 法の閾値と SITA accurate, または SITA fast の閾値の差を検討した. 結果は表 2, 3 に示すように, 正診率を差 2 dB 以内のものとした場合, SITA accurate では, それぞれ 71.6%, 66.4%, 29.7%, 15.4%, 19.0%, 28.6%, 77.9%, SITA fast では, それぞれ 19.1%, 63.7%, 24.7%, 16.2%, 11.1%, 23.8%, 70.3% であった. また, 正診率を差 5 dB 以内のものとした場合, SITA accurate では, それぞれ 90.2%, 95.2%, 73.3%, 51.5%, 38.1%, 38.1%, 82.2%, SITA fast では, それぞれ 20.9%, 95.4%, 67.4%, 32.3%, 26.9%, 42.8%, 76.1% であった.

3. 測定時間

up and down 法, SITA accurate, SITA fast の測定

表 1 Total deviation の probability symbols

	2~5 %	1~2 %	0.5~1 %	<0.5 %	異常正診率	正常正診率	正診率
up and down 法の検出数	191	106	96	472	865	1,235	2,100
SITA accurate の検出数(%)	15 (7.8 %)	11 (10.4 %)	40 (41.7 %)	376 (79.7 %)	442 (51.1 %)	1,220 (98.8 %)	1,662 (79.1 %)
SITA fast の検出数(%)	11 (5.8 %)	10 (9.4 %)	41 (42.7 %)	353 (74.8 %)	415 (48.0 %)	1,216 (98.5 %)	1,631 (77.7 %)

SITA : Swedish interactive thresholding algorithm

表2 Full threshold total deviation の値

	+ 1 以上	0 ~ - 4	- 5 ~ - 9	- 10 ~ - 14	- 15 ~ - 19	- 20 ~ - 24	- 25 以下
総数	388	820	360	130	63	63	276
閾値差2dB 以内	278	545	107	20	12	18	215
閾値差5dB 以内	350	781	264	67	24	24	227
閾値差10dB 以内	369	816	343	111	44	41	246
正診率(2dB 以内)	71.6%	66.4%	29.7%	15.4%	19.0%	28.6%	77.9%
正診率(5dB 以内)	90.2%	95.2%	73.3%	51.5%	38.1%	38.1%	82.2%

測定ポイント数

表3 SITA fast における total deviation 毎の閾値誤差

	up and down 法 total deviation の値						
	+ 1 以上	0 ~ - 4	- 5 ~ - 9	- 10 ~ - 14	- 15 ~ - 19	- 20 ~ - 24	- 25 以下
総数	388	820	360	130	63	63	276
閾値差2dB 以内	74	522	89	21	7	15	194
閾値差5dB 以内	81	782	243	42	17	27	210
閾値差10dB 以内	108	818	343	108	30	48	236
正診率(2dB 以内)	19.1%	63.7%	24.7%	16.2%	11.1%	23.8%	70.3%
正診率(5dB 以内)	20.9%	95.4%	67.5%	32.3%	26.9%	42.8%	76.1%

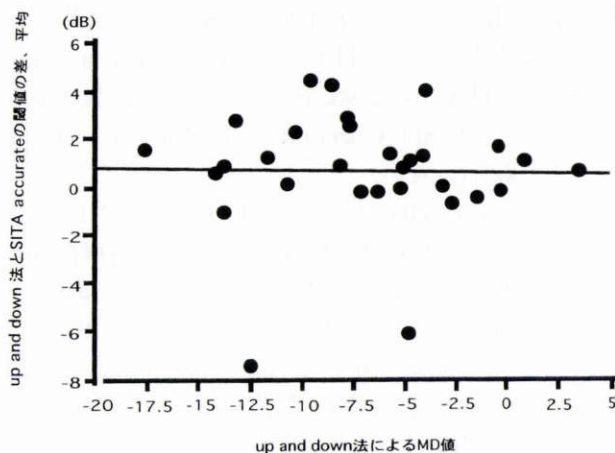


図3 SITA accurate と up and down 法の差と up and down 法の mean deviation (MD) 値の関係(緑内障内).

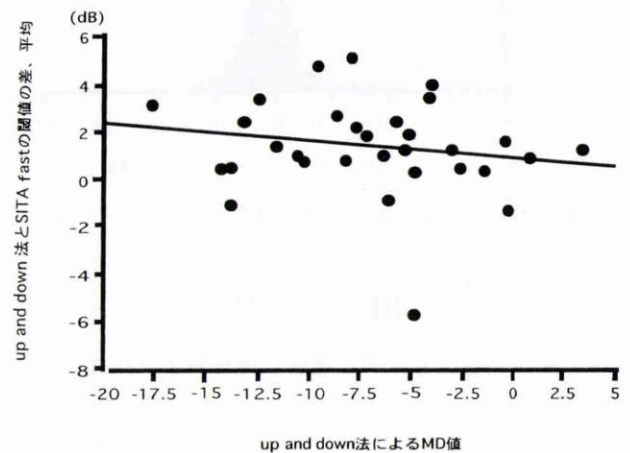


図4 SITA fast と up and down 法の差と up and down 法の MD 値の関係(緑内障内).

時間は、それぞれ 16.01 ± 2.45 分, 8.01 ± 0.98 分, 4.90 ± 0.94 分と、平均値では SITA accurate, SITA fast の測定時間は、up and down 法の 50%, 31% に短縮していた。

4. 3 種類の視野測定アルゴリズムの閾値の差と MD 値の関係

up and down 法で求めた MD 値と、3 種類の視野測定法で求めた各測定点の閾値の差の症例毎の平均値の関係を検討した。

緑内障 30 眼での MD 値と、3 種類の視野測定法の閾値の差の症例毎の平均値の関係は、up and down 法と SITA accurate の間、up and down 法と SITA fast 間の差、それぞれと有意な関係は認められなかった(図 3, 4)。

緑内障と正常眼の計 60 眼における MD 値と、3 種類の視野測定法で求めた各測定点の閾値の差の症例毎の平均値の関係を解析したが、up and down 法と SITA accurate の間、up and down 法と SITA fast 間の差でそれぞれ有意な関係は認められなかった(図 5, 6)。

IV 考 按

今回、我々は Humphrey 視野計の新しい閾値測定アルゴリズムである SITA を Humphrey 視野計による静的視野検査に習熟した緑内障患者に対して使用した。SITA は、現段階では開発過程にあるが、閾値測定の精度を通常の up and down 法のレベルで維持しつつ、検査時間の大幅な短縮を目指すアルゴリズムである。内蔵された正

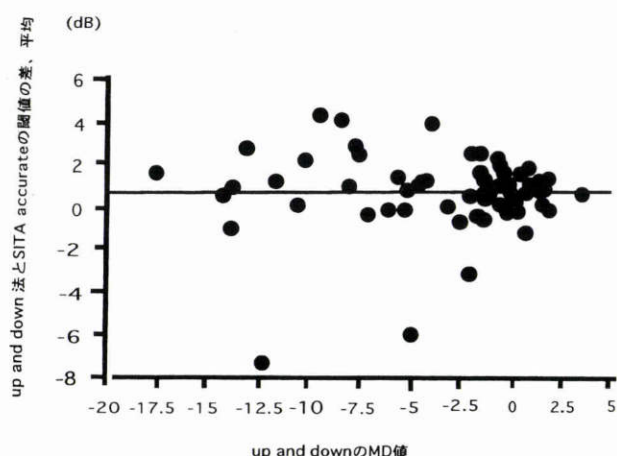


図5 SITA accurate と up and down 法の差と up and down 法の MD 値の関係(正常眼+緑内障眼)。

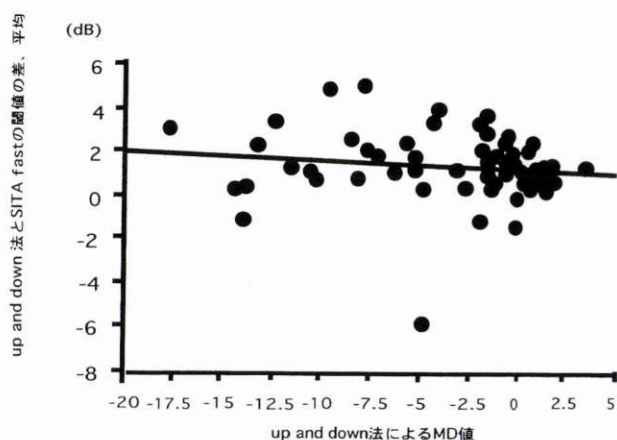


図6 SITA fast と up and down 法の差と up and down 法の MD 値の関係(正常眼+緑内障眼)。

常者と緑内障患者の膨大なデータを基に、閾値の測定をしながら全測定点の閾値を推測し、測定と推測、さらに検証を繰り返すという数学的手法で閾値計測を行う。従来の検査時間短縮を目指したストラテジーである FASTPAC²⁾³⁾、Dicon 視野計閾値測定プログラム⁴⁾は測定時の閾値変化の間隔を一律に広くとることで時間短縮を図ったものであり、dynamic strategy は感度の低下に応じて測定時の閾値変化の間隔を変化させて同様に目的を達成しようとしている。いずれも閾値測定を up and down 法を用いて行っている点では従来の方法論を踏襲しており、今回の SITA は根本的に異なった方法論で時間短縮を図っているといえる。

測定閾値に関しては、従来の up and down 法の結果との間で SITA accurate, SITA fast とともに有意な相関が認められ、閾値の差 5 dB 以内にそれぞれ 81.6, 79.4% が含まれていた。この結果は、正常者に対して同様の検討を行った自験例⁸⁾において、SITA accurate で 91.4%, SITA fast で 88.7% が 5 dB 以内であったことと比較するとやや劣るデータであった。正常者の閾値はあ

る程度の変異はあるものの、著明な低下を示す測定点は少なく、一方で緑内障は様々な程度の閾値低下を示す測定点があることから、暗点の深さによって閾値精度に差が生じている可能性が示唆される。

MD 値と、3 種類の視野測定法の閾値の差の症例毎の平均値の関係は、up and down 法と SITA accurate の間、up and down 法と SITA fast 間の差のいずれとも有意な関係は認められなかった。正常眼と緑内障眼を同数ずつ選択し計 60 眼で解析を試みたが、同様に有意な関係は認められなかった。すなわち、緑内障の病期が進行して MD 値が変化した症例でも、1 症例の視野全体でみれば閾値の乖離状態は変化しないことを示している。また、実際の測定閾値については、SITA accurate, SITA fast とともに閾値は up and down 法による閾値より有意に高く表示された。SITA により緑内障の経過観察を行う場合や、従来の up and down 法から、基準の視野測定方法を SITA に転換する場合は注意が必要であると考えられる。

異常点の検出能力については、SITA には現時点では STATPAC に相当する解析ソフトが整備されておらず、正常と異常を区別する表示がなされるのみである。up and down 法の probability symbol は、正常である危険確率毎に分類されて表示される。危険確率表示毎に、その異常点を SITA がどの程度検出したかを解析した。特に 2~5% の早期変化を捕え得た確率は SITA accurate で 7.8%, SITA fast で 5.8% と極めて低い値となっている。SITA の表示では異常と正常を区別するのみであることを考慮し、異常点全体の平均でみても SITA accurate で 51.1%, SITA fast で 48.0% と、この値だけでみる限り現在の up and down 法の代替機としての機能を期待するのはやや困難である。ただし、この点は現在便宜的に使用されている異常表示についての解析にすぎないため、新たな解析ソフトの開発により大幅に改善される可能性があると考えられる。

実際の閾値についての解析では、2,100 の測定点を up and down 法の total deviation の値で区分し、その区分毎に閾値の差をみた。正診率を 5 dB 以内と設定すると、SITA accurate の場合、ほぼ正常範囲と考えられる -4 dB 以上の検査点では 90.2% ないしは 95.2% であり、良好な成績である。また -5~-9 dB でも 73.3% と良好であるが、それより閾値の低い検査点においては、絶対暗点に近いと考えられる -25 dB 以下を除き正診率の低下が認められる。SITA fast でも同様であるが、深い比較暗点における測定ごとの感度のばらつきを反映している可能性がある。この点は、Weber⁵⁾の dynamic strategy の理論的根拠となっている点でもあり、感度の低い点での測定精度の低さを生理的なものと考えれば、このばらつきをもって SITA の欠点とするのは適当ではないと考える。むしろ、我々⁴⁾の Dicon LD 400 閾値測定プロ

グラムを用いた検討において、5 dB 以内で 66%、10 dB 以内で 84% であったことと比較して、SITA accurate で、ほぼ同じ閾値を算出したと良い 2 dB 以内が 57%、5 dB 以内で 81.6%、10 dB 以内で 92.7% であったことを考えれば、異なった algorithm で算出した値としては極めて良い成績であったと考えたい。

検査時間に関しては、SITA では緑内障眼においても、既報における正常人⁸⁾と同様に著明な検査時間の短縮効果があった。検査時間の短縮に関しては直接に患者の苦痛や、あるいは検査の適用範囲の拡大などのメリットがあることから様々な試みがなされており、代表的なものとして、FASTPAC、Dicon 視野計、dynamic strategy などが発表されている。FASTPAC、Dicon 視野計は、閾値測定幅を一律に広く取って検査時間の短縮を図るものであり、30 例の緑内障患者で FASTPAC について検証した Flanagan ら²⁾は up and down 法との比較で、検査時間が 36% に短縮したこと、MD 値が高く出、SF は高かったと述べている。同様の検査結果は Schaumberger ら³⁾も 50 例の緑内障患者を対象にして報告している。いずれの報告も適応については、通常の検査が困難な症例に限定して用いるべきだと結論している。Dicon 視野計についても、我々⁴⁾は緑内障患者を対象に通常の up and down 法との比較を行い、閾値については強い正の相関を示したこと ($r=0.76$)、特に初期症例で相関が高かったことを認めている。

Bengtsson ら⁹⁾は SITA accurate と up and down 法をシミュレーションシステムを用いて比較検討し、独自のパラメーターから正常眼においては 70% の例で SITA の方が up and down 法よりも正確であり、視標呈示回数も少なかったこと、緑内障眼においても半数で SITA の方が up and down 法よりも正確であり、視標呈示回数も少なかったことを報告し、SITA が up and down 法による正確な閾値決定、FASTPAC などによる時間短縮の試みを経て、時間の短縮と正確さを併せもった新しい世代のアルゴリズムと考えられると述べている。

今回の検討結果から、時間短縮の点では十分であり、閾値の精度についても Dicon 視野計など従来の簡易プログラム以上の精度を示すものと判断された⁴⁾。特に、

SITA accurate が、従来の up and down 法の代替機となり得るかという点については、深い比較暗点において従来の方法と乖離が大きいものの、その点を比較暗点の特性と考えれば、正常点、軽度の比較暗点、絶対暗点においては一致率が高く、ほぼ同じ閾値を表示していると考えられる差 2 dB 以内の点の比率の高さから、変化の軽度な症例に対しては従来の方法に代えて SITA accurate を使用することが可能であり、臨床上手術適応の決定などの重要な判断を行う際にも視野進行の有無の根拠として採用することが可能と考える。

文 献

- 1) Searle AET, Wild JM, Shaw DE, O'Neil EC : Time-related variation in normal automated static perimetry. *Ophthalmology* 98: 701—707, 1991.
- 2) Flanagan JG, Wild JM, Trope GE : Evaluation of FASTPAC, a new strategy for threshold estimation with the Humphrey Field Analyzer, in a glaucomatous population. *Ophthalmology* 100: 949—954, 1993.
- 3) Schaumberger M, Scafer B, Lacenmayer BJ : Glaucomatous visual fields. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 36: 1390—1397, 1995.
- 4) 稲積幸介, 山本哲也, 北澤克明 : Dicon LD 400 視野計、閾値測定プログラムの使用経験. *あたらしい眼科* 13: 1433—1436, 1996.
- 5) Weber J : Test time and efficiency of the dynamic strategy in glaucoma perimetry. *Ger J Ophthalmol* 4: 25—31, 1995.
- 6) 稲積幸介, 山本哲也, 北澤克明 : Dicon TKS 4000 視野計の使用経験. *あたらしい眼科* 12: 1167—1170, 1995.
- 7) Heijl A : Improved test algorithms for automated perimetry. *Glaucoma Update* 39: 1—7, 1994.
- 8) 辻 明, 稲積幸介, 山本哲也, 北澤克明 : 新しい閾値測定アルゴリズム, Swedish interactive thresholding algorithm (SITA) の正常人における評価. *日眼会誌* 102: 359—364, 1998.
- 9) Bengtsson B, Olsson J, Heijl A, Rootzen H : A new generation of algorithm for computerized threshold perimetry, SITA. *Acta Ophthalmol* 75: 368—375, 1997.