

開放隅角緑内障での視野障害の段階別の網膜神経線維層の厚み

小野 純治, 木村 泰朗, 石井るみ子, 藤田 邦彦, 藤木 慶子, 金井 淳

順天堂大学医学部眼科学教室

要 約

開放隅角緑内障患者における網膜神経線維層の厚さと Aulhorn 分類 Greve 変法を用いた視野障害の程度との関連を調べる目的で, 62 例 117 眼を対象として検討を加えた. スキャニングレーザーポラリメーター (Nerve Fiber Analyzer[®]: 以下, NFA) を用いて視神経乳頭周囲の網膜神経線維層厚を計測し, これらの値につき視神経乳頭周囲を 4 象限に分割した各象限別 (上: S, 下: I, 耳: T, 鼻側: N) および全周 (T₀) において検討した. また, 他の指標として鼻側 (N), 耳側 (T) の網膜神経線維層厚を基準として, 全周および各象限の網膜神経線維層厚との比 (mean ratios, T₀/N: 全周/鼻側, S/N: 上側/鼻側, T/N: 耳側/鼻側, I/N: 下側/鼻側, T₀/T: 全周/耳

側, S/T: 上側/耳側, N/T: 鼻側/耳側, I/T: 下側/耳側) を求めた. その結果, 耳側 (T) を基準とした mean ratios の評価法では, T₀/T, S/T, I/T において 0 期と比し I~VI 期で有意に減少していた. しかし, I~VI 期の各病期間では有意差を認めなかった. このパラメーターを用いた場合, 病期の進行に伴った厳密な反映はされないが, 初期 (0 期) と中, 後期例 (I~VI 期) を鑑別をする補助的診断として役立つ可能性が示唆された. (日眼会誌 102: 685—691, 1998)

キーワード: 網膜神経線維層厚, スキャニングレーザーポラリメーター, 緑内障, Aulhorn 分類

Relationship between Visual Field Loss and Retinal Nerve Fiber Layer Thickness in Open - Angle Glaucoma

Junji Ono, Tairo Kimura, Rumiko Ishii, Kunihiro Fujita, Keiko Fujiki and Atsushi Kanai

Department of Ophthalmology, Juntendo University School of Medicine

Abstract

We studied the correlation between retinal nerve fiber layer thickness and visual field loss in 117 eyes of 62 patients with open angle glaucoma using the Aulhorn Classification as modified by Greve. We divided the peripapillary area into four quadrants [superior (S), inferior (I), temporal (T), nasal (N)] and the total (T₀), and measured the peripapillary retinal nerve fiber layer thickness (NFLT) with a confocal scanning laser polarimeter (Nerve Fiber Analyzer). We also obtained the relative ratios (mean ratios) of the total circumference to the nasal quadrant (T₀/N), the superior to the nasal quadrant (S/N), the temporal to the nasal quadrant (T/N), the inferior to the nasal quadrant (I/N), the total to the temporal quadrant (T₀/T), the superior to the temporal quadrant (S/T), the nasal to the temporal quadrant (N/

T), and the inferior to the temporal quadrant (I/T). Significant decreases were observed in the mean ratios to the temporal quadrant, i. e., T₀/T, S/T, and I/T, in stages I to VI when compared with stage 0. However, no significant differences were observed among stages I to VI. These results suggest that these parameters may not precisely reflect the progression of the disease, but may aid differential diagnosis of the early stage (stage 0) from the middle and late stages (stages I to VI). (J Jpn Ophthalmol Soc 102: 685—691, 1998)

Key words: Nerve fiber layer thickness, Scanning laser polarimeter, Glaucoma, Aulhorn classification

I 緒 言

近年, 走査型レーザーを使用した種々の機器が開発さ

れ, 網膜面および視神経乳頭の形状, 眼内血流量の計測などに応用され, 従来定量的観察が不可能であった領域で精密な観察が可能になってきている. 緑内障の分野にお

別刷請求先: 113-8421 東京都文京区本郷 3-1-3 順天堂大学医学部眼科学教室 小野 純治

(平成 9 年 9 月 4 日受付, 平成 10 年 5 月 30 日改訂受理)

Reprint requests to: Junji Ono, M.D. Department of Ophthalmology, Juntendo University School of Medicine, 3-1-3 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8421, Japan

(Received September 4, 1997 and accepted in revised form May 30, 1998)

いても、網膜神経線維層厚を定量的に観察できるスキャニングレーザーポラリメーター(Nerve Fiber Analyzer[®], NFA: Laser Diagnostic Technologies, San Diego, CA, 米国)が開発され、臨床応用されつつある^{1)~13)}。

網膜神経線維は一度失われると再生することはないとされ、加齢とともに減少することが知られており、緑内障では網膜神経線維の減少率が正常人と比べてはるかに大きいとされている¹⁴⁾。また、網膜神経線維層の異常が発見されるのは、視野の初期異常が出現するよりかなり早期であることが報告¹⁵⁾¹⁶⁾されている。そのため、網膜神経線維層の観察は視野欠損に先立つ早期の緑内障診断に極めて重要と思われる。しかし従来、その網膜神経線維層の観察は主に無赤色光眼底像による定性的な観察法によってなされてきたため、精密な定量的解析は不可能であった。今回使用したNFAは、レーザー走査型検眼鏡と網膜偏光計を組み合わせた装置である。生体眼において *in vivo* で定量的に直接、非侵襲的に測定可能となるため、緑内障の診断をはじめ各種網膜神経疾患におけるその臨床的有用性が期待されている^{1)~13)17)}。

今回、著者らは原発開放隅角緑内障(POAG)の症例において、網膜神経線維層厚をNFAの改良型Version 2.1.15 alphaを用いて計測すると同時に、それらの症例をHumphrey自動視野計を用いて視野を計測し、その視野欠損の程度をAulhorn分類Greve変法¹⁸⁾に沿って分類した。それによって、緑内障の病期分類と網膜神経線維層厚との関連について検討を試みた。さらに、新しい指標として鼻側(N)および耳側(T)の網膜神経線維層厚を基準とし、それらと全周と各象限の網膜神経線維層厚との比であるmean ratiosにおいても同様の検討を行い、有用な結果を得たので報告する。

II 対 象

対象は、1996年2月から8月に順天堂大学緑内障外来通院中でPOAGと診断された62例117眼(男性42例79眼、女性20例38眼)である。今回の検討には眼疾患として軽度の白内障を除き、 -8.25 D以上の高度近視、高血圧、糖尿病などの網膜疾患を認めたものは除外した。その他、片眼のみ白内障が強い場合、検査の数日前から塩酸ピロカルピンを中止しても縮瞳が強い場合、高齢で固視不良の場合については測定可能な片眼のみを対象とした。それらの症例をHumphrey自動視野計を用いて視野を計測し、その視野欠損の程度をAulhorn分類Greve変法に沿って病期分類した。0期19例29眼、I期8例9眼、II期22例28眼、III期10例12眼、IV期6例7眼、V期16例20眼、VI期11例12眼で、各病期における平均年齢は0期 48.4 ± 14.2 (平均値 $\pm$ 標準偏差)歳、I期 64.6 ± 13.3 歳、II期 55.4 ± 13.2 歳、III期 57.6 ± 12.3 歳、IV期 53.4 ± 19.1 歳、V期 54.8 ± 15.5 歳、VI期 53.2 ± 20.1

表1 各病期と年齢の関係

病期	眼数	平均年齢 $\pm$ 標準偏差
0期	29	48.4 ± 14.2
I期	9	64.6 ± 13.3
II期	28	55.4 ± 13.2
III期	12	57.6 ± 12.3
IV期	7	53.4 ± 19.1
V期	20	54.8 ± 15.5
VI期	12	53.2 ± 20.1
全病期	117	54.2 ± 15.2

平均値 $\pm$ 標準偏差

ボンフェローニの方法による多重比較の結果、各病期における年齢に有意差は認められなかった。

歳、全体 54.2 ± 15.2 歳である。病期と年齢の関係を調べるためにボンフェローニの方法により多重比較を行った結果、各病期における年齢において、各病期間で有意差を認めなかった(表1)。治療法は点眼加療105眼、点眼+内服加療12眼、眼手術の既往としてはトラベクトルミーのみで10例16眼であった。眼圧は全例コントロール下において21 mmHg未満であった。矯正視力はAulhorn分類Greve変法においてV期までは全例0.6以上であり、屈折の平均は -2.03 ± 3.0 (平均値 $\pm$ 標準偏差) D ($-8.25 \sim +3.5$ D)で、 -5.0 D以上の症例が11眼含まれるが、それ以外は全例 ± 5.0 D以内であった。

III 方 法

NFAはVersion 2.1.15 alphaを用いて平均網膜神経線維層厚の計測を行った。この装置の測定原理については、すでにいくつかの詳細な報告^{1)~5)12)17)}がなされている。概略を記すと、照射光の波長より短い直径の円柱状の物質が、水平に多数配列している媒質を照射光が通過するときみられる複屈折性といわれる性質を利用したものである。つまり、媒質である網膜神経線維の胞体内には水平方向に配列する多数の細胞内小器官が存在しており、これらの直径はNFAのレーザー波長である780 nmの数十分の一であるため、網膜神経線維層は複屈折性を有しているとされる。したがって、偏光レーザーが神経線維層を通過する際に2つの異なるレーザーに分かれる。本装置はその2つの反射光の時間差を検出し、そのデータを基に網膜神経線維層の厚みを計測する。開発初期のNFAではフォーカスと照射光の強度の調整は検者がモニターを通して主観的に行っており、検者間の測定誤差が問題となっていたが、今回使用したNFAはVersion 2.1.15 alphaで、同一検者および検者間での測定誤差の生じる可能性が少なくなったとされている。我々は検者を熟練した2人に限定した。測定方法は被検者を光学部前に座わらせ、他眼で固視灯を固視させる。被検者の瞳孔中央にレーザー光を当て、測定部位を液晶モニターで確認しながら決定し、フォーカスと照射光の強度を調整し

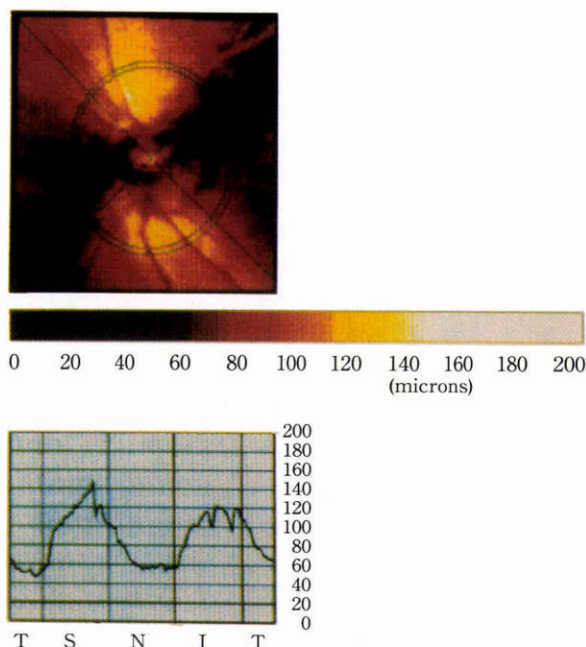


図1 Nerve Fiber Analyzer(NFA)での測定部位。
1.5乳頭径の円周を4象限に分割。

た後、測定を行う。画角 15° で連続 3 回測定し、視神経乳頭の同心円上で乳頭径の 1.5 倍の円周上の平均の網膜神経線維層の厚さを計測した。測定する円周を 4 象限に分け、それぞれ上方 90° を上側(S), 外方 90° を耳側(T), 内方 90° を鼻側(N), 下方 90° を下側(I)とした。網膜神経線維層厚の全周の平均値と各象限別の平均値を計測した(図1)。さらに、N の網膜神経線維層厚を基準とした全周と各象限の網膜神経線維層厚との比(mean ratios, T_0/N , S/N , T/N , I/N), および T の網膜神経線維層厚を基準とした全周と各象限の網膜神経線維層厚との比(mean ratios, T_0/T , S/T , I/T , N/T)を算出し検討した。

視野検査には Humphrey Field Analyzer の測定プログラム 30-2 を用い、固視不良は 20% 未満、偽陽性、偽陰性は 33% 未満の症例を採用した。その視野検査を基に Aulhorn 分類 Greve 変法に沿って 0~VI 期に病期分類した。Aulhorn 分類 Greve 変法については、0 期はトータル偏差において 6~10 dB までの比較暗点、I 期は 10 dB 以上の比較暗点や絶対暗点を認めるものとした。以上の評価を行うに当たって、1 回目の視野は採用せず、2 回以上の視野測定結果を判定材料とし、病期分類については 2 名の医師が判定した。また、病期の視野指標の値として mean deviation (MD) を用いて病期との間の相関図を示し、相関係数を求めて検定した。平均網膜神経線維層厚および N, T の網膜神経線維層厚を基準とした全周と各象限との比において、病期別に平均値と標準偏差を算出した。次に、これらの値が各病期間において有意な差があるか否かについて、ボンフェローニの方法を用いて多重比較を行った。

また、NFA による計測誤差を知る目的で、平均網膜神

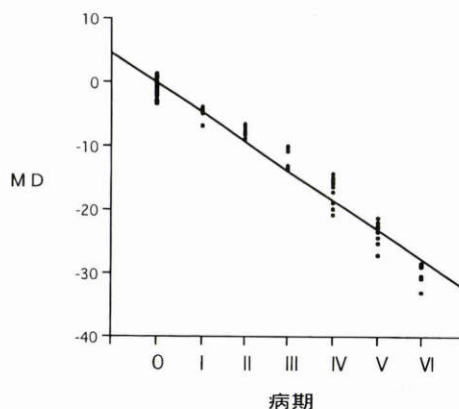


図2 Mean deviation(MD)と病期との関係。

横軸は病期、縦軸は MD (dB), MD は病期の進行に伴い有意に減少を示した。r: 相関係数, $y = -4.617x - 0.016$, $r = -0.981^{**}$, $** : p < 0.01$

経線維層厚の測定再現性について検討を行った。今回蓄積した検査結果のうち、無作為に 30 眼を抽出し全周および各象限別の 3 回の測定結果の平均値と標準偏差を求めて、変動係数[(標準偏差/平均値) × 100 (%)]を算出した。

IV 結 果

1. NFA (Version 2. 1. 15 alpha) による網膜神経線維層厚の測定再現性

無作為に抽出した 30 例の平均網膜神経線維層厚の変動係数は、全周(T_0)が 4.47%, S が 5.20%, T が 7.06%, I が 4.82%, N が 5.72% で、すべて 10% 以内であった。

2. MD と病期との関係(図2)

相関係数の検定を行った結果、MD は Aulhorn 分類 Greve 変法の病期の進行に伴い有意な減少を示した。

3. 平均網膜神経線維層厚(表2, 図3)

T_0 および各象限別の各病期における平均網膜神経線維層厚の測定結果を表2に示した。さらに、 T_0 および各象限別の測定値の分布および平均値と標準偏差を図3に示し、ボンフェローニの方法により多重比較の結果を、有意差の認められたものについてのみ、その有意水準($*$: $p < 0.05$, $**$: $p < 0.01$)を示した。

Aulhorn 分類 Greve 変法において 0 期の値は、 T_0 , S, I において他の病期と比して最も厚かった。多重比較の結果は、0 期と比し T_0 においては V, VI 期で、S においては I, II, V, VI 期で、I においては II, III, V, VI 期で有意な減少がみられた。 T, N においては 0 期の平均網膜神経線維層厚は、S, I と比べ薄く、多重比較において各病期間で有意差は認められなかった。

4. N の網膜神経線維層厚を基準とした他象限との比: mean ratios (T_0/N , S/N , T/N , I/N) (表3, 図4)

同様に多重比較を行った結果、0 期と比し T_0/N においては III, V, VI 期、 S/N , I/N においては I, III, V, VI 期で有意に減少していた。また、 S/N においては II 期と V 期、II 期と VI 期間でも有意な減少がみられた。 T/N にお

表 2 各病期別、象限別平均網膜神経線維層厚(μm)

	To	S	T	I	N
0 期	71.6±12.1	90.4±13.7	50.1±12.0	83.1±15.0	60.5±12.1
I 期	61.0±11.8	70.7±13.0	52.2±14.9	65.4±11.8	56.5±13.7
II 期	63.5±17.4	76.7±23.7	51.7±13.1	68.8±19.6	55.8±17.5
III 期	62.0±11.9	75.3±13.7	49.1±12.0	65.9±14.7	59.6±20.0
IV 期	65.4±14.6	74.8±15.7	54.3±15.1	71.7±15.2	59.4±14.1
V 期	56.5±9.8	63.2±12.2	49.2±8.6	60.3±11.8	53.4±10.5
VI 期	54.8±7.9	58.7±11.6	50.9±6.5	56.6±9.3	52.7±9.3

To: 全周 S: 上側 T: 耳側 I: 下側 N: 鼻側

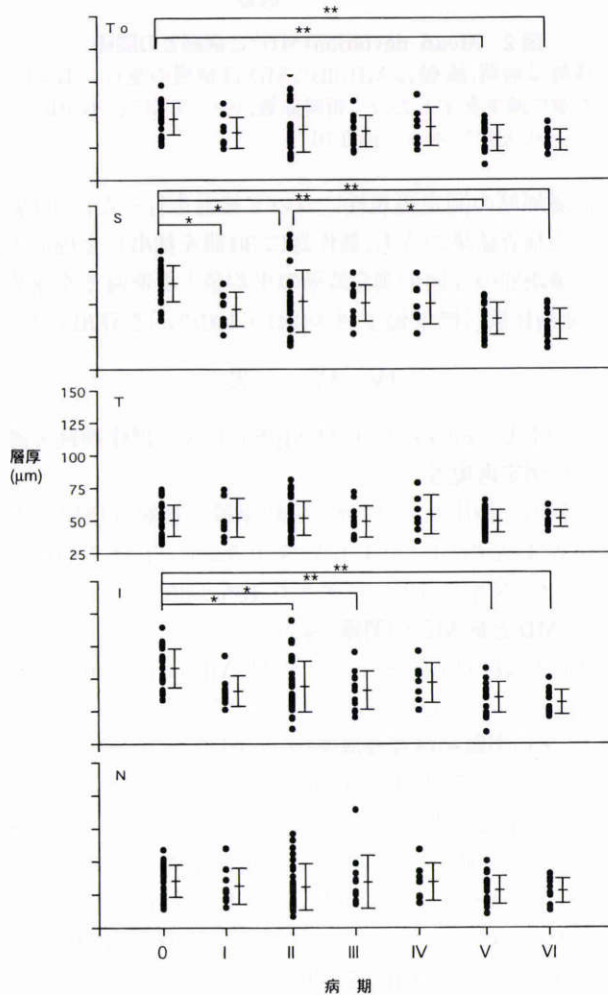


図 3 平均網膜神経線維層厚(μm).

0 期と比し全周(T_o)においては V, VI 期で, 上側(S)においては I, II, V, VI 期で, 下側(I)においては II, III, V, VI 期で有意に減少していた. ボンフェローニの方法による多重比較. *: $p<0.05$, **: $p<0.01$.

いては 0 期と比し II, VI 期において逆に有意に増加していた.

5. T の網膜神経線維層厚を基準とした他象限との比: mean ratios(T_o/T , S/T , I/T , N/T) (表 4, 図 5)

同様に多重比較を行った結果, T_o/T , I/T では, 0 期と比し I~VI 期すべてが有意に減少していた. S/T でも 0 期と比し III 期が有意差を認めなかったが, それ以外は

すべての病期において有意に減少していた. N/T においては 0 期と比し II, VI 期のみが有意に減少していた.

以上の結果を要約すると, 網膜神経線維層厚では, T_o , S, I において 0 期との間で有意差を多数認めたが, N, T では各病期間で有意差は示さず, 病期の進行と一定の関係は認めなかった. N, T を基準とした mean ratios においては, T/N , N/T を除くと, すべてにおいて 0 期と他の病期との間で有意差を多く示した. その中でも T_o/T , S/T , I/T で, 0 期と比し I~VI 期が有意に減少しており, 有意差を最も多く認めた. しかし, I~VI 期間ではほとんど有意差は認められなかった.

V 考 按

正常人では約 170 万本ある網膜神経線維が老化に伴って毎年約 5,000 本ずつ減少することが知られており¹⁹⁾, 緑内障ではその減少率がさらに大きく, そのため, 緑内障においては当然網膜神経線維層厚が正常網膜組織と比して薄くなることが予想される. その変化は緑内障性視野障害に先行して起こると考えられているため¹⁶⁾, 網膜神経線維層厚の計測は個々のばらつきが補正されれば緑内障の早期診断に役立つ可能性があり, また糖尿病などの網膜神経線維層の変性, 萎縮疾患においても病態の把握に極めて重要と思われる¹⁷⁾. 開発初期の NFA では intensity の微妙な調整が検者間の差となって現われたため, 検者間における網膜神経線維層厚の相違が同一眼においても認められることが多かった. すなわち, 個人個人での再現性はよかったが, 検者間のばらつきがでた. 今回使用された NFA は, その欠点を補うためにソフトウェアに改良が加えられた Version 2. 1. 15 alpha であり, 照射レーザーの強度を自動的に機器が調整できるようになり, 検者間のばらつきが大幅に少なくなった. 実際, 繰り返し測定し検者間での測定誤差が少なくなったとの報告²⁰⁾もなされている. 今回, 著者らは本装置(NFA)での網膜神経線維層厚の測定再現性の検討を行ったが, 変動係数は結果で示したようにすべて 4~7% に分布していた. 改良前の NFA を使用した遅ら¹⁾は健常者 6 眼, 緑内障患者 6 眼において変動係数を算出し, 4 象限すべて 10% 以内であったと報告している. また, 正常眼の加齢変化における報告²¹⁾においても健常者, 緑内障患者にお

表 3 鼻側の網膜神経線維層厚を基準とした mean ratios

	To/N	S/N	T/N	I/N
0 期	1.195 ± 0.108	1.523 ± 0.230	0.828 ± 0.092	1.394 ± 0.214
I 期	1.094 ± 0.107	1.280 ± 0.212	0.930 ± 0.193	0.180 ± 0.156
II 期	1.157 ± 0.130	1.393 ± 0.239	0.957 ± 0.202	1.253 ± 0.178
III 期	1.073 ± 0.118	1.310 ± 0.204	0.845 ± 0.132	1.133 ± 0.133
IV 期	1.106 ± 0.049	1.268 ± 0.108	0.911 ± 0.109	1.214 ± 0.076
V 期	1.064 ± 0.054	1.189 ± 0.104	0.931 ± 0.087	1.138 ± 0.165
VI 期	1.049 ± 0.086	1.120 ± 0.133	0.985 ± 0.155	1.085 ± 0.139

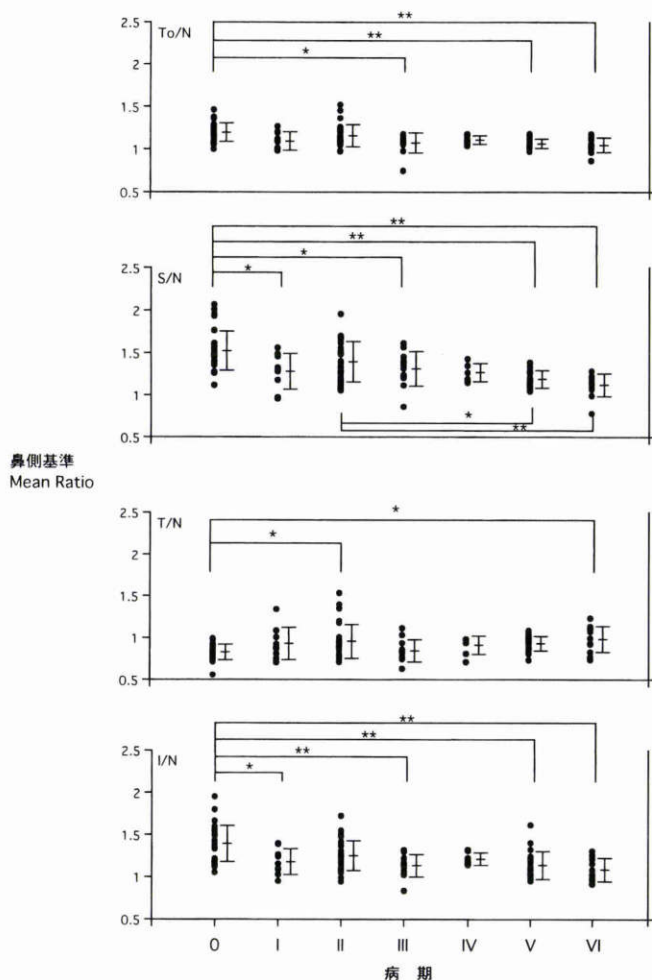


図 4 鼻側(N)の網膜神経線維層厚を基準とした他象限との比。

Mean ratios 0 期と比し, T₀/N においては III, V, VI 期, S/N, I/N においては I, III, V, VI 期で有意に減少していた。T/N においては 0 期と比し II, VI 期のみが有意に増加していた。ボンフェローニの方法による多重比較。* : p < 0.05, ** : p < 0.01。

いて乳頭径の 1.0, 1.5, 2.0 倍の部位で測定し, それぞれ変動係数を算出し健常者 (3.64, 3.59, 4.10%), 緑内障患者 (10.20, 5.65, 6.08%) という結果を得ている。今回の我々の結果も変動係数は小さく, それらと同様良好と思われた。

緑内障眼に NFA を使用し網膜神経線維層厚を観察し

た報告^{1)~13)}は既にいくつかある。遅延(retardation)を計測し緑内障眼と比べ正常者では上側, 下側において有意に高かったとする報告³⁾, 緑内障眼において網膜神経線維層厚と Humphrey 視野計における MD 値の間に統計学的に有意な相関がみられたとの報告⁴⁾, 遅延(retardation)が視野欠損の増加に伴い減少したとする報告⁶⁾, 正常眼との比較において緑内障眼の網膜神経線維層厚が有意な減少を認めたとする報告⁹⁾がある。一方, それとは逆に緑内障では網膜神経線維層厚の異常を示すが, 視野との関連は少なかったとする報告⁷⁾⁸⁾もある。このように, 網膜神経線維層厚の実測値における報告は多数なされている。しかし, 網膜神経線維層厚は個体差があり, その実測値をもって集団全体に共通する機能評価に結びつけるのは若干無理があるようである。そのため, 年齢, 個体差などの影響を最小限にして判定するために, N および T の網膜神経線維層厚を基準とした mean ratios を用いたパラメーターにつき検討したわけである。解剖学的に網膜神経線維の走行は上, 下象限に弓状線維が含まれるため, 上, 下象限の網膜神経線維層厚が T, N と比して厚く, そのため, 同一症例では網膜神経線維層厚の実測値の増減は, とりわけ上, 下象限で視機能を多く反映している。また, 緑内障の病期の進行や正常眼における加齢につれ, 上, 下象限の網膜神経線維層厚の減少率が T, N より大きくなると思われたため, 機能変化や加齢の影響を受けにくい N および T の網膜神経線維層厚を基準とした mean ratios を用いた検討の方が, 網膜神経線維層厚の分布のバランスをより正確に表し, 疾患眼と正常眼との相違を示す指標としては有用と思われた。例えるならば, 体重の大小のみで肥満度を論じるよりも, 身長との比で論じる方が良いというのと相似している。類似の検討で, 小暮らは新しいパラメーターとして (S-N) + (I-N) を用いて MD との相関が強かったと, また S-N, I-N, (S-N)/N, (I-N)/N を用いて Aulhorn 分類における視野障害とよく一致したと報告¹⁰⁾¹¹⁾している。

我々は, 多重比較の結果, 0 期と比し I~VI 期で網膜神経線維層厚の実測値もいくつか有意差を認めた。しかし, N の網膜神経線維層厚を基準とした mean ratios においては, 実測値より多く有意差を認めた。それ以上に T の網膜神経線維層厚を基準とした mean ratios (T₀/T, S/

表4 耳側の網膜神経線維層厚を基準とした mean ratios

	To/T	S/T	I/T	N/T
0期	1.457 ± 0.176	1.863 ± 0.361	1.695 ± 0.263	1.224 ± 0.155
I期	1.205 ± 0.187	1.422 ± 0.379	1.303 ± 0.251	1.113 ± 0.206
II期	1.239 ± 0.180	1.503 ± 0.346	1.347 ± 0.254	1.083 ± 0.190
III期	1.283 ± 0.149	1.567 ± 0.263	1.363 ± 0.215	1.209 ± 0.182
IV期	1.228 ± 0.149	1.412 ± 0.232	1.350 ± 0.187	1.114 ± 0.153
V期	1.151 ± 0.096	1.288 ± 0.164	1.233 ± 0.205	1.084 ± 0.107
VI期	1.080 ± 0.118	1.158 ± 0.205	1.115 ± 0.143	1.040 ± 0.174

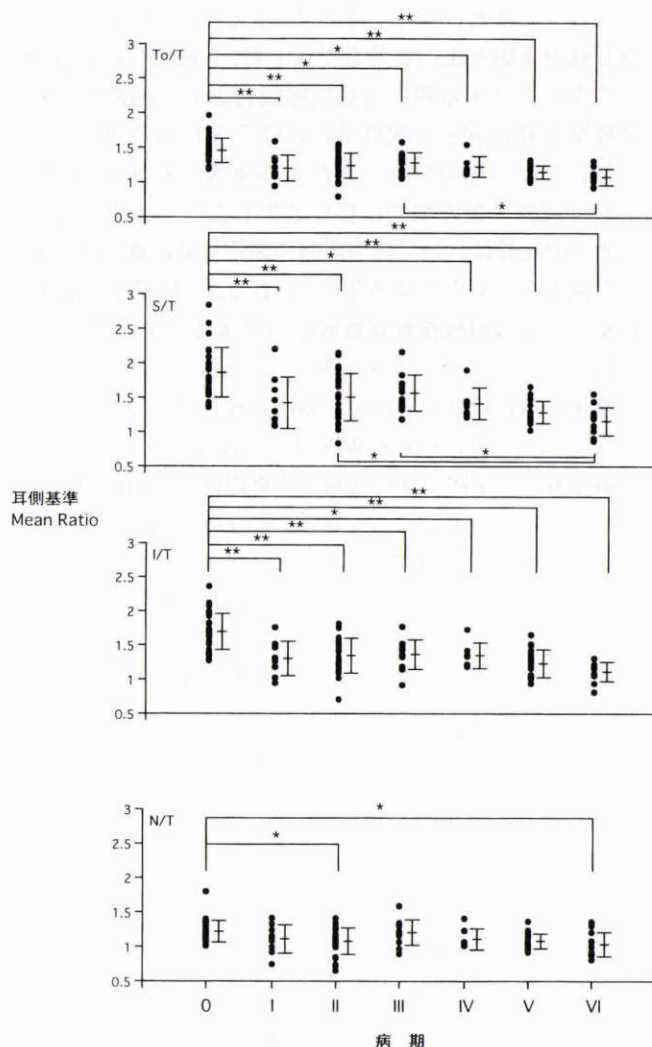


図5 耳側(T)の網膜神経線維層厚を基準とした他象限との比。

Mean ratios 0期と比し, T_o/T , S/T , I/T では S/T で III 期が有意差を認めなかったが, それ以外は I~VI 期すべてが有意に減少していた。ボンフェローニの方法による多重比較。*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ 。

T , I/T) で 0 期と比し, I~VI 期ではほぼすべてにおいて有意に減少していた。しかし, これらのパラメーターにおいて 0 期を除いた I~VI 期間では殆ど有意差を示さなかった。このことから, 今回の検討において I~VI 期間では病

期の進行に伴う障害の程度を NFA では鑑別できず, 病期診断には無理があるようであるが, 初期(0 期)と中・後期例(I~VI 期)では違いが認められた。つまり, 初期(0 期)と中・後期例(I~VI 期)を鑑別する補助的診断として役立つ可能性はある。このような結果になった理由として, 網膜神経線維層厚が個人間のばらつきが多く, T を基準とした mean ratios を用いた場合でも, ある程度しか補正されず, また年齢による補正も加味されていないためと思われた。今回正常人と比較し, 感度, 特異度を算出しておらず厳密なことはいえないが, 正常, 異常の鑑別ができる可能性はあるとしても, 正常人データーを用い, 年齢差, 個人差などが完全に補正されない限り, 経過観察および病期診断には役立たないと思われた。

現在, 共焦点レーザー走査型検眼鏡を用いた視神経乳頭形状解析装置(Topographic Scanning System: TopSS)の開発に伴い, NFA による網膜神経線維層厚の量的な測定は TopSS による視神経乳頭の局所解剖的な解析と関連があると報告²¹⁾されており, 両者の併用により診断能力はさらに高まるものと思われる。しかし, NFA の欠点として血管のある所ではレーザー光の反射が速くなるため, 血管より下の厚さは反映されない。したがって, 網膜神経線維層厚の値は実際の値より薄くなり, 血管の影響を除いて修正を加えた場合は, 網膜神経線維層の厚さは最大約 20% 増加したとの報告²²⁾もある。今回使用した NFA は Version 2. 1. 15 alpha であり, 正常, 異常の区別はされず, 網膜神経線維層厚の実測値および mean ratios が算出されるのみである。しかし現在, NFA は第 3 世代(GDx)に入り, さらに進化している。まず, 血管の影響は自動的に除外できるようになった。また, 人種別, 年齢別の健常眼のデーターを有し, 比較され, 検定結果が表示される。白柏ら¹³⁾はこの機器を使用し正常コントロールと比較し, 感度, 特異度を算出し種々のパラメーターを使用した場合, 感度 100%, 特異度 97.6% と報告し, 緑内障の診断において有用な可能性があるとしている。今後, GDx を用いたさらなる研究, および正常人における検討が進めば, 緑内障の診断, 経過観察に役立つ可能性はあると思われる。今回の検討において, このような結果を得たことは NFA が進化する過程で重要なことと思われた。

文 献

- 1) 遅 啓民, 富田剛司, 北澤克明: スキャニングレーザーポラリメーターによる網膜神経線維層厚の測定再現性. 眼紀 46: 387—391, 1995.
- 2) Chi QM, Tomita G, Inazumi K, Hayakawa T, Ido T, Kitazawa Y: Evaluation of the effect of aging on the retinal nerve fiber layer thickness using scanning laser polarimetry. J Glaucoma 4: 406—413, 1995.
- 3) Weinreb RN, Shakiba S, Zangwill L: Scanning laser polarimetry to measure the nerve fiber layer of normal and glaucomatous eyes. Am J Ophthalmol 119: 627—636, 1995.
- 4) 白柏基宏, 阿部春樹, 沢口昭一: 緑内障眼における網膜神経線維層厚と視野障害の関係. あたらしい眼科 13: 597—599, 1996.
- 5) 井戸忠美: Nerve Fiber Analyzer™ による網膜神経線維層厚の測定. あたらしい眼科 13: 1325—1331, 1996.
- 6) Weinreb RN, Shakiba S, Sample PA, Shahrokni S, van Horn S, Garden VS, et al: Association between quantitative nerve fiber layer measurement and visual field loss in glaucoma. Am J Ophthalmol 120: 732—738, 1995.
- 7) Tjon-Fo-Sang MJ, Lemij HG: The sensitivity and specificity of nerve fiber layer measurements in glaucoma as determined with scanning laser polarimetry. Am J Ophthalmol 123: 62—69, 1997.
- 8) Tjon-Fo-Sang MJ, Lemij HG: The correlation between visual fields and nerve fiber layer thickness as determined with the nerve fiber analyzer. Invest Ophthalmol Vis Sci 37: S 1096, 1996.
- 9) Feldman RM, Feldman ST, Gross RL, Orengo-Nanla S: Nerve fiber layer thickness in glaucomatous eyes. Invest Ophthalmol Vis Sci. ARVO Annual Meeting Abstract Issue 34: 1510, 1993.
- 10) 小暮 諭, 田村雅弘, 塚原重雄: 網膜神経線維層分布型と緑内障視野障害との関係. 日眼会誌 100(臨時増刊号): 189, 1996.
- 11) 小暮 諭, 田村雅弘, 木之下徹, 塚原重雄: 緑内障診断補助検査としての網膜神経線維層厚測定. 臨眼 51: 339—342, 1997.
- 12) Dreher AW, Bailey ED: Retinal nerve fiber thickness measurements by scanning laser polarimetry. Vision Science and Its Applications. Technical Digest Series 2: 122—125, 1994.
- 13) 白柏基宏, 阿部春樹, 船木繁雄, 沢口昭一: スキャニングレーザーポラリメトリーによる健常眼と緑内障眼の網膜神経線維層厚の測定. あたらしい眼科 14: 1691—1693, 1997.
- 14) 岩田和雄: 網膜神経線維層障害の病態と緑内障早期診断. あたらしい眼科 7: 109—113, 1990.
- 15) Sommer A, Miller NR, Pollack I, Maumenee AE, George T: The nerve fiber layer in the diagnosis of glaucoma. Arch Ophthalmol 95: 2149—2156, 1977.
- 16) 岩田和雄: 緑内障と視神経—緑内障進行のクロノロジー. 筒井 純(編): 眼科 MOOK 35 神経眼科最近の進歩. 金原出版, 東京, 73—78, 1987.
- 17) 井戸忠美, 早川友康, 稲積幸介, 堀 暢英, 安藤優子, 富田剛司, 他: 糖尿病患者の網膜神経線維層厚と視野変化. 眼紀 47: 806—810, 1996.
- 18) Greve GL, Langerhorst CT, van den Berg TTJP: Perimetry and other visual function tests in glaucoma. In: Cairns JE (Ed): vol. 1. Grune & Stratton, London, 37—77, 1986.
- 19) Balazsi AG, Rootman J, Drance SM, Schulzer M, Douglas GR: The effect of age on the nerve fiber population on the human optic nerve. Am J Ophthalmol 97: 760—766, 1984.
- 20) Swanson WH, Lynn JR, Fellman RL, Starita RJ, Schumann SP, Nusinowitz S: Interoperator variability in images obtained by laser polarimetry of the nerve fiber layer. J Glaucoma 4: 414—418, 1995.
- 21) Kalenak JW, and Paydar F: A comparison of the topss topographic scanning system and the nerve fiber analyzer (NFA) in 76 subjects. Invest Ophthalmol Vis Sci 35: S 1343, 1994.
- 22) Dreher AW, Reed GC, Zyzyck J, Zhou Q, Reiter K: Reproducibility improvement of the nerve fiber analyzer by employing a blood vessel removal algorithm. Invest Ophthalmol Vis Sci 37: S 1093, 1996.