Scanning laser tomograph を用いた正常眼の視神経乳頭評価

中村 弘¹⁾, 前田 利根¹⁾, 鈴木 康之²⁾, 井上 洋一¹⁾¹⁾オリンピア・クリニック眼科, ²⁾日本医科大学眼科学教室

要 約

正常眼 77 例 77 眼を対象とし, 視神経乳頭の走査レーザー断層計測を行った. 得られた各 topographic parameter と年齢・屈折・乳頭面積の関係を多変量解析を用いて検討した. その結果, 加齢とともに網膜神経線維層厚 (mean RNFL thickness, RNFL cross section area) は薄くなり, 近視が強いほど陥凹 (mean cup depth, maximum cup depth) は深かった ($p < 0.05$). また, 大きな乳頭では cup area, C/D area ratio, rim area, cup volume, mean cup depth, cup shape measure ($p < 0.01$), maximum cup depth ($p < 0.05$) は大きく, 網膜神

経線維層厚 (mean RNFL thickness) は薄かった ($p < 0.01$). Rim volume は年齢・屈折・乳頭面積のいずれの影響も有意に受けていなかった. 走査レーザー断層計測で得られる parameter を評価する際には, 年齢・屈折・乳頭面積の影響を考慮する必要がある. (日眼会誌 102: 378—382, 1998)

キーワード: Scanning laser tomograph, 立体計測, 正常眼, 視神経乳頭, 多変量解析

Use of a Scanning Laser Tomograph to Evaluate the Optic Disc of the Normal Eyes

Hiroshi Nakamura¹⁾, Toshine Maeda¹⁾, Yasuyuki Suzuki²⁾ and Youichi Inoue¹⁾¹⁾Eye Division of Olympia Medical Clinic, ²⁾Department of Ophthalmology, Nippon Medical School

Abstract

We evaluated the optic disc in 77 eyes of 77 normal volunteers using a scanning laser tomograph (Heidelberg Retina Tomograph: HRT, version 1.11). Particular attention was paid to age, refractive error, and disc size. The topographic parameters included: cup area, C/D area ratio, rim area, cup volume, rim volume, mean cup depth, maximum cup depth, cup shape measure, height variation contour, mean RNFL thickness, and RNFL cross section area. There was a significant decline in mean RNFL thickness and RNFL cross section area with increase in age ($p < 0.05$). The mean and maximum cup depths

were significantly deeper in myopic eyes ($p < 0.05$). Large discs had large values of cup area, C/D area ratio, rim area, cup volume, mean cup depth, cup shape measure ($p < 0.01$), and maximum cup depth ($p < 0.05$). Large discs had small values of mean RNFL thickness and RNFL cross section area. Rim volume was independent of age, refractive error, or disc area. (J Jpn Ophthalmol Soc 102: 378—382, 1998)

Key words: Scanning laser tomograph, Topographic analysis, Normal eye, Optic disc, Multivariate statistical method

I 緒 言

視神経乳頭は, 緑内障においてその特徴的変化を呈する最も重要な部位であり, その観察・評価は緑内障臨床にとって欠くことのできないものである. その際, 正常眼における視神経乳頭の情報は緑内障眼の解析の基礎となるものであり, 様々な解析手法により数々の報告^{1)~15)}がなされてきた.

近年, 網膜・視神経乳頭の形態を客観的に評価できる測定機器として種々の走査型レーザー検眼鏡が開発されている. その一つである scanning laser tomograph [Heidelberg Retina Tomograph (HRT), Heidelberg Engineering, Heidelberg, ドイツ] は優れた空間解像力を有し, 視神経乳頭・陥凹部・辺縁部の面積・体積などを数値化することが可能である. しかしながら, この装置を用いて得られる disc area (DA)・rim volume (RV)・cup

別刷請求先: 150-0001 東京都渋谷区神宮前 6-35-3 オリンピア・クリニック眼科 井上 洋一
(平成 9 年 9 月 1 日受付, 平成 10 年 1 月 23 日改訂受理)

Reprint requests to: Youichi Inoue, M.D. Eye Division of Olympia Medical Clinic, 6-35-3 Jinguumae, Shibuya-ku, Tokyo 150-0001, Japan

(Received September 1, 1997 and accepted in revised form January 23, 1998)

volume(CV)などのパラメーターが、具体的に緑内障診療においてどのような意義を持つかは必ずしも明らかにされていない。さらに、これらのパラメーターは年齢・屈折・人種などにより影響されることが指摘されており¹⁵⁾、正常眼におけるこれらの多因子を考慮した各パラメーターの評価法の確立が必須である。今回、我々は正常眼における各パラメーターの値を求めるとともに、多変量解析を用いて年齢・屈折・乳頭面積の各因子が各パラメーターにどのような影響を及ぼすかについて検討した。

II 対象および方法

表 1 を満たすものを正常眼とし、左眼を対象とした。対象となった 77 例 77 眼は、インフォームド・コンセントの得られた有志者 7 例および本院受診者 70 例であり、その内訳は男性 24 例、女性 53 例、年齢 56 歳(21~84 歳)、屈折の平均は -0.18 D ($-5.0 \sim +4.125 \text{ D}$) であった。全例で、Auto Ref-Keratometer(RK-1, キヤノン)および視力検査により屈折値を求め、圧平眼圧計による眼圧測定、隅角鏡による隅角検査を行った。

Scanning laser tomograph での走査レーザー断層計測は、電源入力後 1 時間以上経過し、レーザー光の発振が安定してから開始した。画像領域 $10 \sim 20^\circ$ 、画像深度幅 $1.5 \sim 4.0 \text{ mm}$ の設定で、本装置に習熟した検者 3 名中任意の 1 人が連続して 3 回計測し、平均値を採用した。Contour line の設定は、3 人の検者の中で最も熟練した 1 人がモニター上に映し出される intensitive image を参考にマウスを使用して設定した。また、入力項目の角膜曲率半径の測定には Auto Ref-Keratometer(RK-1, キヤノン)を用いた。以上の操作で、topographic parameter として得られる DA・cup area(CA)・C/D area ratio(C/D)・rim area(RA)・CV・RV・mean cup depth(MnCD)・maximum cup depth(MxCD)・cup shape measure(CSM)・height variation contour(HVC)・mean RNFL thickness(MnRNFLT)・RNFL cross section area(RCSA)を算出した。また、解析データとして、3 回計測した各測定値(256×256 ポイント)の標準偏差の平均が $40 \mu\text{m}$ 未満のものを採用した。

各 topographic parameter と年齢・屈折・乳頭面積との関係に関する検討は、CA・C/D・RA・CV・RV・MnCD・MxCD・CSM・HVC・MnRNFLT・RCSA を目的変数、年齢・屈折・DA を説明変数として重回帰分析を用いて行った。さらに、各パラメーター間の相関関係を解析するために Pearson の相関係数を算出した。

III 結 果

対象から得られた各 topographic parameter の結果および相関は、それぞれ表 2, 3 のごとくであった。

さらに、表 4 に示す各 topographic parameter と年齢・屈折・乳頭面積との関係は、加齢と有意の関係をみた

表 1 正常者選択基準

1) 矯正視力 ≥ 0.7
2) 等価球度数 $-5.0 \sim +5.0 \text{ D}$
3) 眼圧 $< 21 \text{ mmHg}$
4) 正常開放隅角
5) 中間透光体・眼底 異常なし(軽度の白内障を除く)
6) 乳頭面積 $1.3 \sim 4.1 \text{ mm}^2$
7) 傾斜乳頭, oblique insertion の除外
8) 緑内障の家族歴なし

表 2 各 topographic parameter の平均値と標準偏差

Topographic parameter	平均値	標準偏差
Disc area (mm^2)	2.147	0.500
Cup area (mm^2)	0.550	0.416
C/D area ratio	0.238	0.142
Rim area (mm^2)	1.596	0.339
Cup volume (mm^3)	0.124	0.155
Rim volume (mm^3)	0.439	0.149
Mean cup depth (mm)	0.205	0.090
Maximum cup depth (mm)	0.585	0.207
Height variation contour (mm)	0.416	0.107
Cup shape measure	-0.199	0.067
Mean RNFL thickness (mm)		0.080
RNFL cross section area (mm^2)	1.279	0.388

ものは MnRNFLT と RCSA であり、両者とも加齢とともに減少した。屈折は近視が強いほど MnCD および MxCD は大きかった。また、乳頭面積が大きいほど CA, C/D, RA, CV, MnCD, MxCD, CSM は大きく、MnRNFLT は小さかった。これらの中で特に強い関係をみたものは、乳頭面積と CA・C/D・RA・CV・CSM であり、乳頭面積の影響が強かった。また、加齢は MnRNFLT・RCSA 以外とは、屈折は MnCD・MxCD 以外とは関係がなく、乳頭面積は RV・HVC・RCSA とは有意の関係をみなかった。

IV 考 按

今回の検討により scanning laser tomograph で得られる乳頭パラメーターのいくつかは、年齢・屈折・乳頭面積の影響を受けていることが明らかになった。加齢とともに網膜神経線維層厚は薄くなり、近視が強いほど陥凹が深く、また、大きな乳頭では陥凹部面積・容積、辺縁部面積、C/D 比、陥凹深度は大きく、網膜神経線維層厚は薄くなることがわかった。

正常眼の視神経乳頭では、屈折・眼軸長と乳頭面積¹⁾²⁾、乳頭面積と陥凹部・辺縁部・C/D 比^{1)~3)}、乳頭面積と性差²⁾⁴⁾⁵⁾、加齢と陥凹部¹⁾²⁾⁴⁾⁶⁾、加齢と網膜神経線維層厚^{7)~11)}、各乳頭パラメーターと人種差¹²⁾¹³⁾などの関係について数々の報告がみられる。その解析方法も組織学的検討⁵⁾⁷⁾⁸⁾の他に、細隙灯顕微鏡⁴⁾⁶⁾、眼底写真¹⁾、無赤色光眼底写真⁹⁾、ステレオ眼底写真²⁾⁹⁾、ステレオ画像処理システム³⁾¹²⁾¹⁴⁾および走査型レーザー検眼鏡¹⁰⁾¹¹⁾¹³⁾¹⁵⁾など、検査機器の進歩

表3 各 topographic parameter の相関

	CA	C/D	RA	CV	RV	MnCD	MxCD	CSM	HVC	Mn-RNFLT	RCSA
DA	0.736**	0.552**	0.559**	0.597**	0.059	0.464**	0.306*	0.480**	-0.043	-0.284*	0.065
CA		0.950**	-0.150	0.879**	-0.441**	0.809**	0.641**	0.652**	-0.016	-0.446**	-0.223
C/D			-0.358*	0.813**	-0.573**	0.841**	0.717**	0.601**	-0.039	-0.462**	-0.293*
RA				-0.206	0.626**	-0.314*	-0.339*	-0.097	-0.043	0.132	0.368**
CV					-0.396**	0.845**	0.690**	0.524**	0.058	-0.425**	-0.277
RV						-0.297*	-0.260	-0.160	0.494**	0.701**	0.764**
MnCD							0.930**	0.492**	0.228	-0.131	0.013
MxCD								0.194	0.237	-0.032	0.072
CSM									0.129	-0.221	-0.073
HVC										0.654**	0.629**
Mn-RNFLT											0.929**

DA : disc area, CA : cup area, C/D : C/D area ratio, RA : rim area, CV : cup volume, RV : rim volume, MnCD : mean cup depth, MxCD : maximum cup depth, CSM : cup shape measure, HVC : height variation contour, Mn-RNFLT : mean RNFL thickness, RCSA : rNFL cross section area

* : p < 0.01, ** : p < 0.001

表4 年齢・屈折・disc area と各 topographic parameter

Topographic parameter	説明変数	偏回帰係数	有意確率
Cup area	年齢	0.002141	0.2900
	屈折	-0.019009	0.3837
	DA**	0.598847	< 0.0001
C/D area ratio	年齢	0.001044	0.2186
	屈折	-0.011453	0.2114
	DA**	0.147501	< 0.0001
Rim area	年齢	-0.002139	0.2906
	屈折	0.018977	0.3846
	DA**	0.401052	< 0.0001
Cup volume	年齢	0.000328	0.7132
	屈折	-0.008805	0.3620
	DA**	0.179038	< 0.0001
Rim volume	年齢	-0.001224	0.2538
	屈折	0.004177	0.7171
	DA	0.023483	0.5182
Mean cup depth	年齢	0.000330	0.5525
	屈折*	-0.014061	0.0210
	DA**	0.073354	0.0002
Maximum cup depth	年齢	0.000508	0.7079
	屈折*	-0.037007	0.0133
	DA**	0.099738	0.0331
Cup shape measure	年齢	0.000708	0.0907
	屈折	0.000300	0.9465
	DA**	0.063574	< 0.0001
Height variation contour	年齢	-0.000299	0.6970
	屈折	-0.008376	0.3136
	DA	-0.014566	0.5769
Mean RNFL thickness	年齢*	-0.001042	0.0447
	屈折	-0.006732	0.2257
	DA**	-0.047738	0.0075
RNFL cross section area	年齢*	-0.005230	0.0499
	屈折	-0.031241	0.2738
	DA	0.099738	0.6517

DA : disc area, * : p < 0.05, ** : p < 0.01

とともに変化し信頼性も向上してきている。例えば、立体写真撮影を用いて左右2枚の立体画像内の対応する点を抽出し、画像間の視差差からコンピューターで解析する

方法³⁾¹²⁾は、画像解析の進歩に貢献してきた。しかし、この方法は、歪曲収差補正のために幾何学的変換が必要なことやコントラストの低い部分に補正が必要なこと¹⁶⁾など

測定精度・再現性の点で限界があった。一方, scanning laser tomograph は, その光源としてレーザー光を使用し, 共焦点の原理に基づき立体画面を構築するものであり, 優れた空間解像力を有し良好な再現性も報告^{17,18)}されている。今回, 我々はその scanning laser tomograph を用いて正常眼の視神経乳頭を解析した。撮影は乳頭周囲網脈絡膜萎縮巣を含めた範囲とし, 画角は 10~20° で行った。また, 乳頭各パラメーターと年齢・屈折・眼軸長・乳頭面積などとの関係の解析手法において, 過去の多くの報告^{2-4), 6), 9)-11), 13)-15)}では年齢・屈折・眼軸長・乳頭面積などの相互作用を十分に考慮せずに行われている。この点を明らかにするために, 我々は多変量解析を用いて解析を試みた。

乳頭の形態は個人間でのばらつきが大きく, 正常乳頭の定義は困難であるが, 表 1 のごとく等価球面度数が -5 ~ +5 D の範囲内, 乳頭面積が 1.3~4.1 mm² とし, 傾斜乳頭・oblique insertion を除外したものを正常眼と定義した。Jonas ら¹⁹⁾は正常眼 571 眼からの解析から, 乳頭の大きさは年齢・性の影響を受けておらず, さらに等価球面度数が -5 ~ +5 D 内では屈折の影響も受けないと述べており, その形態は垂直径が水平径に比べ 9% 長い楕円形を呈し, 面積については 1.29~4.09 mm² を正常範囲とすることが妥当と述べている。また, Chihara ら²⁰⁾によれば, oblique insertion では局所的な網膜神経線維層欠損が多いことから, 乳頭内の局所的な形態異常が存在する可能性が指摘されている。以上のことから, 正常眼の乳頭を解析する上で, 屈折と乳頭の面積・形状を考慮して正常眼を選択する必要があると考えた。

加齢は網膜神経線維層と有意の関係をみたが, 他のパラメーターに影響を及ぼしていなかった。加齢とともに陥凹部や C/D 比が大きくなるという報告^{11), 16)}があるが, それらはその増加の値が僅かであるものや (C/D 比: 0.0035/year¹¹⁾) 相関係数も小さいもの (r=0.1732¹⁶⁾), また, 乳頭の評価方法も立体視でないもの¹¹⁾である。一方, 立体写真による解析³⁾およびステレオ画像処理システム¹²⁾を用いた解析で両者に相関はないということが報告されている。この点, 我々の検討も立体的評価であり, scanning laser tomograph の特性を考慮すると信頼性が高い結果が得られたものと思われる。加齢による網膜神経線維層の変化については, 組織学的検討からは神経線維数の減少⁸⁾が, 臨床的検討からはその厚さの減少⁹⁾⁻¹¹⁾が報告されている。我々の検討でも加齢による網膜神経線維層厚の減少をとらえることができ, 乳頭縁で 1 年に 1.0 μm 減少するという結果が得られた。

屈折は陥凹部と有意の関係を認め, 近視が強くなるほど陥凹は深かった。屈折と陥凹深度の関係についての報告は, 我々の知るところでは Tsai ら¹³⁾の報告のみであり, 彼らは HRT (version 1.10) を用いた 43 人の黒人, 45 人のアジア人, 48 人のヒスパニック, 44 人の白人の計

180 人の検討から, 屈折と MxCD の間には相関をみなかったと報告している。我々の検討は日本人のみからのものであることを考えると, 近視が強くなるほど陥凹は深いという結果は日本人における特異的な傾向かも知れないと考えられたが, 今後, さらなる検討が必要であろうと思われた。

乳頭面積との関係は, それが大きくなるほど陥凹部面積, 辺縁部面積, C/D 比も大きくなるという結果が得られ過去の報告¹¹⁻¹³⁾と一致し, 陥凹部面積, 辺縁部面積, C/D 比を解析する上で乳頭面積を考慮することは不可欠であると思われた。また, scanning laser tomograph では乳頭の三次元的な評価, すなわち陥凹部容積, 辺縁部体積, 陥凹深度の評価が可能となった。そして, 乳頭面積が大きいほど, 陥凹部容積, 陥凹深度は大きかったが, 辺縁部体積は乳頭面積の影響を受けていなかった。さらに, 辺縁部体積は屈折・年齢の影響もを受けていなかった。Caprioli ら³⁾は computerized image analysis system (Rodentstock analyzer) を用いた正常眼 38 眼の検討で, 乳頭面積と陥凹部容積・辺縁部体積の関係について同様の報告をしており, 今後, さらに年齢・人種・性を考慮した検討が必要であると述べている。我々の検討は日本人のみでの検討であり, 年齢も考慮に入れていることから, 乳頭面積と陥凹部容積・辺縁部体積の関係は信頼性が高いものと思われた。そして, 辺縁部体積は年齢・屈折・乳頭面積の影響を受けていないことから, 単独のパラメーターによる視神経乳頭の評価・比較検討には辺縁部体積が適している可能性があると考えられた。

網膜神経線維層厚には年齢と乳頭面積が影響していた。Scanning laser tomograph では, reference plane からの網膜表面までの高さを網膜神経線維層厚としているため, 他の走査型レーザー検眼鏡^{10), 11)}とは異なり, 得られた計測値は純粋な網膜神経線維層厚ではない。しかし, 今回得られた網膜神経線維層厚は過去の報告^{21), 22)}と近く, 臨床応用が可能と思われた。乳頭面積と網膜神経線維層厚に関しては, Varma ら²³⁾は白人 10 眼の組織学的検討で, 乳頭面積と網膜神経線維層厚の間には相関を認めないとしているが, 対象数は少なく乳頭面積の範囲も 1.92 ± 0.1 mm² (平均値 ± 標準偏差) と狭い。一方, Jonas ら⁸⁾は白人の角膜提供眼 56 眼の組織学的検討により, 乳頭面積と網膜神経線維の数は正の相関をみるが, 乳頭面積とそれらの比 (網膜神経線維数/乳頭面積) は負の相関を示したと報告しており, また, Quigley²⁴⁾は乳頭面積と網膜神経線維数との間には正の相関を認めたと報告している。視神経乳頭表面では, 神経線維層の 94% が網膜神経線維で占められている²⁵⁾とすれば, これらの報告における網膜神経線維層厚は網膜神経線維を反映しているものと考えられる。また, 今回の解析の結果, 視神経乳頭縁では乳頭面積が大きいほど網膜神経線維層厚は薄くなるという結果が得られた。このことは, 乳頭面積が大きいほど網

膜神経線維数が増加する傾向があるとしても、乳頭円周の増加による単位円周当たりの網膜神経線維層厚の減少の方が網膜神経線維層厚に対する影響が大きいと考えられた。しかし、scanning laser tomographの網膜神経線維層厚の計測方法を考えると、他機種などによるさらなる検討が必要であると思われる。

以上、scanning laser tomographによる正常眼の視神経乳頭計測を行い、年齢・屈折・乳頭面積との関係を解析した。その結果、加齢は網膜神経線維層厚と、屈折は陥凹深度と、乳頭面積は陥凹部面積、辺縁部面積、C/D比、陥凹部容積、陥凹深度、網膜神経線維層厚と有意の関係を認めた。これらの正常眼の評価を基に今後は緑内障の乳頭変化をより詳細にとらえることが可能になるものと思われる。

本論文の一部は第100回日本眼科学会(1996年5月17日、京都)で報告した。

文 献

- 1) **Bengtsson B**: The alteration and asymmetry of cup and disc diameters. *Acta Ophthalmol* 58: 726—732, 1980.
- 2) **Jonas JB, Gusec GC, Naumann GOT**: Optic disc, cup and neuroretinal rim size, configuration and correlations in normal eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 29: 1151—1158, 1988.
- 3) **Caprioli J, Miller JM**: Optic disc rim area is related to disc size in normal subjects. *Arch Ophthalmol* 105: 1683—1685, 1987.
- 4) **Schwartz JT, Reuling FH, Garriso RJ**: Acquired cupping of the optic nerve head in normotensive eyes. *Br J Ophthalmol* 59: 216—222, 1975.
- 5) **Quigley HA, Brown AE, Morrison JD, Drance SM**: The size and shape of the optic disc in normal human eyes. *Arch Ophthalmol* 108: 51—57, 1990.
- 6) **Carpel EF, Engsyrom PF**: The normal cup-disc ratio. *Am J Ophthalmol* 91: 588—597, 1981.
- 7) **Repka MX, Quigley HA**: The effect of age on normal human optic nerve fiber number and diameter. *Ophthalmology* 96: 26—32, 1989.
- 8) **Jonas JB, Schmidt AM, Muller-Bergh JA, Schlotzer-Schrehardt UM, Naumann GOH**: Human optic nerve fiber count and optic disc size. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 33: 2012—2018, 1992.
- 9) **Jonas JB, Nguyen NX, Naumann GOH**: The retinal nerve fiber layer in normal eyes. *Ophthalmology* 96: 627—632, 1989.
- 10) **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.
- 11) **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.
- 12) **Varma R, Tielsch JM, Quigley HA, Hilton SC, Katz J, Spaeth GL, et al**: Race-, age-, gender-, and refractive error-related differences in the normal optic disc. *Arch Ophthalmol* 112: 1068—1076, 1994.
- 13) **Tsai CS, Zangwill L, Gonzalez C, Irak I, Garden V, Hoffman R, et al**: Ethnic differences in optic nerve head topography. *J Glaucoma* 4: 248—257, 1995.
- 14) **Tsai CS, Ritch R, Shin DH, Wan JY, Chi T**: Age-related decline of disc rim area in visually normal subjects. *Ophthalmology* 99: 29—35, 1992.
- 15) **鷺見 泉, 松元 俊, 吉川啓司, 安藤奈津子**: 正常視神経乳頭パラメーターの検討. *あたらしい眼科* 14: 613—615, 1997.
- 16) **八百枝浩**: 眼底の画像処理(蛍光を除く). *眼科* 34: 1461—1470, 1992.
- 17) **Kruse F, Burk ROW, Volcher HE, Zinser G, Harbarth U**: Reproducibility of topographic measurements of the optic nerve head with laser tomographic scanning. *Ophthalmology* 96: 1320—1324, 1989.
- 18) **吉川啓司, 氏川真理, 飯島建之, 小豆畑崇子, 井上洋一**: 視神経乳頭計測—scanning laser tomographによる再現性の検討. *日眼会誌* 99: 469—473, 1995.
- 19) **Jonas JB, Naumann GOH**: The optic nerve: Its embryology, histology, and morphology. In: **Varma R, et al (Eds)**: *The Optic Nerve in Glaucoma*. Lippincott, Philadelphia, 3—26, 1993.
- 20) **Chihara E, Sawada A**: Atypical nerve fiber layer defects in high myopes with high-tension glaucoma. *Arch Ophthalmol* 108: 228—232, 1990.
- 21) **Quigley HA, Addicks EM**: Quantitative studies of retinal nerve fiber layer defects. *Arch Ophthalmol* 100: 807—814, 1982.
- 22) **Varma R, Skaf M, Barron E**: Retinal nerve fiber layer thickness in normal human eyes. *Ophthalmology* 103: 2114—2119, 1996.
- 23) **Quigley HA, Coleman AL, Dorman-Pease ME**: Larger optic nerve heads have more nerve fibers in normal monkey eyes. *Arch Ophthalmol* 109: 1441—1443, 1991.
- 24) **Minckler DS, McLean IW, Tso MOM**: Distribution of axonal and glial elements in the rhesus optic nerve head studied by electron microscopy. *Am J Ophthalmol* 82: 179—187, 1976.