

低眼圧緑内障の視野障害様式

—原発開放隅角緑内障との比較—

山上 淳吉¹⁾, 新家 真²⁾, 鈴木 康之³⁾, 白土 城照⁴⁾, 小関 信之⁵⁾

¹⁾JR 東京総合病院眼科, ²⁾東京大学附属病院分院眼科, ³⁾関東通信病院眼科,

⁴⁾東京大学医学部眼科学教室, ⁵⁾東京都老人医療センター眼科

要 約

視野障害程度, 年齢, 屈折に差のない比較的初期(mean deviation (MD) > -10 dB; ハンプリー視野計 30-2 プログラム)の低眼圧緑内障 (LTG), 最高眼圧が 25 mmHg 以上の原発開放隅角緑内障 (high-tension glaucoma; HTG), それぞれ 57 例 57 眼について視野障害様式の相違を検討した. 視野障害の凹凸を示す指標と考えられる corrected pattern standard deviation (CPSD) は LTG で有意に大きかった (対応のない t 検定; $p < 0.01$). さらに, 感度閾値と年代別正常値との差である total deviation (TD) を各測定点で比較し, さらに TD および視野障害度 (MD) を用いてロジスティック判別分析を行い, LTG と HTG を判別することのできる測定点の有無を検討した. また視野の凹凸を各測定点で比較するために TD からその視野の視野障害度 (MD) をひいた値についてその平均を比較した. いずれの解析においても LTG で有意に強く障害される検査点が固視点上鼻側部に検出され ($p < 0.01$), 両疾患の視野障害機序の相違が考えられた. (日眼会誌 97: 383-389, 1993)

キーワード: 低眼圧緑内障, 原発開放隅角緑内障, 視野, total deviation, ロジスティック判別分析

A Comparative Study of Visual Field Damage in Low-tension and Primary Open-angle Glaucoma

Junkichi Yamagami¹⁾, Makoto Araie²⁾, Yasuyuki Suzuki³⁾,
Shiroaki Shirato⁴⁾, and Nobuyuki Koseki⁵⁾

¹⁾Eye Clinic, JR Tokyo General Hospital, ²⁾Division of Ophthalmology, University of Tokyo Branch Hospital,

³⁾Eye Clinic, Kanto Teishin Hospital, ⁴⁾Department of Ophthalmology, University of Tokyo School of Medicine, ⁵⁾Eye Clinic, Tokyo Metropolitan Geriatric Hospital

Abstract

We compared the results of visual field examination obtained with a Humphrey 30-2 program between 57 eyes of 57 low-tension glaucoma (LTG) and 57 eyes of 57 primary open-angle glaucoma (POAG; max IOP \geq 25 mmHg) cases, whose mean deviation (MD) given by STATPAC was > -10 dB. MD, age, and refraction showed no differences between the two groups. Corrected pattern standard deviation (CPSD) was significantly higher in the LTG group ($p < 0.01$). The total deviation (TD), deviation from the age-corrected normal reference, was found to be significantly lower by about 5 dB

別刷請求先: 151 渋谷区代々木 2-1-3 JR 東京総合病院眼科 山上 淳吉

(平成4年7月20日受付, 平成4年9月11日改訂受理)

Reprint requests to: Junkichi Yamagami, M.D. Eye Clinic, JR Tokyo General Hospital, 2-1-3 Yoyogi, Shibuya-ku 113, Japan

(Received July 20, 1992 and accepted in revised form September 11, 1992)

in the LTG group at two test points nasal-superior to the fixation point (Wilcoxon rank sum test, $p < 0.01$). Logistic discriminant analysis carried out to exclude a subtle difference in the distribution of the stage of disease between the two groups confirmed a significant between-group difference at the above-mentioned points. Furthermore, to compare the unevenness of visual field in the two groups, [TD—mean TD] was calculated, where mean TD was the average of 70 points of TD excluding the uppermost four points, and the same two points obtained above were found to decrease significantly in LTG, while all points were diffusely damaged in POAG. These results may imply a difference in the mechanism of visual field damage between LTG and POAG. (J Jpn Ophthalmol Soc 97 : 383—389, 1993)

Key words : Low-tension glaucoma, Primary open-angle glaucoma, Visual field, Total deviation, Logistic discriminant analysis

I 緒 言

緑内障の障害因子ならびに障害機序が必ずしも単一でないことは従来より指摘されている^{1)~3)}が、緑内障の中でも低眼圧緑内障 (LTG) において眼圧以外の要因がより関与している可能性についてはこれまでも多くの報告が行われている^{4)~10)}。このような LTG の病態を解明する手がかりとして、LTG と原発開放隅角緑内障 (POAG) の臨床像の相違に関して多くの検討が行われている。視神経乳頭所見に関しては、すべての報告で一致しているわけではない^{11)~13)}が LTG と POAG で異なることが指摘されている^{5)14)~17)}。一方、視野障害様式の相違に関しては、ゴールドマン視野計による動的測定法や自動視野計による静的測定法での検討がいくつか行われてきたが、LTG の暗点はより固視点に近く深い、その傾斜はより急峻である、POAG では正常と考えられる半視野でもすでにびまん性の感度低下をきたしているなど、異なるとするもの^{5)18)~21)}と、LTG と POAG の視野障害様式は本質的に同等とするもの^{22)~25)}とが相半ばしており、結論は得られていない。現在、感度・精度に優れる点で緑内障の臨床では静的視野測定法がより一般的となり、特にハンフリー-30-2 プログラムもしくはオクトパス 32 プログラムは緑内障の標準的な視野検査法として広く用いられている。したがって、これらの検査法上で LTG と POAG の視野に差がみられるとすれば、両疾患の障害機序の相違を示唆するのみならず臨床においてもきわめて有用と考えられる。

今回我々は、比較的初期の LTG と最高眼圧が 25 mmHg 以上の POAG を対象として、現在最も普及している自動視野計であるハンフリー視野計の 30-2 プログラムにより得られた精密閾値測定結果を各検査点

について独立に解析し、両疾患の視野障害様式の比較を行うとともに、各検査点について疾患による易障害点の有無について検討した。

II 対象および方法

対象：対象は東京大学眼科緑内障外来で経過観察中の LTG および経過中の最高眼圧が 25 mmHg 以上の POAG (本報告では high-tension glaucoma (HTG) とする) 各 57 例 57 眼、計 114 例 114 眼である。これらの対象はいずれも視野障害程度がハンフリー視野計プログラム 30-2 の結果より得られた mean deviation (MD)²⁶⁾で -10 デシベル以上の緑内障初期ないし中期の症例とし、MD で代用した視野障害程度、年齢、屈折に差は認められなかった。表 1 には対象となった LTG、HTG の MD、corrected pattern standard deviation (CPSD)²⁰⁾、年齢、屈折、眼圧を示す。LTG の診断基準は、1. 緑内障性視神経萎縮とこれに対応する視野障害を有すること、2. 正常開放隅角であること、3. 24 時間日内変動を含む未治療時の眼圧が常に 21 mmHg 未満であること、4. 視神経萎縮をきたし得る頭蓋内・副鼻腔疾患のないこと、5. 大量出血・ショックなどの既往のないこと、とした²⁷⁾。

方法：1. LTG、HTG の各症例について、各検査点の測定された感度閾値と年代別正常値との差である total deviation (TD; STATPAC)²⁶⁾の平均を求め、両者で比較した (Wilcoxon 順位差検定)、2. 今回の対象となった LTG と HTG の視野障害程度は、MD の平均では差がないもののその分布が完全に一致しているわけではない。したがって、解析の対象となる各測定点での TD が両疾患において差がでたとしても、これが両群での病期分布の微妙な差によるものではないことを確認する必要がある。この病期による影響を除

くために、各測定点の TD および視野障害度(MD)を用いてロジスティック判別分析を行い、LTG と HTG を判別することのできる測定点の有無を検討した。3. 各測定点が視野全体としてみた場合、より強く障害されているかまたは比較的障害が軽いかを調べるために、TD から視野全体の障害度として平均 TD (後述)をひいた値(以下「TD-平均 TD」と略す)を算出し、視野障害パターンを両者で比較した(Wilcoxon 順位差検定)。

ここで平均 TD は、検査点 74 点のうち測定結果の変動が大きい最も上の 4 点を除いた 70 点の TD の平均である。なお、本検討の解析に際して左眼の視野測定結果は右眼の視野の視野測定結果におきかえて統計処理を行った。なお、第一種の過誤をできる限り少なくするため、本検討では統計学的有意差は危険率 1% 未満をもって有意とした。

III 結 果

表 1 に示すように、視野障害の凹凸を示す指標とされる CPSD は、LTG で有意に大きかった。1. 図 1、図 2 にはそれぞれ LTG、HTG の TD の平均を示す。LTG では平均沈下度が -10 デンベルをこえる検査点が 5 点認められたのに対して、HTG ではこのような検査点は認められなかった。図 1、図 2 の★で示す測

表 1 検討の対象 (平均値±標準偏差)

	LTG 57 例 57 眼	HTG 57 例 57 眼	p
MD (dB)	-5.56±2.71	-4.96±2.77	NS
CPSD (dB)	7.78±3.76	5.62±3.19	0.002
年齢 (歳)	56.1±10.9	50.6±14.3	NS
屈折 (D)	-2.0±2.8	-3.0±3.2	NS
眼圧 (mmHg)	18.8±2.0	28.9±5.1	<0.001

LTG: low-tension glaucoma, HTG: high-tension glaucoma

MD: mean deviation, CPSD: corrected pattern standard deviation

p: 対応のない t 検定, NS: 有意差なし

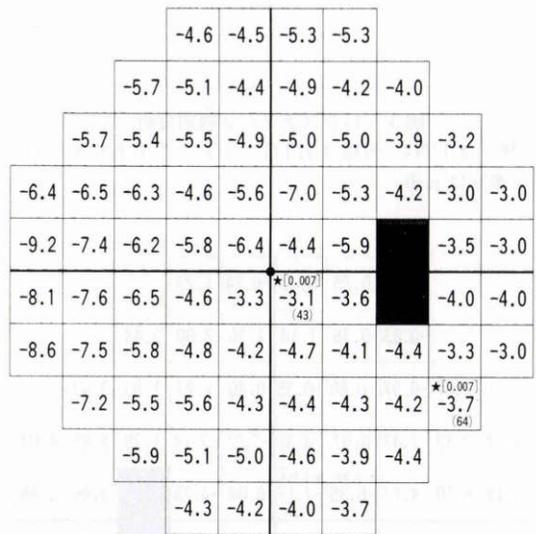


図 2 TD の平均 (HTG) (単位 dB).

★ HTG で有意に悪い (Wilcoxon 順位差検定, [] 内は p 値) () 内は測定点番号

TD: total deviation, HTG: high-tension glaucoma

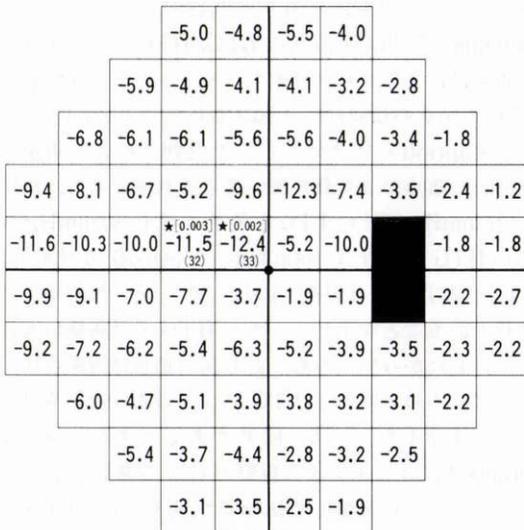


図 1 TD の平均 (LTG) (単位 dB).

★ LTG で有意に悪い (Wilcoxon 順位差検定, [] 内は p 値) () 内は測定点番号

TD: total deviation, LTG: low-tension glaucoma

定点において両疾患の間に有意の差が認められた。2. ロジスティック判別分析の結果、図 3 に示す測定点で有意に障害が強かった。3. 図 4、5 には同様に「TD-平均 TD」の平均を示す。TD の平均の比較の場合と同様、LTG では平均 TD より 5 デンベルをこえて沈下した検査点が 5 点認められたのに対して、HTG ではこのような点は認められなかった。各検査点毎に「TD-平均 TD」について両疾患で比較したところ、図 4、5 の★で示す測定点において両疾患の間に有意の差が認められた。

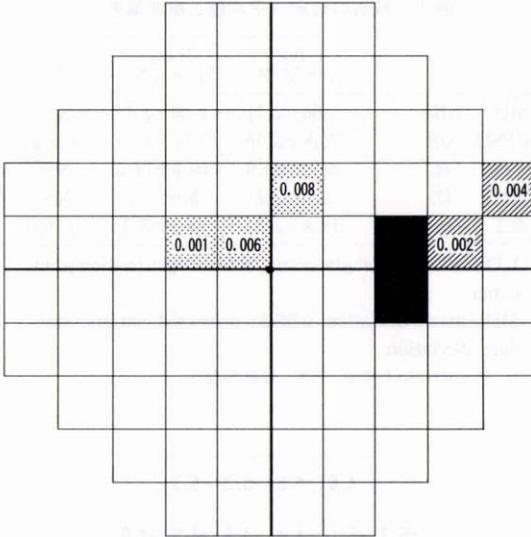


図3 ロジスティック判別分析.

黒丸は LGT, 斜線は HTG でそれぞれ有意に悪い点 (数字は p 値)

				0.45	0.57	-0.26	-0.27						
				-0.62	-0.01	-0.69	0.17	0.89	1.13				
				-0.66	-0.29	-0.41	0.18	0.03	0.06	1.17	1.85		
				-1.31	-1.40	-1.22	0.45	-0.55	-1.96	-0.26	0.81	2.10	★[0.007] 2.15 (28)
				-4.19	-2.36	-1.17	-0.69	-1.34	0.66	-0.80	1.53	★[0.005] (36)	2.06
				-3.06	-2.50	-1.47	0.41	1.78	1.96	★[0.005] (44)	★[0.005] (45)	1.06	1.10
				-3.57	-2.43	-0.76	0.31	0.85	0.34	0.94	0.62	1.74	1.50
				-2.15	-0.41	-0.52	0.73	0.62	0.62	0.76	0.90	1.36	
				-0.87	-0.04	0.08	0.41	1.20	0.62				
				0.80	0.89	1.06	1.32						

図5 [TD-平均 TD] の平均 (HTG)(単位 dB).

★ LGT で有意に悪い (Wilcoxon 順位差検定, [] 内は p 値) () 内は測定点番号
HTG : high-tension glaucoma

				0.25	0.43	-0.24	1.23						
				-0.63	0.36	1.14	1.16	2.00	2.44				
				-1.57	-0.87	-0.80	-0.35	0.40	1.27	1.83	3.43		
				-4.14	-2.82	-1.47	0.07	-4.35	-7.07	-2.14	1.79	2.85	4.04
				-6.43	-5.10	-4.77	★[0.001] -6.35 (32)	★[0.003] -7.17 (33)	0.04	-4.75	3.46	3.48	
				-4.70	-3.89	-1.78	-2.47	1.55	3.36	3.30	3.00	2.58	
				-3.91	-1.98	-0.98	-0.12	-1.01	0.06	1.32	1.72	2.97	3.02
				-0.73	0.58	0.11	1.34	1.44	2.04	2.16	3.06		
				-0.10	1.51	0.85	2.43	2.09	2.72				
				2.11	1.74	2.79	3.30						

図4 [TD-平均 TD] の平均 (LGT)(単位 dB).

★ LGT で有意に悪い (Wilcoxon 順位差検定, [] 内は p 値) () 内は測定点番号
LGT : low-tension glaucoma

IV 考 按

LGT と HTG の視野障害様式の相違に関するこれまでの報告は, 視野障害様式が異なるとするもの

の^{5)18)~21)}と同等であるとするもの^{22)~25)}とがあり, 意見が相半ばしている. 異なるとするものでは, Levene⁹⁾は 32 例の LGT の 94% で固視点より 5 度以内の深い欠損が認められたのに対して 160 例の HTG では 20% に認められたのにすぎなかったとしているが, 病期・検査方法・検討方法が明らかにされていない. また Hitchings¹⁸⁾は各 15 眼の LGT, HTG をゴールドマン視野計によるプロファイルペリメトリーで比較し, LGT の暗点の傾斜はより急峻であることを示した. さらに Caprioli¹⁹⁾はオクトパス視野計による測定で得られた暗点のうち最も深い暗点を対象として, 眼圧が 21 mmHg 以下の LGT と眼圧が常に 30 mmHg 以上の HTG (いずれも total loss < 1,500 dB) を比較し, LGT の暗点はより固視点に近く深く, その傾斜はより急峻であることを示した. また HTG では病期が進行するにしたがってこのもっとも深い暗点は固視点に近づいていくのに対して, LGT ではこのような相関はないことも示した. 一方, 同等であるとするものでは Drance²²⁾はゴールドマン視野計による測定結果を 8 つのパターンに分類して比較した限りでは, LGT と HTG の視野障害様式は差がなく, これらはショックによる視神経症とは異なるとした. また Motolko²³⁾は Tübinger 視野計による動的・静的測定法により視野障害様式を 7 種類に分類し, 視神経乳頭所見が同等

の両群を比較したところ、視野障害様式に差がないとした。さらに固視点5度以内の視野欠損について両疾患で比較したところ、LTGでは160眼中81%、HTGでは154眼中80%に認められ、また1,000アポスティルブの暗点の出現頻度もほぼ同等であったとしている。Phelpsら²⁴⁾はゴールドマン視野計によるArmaly's selective perimetryにより得られた絶対暗点について、LTG(眼圧 ≤ 22 mmHg)、HTG(眼圧 ≥ 23 mmHg)を比較しているが、この結果軽度障害例の比較ではLTGでは中心視野障害が起こる頻度が高いことを図示しているにもかかわらずこの点に関しては言及せず、結論としてLTGとHTGでは視野障害様式は差がないとした。Kingら²⁵⁾はLTG(眼圧 ≤ 21 mmHg)とHTG(眼圧 ≥ 25 mmHg)について、オクトパス32およびFプログラムを用いて得られた暗点(年齢補正正常値より5 dB以上沈下している点を暗点の縁、最も閾値の小さい点を暗点の底とした)について比較した。この結果、逆にHTGにおいて暗点が有意に固視点に近いという結果を得たが、この差は本質的なものではなく両疾患の視野障害様式は本質的に同等であると結論している。

このような見解の一不致が生ずる原因として、各報告において対象としたPOAG、LTGの定義が異なること、対象間での病期の分布に差のある可能性があること、検査方法(動的測定か静的測定か)や検討方法(暗点の位置の定義、視野障害様式の分類法)などが異なっていることなどが考えられる。本検討では、対象としたPOAGは最高眼圧が25 mmHg以上の症例に限定した。これは緑内障の障害メカニズムは現段階では完全には解明されていないが、LTGではPOAGと比較して眼圧の影響はより少ないものと考えられており^{4)~10)}、オーバーラップをできる限り少なくし障害機序による視野障害様式の相違をより明確化するためである。したがって、最高眼圧が22ないし24 mmHgの症例を含めたPOAGと最高眼圧が21 mmHg以下のLTGとを比較した場合、異なる結果が得られる可能性がある。また、今回の検討では静的視野検査より得られる生の測定結果のみを解析の対象として、また対象の病期を、MDで-10 dBより大きい比較的早期の症例に限定し、かつ得られた差がLTG、HTGの病型の差によるもので両群間の微妙な病期の差によるものではないことを多変量解析で確認するという方法をとった。ここで、視野の解析にあたっては各測定点のTDがすべての点で必ずしも正規分布していなかった

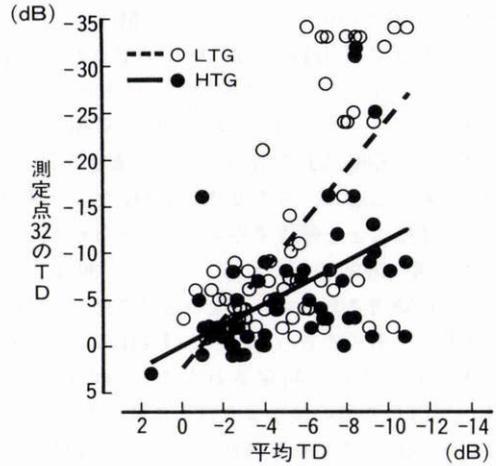


図6 TDと平均TDの関係(測定点32).
LTG: low-tension glaucoma, HTG: high-tension glaucoma

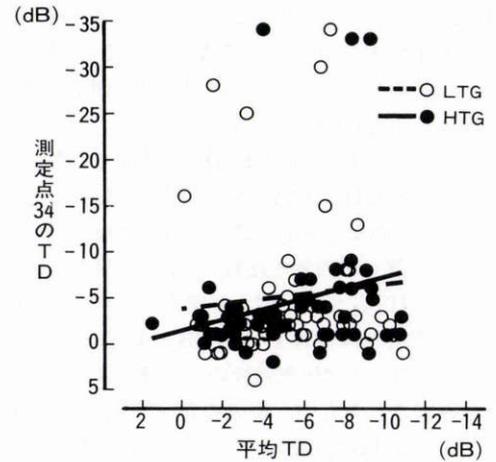


図7 TDと平均TDの関係(測定点34).
LTG: low-tension glaucoma, HTG: high-tension glaucoma

ため、単純比較にはWilcoxon順位差検定を、また多変量解析にはロジスティック判別分析を用いて解析を行った。その結果、まず単純にTDを比較した場合、有意差ありと判定された図1、2の4点中、測定点32と33の2点はHTGでは平均TDにほぼ近い低下であったのと比較してLTGではさらに約5~6 dBの低下を示していた。一方、測定点43と64についてはHTGの方が有意に障害が強いと判定されたが、LTGとの差は約1.5 dBで臨床的意義はあまり大きくないと考えられた。ロジスティック判別分析の結果、視

野全体の障害度の指標として用いたMDほどの点にも影響を及ぼさず、LTGとHTGの病型の差が図3に示す測定点において有意に影響を及ぼすと判定された。ロジスティック判別分析の結果でも単純比較の結果とは若干の相違はあるもののやはり測定点32と33が選択されたことは、この2点がLTGでより障害の強い点であることを確認するものと考えられる。このように日常一般的に行われるハンフリ-30-2プログラムでその障害されやすい点を特定できたことは臨床的にきわめて有用であろう。さて、LTGにおいて有意に障害されやすいと判定されたこれらの測定点のLTGとHTGの間の差をより詳細に検討するため、差のないとされた測定点を対照として平均TDに対してTDをプロットした。この結果、図6、7に示すように差のあるとされた測定点32(図6)では平均TDが減少するにしたがい、LTGではHTGと比較してTDの低下が著しい、すなわちより障害の進行しやすい点であると考えられた。この2本の回帰直線は統計学的にも1%未満の確率で異なっていると判定された。一方、差のないとされた測定点34(図7)ではこのような差は認められなかった。

さらに今回の検討ではCPSDはLTGで有意に大きい、すなわちLTGの視野はより凹凸であることが示されたが、このことをより詳しくみるために[TD-平均TD]を計算して両者で比較した。その結果、図5に示すようにHTGでは早期より障害されやすい鼻側段階の部分²⁸⁾以外は概ね1~-1dBの間とほぼ同様であった。このことは圧依存性の緑内障ではびまん性に視野が障害されるという従来の報告¹⁾とよく一致していた。一方、LTGでは図4に示すように鼻側段階以外の部分でも-7~+4dBと、その値が大きくばらついており、やはりTDのみの比較でもLTGでより障害の強いと判定された点で大きく沈下していた。このことはLTGの視野障害がより局所的であることをよく示していると考えられる。

今回の検討の結果、LTGでは感度低下を示す点が固視点に近いことが確認されたが、このことはLTGの臨床上注意すべきであり、LTGではこの点付近をさらに10-2プログラムやカスタムプログラムで検査する必要がある。さらに今回の結果は、LTGとHTGの障害機序の相違を示唆するものと考えられた。

文 献

- 1) **Caprioli J, Sears M, Miller JM**: Patterns of early visual field loss in open angle glaucoma.

- Am J Ophthalmol 103: 512-517, 1987.
- 2) **Yamazaki Y, Lakowski R, Drance SM**: A comparison of the blue color mechanism in high- and low-tension glaucoma. *Ophthalmology* 96: 12-15, 1989.
- 3) **Chauhan BC, Drance SM**: The influence of intraocular pressure on visual field damage in patients with normal-tension and high-tension glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 31: 2367-2372, 1990.
- 4) **Drance SM, Sweeney VP, Morgan RW, Feldman F**: Factors involved in the production of low tension glaucoma. *Canad J Ophthalmol* 9: 399-403, 1974
- 5) **Levene RZ**: Low tension glaucoma: A critical review and new material. *Surv Ophthalmol* 24: 621-664, 1980.
- 6) **Phelps CD, Corbett JJ**: Migraine and low-tension glaucoma—A case-control study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 26: 1105-1108, 1985.
- 7) **Drance SM, Douglas GR, Wijsman K, Schulzer M, Britton RJ**: Response of blood flow to warm and cold in normal and low tension glaucoma patients. *Am J Ophthalmol* 105: 35-39, 1988.
- 8) **Crichton A, Drance SM, Douglas GR, Schulzer M**: Unequal intraocular pressure and its relation to asymmetric visual field defects in low-tension glaucoma. *Ophthalmology* 96: 1312-1314, 1989.
- 9) **Kitazawa Y, Shirai H, Go F**: The effect of Ca²⁺-antagonist on visual field in low-tension glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 227: 408-412, 1989.
- 10) **Carter CJ, Brooks DE, Doyle DL, Drance SM**: Investigations into a vascular etiology for low-tension glaucoma. *Ophthalmology* 97: 49-55, 1990.
- 11) **Lewis RA, Hayreh SS, Phelps CD**: Optic disk and visual field correlations in primary open-angle glaucoma and low-tension glaucoma. *Am J Ophthalmol* 96: 148-152, 1983.
- 12) **Miller KM, Quigley HA**: Comparison of optic disc features in low-tension glaucoma. *Ophthalmic Surg* 18: 882-889, 1987.
- 13) **Fazio P, Krupin T, Feitl ME, Werner EB, Carre DA**: Optic disc topography in patients with low-tension glaucoma. *Arch Ophthalmol* 108: 705-708, 1990.
- 14) **Sjögren H**: A study in pseudoglaucoma (glaucoma without hypertension). *Acta Ophthalmol* 24: 239-294, 1946.

- 15) **Spaeth GL**: Fluorescein angiography: Its contributions toward understanding the mechanism of visual loss in glaucoma. *Trans Am Ophthalmol Soc* 73: 491—553, 1975.
- 16) **Caprioli J, Spaeth GL**: Comparison of the optic nerve head in high and low tension glaucoma. *Arch Ophthalmol* 103: 1145—1149, 1985.
- 17) **Gramer E, Bassler M, Leydhecker W**: Cup/disk ratio, excavation volume, neuroretinal rim area of the optic disk in correlation to computer-perimetric quantification of visual field defects in glaucoma with and without pressure. *Doc Ophthalmol Proc Series* 43: 153—168, 1986.
- 18) **Hitchings RA, Anderson SA**: A comparative study of visual field defects seen in patients with low-tension glaucoma and chronic simple glaucoma. *Br J Ophthalmol* 67: 818—821, 1983.
- 19) **Caprioli J, Spaeth GL**: Comparison of visual field defects in the low-tension glaucomas with those in the high-tension glaucomas. *Am J Ophthalmol* 97: 730—737, 1984.
- 20) **Drance SM, Douglas GR, Airaksinen PJ, Schulzer M, Hitchings RA**: Diffuse visual field loss in chronic open-angle glaucoma. *Am J Ophthalmol* 104: 577—580, 1987.
- 21) **Chauhan BC, Drance SM, Douglas GR, Johnson CA**: Visual field damage in normal tension and high-tension glaucoma. *Am J Ophthalmol* 108: 636—642, 1989.
- 22) **Drance SM**: The visual field of low tension glaucoma and shock-induced optic neuropathy. *Arch Ophthalmol* 95: 1359—1361, 1977.
- 23) **Motolko M, Drance SM, Douglas GR**: Visual field defects in low-tension glaucoma: Comparison of defects in low-tension glaucoma and chronic open angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 100: 1074—1077, 1982.
- 24) **Phelps CD, Hayreh SS, Montague PR**: Visual fields in low-tension glaucoma, primary open angle glaucoma, and anterior ischemic optic neuropathy. *Doc Ophthalmol Proc Series* 35: 113—124, 1983.
- 25) **King D, Drance SM, Douglas G, Schulzer M, Wijsman K**: Comparison of visual field defects in normal-tension glaucoma and high-tension glaucoma. *Am J Ophthalmol* 101: 204—207, 1986.
- 26) **STATPAC User's Guide**. Humphrey Instruments Ltd-SKB, San Leandro, Calif, 1986.
- 27) 山上淳吉, 白土城照, 山本哲也: 低眼圧緑内障. 東郁郎(編): 眼科 Mook 40 緑内障の診療ガイド. 金原出版, 東京, 129—135, 1989.
- 28) **Aulhorn E, Karmeyer H**: Frequency distribution in early glaucomatous visual field defects. *Doc Ophthalmol* 14: 75—83, 1976.