

## 正常眼圧緑内障における最高眼圧の違いによる視野・乳頭形態の比較

石川 果林, 谷野 富彦, 大竹雄一郎, 木村 至, 宮田 博, 真島 行彦

慶應義塾大学医学部眼科学教室

## 要 約

目 的：正常眼圧緑内障を最高眼圧により 2 群に分け、その臨床的特徴を比較する。

対象と方法：正常眼圧緑内障 48 例 96 眼に対し、入院の上眼圧日内変動を測定し、このうち最高眼圧が高い方の眼、または、両眼の最高眼圧が同一の場合は一律に右眼を対象とした。日内最高眼圧が 16 mmHg 以上のものを High-teen 群(H 群)、15 mmHg 以下のものを Low-teen 群(L 群)として分類し、年齢、性別、屈折、眼圧、視野、視神経乳頭形態について検討した。視野は Humphrey 静的視野(中心 30-2 プログラム)を行い、視神経乳頭は Nicoleta に従い 4 型に分類した。また、22 眼に対しては Heidelberg Retina Tomograph を用い、乳頭パラメータを解析し比較した。

結 果：年齢、性別、屈折、視神経乳頭の形態におい

ては両群間に有意差はなかったが、最低眼圧、および眼圧日差において H 群 [ $13.0 \pm 2.5$  (平均値  $\pm$  標準偏差) mmHg, および  $5.4 \pm 2.2$  mmHg] が L 群 ( $10.2 \pm 1.5$  mmHg, および  $3.7 \pm 1.2$  mmHg) よりそれぞれ有意に高値を示した ( $p < 0.01$ )。Humphrey 静的視野検査の mean deviation (MD) 値では H 群が有意に低値を示した ( $p < 0.01$ )。

結 論：H 群が L 群より高度な視野障害を示したことから、正常眼圧緑内障においても眼圧の影響を受けると考えられた。(日眼会誌 107: 433-439, 2003)

キーワード：正常眼圧緑内障、眼圧日内変動、最高眼圧、視野、視神経乳頭

## A Comparison of Visual Field and Optic Disc Appearance Depending on the Peak Intraocular Pressure in Patients with Normal-tension Glaucoma

Karin Ishikawa, Tomihiko Tanino, Yuichiro Ohtake  
Itaru Kimura, Hiroshi Miyata and Yukihiko Mashima

Department of Ophthalmology, Keio University School of Medicine

## Abstract

**Purpose** : To investigate the clinical differences between the two groups depending on the peak intraocular pressure (IOP) in patients with normal-tension glaucoma (NTG).

**Methods** : We studied 96 eyes of 48 NTG patients who were hospitalized for diurnal IOP measurement. Then we selected the eye whose peak IOP was higher than the other, or the right eye if the peak IOP of both eyes was equal. We divided these eyes into a "high-teen" group (peak IOP  $\geq 16$  mmHg) and a "low-teen" group (peak IOP  $\leq 15$  mmHg). We compared these two groups by age, gender, refraction, IOP, visual field defect, optic disc appearance, and tomograph. We used a Humphrey C 30-2 program to estimate the visual field defect and classified the optic disc into four types according to Nicoleta's criteria. 22 eyes were imaged with Heidelberg Retina Tomograph® (HRT) to obtain topographic parameters of the optic disc.

**Results** : There were no significant differences in age, gender, refraction, optic disc appearance, or tomograph between two groups. The trough and variation range of diurnal IOP were significantly larger in the high-teen group ( $p < 0.01$ ). The value of mean deviation (MD) given by STATPAC was statistically lower in the high-teen group ( $p < 0.01$ ).

**Conclusions** : In patients with NTG, the visual field damage tended to be greater in the high-teen group than in the low-teen group. We surmise that the IOP might influence the progression of visual field defect in NTG.

Nippon Ganka Gakkai Zasshi (J Jpn Ophthalmol Soc 107: 433-439, 2003)

**Key words** : Normal-tension glaucoma, Diurnal intraocular pressure, Peak intraocular pressure, Perimetry, Optic disc

別冊請求先：160-8582 東京都新宿区信濃町 35 慶應義塾大学医学部眼科学教室 石川 果林  
(平成 14 年 4 月 30 日受付, 平成 15 年 1 月 6 日改訂受理)

Reprint requests to : Karin Ishikawa, M. D. Department of Ophthalmology, Keio University School of Medicine,  
35 Shinanomachi, Shinjuku-ku, Tokyo 160-8582, Japan

(Received April 30, 2002 and accepted in revised form January 6, 2003)

## I 緒 言

正常眼圧緑内障(NTG)において、入院検査による眼圧日内変動の測定は、診断や治療を行う上で必要不可欠である。NTG の臨床的特徴は、眼圧という点を除けば原発開放隅角緑内障(POAG)に類似しているが、NTG の中でも日内最高眼圧が高いものと低いものでは病態における眼圧の影響も異なると考えられる。さらに近年、眼圧は統計学的に正常範囲にあっても緑内障性視神経障害進行の重大な危険因子である<sup>1)</sup>ことや、眼圧は NTG 発症の一大因子であり眼圧を 30% 低下させると視野障害進行を遅らせる<sup>2)</sup>といった報告があり、NTG における眼圧の関与が重要視されている。岩田<sup>3)</sup>も NTG は POAG と連続した病態で眼圧依存型であり、正常眼圧をも支えられない篩状板の脆弱性が主病態であると述べている。今回、我々は NTG 患者を日内最高眼圧により 2 群に分け検討し、眼圧に主眼をおいて両群の臨床的特徴を比較したので報告する。

## II 対象と方法

対象は、1 年以内に検診などで視神経乳頭陥凹を指摘され、1999 年 1 月から 2000 年 2 月の間に慶應義塾大学病院眼科を受診した患者のうち、入院検査で日内眼圧変動を計測し、最終的に NTG と診断された未治療の患者 48 例 96 眼である。男性 28 例、女性 20 例で、年齢は 35～77 歳(平均  $54.3 \pm 12.7$  歳、平均値  $\pm$  標準偏差)であった。NTG の診断基準は、正常眼圧であること(日内変動測定時を含めて 21 mmHg 以下)、正常開放隅角であること、緑内障性視神経乳頭変化(網膜神経線維層欠損を含む)と対応する緑内障性視野変化をみることで、視神経乳頭の緑内障様変化を惹起し得る疾患がないこと<sup>4)</sup>とした。手術既往のある患者、緑内障以外の疾患による視野障害を有する患者は除外した。各症例に対し、Goldmann 圧平眼圧計で坐位にて 3 時間おきに 24 時間(午前 3 時を除く)眼圧を測定し、最高眼圧が高い方の眼を対

象とした。両眼の最高眼圧が同一の場合は、一律に右眼を選択した。このうち、日内変動の最高眼圧が 16 mmHg 以上のものを High-teen 群(以下、H 群)、15 mmHg 以下のものを Low-teen 群(以下、L 群)と定義し、年齢、性別、屈折、眼圧(最高・最低・日差)、視野、視神経乳頭の形態について両群間で検討した。屈折は等価球面度数を採用した。

視野検査は Humphrey 静的視野計(中心 30-2 プログラム)を用い、mean deviation(MD)値、corrected pattern standard deviation(CPSD)値、および視野障害の部位、すなわち、①固視点近傍、②上半または下半優位の視野障害につき検討した。①固視点近傍の視野障害は、パターン偏差で中心の 16 点のいずれかに  $p < 0.5\%$  の低下をみる症例(図 1 A)と定義し、②上半優位の視野障害は、パターン偏差で上半視野のみ異常のある症例、および上下視野異常の症例のうち、より上方に障害の強い症例(図 1 B)と定義し、下半優位の視野障害は、パターン偏差で下半視野のみ異常のある症例、および上下視野異常の症例のうち、より下方に障害の強い症例(図 1 C)と定義した。また、最高眼圧、最低眼圧、眼圧日差それぞれと MD 値の相関を求めた。

視神経乳頭の形態は、Nicolela ら<sup>5)</sup>の分類に従い、FI (focal ischemic disc)、MG (myopic glaucomatous disc)、SS (senile sclerotic disc)、GE (generalized enlargement of the optic cup disc) の 4 型に分類した。

また、48 眼中 22 眼に対しては Heidelberg Retina Tomograph(HRT)を用い、乳頭パラメータを解析して両群間の比較を行った。

統計学的検定法は、性別、視野障害の部位、視神経乳頭の形態に対しては  $\chi^2$  検定を、年齢、屈折、眼圧、MD 値、CPSD 値、HRT の乳頭パラメータに対しては Mann-Whitney の U 検定を用い、最高眼圧、最低眼圧、眼圧日差と MD 値の相関に対しては Spearman の順位相関係数を用いてそれぞれ解析し、危険率 1% 未満をもって統計学的有意とした。

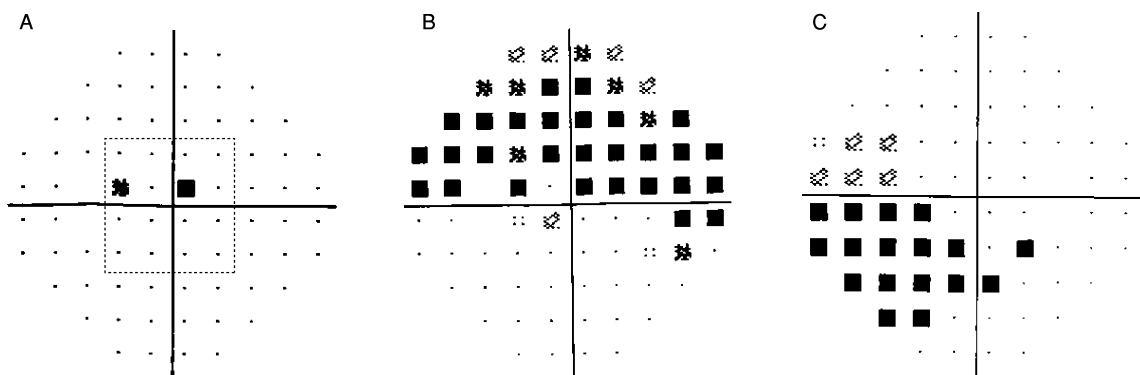


図 1 Humphrey 視野障害パターン(中心 30-2 プログラム)。

A : 固視点近傍の視野障害の 1 例, B : 上半優位の視野障害の 1 例, C : 下半優位の視野障害の 1 例。

表 1 患者背景と眼圧

|            | High-teen 群<br>(最高眼圧 ≥ 16 mmHg) | Low-teen 群<br>(最高眼圧 ≤ 15 mmHg) | p 値                    |
|------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| 症例数(例)     | 29                              | 19                             |                        |
| 検査対象眼数(眼)  | 58                              | 38                             |                        |
| 解析対象眼数(眼)  | 29                              | 19                             |                        |
| 性別(男:女)(例) | 16:13                           | 12:17                          | NS <sup>#1</sup>       |
| 年齢(歳)      | 56.6±13.1                       | 50.7±11.7                      | NS <sup>#2</sup>       |
| 屈折(D)      | -3.6±3.8                        | -2.9±2.7                       | NS <sup>#2</sup>       |
| 最高眼圧(mmHg) | 18.5±1.6                        | 13.9±1.0                       | p<0.0001 <sup>#2</sup> |
| 最低眼圧(mmHg) | 13.0±2.5                        | 10.2±1.5                       | p<0.0001 <sup>#2</sup> |
| 眼圧日差(mmHg) | 5.4±2.2                         | 3.7±1.2                        | p<0.01 <sup>#2</sup>   |

平均値±標準偏差

p 値; <sup>#1</sup>:  $\chi^2$ 検定, <sup>#2</sup>: Mann-Whitney の U 検定

NS: not significant

III 結 果

H 群および L 群の性別、年齢、屈折を表 1 に示す。H 群は 29 眼、L 群は 19 眼であり、両群の性別、年齢、屈折に有意差はなかった。等価球面度数 -0.5 D 以上の近視眼の割合は H 群で 19 眼(65.5%)、L 群で 15 眼(78.9%)であった。最高眼圧は H 群 18.5±1.6(平均値±標準偏差)mmHg、L 群 13.9±1.0 mmHg であり、最低眼圧は H 群 13.0±2.5 mmHg、L 群 10.2±1.5 mmHg であった。眼圧日差は H 群が L 群よりも有意に大きかった(p<0.01)(表 1)。

視野については、CPSD 値では両群間で差がなかったが、MD 値は H 群で有意に低値を示しており、L 群に比して視野障害が高度であった(p<0.01)。また、眼圧と MD 値の相関に関しては、最高眼圧と MD 値の間にのみ有意な相関があった(相関係数 r=-0.462, p<0.01)(図 2 A~C)。視野障害の部位では、①固視点近傍、②上半または下半優位のいずれについても、両群間に差はなかった(表 2)。

視神経乳頭の形態について、Nicolela らの分類に従い 4 群に分類して検討したが、両群間の有意差はなかった(表 3)。また、22 眼に対して検討した乳頭パラメータの解析では、いずれのパラメータにおいても両群間に有意差はなかった(表 4)。

IV 考 按

眼圧の日内変動測定は、緑内障患者の眼圧異常を把握するに当たっての基本的検査である。外来受診時は常に

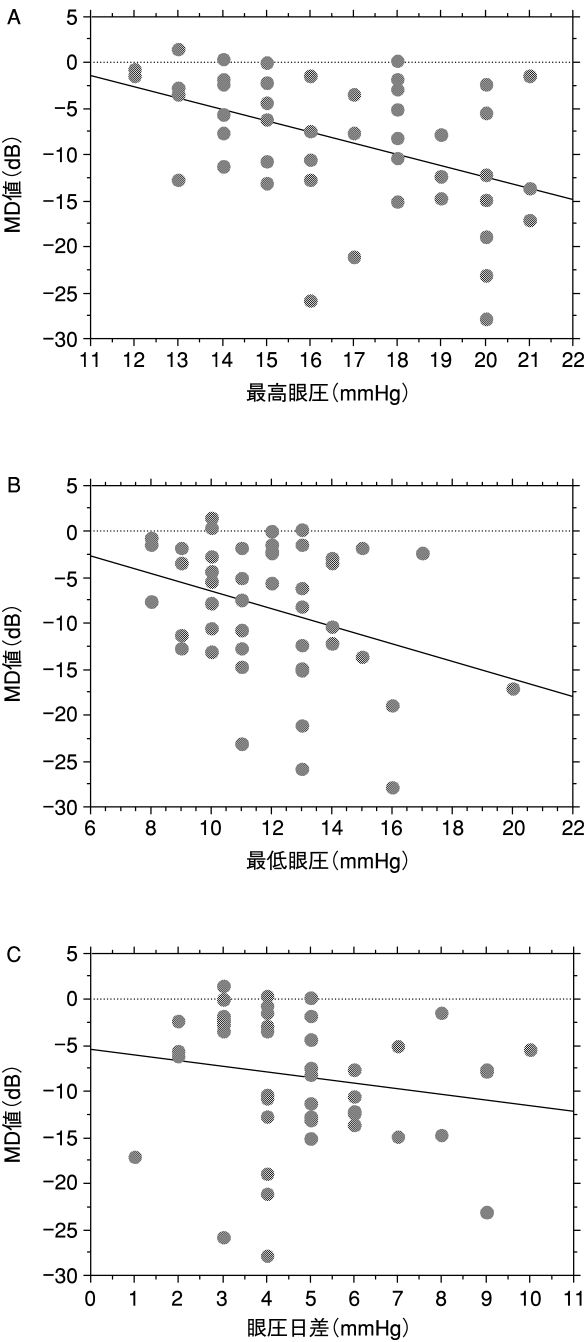


図 2 眼圧と MD 値の相関。

A: 最高眼圧と MD 値の相関。相関係数 r=-0.462 (p<0.01)。最高眼圧と MD 値の間に有意な相関があった。B: 最低眼圧と MD 値の相関。相関係数 r=-0.281(NS)。C: 眼圧日差と MD 値の相関。相関係数 r=-0.283(NS)。

MD: mean deviation NS: not significant

表 2 Humphrey 静的視野検査

|                   | High-teen 群<br>(最高眼圧≧16 mmHg) | Low-teen 群<br>(最高眼圧≦15 mmHg) | p 値                  |
|-------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------|
| MD(dB)            | -10.86±7.73                   | -4.51±4.55                   | p<0.01 <sup>#2</sup> |
| CPSD(dB)          | 7.73±5.28                     | 5.53±4.52                    | NS <sup>#2</sup>     |
| 固視点近傍の視野障害(+) (眼) | 18                            | 11                           | NS <sup>#1</sup>     |
| 固視点近傍の視野障害(-) (眼) | 11                            | 8                            |                      |
| 上方優位の視野障害(眼)      | 13                            | 10                           | NS <sup>#1</sup>     |
| 下方優位の視野障害(眼)      | 9                             | 4                            |                      |
| 優位差なし(眼)          | 7                             | 5                            |                      |

MD : mean deviation, CPSD : corrected pettern standard deviation

表 3 視神経乳頭の形態(Nicolela ら<sup>5)</sup>の分類による)

|                                                  | High-teen 群<br>(最高眼圧≧16 mmHg) | Low-teen 群<br>(最高眼圧≦15 mmHg) | p 値 |
|--------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----|
| Focal ischemic disc(眼)                           | 10                            | 6                            | NS  |
| Myopic glaucomatous disc(眼)                      | 8                             | 7                            |     |
| Senile sclerotic disc(眼)                         | 3                             | 1                            |     |
| Generalized enlargement of the optic cup disc(眼) | 8                             | 5                            |     |

p 値 :  $\chi^2$ 検定

表 4 Heidelberg Retina Tomograph の乳頭パラメータ

|                                           | High-teen 群<br>(最高眼圧≧16 mmHg) | Low-teen 群<br>(最高眼圧≦15 mmHg) | p 値 |
|-------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----|
| 解析対象眼数(眼)                                 | 10                            | 12                           |     |
| 年齢(歳)                                     | 51.2±12.5                     | 46.5±10.2                    | NS  |
| Disc Area(mm <sup>2</sup> )               | 2.27±0.71                     | 2.09±0.37                    | NS  |
| Cup Area(mm <sup>2</sup> )                | 1.23±0.67                     | 0.95±0.43                    | NS  |
| Cup/Disc Area Ratio                       | 0.52±0.22                     | 0.44±0.13                    | NS  |
| Rim Area(mm <sup>2</sup> )                | 1.04±0.62                     | 1.14±0.21                    | NS  |
| Cup Volume(cmm)                           | 0.37±0.28                     | 0.23±0.17                    | NS  |
| Rim Volume(cmm)                           | 0.20±0.13                     | 0.30±0.13                    | NS  |
| Mean Cup Depth(mm)                        | 0.31±0.13                     | 0.30±0.07                    | NS  |
| Maximum Cup Depth(mm)                     | 0.65±0.17                     | 0.69±0.13                    | NS  |
| Cup Shape Measure                         | -0.06±0.11                    | -0.11±0.09                   | NS  |
| Height Variation Contour(mm)              | 0.37±0.13                     | 0.43±0.14                    | NS  |
| Mean RNFL Thickness(mm)                   | 0.18±0.10                     | 0.25±0.11                    | NS  |
| RNFL Cross Section Area(mm <sup>2</sup> ) | 0.88±0.45                     | 1.24±0.52                    | NS  |
| Reference Height(Std.) (mm)               | 0.34±0.13                     | 0.36±0.14                    | NS  |

p 値 : Mann-Whitney の U 検定

眼圧が正常範囲内であっても深夜に 22 mmHg 以上の高眼圧を示す症例が約 7 % 存在する<sup>6)</sup>ことから、特に NTG の診断には眼圧日内変動が不可欠であり、また、眼圧降下薬の投与時間帯決定においても有用である<sup>7)</sup>。日本人の NTG を対象とした調査によると、最高眼圧は 16.7±2.1 mmHg、最低眼圧は 11.5±2.1 mmHg(n=118 眼)<sup>6)</sup>、眼圧日差は 4.9±2.0 mmHg(n=104 眼)<sup>7)</sup>、4.6±1.5 mmHg(n=238 眼)<sup>8)</sup>と報告されている。Shiose ら<sup>9)</sup>は眼圧が 14 mmHg 以下では一定の頻度(約 1.2

%)で緑内障性視野障害が存在し、眼圧が 15 mmHg を超えると眼圧依存性に視野障害が増加すると述べており、NTG に眼圧が関与することを指摘した。眼圧依存群と非依存群の境界をどこに置くかについては明確にされていないが、過去には平均眼圧で 14.1 mmHg<sup>10)</sup>、15.0 mmHg<sup>10)11)12)</sup>、17 mmHg<sup>13)</sup>を境界とした報告がある。今回の検討では、井上<sup>14)</sup>の基準に準じて最高眼圧が 16 mmHg 以上を H 群、15 mmHg 以下を L 群と定義し比較した。その結果、最高眼圧および最低眼圧はとも

に、H 群において石井ら<sup>6)</sup>や山上ら<sup>7)</sup>の報告よりやや高く、L 群においてやや低い値であった。最高眼圧および最低眼圧において両群間に有意差がみられたことは当然の結果であるが、眼圧日差についても H 群では L 群より有意に大きな値を示した。

これまで視野障害と眼圧の関係については、眼圧に左右差のある NTG では眼圧が高い眼の視野障害がより進行していること<sup>15)16)</sup>、眼圧が 15 mmHg 以上の NTG では徐々に視野障害の頻度が増加し<sup>9)</sup>視野障害が進行する症例が多いこと<sup>11)12)</sup>、Cox proportional hazards model に基づいた解析から NTG における視野障害の危険因子として眼圧が挙げられること<sup>17)</sup>、NTG では外来平均眼圧 15.0 mmHg 以上もしくは日内平均眼圧 14.1 mmHg 以上の群ではそれ以下の群と比較して視野障害が眼圧により依存していること<sup>10)</sup>、NTG の視野障害進行群では眼圧が 17 mmHg 以上の症例が多いこと<sup>13)</sup>など、視野障害が眼圧に依存するという報告は多くみられる。今回の結果で Humphrey 静的視野の MD 値が H 群で有意に低く、H 群でより高度な緑内障性視野障害を示し、かつ最高眼圧と MD 値に有意な相関があったことは、NTG においても視野障害が眼圧依存性であるという過去の報告を支持するものである。MD は全体的な感度低下を反映する値であり、POAG を含む眼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これまでの報告<sup>18)</sup>とも一致する。また、従来の NTG 進行において平均眼圧だけではなく眼圧変動も影響を与えている<sup>8)19)20)</sup>という報告もある。

NTG の視野障害様式については、POAG と比較して局在性があること<sup>21)</sup>、感度低下は固視点に近くその傾きが急峻であること<sup>22)</sup>、より大きく深い暗点を持つこと<sup>20)</sup>が指摘されている。また、視野障害の部位は、特に上半視野中心 10° 以内が障害されることが多く<sup>15)23)24)</sup>、局所的な進行を示すといわれている<sup>15)</sup>。NTG においては、視野は局所的な視野障害を示し、視野の局所的な感度低下を反映する値である CPSD が POAG と比較して有意に大きい<sup>23)</sup>との報告がある。このような相違から、NTG は POAG とは臨床的背景や視野障害機序、病態が異なるものである<sup>15)23)24)</sup>と結論付けている文献が散見される。本検討でも、H 群と L 群における眼圧依存性の差が CPSD や視野障害部位に反映されるのではないかと考えたが、両群間に有意差はなかった。

一方、POAG も NTG も近視眼での発症が多く、緑内障と近視は以前からその関連が指摘されている<sup>25)26)</sup>。緑内障と近視に共通する病態として、視神経乳頭が形態異常のため障害を受けやすく(機械的障害)、視神経周囲の血液の供給も悪いこと(循環障害)、両者とも遺伝的素因があり、近視では強膜に、緑内障では線維柱帯や視神経乳頭の篩状板に起こる細胞外マトリックス異常などの関与があることなどが挙げられる<sup>3)25)27)28)</sup>。本邦では欧

米と比較して近視人口が多く、また、NTG の有病率も高い<sup>9)</sup>ことから、近視は NTG 発症の重要な要因の一つであると考えられている。今回の我々の検討では H 群と L 群で屈折の有意差はなかったが、近視(等価球面度数 -0.5 D 以上)の割合は H 群で 65.5%、L 群で 78.9% であった。日本における近視(等価球面度数 -0.25 D 以上)人口の割合は約 35% (50~59 歳)<sup>9)</sup>であり、これと比較すると H 群、L 群とも近視が多い。緑内障診療に際しては屈折も考慮すべきであると考えられた。

また、視神経乳頭形状に関しては、NTG では乳頭陥凹は浅いが陥凹面積は広く<sup>29)</sup>、乳頭縁は薄いこと<sup>30)31)</sup>など、POAG との相違が報告されているが、一方では NTG と POAG の乳頭所見に差はない<sup>32)</sup>という意見もある。特に HRT を用いた詳細な比較では NTG と POAG で有意差を示す乳頭パラメータはなかった<sup>33)</sup>と報告されている。今回我々の結果では、乳頭形態についての Nicolela 分類の検討で H 群と L 群の差はなく、HRT のいずれのパラメータも有意差がなかった。また、視野障害様式についても、上半または下半視野優位の視野障害、固視点近傍の視野障害のいずれも、H 群と L 群間の有意差はなかった。緑内障では視神経乳頭の変化が視野障害となって反映されることを考えると、少なくとも NTG においては眼圧の影響では視野障害様式に差が生じにくいと考えられ、間接的に NTG の視野障害様式は POAG と著明な差はないとする報告を支持する結果と考えられた。

今回の検討は、1 年以内に検診や近医で NTG が疑われ当科で入院精査した NTG 患者をある一時点でみた断面的な検討であり、長期経過をみたものではない。しかしながら、H 群が L 群と比較して高度な視野障害を示したことから、眼圧が NTG の重要な危険因子であると考えられた。現在、いわゆる眼圧の正常値は上限 21 mmHg とされているが、これは正常欧米人を対象とした統計学的数値であり<sup>34)</sup>、この基準に従って NTG と POAG の疾患群に分けられているにすぎない。21 mmHg を基準とすることについては多くの議論となっており<sup>1)35)</sup>、この値を境に NTG と POAG を鑑別することは、疾患の本質を反映していないと思われる。眼圧依存性の境界をどこにするかは明確にされていないが、重要な概念であることはいうまでもない。今回の最高眼圧 16 mmHg という基準が妥当か否かは不明であるが、両群の MD 値に差をみたことから、臨床上の一つの参考になり得るのではないかと考えられた。今後、これらの症例の長期経過を検討し、特に眼圧 15 mmHg 以下の L 群について眼圧以外の因子を含めたさらなる検討を重ねることで、NTG 病態解明へ近づきたい。

稿を終えるに当たり、ご校閲を賜りました小口芳久教授に深謝いたします。

本論文の要旨は第 11 回日本緑内障学会および The Association for Research in Vision and Ophthalmology 2001 で発表した。

## 文 献

- 1) **Sommer A** : Intraocular pressure and glaucoma. *Am J Ophthalmol* 107 : 186—188, 1989.
- 2) **Collaborative normal-tension glaucoma study group** : Comparison of glaucomatous progression between untreated patients with normal-tension glaucoma and patients with therapeutically reduced intraocular pressures. *Am J Ophthalmol* 126 : 487—497, 1998.
- 3) **岩田和雄** : 低眼圧緑内障および開放隅角緑内障の病態と視神経障害機構. *日眼会誌* 96 : 1501—1531, 1992.
- 4) **Levene RZ** : Low-tension glaucoma : A critical review and new material. *Surv Ophthalmol* 24 : 621—664, 1980.
- 5) **Nicolela MT, Drance SM** : Various glaucomatous optic nerve appearances. Clinical correlations. *Ophthalmology* 103 : 640—649, 1996.
- 6) **石井玲子, 山上淳吉, 新家 真** : 低眼圧緑内障における眼圧日内変動測定の臨床的意義. *臨眼* 44 : 1445—1448, 1990.
- 7) **山上淳吉, 新家 真, 白土城照, 石井玲子** : 低眼圧緑内障の眼圧日内変動. *日眼会誌* 95 : 495—499, 1991.
- 8) **梶浦祐子, 坂井 譲, 溝上國義** : 低眼圧緑内障の眼圧日内変動. *あたらしい眼科* 8 : 587—590, 1991.
- 9) **Shiose Y, Kitazawa Y, Tsukahara S, Akamatsu T, Mizokami K, Futa R, et al** : Epidemiology of glaucoma in Japan—A nationwide glaucoma survey—. *Jpn J Ophthalmol* 35 : 133—155, 1991.
- 10) **山上淳吉, 白土城照, 新家 真** : 低眼圧緑内障における視野障害と眼圧の関係. *日眼会誌* 94 : 514—518, 1990.
- 11) **白井久行, 佐久間毅, 曾賀野茂代, 北澤克明** : 低眼圧緑内障における視野障害の経過と視野障害進行因子. *日眼会誌* 96 : 352—358, 1992.
- 12) **溝上志郎, 桑山泰明, 伊藤訓子, 林田佐和子, 杉本麗子** : 正常眼圧緑内障における視野障害の眼圧依存性. *あたらしい眼科* 17 : 1013—1016, 2000.
- 13) **中山 徹** : 当科における低眼圧緑内障進行例の分析. *眼紀* 38 : 1895—1901, 1987.
- 14) **井上洋一** : 眼圧測定の意味(眼圧値の意義). 谷原秀信, 他(編) : *眼科診療プラクティス Vol.1 No.5 正常眼圧緑内障をどう診るか*. 文光堂, 東京 37 : 24—27, 1998.
- 15) **Cartwright MJ, Anderson DR** : Correlation of asymmetric damage with asymmetric intraocular pressure in normal-tension glaucoma(normal-tension glaucoma). *Arch Ophthalmol* 106 : 898—900, 1988.
- 16) **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.
- 17) **Araie M, Sekine M, Suzuki Y, Koseki N** : Factors contributing to the progression of visual field damage in eyes with normal-tension glaucoma. *Ophthalmology* 101 : 1440—1444, 1994.
- 18) **Caprioli J, Sears M, Miller JM** : Patterns of early visual field loss in open-angle glaucoma. *Am J Ophthalmol* 103 : 512—517, 1987.
- 19) **伊藤美樹, 杉浦寅男, 溝上國義** : 低眼圧緑内障における視野障害様式についての検討. *日眼会誌* 95 : 790—794, 1991.
- 20) **Zeimer RC, Wilensky JT, Gieser DK, Viana MAG** : Association between intraocular pressure peaks and progression of visual field loss. *Ophthalmology* 98 : 64—69, 1991.
- 21) **Araie M, Yamagami J, Suzuki Y** : Visual field defects in normal-tension and high-tension glaucoma. *Ophthalmology* 100 : 1808—1814, 1993.
- 22) **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.
- 23) **山上淳吉, 新家 真, 鈴木康之, 白土城照, 小関信之** : 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—. *日眼会誌* 97 : 383—389, 1993.
- 24) **高田美貴子, 新家 真, 鈴木康之, 小関信之, 山上淳吉** : 低眼圧緑内障における中心部視野障害の検討—原発開放隅角緑内障との比較—. *日眼会誌* 97 : 1320—1324, 1993.
- 25) **Perkins ES, Phelps CD** : Open angle glaucoma, ocular hypertension, low-tension glaucoma, and refraction. *Arch Ophthalmol* 100 : 1464—1467, 1982.
- 26) **Araie M, Koseki N, Suzuki Y** : Influence of myopic refraction on visual field defects in normal tension and primary open angle glaucoma. *Jpn J Ophthalmol* 39 : 60—64, 1995.
- 27) **Fong DS, Epstein DL, Allingham RR** : Glaucoma and myopia : Are they related? *Int Ophthalmol Clin* 30 : 215—218, 1990.
- 28) **高 英美, 野中隆久, 鈴木弘隆, 大越洋治, 白井正彦** : 低眼圧緑内障の視野障害形式と屈折の関係. *あたらしい眼科* 11 : 1763—1766, 1994.
- 29) **Tuulonen A, Airaksinen PJ** : Optic disc size in exfoliative, primary open angle, and low-tension glaucoma. *Arch Ophthalmol* 110 : 211—213, 1992.
- 30) **Caprioli J, Spaeth GL** : Comparison of the optic nerve head in high- and low-tension glaucoma. *Arch Ophthalmol* 103 : 1145—1149, 1985.
- 31) **山上淳吉, 白土城照, 新家 真, 山本哲也** : 低眼圧緑内障と原発開放隅角緑内障. 視神経乳頭縁面積の相違について. *臨眼* 43 : 1391—1394, 1989.
- 32) **Lewis RA, Hayreh SS, Phelps CD** : Optic disc and visual field correlations in primary open-angle glaucoma and low-tension glaucoma. *Am J Ophthalmol* 96 : 148—152, 1983.

33) 林 信人, 富田剛司, 劉 新毅, 北澤克明: 緑内障術後長期の乳頭変化—正常眼圧緑内障と原発開放隅角緑内障との比較—. あたらしい眼科 14: 749—752, 1997.

34) **Shields MB**: Textbook of Glaucoma. 4th edition, Williams & Wilkins, Maryland, 46—71, 1998.

35) **Wilson MR**: The myth of “21”. J Glaucoma 6: 75—77, 1997.

---