

## 中心視野における縮瞳の影響

藤本 尚也, 安達恵美子, 呂 欣諭

千葉大学医学部眼科学教室

### 要 約

緑内障および正常人において瞳孔径の違いによる中心視野の感度変化を自動視野計オクトパスプログラム31で検討した。プログラム31によって中心30°を6°間隔に測定した。開放隅角緑内障13例24眼は瞳孔径2.0mm以下と3.0mm以上で測定し、前者が1.8dB平均感度が低下していた。緑内障の年齢、視野障害の程度と縮瞳による感度低下は関係なかった。正常人10例10眼では自然瞳孔下、1%ピロカルピンと3%ピロカルピン点眼後に視野測定した。瞳孔径2.0mm以下と3.0mm以上では前者が1.8dB平均感度が有意に低下し、瞳孔径3.0mm以上では有意な感度変化はなかった。緑内障と正常人において縮瞳による感度変化には有意差はなかった。緑内障において手術前後で感度を比較したい場合、術前瞳孔径を3.0mm以上とするれば、術後の散瞳またはピロカルピン未使用の瞳孔における視野と比較できると考えられた。(日眼会誌 94:1157-1161, 1990)

キーワード：視野, 縮瞳, 緑内障手術

## The Influence of Miosis on the Central Visual Field

Naoya Fujimoto, Emiko Adachi-Usami and Leu Hsin Yah

*Department of Ophthalmology, School of Medicine, Chiba University*

### Abstract

We studied the effects of miosis on mean sensitivity in cases of glaucoma and normal subjects. The visual field in 30° was measured by an automated perimeter Octopus. The subjects consisted of 13 cases (24 eyes) with open angle glaucoma and 10 normal subjects (10 eyes). Glaucomas had a 1.8dB reduction of mean sensitivity with a decrease in pupil size from greater than 3mm to less than 2mm with 3% or 4% pilocarpine, regardless of age and mean sensitivity. Normal subjects showed a depression of 1.6-1.8dB with a decrease in pupil size from more than 3mm to less than 2mm with 3% pilocarpine. There were no significant changes of mean sensitivity in pupil size over 3mm in normal. There was no difference in the reduction of mean sensitivity with miosis between cases of glaucoma and normal subjects. The mean sensitivity measured under conditions of pupil size over 3mm before glaucoma surgery could be quantitatively compared with that of the pupil after operation. (*Acta Soc Ophthalmol Jpn* 94: 1157-1161, 1990)

**Key words:** Visual field, Miosis, Glaucoma surgery

別刷請求先：280 千葉市亥鼻1-8-1 千葉大学医学部眼科学教室 藤本 尚也  
(平成元年10月30日受付, 平成2年3月16日改訂受理)

Reprint requests to: Naoya Fujimoto, M.D., Department of Ophthalmology, School of Medicine, Chiba University.

1-8-1 Inohana, Chiba 280, Japan

(Received October 30, 1989 and accepted in revised form March 16, 1990)

## I 緒 言

通常の視野測定では自然瞳孔下に測定が行われる。正常者において点眼などで縮瞳した場合、網膜感度は低下することが知られている<sup>1)2)</sup>。緑内障においてピロカルピンを点眼された縮瞳状態で視野測定が行われた場合、瞳孔径が一定であれば視野障害の悪化や改善を定量するにはそれ程問題ない。しかし緑内障手術が行われた場合術後早期には散瞳状態やピロカルピンの点眼されない状態での視野測定が予想され、その手術による感度変化をみたい時、術前に散瞳状態での測定が必要となる。この散瞳状態の瞳孔径をどの程度に設定したらよいか正常者および緑内障において瞳孔径を変化させて、中心視野の網膜感度を検討した。

## II 対象および方法

対象は観血手術の既往がなく、視力0.5以上、高濃度(3%, 4%)ピロカルピン点眼中の開放隅角緑内障13例24眼で、原発開放隅角緑内障6例(51~68歳, 平均年齢62.8歳)12眼, 発育緑内障7例(27~43歳, 平均年齢36.3歳)12眼と眼疾患の既往, 現症のない視力1.0以上の正常者10例(21~34歳, 平均年齢26.5歳)10眼であった。緑内障症例は軽度白内障以外に他の疾患を認めなかった。屈折異常は散瞳状態の緑内障, 正常者とも±3D以内であった。

視野測定はオクトパス201型を用い, 視標サイズIII(直径0.43°)の円形白色光刺激で, 刺激時間100msec, 背景輝度1.27cd/m<sup>2</sup>の条件下にプログラム31によって, 中心30°を6間隔に73点測定した。緑内障, 正常者とも自動視野計に十分に慣れたものを対象とし, また初回検査結果は採用しなかった。結果の解析はデルタプログラムを用い, マリオット盲点付近の4点を除外した69点の平均感度を求めた。視野結果の信頼性の指標である fluctuation はプログラム31の場合, 73点のうち10点は2回感度測定し, その変動は

$$\text{root mean square} = \sqrt{\frac{10}{\sum_{i=1}^{10} (x_{i1} - x_{i2})^2 / 20}}$$

で算出し, 各測定ごとに求めた。この fluctuation は1回の測定内での変動が表わされ, ピロカルピンを点眼して屈折状態が測定中変化することによって感度が変動しないかを調べた。瞳孔径は固視監視用の赤外線モニターテレビによって0.5mmのステップで4回測定し, 平均値を瞳孔径とした。

緑内障の視野測定は24眼すべてに高濃度(3%,

4%)ピロカルピンの点眼を継続し, 視野測定1時間前に点眼した縮瞳状態と3カ月以内の別の日の同様の時間帯にピロカルピンを中止し, 1.25%エピネフリンか5%フェニーレフリン点眼を行い瞳孔径を3.0mm以上として, 完全矯正下に測定を行った。この屈折矯正は自覚的に遠方(5m)視力から屈折を求め, その値に近用(50cm)矯正の+2.0Dを加えた。この自覚的屈折検査は視野の測定前後に2回行った。また24眼中17眼については緑内障の日々変動や視野障害の進行をみるためにもう一度縮瞳状態で3カ月以内の別の日に視野測定を行った。視野測定後にゴールドマン圧平式眼圧計にて眼圧測定, および細隙灯顕微鏡検査を施行し, 眼圧35mmHg以上や角膜浮腫の症例は省いた。測定結果の信頼性を得るために false positive, false negative はともに20%未満の結果のみを採用した。

正常者については自然瞳孔, 1%ピロカルピン点眼1時間後, 3%ピロカルピン点眼1時間後の視野測定をそれぞれを任意の順に別の日の同じ時間帯に, 緑内障と同様完全矯正下に行った。3%ピロカルピン点眼後は緑内障症例と同様に瞳孔径を2.0mm以下にするため, 点眼1時間後に瞳孔径が2.0mmをこえる時は再度3%ピロカルピンを点眼し, 2.0mm以下となった時点で測定を開始した。false positive, false negative はそれぞれ20%未満の結果を採用した。またピロカルピン点眼後の近視化による感度変化を防ぐため fluctuation = 2.0dB 以下の結果を採用した。

測定結果は同一眼の平均感度や感度変化は paired t test によって, その他は unpaired t test によって平均値の比較検討を行った。

## III 結 果

### 1. 緑内障群の感度変化

瞳孔径2.0mm以下で測定した24眼の瞳孔径は1.0~2.0mmで平均1.5±0.36(SD)mm, 瞳孔径3.0mm以上の24眼の瞳孔径は3.0~7.5mmで平均4.2±1.4mmであった。平均感度は瞳孔径2.0mm以下では平均17.7±6.61dB, 瞳孔径3.0mm以上では平均19.5±6.96dBで両者に有意差はなかった(図1)平均感度は瞳孔径の変化で24眼すべて瞳孔径の拡大とともに感度は上昇した。(実際に感度変化がおこっているのではなく, みかけ上の変化であるが, 便宜上感度上昇, 下降, 変化という言葉を使用する。)2回の測定における平均感度の差を感度変化(以下ΔMS)とし, 瞳孔径2.0mm以下と瞳孔径3.0mm以上のΔMSは24眼にお

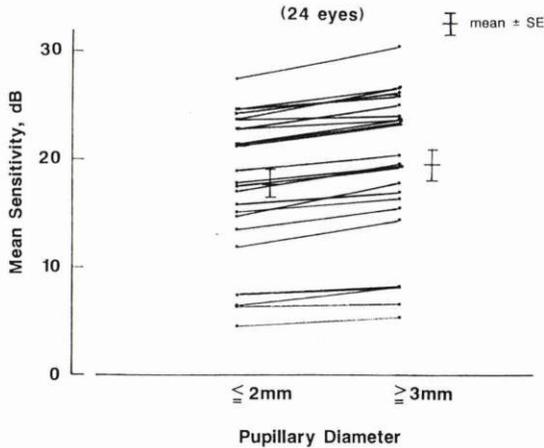


図 1 緑内障の平均感度における瞳孔径の影響。緑内障 24 眼において 30° 以内の平均感度を瞳孔径 2.0mm 以下と 3.0mm 以上の範囲で比較すると、24 眼すべて瞳孔径とともに感度が上昇したが、2.0mm 以下  $17.7 \pm 6.61$  (SD) dB, 3.0mm 以上  $19.5 \pm 6.96$  dB で両者に有意差はなかった。両者の感度の差は  $1.8 \pm 0.82$  dB であった。瞳孔径 3.0mm 以上の例で平均感度が 30dB 以上の 1 例があるが、この視野には異常を認めない。しかし反対眼に明らかな視野障害を認める発育緑内障症例であった。

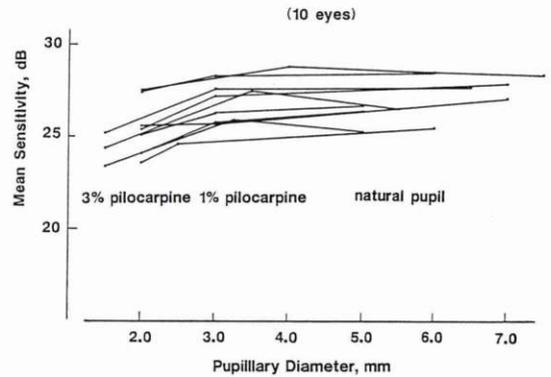


図 2 正常者の平均感度における瞳孔径の影響。正常者 10 眼において 30° 以内の平均感度を自然瞳孔下、ピロカルピンによる縮瞳状態で測定した。瞳孔径 3.0mm 以上において 18 眼 (3.0~4.0mm : 8 眼, 5.0~7.5mm 以上 : 10 眼) は 2.0mm 以下に比べ  $1.8 \pm 0.79$  (SD) dB 感度が上昇した。3.0mm 以上の範囲では有意な感度変化はなかった。

いて、 $0.2 \sim 3.1$  dB で平均  $1.8 \pm 0.82$  dB であった。また瞳孔径 2.0mm 以下で 2 回測定、瞳孔径 3.0mm 以上で 1 回測定の 17 眼において、瞳孔径 2.0mm 以下の 2 回の  $\Delta$ MS の絶対値は  $0.84 \pm 0.54$  dB、瞳孔径 2.0mm 以下と瞳孔径 3.0mm 以上の  $\Delta$ MS は  $1.9 \pm 0.74$  dB で後者が有意に感度変化が著しかった ( $p < 0.005$ )。すなわち緑内障において瞳孔径 2.0mm 以下における日々変動や視野障害の進行によっておこると考えられる感度変化に比べ、瞳孔径 2.0mm 以下から 3.0mm 以上にした時の感度変化は有意に大きかった。

瞳孔径 2.0mm 以下と瞳孔径 3.0mm 以上で 2 回測定した 24 眼の  $\Delta$ MS を散瞳下の瞳孔径、年齢、散瞳下の平均感度、測定順位について検討した。散瞳状態で瞳孔径 3.0mm ~ 3.8mm の 12 眼の  $\Delta$ MS は  $1.6 \pm 0.69$  dB、瞳孔径 4.0mm ~ 7.5mm の 12 眼の  $\Delta$ MS は  $1.9 \pm 0.95$  dB で有意差はなかった。発育緑内障 (平均年齢 36.3 歳) 12 眼の  $\Delta$ MS は平均  $1.9 \pm 0.82$  dB、原発開放隅角緑内障 (平均年齢 62.8 歳) 12 眼の  $\Delta$ MS は  $1.7 \pm 0.85$  dB で有意差はなかった。瞳孔径 3.0mm 以上での平均感度が 20 dB 以上の 12 眼の  $\Delta$ MS は  $1.9 \pm 0.85$  dB、20 dB 未満の 12 眼の  $\Delta$ MS は  $1.6 \pm 0.85$  dB で有意差はなかった。瞳

孔径 2.0mm 以下を先に測定した 12 眼の  $\Delta$ MS は  $1.7 \pm 0.84$  dB、3.0mm 以上を先に測定した 12 眼の  $\Delta$ MS は  $1.8 \pm 0.81$  dB で有意差はなかった。fluctuation については瞳孔径 2.0mm 以下の 24 眼は平均  $1.9 \pm 0.99$  dB、3.0mm 以上の 24 眼では  $1.6 \pm 0.61$  dB と有意差はなかった。

## 2. 正常群の感度変化

正常者 10 眼の自然瞳孔径は 5.0~7.5mm で平均  $6.1 \pm 0.63$  mm (SD)、1%ピロカルピン点眼後は 2.5~4.0mm (瞳孔径 3.0mm 未満は 2 眼) で平均  $3.1 \pm 0.41$  mm、3%ピロカルピン点眼後は 1.5~2.0mm で平均  $1.9 \pm 0.24$  mm であった。自然瞳孔群の平均感度は平均  $27.0 \pm 1.12$  dB、1%ピロカルピン点眼群では平均  $26.7 \pm 1.32$  dB、3%ピロカルピン点眼群では平均  $25.2 \pm 1.41$  dB で前 2 群に比べ有意に感度低下し ( $p < 0.005$ )、前 2 群の間には有意差がなかった (図 2)。緑内障の瞳孔径 2.0mm 以下と 3.0mm 以上という 2 分させた結果と比較するために、1%ピロカルピン点眼において瞳孔径 3.0mm 以上となった 8 眼において、平均感度を 3 群で比較した。瞳孔径 5.0~7.5mm (自然瞳孔群) は平均  $27.3 \pm 1.08$  dB、瞳孔径 3.0~4.0mm (1%ピロカルピン点眼群) では平均  $27.2 \pm 1.12$  dB、瞳孔径 1.5~2.0mm (3%ピロカルピン点眼群) では平均  $25.5 \pm 1.39$  dB で前 2 群に比べ有意に感度低下し ( $p < 0.005$ )、前 2 群の間には有意差がなかった。正常者において瞳孔径 2.0mm 以下から 3.0mm 以上に変化する

と有意に感度上昇がおこり、3.0mm~7.5mmでは、瞳孔径による感度の有意な変化はないことがわかった。fluctuationについては瞳孔径5.0mm以上(自然瞳孔群)は平均 $1.0 \pm 0.33$ dB、瞳孔径2.5~4.0mm(1%ピロカルピン点眼群)は $1.1 \pm 0.34$ dB、瞳孔径2.0mm以下(3%ピロカルピン点眼群)は $1.2 \pm 0.34$ dBと3群に有意差はなかった。

### 3. 緑内障群と正常群の比較

緑内障眼と正常眼を比較するために、正常者においても瞳孔径3.0mm以上(5.0mm以上10眼、3.0~4.0mm 8眼)と瞳孔径2.0mm以下の $\Delta MS$ を求めると、 $1.8 \pm 0.79$ dBとなり、緑内障24眼の $1.8 \pm 0.82$ dBと有意差なかった。

## IV 考 按

オクトパス自動視野計にてピロカルピン点眼で瞳孔径を2.0mm以下に縮瞳した状態より、3.0mm以上の範囲とした場合、緑内障群で1.8dB、正常者群でも1.8dBと平均感度が上昇し、両群の間に有意差を認めなかった。緑内障の場合に平均感度の比較では有意差が認められないが、これはSDが大きいことによると考えられる。縮瞳状態での日々変動や視野障害の進行に比べ、瞳孔径の変化による感度変化が有意に大きいことより1.8dBは意義のある変化だと考えた。正常者は平均感度の比較で有意差があり、瞳孔径による感度変化は検討しなかった。縮瞳状態の感度低下は瞳孔面積の縮小により網膜照度が低下し、生体の反応系における刺激輝度 $\Delta L$ と背景輝度 $L$ の比 $=\Delta L/L$ は一定であるというWeberの法則が成立せず、この比が上昇することが主に考えられる<sup>3)</sup>。視野障害のある緑内障においても瞳孔径による影響を正常者と同様に受け、年齢、視野障害の程度とは関係なかった。また緑内障においても正常者と同じように瞳孔径3.0mm以上の範囲では瞳孔径の変化による感度変化は有意差はなかった。緑内障手術の前後で平均感度の変化を見る場合、術前瞳孔径に関する限り3.0mm以上に散瞳すれば、術後の散瞳状態や縮瞳薬の未点眼状態の測定結果と比較できると思われる。しかし緑内障では今回でも縮瞳状態で2回測定した17眼をみると0.84dBの感度変化がみられ、視野の日々変動が正常者に比べ大きく<sup>4)</sup>、これを考慮しないと感度変化の定量は難しい。

瞳孔径の変化による感度変化に関する正常者の報告を検討すると、Fankhauser<sup>1)</sup>は $12.7 \text{cd/m}^2$ 、 $1.27 \text{cd/m}^2$ の2つの背景輝度下共に、3%ピロカルピン点眼前後

でプログラム31にて $0.2 \log \text{ unit} = 2 \text{dB}$ の感度低下を報告し、これは今回の値と近似している。Klewinらの中性(ND)フィルターを眼前にいった視野測定結果<sup>3)</sup>と比較すると瞳孔径3.0mm以上に対する2.0mm以下の感度変化は $0.5 \log \text{ unit}$ のNDフィルターを眼前にいった時の変化に相当し、1%ピロカルピン点眼と3%ピロカルピン点眼の瞳孔面積がそのまま網膜照度に影響すると仮定すると、この面積比は $1/2.8 = 1/10^{0.45}$ となり $0.45 \log \text{ unit}$ のNDフィルターに相当し、近い値を示した。

自動視野計の場合慣れの効果が知られているが<sup>5)</sup>、これを防ぐため自動視野計に慣れた被験者を対象にし、緑内障では半数は縮瞳状態を先に測定し、正常者では縮瞳、自然瞳孔の測定順位を任意とした。測定結果の信頼性の指標であるfluctuationは瞳孔径の縮小と共に大きくなったが、有意差はなく各測定結果は評価に耐えうると考えられた。縮瞳、散瞳の実験での欠点はピロカルピンや散瞳剤点眼後の瞳孔径の変化はかなり個人差があり、一定の瞳孔径にすることは不可能である点であり、今回は瞳孔径2.0mm以下と3.0mm以上に2分させて検討をおこなった。縮瞳による感度低下は網膜照度の低下だけでなく、回折やStiles-Crawford効果の影響も無視できないと思われる。ピロカルピン点眼による近視化の影響は高度近視の症例がないこと、自覚的ではあるが屈折矯正を完全に行っていることから極めて少ないと考えられる。

その他の瞳孔径を変えた報告との比較では、自動視野計Dicon AP3000を使用して、視野に対する散瞳、縮瞳の影響を検討しているが<sup>7)</sup>、0.5%チモキサミン点眼による縮瞳状態では周辺部に感度低下をきたすと報告している。この報告の背景輝度10asbで0.5%チモキサミン点眼後の瞳孔径は平均3.18mmで、オクトパスの背景輝度4asbの1%ピロカルピン点眼後の3.1mmに近く、30°未満で有意な感度変化がなかったことと同様であった。またハンフリーフィールドアナライザーを使用して正常眼で2%ピロカルピン点眼後、瞳孔径3.0mm以下では3.0mm以上に比べ30°以内の視野において有意の感度低下(0.67dB)をひきおこすことが報告されている<sup>2)</sup>。しかし緑内障ではこの低下が大きくなることを考察しているが、今回オクトパスでは正常者、緑内障とも同様の感度低下であった。

以上瞳孔径を2.0mm以下から3.0mm以上の範囲とすると平均感度は正常者、緑内障とも有意な感度上昇がみられ、緑内障で手術が施行された場合、術前後の

瞳孔径を3.0mm以上とすれば平均感度を比較検討できると結論できた。

文部省科学研究費63480392に援助を受けた。記して謝す。

文 献

- 1) **Fankhauser F**: Problems related to the design of automatic perimeters. *Doc Ophthalmol* 47: 89—138, 1979.
- 2) **Lindenmuth KA, Skuta GL, Rabbani R, et al**: Effects of pupillary constriction on automated perimetry in normal eyes. *Ophthalmology* 96: 1289—1301, 1989.
- 3) **Klewin KM, Radius RL**: Background illumination and automated perimetry. *Arch Ophthalmol* 104: 395—397, 1986.
- 4) **Flammer J, Drance SM, Zulauf M**: Differential light threshold. Short- and long-term fluctuation in patients with glaucoma, normal controls and patients with suspected glaucoma. *Arch Ophthalmol* 102: 704—706, 1984.
- 5) **Werner EB, Adelson A, Krupin T**: Effect of patient experience on the results of automated perimetry in clinically stable glaucoma patients. *Ophthalmology* 95: 764—767, 1988.
- 6) **Heiji A, Lindgren G, Olsson J**: The effect of perimetric experience in normal subjects. *Arch Ophthalmol* 107: 81—86, 1989.
- 7) **Wood JM, Wild JM, Bullimore MA, et al**: Factors affecting the normal perimetric profile derived by automated static threshold LED perimetry. 1. Pupil size. *Ophthalm Physiol Opt* 8: 26—31, 1988.