

Perimetric glare test と眼内レンズの評価

並木 真理¹⁾, 田上 勇作²⁾

¹⁾神戸大学医学部眼科学教室, ²⁾社会保険神戸中央病院

要 約

対照群 (正常有水晶体眼) 12 眼, 6 mm no hole レンズ群 6 眼, 6 mm 4 hole レンズ群 6 眼, 5.5×6.5 mm 2 hole レンズ群 6 眼, 5.0×6.0 mm no hole レンズ群 6 眼, 回折型多焦点レンズ群 6 眼を対象に, グレア光源を設置したオクトパス自動視野計を用いてグレア障害を空間的・定量的に測定 (perimetric glare test) した. Perimetric glare test によるグレア障害は対照群が最小で, 対照群と比較し 6 mm no hole レンズ群, 回折型多焦点レンズ群では統計学的有意差は認められなかったが, 2 種類の楕円レンズ群と 6 mm 4 hole レンズ群ではグレア障害は程度 (degree)・範囲 (extent) とともに有意に大きかった. ホール付きレンズや楕円レンズなど有効光学部径の小さなレンズを移植する際にはホールグレア・エッジグレアの回避のために, レンズの有効光学部径と患者の暗所 (scotopic) あるいは薄昏がり (mesopic) での術前瞳孔径を考慮した, 適切な症例の選択が重要である. 回折型多焦点レンズは従来の単焦点レンズである 6 mm no hole レンズ群よりグレア障害は程度・範囲とともに若干大きい傾向にあったが, 対照群および 6 mm no hole レンズ群と比較して統計学的有意差は認められず, 回折構造のグレア障害に及ぼす影響は軽微であり臨床的に許容できると考えられる. (日眼会誌 97: 210-216, 1993)

キーワード: 楕円レンズ, 回折型多焦点レンズ, perimetric glare test, グレア, ポジショニング・ホール

Perimetric Glare Test and Evaluation of Intraocular Lenses

Mari Namiki¹⁾ and Yusaku Tagami²⁾

¹⁾Department of Ophthalmology, School of Medicine, Kobe University

²⁾Eye Clinic, Shakai-hoken Kobe Central Hospital

Abstract

Twelve normal control phakic eyes together with a number of other pseudophakic groups each consisting of 6 eyes were enrolled in this study of spatial and quantitative measurement of glare disabilities in the static visual field (Perimetric Glare Test) using an OCTOPUS 500E automated perimeter with an attached glare source. These groups were a 6 mm no hole lens group, a 6 mm 4 hole lens group, a 5.5×6.5 mm 2 hole lens group, a 5.0×6.0 mm no hole lens group and a diffractive multifocal group. Glare disabilities in the visual field were minimum in the control group. The 6 mm no hole lens group and the diffractive multifocal group showed no statistical significance compared the control group. Groups with the two types of ovoid lens and the 6 mm 4 hole lens group showed a statistically higher degree and a greater extent of glare disabilities in the static visual field than the control group. Careful selection of appropriate patients to receive implants of small efficient optic

別刷請求先: 650 神戸市中央区楠町7-5-2 神戸大学医学部眼科学教室 並木 真理

(平成4年3月31日受付, 平成4年7月13日改訂受理)

Reprint requests to: Mari Namiki, M.D. Department of Ophthalmology, School of Medicine, Kobe University, 7-5-2 Kusunoki-cho, Chuō-ku, Kobe 650, Japan

(Received March 31, 1992 and accepted in revised form July 13, 1992)

IOLs, such as IOLs with positioning holes and ovoid lenses, according to the preoperative pupil size under scotopic or mesopic condition and efficient lens optic size are important in order to reduce hole and edge glare. The diffractive multifocal IOLs group showed a slightly higher degree and a greater extent of glare than the control group and the 6 mm no hole monofocal lens group but the difference was very small and statistically insignificant. Therefore the effects of diffractive microstructure on glare disabilities were considered to be slight and clinically acceptable. (J Jpn Ophthalmol Soc 97 : 210-216, 1993)

Key words: Ovoid lens, Diffractive multifocal lens, Perimetric glare test, Glare, Positioning hole

I 緒 言

今日の洗練された白内障手術により術後早期から良好な視力が多く症例で得られるようになった。現時点での問題は、より質の高い視機能を患者に与えることである。術後視機能の質は各種指標で検討されており、グレア障害もそのひとつであり、眼内レンズのデザイン、術式などの評価をする観点から検討が行われてきた。

最近発表された小切開用の楕円レンズ、多焦点レンズは、各々術後乱視量の減少、眼鏡矯正依存率の減少を目的に開発されているが、グレア障害の面からは新たな問題を発生している。これらはおもに患者のアンケート調査で明らかにされてきた¹⁾。我々は偽水晶体眼で最も問題となる夜間のヘッドライトや街灯による directional glare を他覚的かつ空間的・定量的に解析すべく、オクトパス自動視野計にグレア光源を設置した装置を考案した^{2,3)}。本編ではこの装置により楕円レンズおよび回折型多焦点レンズなどの新世代のレンズをグレア障害の観点から多角的に評価し、興味ある知見を得たので報告する。

II 方 法

白内障眼では昼間の燦々と照る日光などによる veiling glare が著明であるが、偽水晶体眼では veiling glare よりも夜間運転時のヘッドライトや街灯による directional glare が最も問題となる。現在までに市販されているグレアテスターである Miler-Nadler glare tester や brightness acuity test などは veiling glare を測定している点で白内障眼の視機能の評価には適するが偽水晶体眼のグレア障害を測定するには不適切である。偽水晶体眼のグレア障害の評価を行うには薄昏がり (mesopic) な状態で directional glare を測定することが妥当であり、最近発売された MCT

表 1 Perimetric glare test の妥当性と利点

1. 偽水晶体眼で最も問題となる mesopic な条件下での directional glare を測定している。
2. 中心視機能のみならず周辺視機能も評価し、グレア障害の二次元的影響を感知できるため従来の装置より敏感である。
3. グレア障害を他覚的かつ定量的に評価できる。
4. 測定法が簡便で、再現性が高い。
5. グレア障害の原因 (ポジショニング・ホール、レンズエッジなど) の形態・位置と出現したグレア障害の形態・位置の関連性を理論的に解釈できる。

8000 (Vistech 社) はその点が考慮された優れた装置である。しかしながらこの装置も、コントラスト感度を指標とする中心視機能のみを評価しておりグレア障害の二次元的広がりを捉えることが不可能であるために、患者の主観的愁訴に反して検査上は正常値を示すことを経験する。一方、自動視野計を用いたグレア障害の測定 (perimetric glare test) はグレア障害を二次元的に捉え周辺視機能まで評価することが可能であり、定量性、再現性にも優れる。さらにレンズエッジやポジショニング・ホール、後囊混濁などグレアの原因の形態・位置と出現したグレア障害の形態・位置の関連を理論的に解釈することが可能となる。このような観点から我々は perimetric glare test および測定装置を考案試作した (表 1)。

1. Perimetric glare test の測定装置

既報^{2,3)}のオクトパス自動視野計にグレア光を設置した装置の概略を以下に示す。グレア光の位置は前方から来る車のヘッドライトをシミュレートするために固視点付近を選んだ。OCTOPUS 500 E では固視点下方 8.7° の位置のキューボラ (視野計の半球形の視標提示部分) に固視監視用の孔がけられており、CCD-camera がその後方に内蔵されている。CCD-camera とキューボラの間の狭い隙間を利用してグレア光源を設置するために、グレア光源にはウェルチアリン社製

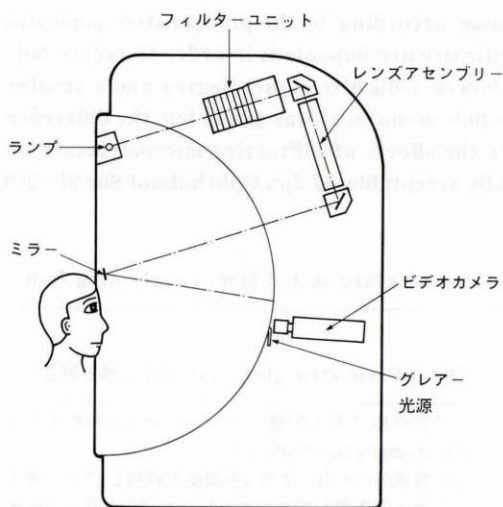


図1a Perimetric glare test の装置.

OCTOPUS 500 E の固視点下方 8.7° の位置にグレア光源を設置した。この装置でグレア光点灯時と消灯時の視野を測定する。

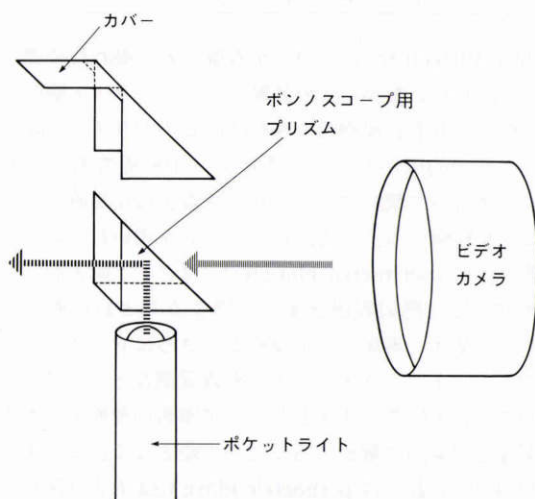


図1b グレア光部分の拡大図.

グレア光源にはウェルチアリン社製ポケットライトを使用し、輝度は回転式のスイッチで linear に変えられるようにした。グレア障害測定は 13 asb の輝度で行った。グレア光による背景輝度への影響を避ける目的でグレア光源の上方にはカバーを装着した。

ポケットライトを使用し、その上方にオフサルモスコープのプリズムを取り付け、光の方向を 90 度変換することにより、省スペース化を図った。さらに視野計の背景輝度への影響を避けるためにプリズムにはカ

バーを装着した(図 1a, 1b)。グレア光の輝度は回転式のスイッチで linear に変えられるようにした。このようにして設置したグレア光の大きさは約 20 m 先のヘッドライトの大きさに近似して観察される。

2. Perimetric glare test によるグレア障害の測定法と評価法

グレア光の輝度は、正常有水晶体眼の被験者が、夜間運転時の約 20 m 先のヘッドライトに主観的に近似すると感じる 13 asb に設定した。グレア光を消灯した条件 (glare off) と点灯した条件 (glare on) での被験者の静的視野を先の装置で測定する。視野測定に用いたプログラム 36 は、中心 30 度の閾値測定プログラムで、測定点は 76 ポイントと中心点の計 77 ポイントであり、測定グリッド (測定点間の間隔) は 6 度である。得られた視野を GRAY SCALE (黒い部分が感度低下の範囲を示し、黒さが増すほど感度低下の程度が大きい) と ACTUAL (各測定点の感度の dB 表示) で表示して glare off と on の比較を行うことにより、グレア障害を視覚的に捉え、また定量した。

定量的に評価を行うために、表 2 に示すようにふたつの指標、すなわちグレア障害の程度 (degree) と範囲 (extent) を定義した。このさい、"3 dB 以上の感度低下" を異常値に設定した理由は、予備実験で正常有水晶体眼ではグレア光点灯時、消灯時と比較してグレア光に対応する部位で 3 dB 以上の感度低下が 100% に認められたが、もし 4 dB を異常値に設定するならば 10% の正常有水晶体眼ではグレア光に対応する部分にも全く感度低下を示さない結果になってしまうこと、さらに 1~2 dB の感度低下は同一症例の視野測定を複数回行った場合にもみられる変動であり、測定誤差に含まれると考えられることの二点である。

図 2 に正常有水晶体眼の perimetric glare test の結果を例示した。上段が GRAY SCALE, 下段が ACTUAL 表示であり、左はグレア光消灯時、右はグレア光点灯時である。この症例ではグレア光点灯時、消灯時と比較して、固視点のやや下方 (グレア光の位置に対応している) に 3 測定点、3~7 dB の感度低下が

表 2 Perimetric glare test におけるグレア障害の二つの指標

程度 (degree) (dB)	グレア光点灯時、消灯時と比較して 3 dB 以上感度低下の観察された点のうち、感度低下の最大値
範囲 (extent) (points)	グレア光点灯時、消灯時と比較して 3 dB 以上感度低下の観察された点の測定点数

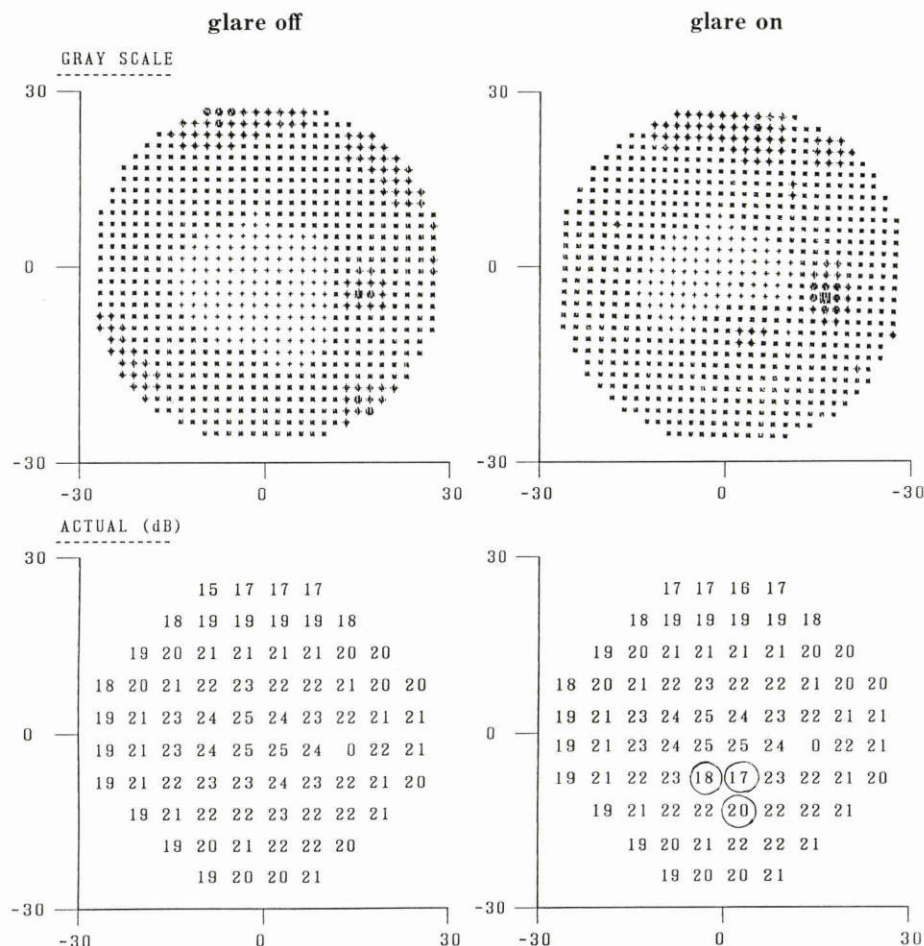


図 2 正常有水晶体眼での perimetric glare test の 1 例.

グレア光点灯時は消灯時に比較して、グレア光に対応する部分の、固視点やや下方に感度低下がみられる。ACTUAL 表示では 3~7 dB の感度低下が 3 測定点でみられ、この症例ではグレア障害の程度 (degree) は 7 dB、範囲 (extent) は 3 points である。

みられ、グレア障害は“程度 (degree) が 7 dB、範囲 (extent) が 3 points”である。

3. 真の瞳孔径の測定法

視野測定前に角膜径をあらかじめ測定する。次に OCTOPUS 500 E の固視監視用 CCD-camera のモニター上の角膜径と瞳孔径をグレア光点灯時に測定し、先に測定した角膜径から入射瞳孔径を算出する。真の瞳孔径は角膜屈折力と角膜前面・実瞳孔面間距離に依存して入射瞳より約 10%~15% 小さい⁴⁾ので、真の瞳孔径を入射瞳孔径の 10% 減として算出した。

4. レンズ偏位の定量法

角膜中心と眼内レンズ中心との距離をレンズ偏位量と定義する。散瞳下に眼内レンズ移植眼の前眼部写真

を撮影し眼内レンズの直径 (既知) と写真の大きさ (計測) から、写真および角膜屈折力による拡大率を算出する。角膜中心とレンズ中心の写真上の距離を計測し、先に算出した拡大率で割ると真のレンズ偏位量が求められる。

5. 対象

対象を表 3 に示す。対照群は正常有水晶体眼 12 眼、年齢は 56 ± 20.1 歳 (平均値 $\pm$ 標準偏差) である。偽水晶体眼の 5 つのグループはすべて術前、術中、術後の合併症 (細隙燈顕微鏡検査で、ポジショニング・ホールやレンズエッジの露出が観察される合併症、0.5 mm 以上のレンズ偏位が認められる合併症など) が無く、矯正視力が 1.0 以上の症例で、術後 1 か月時にグレア

表3 対象および perimetric glare test による glare disabilities

グループ	眼数	年 齢	glare disabilities		真の瞳孔径 (mm)
			程度(degree) (dB)	範囲(extent) (points)	
対照群(正常有水晶体眼)	12	56±20.1	8.0±3.0	3.2±1.1	5.5±0.5
6 mm no hole レンズ群	6	67±10.5	8.5±3.2	5.1±2.1	4.9±0.5
6 mm 4 hole レンズ群	6	66±9.5	15.0±9.5*	7.3±3.3*	4.9±0.5
5.5×6.5 mm 2 hole レンズ群	6	67±5.0	13.1±10.5*	6.6±6.1*	4.9±0.5
5.0×6.0 mm no hole レンズ群	6	74±5.1	13.5±9.5*	6.2±6.0*	4.7±0.5
回折型多焦点レンズ群	6	66±13.5	9.0±3.2	5.3±2.1	5.0±0.5

*p<0.01 F-test (対照群との比較)

障害の測定を行った。6 mm no hole レンズ群 6 眼、67±10.5 歳、6 mm 4 hole レンズ群 6 眼、66±9.0 歳、5.5×6.5 mm 2 hole レンズ群 6 眼、67±5.0 歳、5.0×6.0 mm no hole レンズ群 6 眼、74±9.1 歳、回折型多焦点レンズ群 6 眼、66±13.5 歳が偽水晶体眼の 5 グループである。

III 結 果

グレア障害の程度と範囲、グレア光点灯下で視野測定施行中の真の瞳孔径を表3に示す。瞳孔径は各群の間で有意差は無かった。正常有水晶体眼の対照群でグレア障害は程度 (degree)・範囲 (extent) とともに最小であり、6 mm no hole レンズ群、回折型多焦点レンズ群、2種の楕円レンズ群、6 mm 4 hole レンズ群の順にグレア障害の程度・範囲ともに大きくなった。楕円

レンズ群と 4 hole レンズ群は対照群と比較して統計学的に有意にグレア障害が著明であった(F 検定, $p < 0.01$) 回折型多焦点レンズ群は従来の 6 mm no hole 単焦点レンズ群より若干グレア障害が程度、範囲ともに大きい傾向にあったが、対照群、6 mm no hole レンズ群に比して統計学的有意差はみられなかった。

6 mm 4 hole レンズ、楕円レンズによってグレア障害が生じた症例を図3、4a、4bに示した。図3の症例はグレア光点灯下、視野測定施行中の真の瞳孔径が 5.1 mm であったためレンズ偏位は 0.1 mm であったがポジショニング・ホールによるグレアが生じた。中心 20°付近、固視点上方の円形の感度低下領域はわずかな後囊混濁によるものであり、固視点下の感度低下領域はグレア光に対応する部分であるが、25°~30°にかけて 4 か所の円形の感度低下は位置および形態から

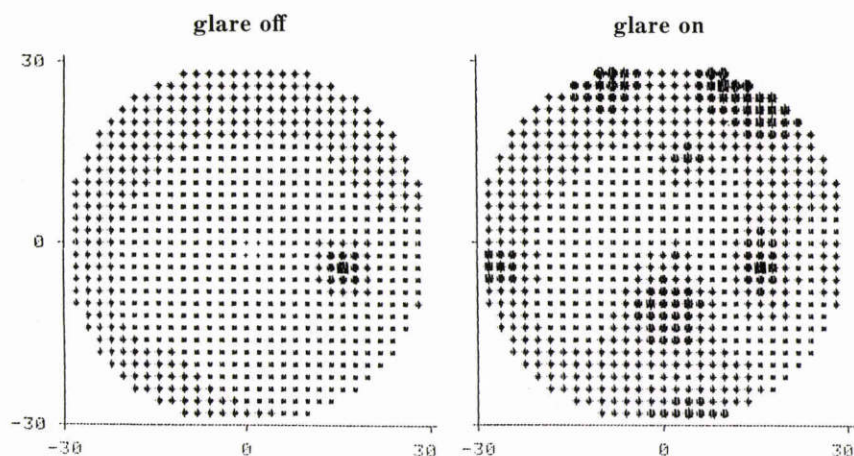
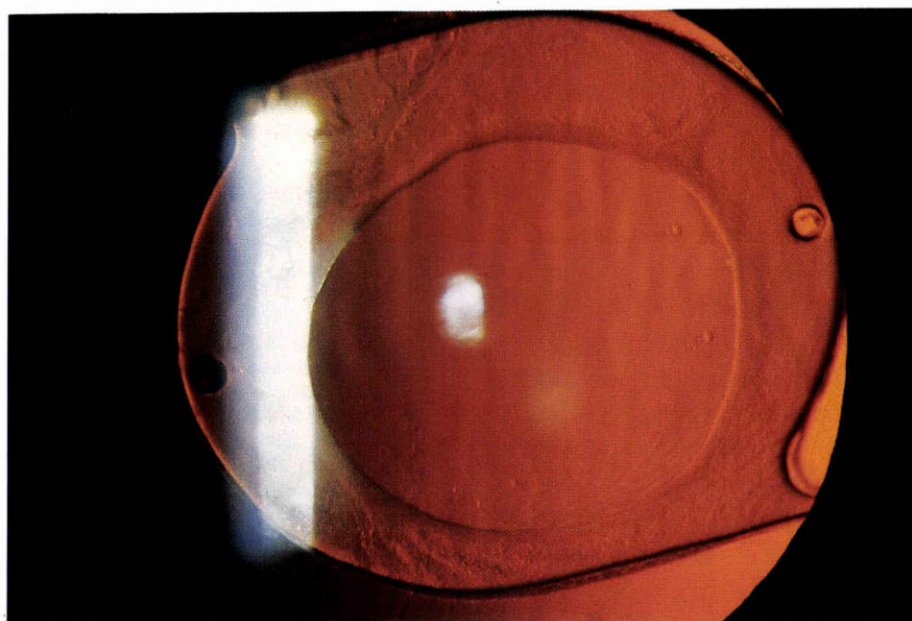
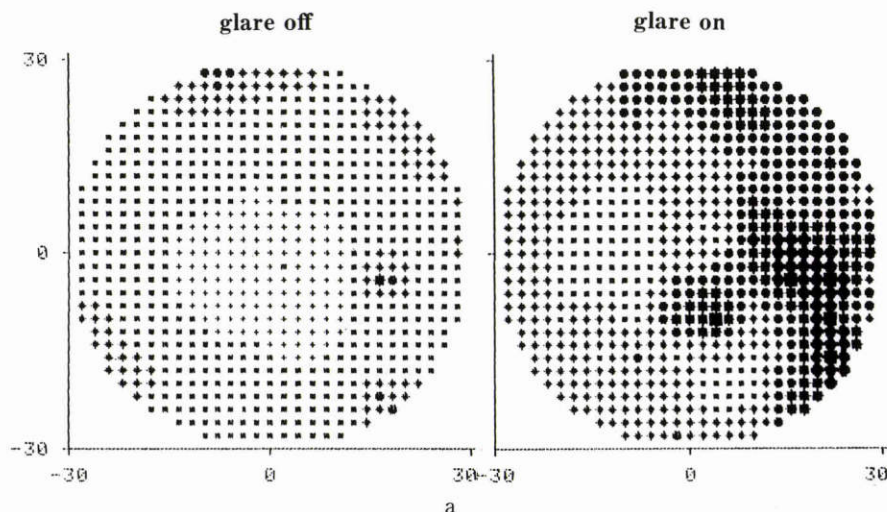


図3 6 mm 4 hole レンズ移植例にみられたホールグレアの1例。

レンズ偏位は 0.1 mm と小さかった 25°~30°の視野に 4 箇所、ほぼ円形の感度低下領域がみられ、ポジショニング・ホールによるグレア障害である。グレア光点灯下で視野測定中の真の瞳孔径は 5.1 mm で、ホールが部分的に露出したためである。



b

図 4 a, 4 b 5.5×6.5 mm 2 hole レンズ移植例にみられたエッジグレアの 1 例。
患者の主観的愁訴に一致する上方から耳側にかねて三か月型の感度低下領域がみられた。楕円レンズは上方耳側に 0.3 mm 偏位しているにすぎないがグレア光点灯下、視野測定時の真の瞳孔径が 5.0 mm であるために下方と鼻側のレンズエッジが露出し散乱された光の投影された下方および鼻側網膜の感度低下が生じたためである。

4 個のポジショニング・ホールに起因することが示唆される。このようにレンズ偏位がほとんどない症例においても瞳孔径によってはグレア障害が生じた。図 4 a, 4 b は 5.5×6.5 mm 2 hole レンズによってエッジ

グレアが生じた例の perimetric glare test の結果と前眼部写真である。レンズ偏位は 0.3 mm であったがグレア光点灯時の真の瞳孔径が 5.0 mm であったため下方と鼻側のエッジが露出し、その部分で散乱したグレア

ア光が下方と鼻側網膜に投影され、その結果上方から耳側視野の感度低下がおこった。この患者は「夜間に暗い場所から街灯のある場所を見ると三か月型の光が見え、もっと明るい場所に行くと光は次第に消える」と訴えていた。暗所では瞳孔径が大きいためにエッジグレアが生じるが明所では縮瞳によってそれが生じなくなるためである。

IV 考 按

今回の測定ではグレア光点灯時、視野測定中の真の瞳孔径は平均5 mm 前後であり、有効光学部径が5 mm 程度となる6 mm 4 hole レンズは当然ホールグレアの発生する症例が多数あると予想されたが、今回の検討でこの事実が統計学的に証明された。従来の報告通り^{5)~10)}ポジショニング・ホールはグレア障害の大きな原因となりノーホールレンズがグレア軽減の目的には優れている。もし、手術手技の面でホール付きレンズの使用が避けられない場合には、暗所での瞳孔径に比して有効光学部径の十分大きなレンズを選択する必要がある。では何 mm の有効光学部径があれば十分であるかであるが、6 mm ノーホールレンズでは対照群である正常有水晶体眼とグレア障害の点で有意差が見られなかったことと平均瞳孔径（真の）が5 mm 弱であったことから、暗所での瞳孔径より1 mm 以上大きな有効光学部径のレンズを移植すべきであると考えられる。また、今回の症例は0.5 mm 以上のレンズ偏位のある症例や瞳孔障害のある症例は除外しているが、必要なレンズ径はレンズ偏位の程度によっても異なるため偏位がより少ないレンズデザインや素材、手術手技が望まれることは言うまでもない。また、斜方向からのグレア光の射入によるグレア障害⁹⁾は今回測定していないがその影響を避けるためにはさらに大きな有効光学部径が必要であると推察される。

楕円レンズではグレア障害の発生が高率におこるのではないかと懸念から、我々¹¹⁾は術前瞳孔径の小さな症例を意識的に選んでこのレンズの移植を行った。その結果、このレンズの移植群は、瞳孔径が4.7 mm と他の群に比してやや小さく、平均年齢は平均74歳と他の群より8歳ほど高い。しかしグレア障害は有意差をもって高度に生じた。もし瞳孔径を考慮せず無作為に楕円レンズを移植したならば、もっと多くの症例でグレア障害が生じたであろう。また上眼瞼による光の遮

断や瞳孔領への被覆効果を考慮すると、上方からのグレア光より水平あるいは斜方向から瞳孔に入射するグレア光⁹⁾のほうが実生活上高頻度にグレア障害を生じると考えられ、その影響を少なくする目的で、我々¹¹⁾は楕円レンズの長軸が水平方向になるよう移植を行うことを推奨している。最近米国で楕円レンズによるグレア障害が高率に生じていると警告されているが、虹彩色素の薄い白人では日本人よりグレア障害が生じやすいのではないかと推測され、また米国では生活環境の違いによる夜間の運転の頻度が日本人に比して高いこと、眼内レンズ手術時の informed consent がいきなり術後のグレアについて患者が知識をもっていることなどがグレア障害を高率に訴える一因であろう。

回折型多焦点レンズは回折構造部分でのグレア光の散乱によりグレア障害がかなり生じる¹¹⁾のではないかと推察されたが、従来の単焦点レンズより若干、広範囲かつ高度のグレア障害がみられたが対照群および6 mm-no hole レンズ群と比較して統計学的有意差はみられず臨床的には許容できると考える。

文 献

- 1) 大矢智博, 田川 泉, 浅岡哲夫, 松元 俊: Multifocal 眼内レンズ, 術後成績の検討. IOL 5: 174-177, 1991.
- 2) 並木真理, 小幡典子, 田上勇作: オクトパス自動視野計を用いた眼内レンズ移植眼のグレア障害の測定. 臨眼 44: 609-612, 1990.
- 3) Namiki M, Tagami Y: Measurement of glare disabilities using an automated perimeter. J Cat Ref Surg 18: 391-394, 1992.
- 4) 西信元嗣: 眼光学の基礎. 金原出版, 東京, 134-136, 1990.
- 5) Landry RA: Unwanted optical effects caused by intraocular lens positioning holes. J Cat Ref Surg 13: 421-423, 1987.
- 6) 田上勇作, 塚原康友, 北垣公子, 横川浩巳: 4 hole lens および no hole lens 後房眼内レンズ移植の比較. 眼臨 83: 1879-1881, 1989.
- 7) 田上勇作, 北垣公子, 伊藤美樹, 横川浩巳, 梶見和孝: No hole lens の Glare disability の軽減効果について. IOL 3: 9-12, 1989.
- 8) 横川浩巳, 田上勇作: 人工水晶体移植眼における glare disability の対策. 眼紀 39: 2225-2229, 1988.
- 9) 並木真理, 田上勇作, 新海恒一: Positioning hole による glare. IOL 3: 165-168, 1989.
- 10) 邱 信夫, 鈴木 純: 後房レンズ移植患者の Unwanted optical images について. IOL 4: 82-92, 1990.
- 11) 田上勇作, 並木真理, 山本成章, 伊藤美樹, 山本節: 瞳孔径およびグレア障害よりみた楕円レンズの適応. IOL 5: 292-295, 1991.