

## 耳側角膜極小切開および耳側角膜小切開白内障手術の乱視変化量

田川 考作<sup>1)</sup>, 東出 朋巳<sup>2)</sup>, 杉山 和久<sup>2)</sup>, 河崎 一夫<sup>3)</sup><sup>1)</sup>八尾総合病院眼科, <sup>2)</sup>金沢大学大学院医学系研究科眼科学教室, <sup>3)</sup>神通眼科クリニック

## 要 約

**目的:**異なる大きさの耳側角膜切開による白内障手術において惹起角膜乱視変化量の違いを検討した。

**対象および方法:**対象は無縫合耳側角膜切開白内障手術症例で、極小切開創 1.6 mm 群が 4 例 5 眼、極小切開創 2.2 mm 群が 23 例 33 眼、小切開創 3.0 mm 群が 21 例 26 眼である。角膜乱視を術前、術後 1 週、1 か月および 3 か月の時点で測定し、手術による惹起角膜乱視変化量を Cravy 法による軸乱視量で検討した。

**結果:**惹起角膜乱視変化量の平均値±標準偏差は術後 1 週では 1.6 mm 群で  $0.00 \pm 0.69$  D, 2.2 mm 群で  $-0.05 \pm 0.61$  D, 3.0 mm 群で  $0.44 \pm 0.57$  D であり、

術後 3 か月では 1.6 mm 群で  $-0.05 \pm 0.08$  D, 2.2 mm 群で  $-0.04 \pm 0.47$  D, 3.0 mm 群で  $0.47 \pm 0.59$  D であった。術後いずれの時点においても 2.2 mm 群では 3.0 mm 群より惹起角膜乱視変化量は有意に小さかった。

**結論:**極小切開創での耳側角膜切開白内障手術では小切開創より乱視変化量が小さい。(日眼会誌 111 : 716-721, 2007)

**キーワード:**白内障手術, 乱視, 極小切開, 小切開, 角膜切開

## Surgically Induced Astigmatism after Micro and Small Clear Temporal Corneal Incision in Cataract Surgery

Kosaku Tagawa<sup>1)</sup>, Tomomi Higashide<sup>2)</sup>, Kazuhisa Sugiyama<sup>2)</sup> and Kazuo Kawasaki<sup>3)</sup><sup>1)</sup>Department of Ophthalmology, Yatsuo General Hospital<sup>2)</sup>Department of Ophthalmology, Kanazawa University Graduate School of Medical Science<sup>3)</sup>Jinzu Eye Clinic

## Abstract

**Purpose:** To compare surgically induced astigmatism among 3 sizes of temporal corneal incisions in cataract surgery.

**Patients and Methods:** A retrospective review was carried out of case records of 48 patients (64 eyes) who underwent cataract surgery. The length of the corneal incision was 1.6 mm in five eyes, 2.2 mm in 33 eyes, and 3.0 mm in 26 eyes. Astigmatism was measured by keratometry readings before and 1 week, 1 month, and 3 months after surgery. Surgically induced astigmatism was calculated by vector analyses using the Cravy method.

**Results:** One week postoperatively, the mean surgically induced astigmatism was  $0.00 \pm 0.69$  diopter (D) in the 1.6 mm group,  $-0.05 \pm 0.61$  D in the 2.2 mm group and  $0.44 \pm 0.57$  D in the 3.0 mm group.

Three months after surgery, the mean surgically induced astigmatism was  $-0.05 \pm 0.08$  D in the 1.6 mm group,  $-0.04 \pm 0.47$  D in the 2.2 mm group and  $0.47 \pm 0.59$  D in the 3.0 mm group. The surgically induced astigmatism was significantly less in the 2.2 mm group than in the 3.0 mm group.

**Conclusion:** The amount of induced astigmatism was significantly less in temporal corneal micro-incision cataract surgery than in small incision surgery.

Nippon Ganka Gakkai Zasshi (J Jpn Ophthalmol Soc 111 : 716-721, 2007)

**Key words:** Cataract surgery, Astigmatism, Micro-incision, Small incision, Corneal incision

別刷請求先: 939-2376 富山市八尾町福島 7-42 八尾総合病院眼科 田川 考作 E-mail: win@yatsuo.or.jp  
(平成 19 年 1 月 19 日受付, 平成 19 年 4 月 11 日改訂受理)

Reprint requests to: Kosaku Tagawa, M.D. Department of Ophthalmology, Yatsuo General Hospital, 7-42 Fukusima Yatsuo-machi, Toyama 939-2376, Japan

(Received January 19, 2007 and accepted in revised form April 11, 2007)

## I 緒 言

白内障手術は年々進歩を遂げ、水晶体囊外摘出術から超音波白内障摘出術へ進化したことにより切開創は小さくなり、シリコンやアクリル素材のフォールダブル眼内レンズの登場によりさらに切開創は小さくなった。現在、小切開超音波白内障手術では切開創はほとんど3~4 mm である。切開創をより小さくすることで、創口の閉鎖不全が生じにくく、手術による惹起乱視も小さくできる<sup>1)2)</sup>。また、術後に外力による創口の離開が生じにくく、より安全であると思われる。そこでさらに切開創を小さくするために、極小切開超音波白内障摘出術が近年報告されている<sup>3)~5)</sup>。また通常、白内障手術は強角膜切開もしくは角膜切開にて行うが、角膜切開では角膜形状および角膜乱視への影響が強角膜切開に比較し大きい点<sup>1)3)6)</sup>からも切開創は小さい方がより望ましいと考えられる。角膜切開白内障手術における惹起角膜乱視変化量の過去の報告は小さくても2.8 mm<sup>7)8)</sup>程度までで、それよりも小さい極小切開での報告はほとんどない。極小切開の利点の一つである惹起角膜乱視変化量が小さくなることに関して今回、異なる大きさの耳側角膜切開創による白内障手術において惹起角膜乱視変化量の違いを検討した。

## II 対象と方法

対象は2001年7月から2006年4月に同一術者が施行し3か月間経過を追えた無縫合耳側角膜切開白内障手術症例で、耳側角膜切開創1.6 mmが4例5眼(以下、1.6 mm群)、2.2 mmが23例33眼(2.2 mm群)、3.0 mmが21例26眼(3.0 mm群)であった。術後予想屈折値から眼内レンズ挿入が不要と判断した強度近視眼には切開創1.6 mmで施行した。切開創3.0 mm群は2002年6月から2003年2月に、切開創2.2 mm群は2006年3月から2006年4月に手術を施行された。年齢は1.6 mm群が65.2±8.8歳(平均値±標準偏差)、2.2 mm群が73.0±7.3歳、3.0 mm群が75.7±5.1歳であった。性別は1.6 mm群では男性0眼、女性5眼、2.2 mm群では男性11眼、女性22眼、3.0 mm群では男性7眼、女性19眼であった。術前角膜乱視は1.6 mm群が1.15±0.80 D(平均値±標準偏差)、2.2 mm群が0.83±0.52 D、3.0 mm群が0.81±0.47 Dであった。術前矯正視力の平均は1.6 mm群が0.01、2.2 mm群が0.36、3.0 mm群が0.36であった。核硬度の平均はEmery-Little分類で1.6 mm群が2.2、2.2 mm群が2.7、3.0 mm群が2.6であった(表1)。年齢および術前矯正視力は3群間に有意差を認めたが(一元配置分散分析)、性別、術前角膜乱視および核硬度は3群間に有意差を認めなかった。

1.6 mm群はバイマニュアル法<sup>9)10)</sup>で、2.2 mm群およ

表 1 対象症例

	1.6 mm 群	2.2 mm 群	3.0 mm 群
症例数	4 例 5 眼	23 例 33 眼	21 例 26 眼
年齢(歳)*	65.2±8.8	73.0±7.3	75.7±5.1
男性:女性	0:5	11:22	7:19
術前角膜乱視(D)	1.15±0.80	0.83±0.52	0.81±0.47
術前矯正視力*	0.01	0.36	0.36
核硬度	2.2	2.7	2.6

平均値もしくは平均値±標準偏差。\*: p<0.05(一元配置分散分析)。

び3.0 mm群はコアキシャル法<sup>11)</sup>で施行した。手術装置は1.6 mm群および3.0 mm群はCV 12000(ニデック、蒲郡)を、2.2 mm群はインフィニティ(日本アルコン、東京)を使用した。3.0 mm群では従来どおりスリーブを装着した19ゲージの超音波チップを使用した。2.2 mm群ではウルトラスリーブを装着した口径0.9 mmのマイクロフleaチップを使用した。1.6 mm群では、角膜サイドポートに分割鉤付き灌流カニューラ、耳側角膜切開創にスリーブを装着していない20ゲージの超音波チップを挿入して施行した。3.0 mm群では切開創を拡大せずにインジェクターを用いて従来の方法で眼内レンズを挿入した。2.2 mm群では切開創を拡大せずにwound-assisted implantation法<sup>12)</sup>を用いてシングルピースアクリル眼内レンズ(SA 30 AT, 日本アルコン)を挿入した。1.6 mm群では術後予想屈折値から眼内レンズ挿入が不要と判断した強度近視眼であり、眼内レンズ挿入は行わず耳側角膜切開創は拡大せず手術を終了した。

角膜乱視はオートレフケラトメーター(ARK 700 A, ニデック)を使用し術前、術後1週、1か月および3か月の時点で測定し、手術による惹起角膜乱視変化量をCravy法<sup>13)</sup>による軸乱視量で検討した。角膜形状解析検査(TMS-2, トーメー, 名古屋)を術前および術後1か月の時点で施行した。角膜形状解析検査から得られたマイヤーリング上の屈折力列をフーリエ変換して分離定量化した高次不正乱視成分および非対称成分を検討した。両成分ともに角膜中心3 mm領域および6 mm領域で検討した<sup>14)</sup>。各群の比較には一元配置分散分析およびBonferroni検定を行った。

## III 結 果

図1, 2および3にそれぞれ切開創3.0, 2.2 mmおよび1.6 mmの術前(A)および術後(B)の角膜形状解析検査のカラーコードマップの典型例を示す。切開創3.0 mmでは術後1か月の時点で耳側切開部に一致した黄色および薄緑色で示されるフラット化が認められた。切開創2.2 mmの耳側切開部にフラット化を示唆するカ

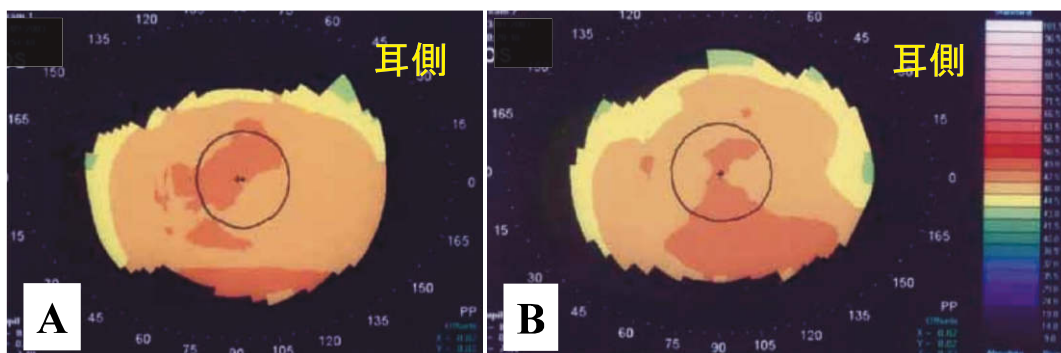


図1 3.0 mm 耳側角膜切開の術前(A)および術後1か月(B)における角膜トポグラフィーの一例。  
術後1か月の時点で耳側切開部に一致した薄緑色で示されるフラット化が認められた。

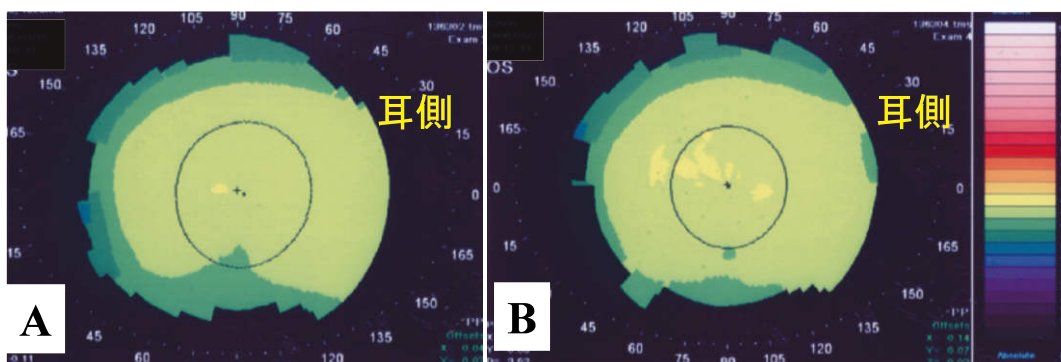


図2 2.2 mm 耳側角膜切開の術前(A)および術後1か月(B)における角膜トポグラフィーの一例。  
術後1か月の時点で耳側切開部にフラット化が軽度認められた。

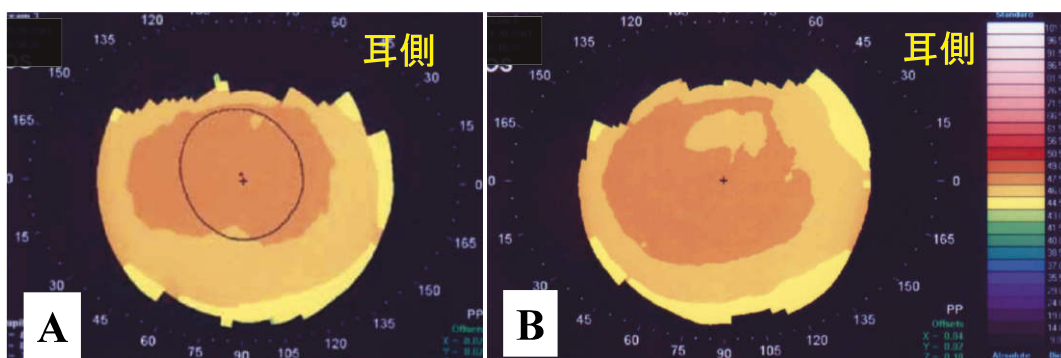


図3 1.6 mm 耳側角膜切開の術前(A)および術後1か月(B)における角膜トポグラフィーの一例。  
術後1か月の時点で耳側切開部にフラット化はほとんど認められなかった。

ラーコードマップの変化が軽度認められた。切開創1.6 mmの耳側切開部にはフラット化を示唆するカラーコードマップの変化はほとんど認められなかった。

術後1週の惹起角膜乱視変化量は1.6 mm群では $0.00 \pm 0.69$  D(平均値 $\pm$ 標準偏差), 2.2 mm群では $-0.05 \pm 0.61$  D, 3.0 mm群では $0.44 \pm 0.57$  Dであり, 2.2 mm群と3.0 mm群の間に有意差を認め, 1.6 mm群と2.2 mm群の間および1.6 mm群と3.0 mm群の間には有意差を認めなかった(図4)。術後1か月の惹起角膜乱視変化量は1.6 mm群で $-0.11 \pm 0.73$  D, 2.2

mm群で $-0.09 \pm 0.65$  D, 3.0 mm群で $0.53 \pm 0.73$  Dであり, 2.2 mm群と3.0 mm群の間に有意差を認め, 1.6 mm群と2.2 mm群の間および1.6 mm群と3.0 mm群の間には有意差を認めなかった(図5)。術後3か月の惹起角膜乱視変化量は1.6 mm群で $-0.05 \pm 0.08$  D, 2.2 mm群で $-0.04 \pm 0.47$  D, 3.0 mm群で $0.47 \pm 0.59$  Dであり, 2.2 mm群と3.0 mm群の間に有意差を認め, 1.6 mm群と2.2 mm群の間および1.6 mm群と3.0 mm群の間には有意差を認めなかった(図6)。

角膜形状解析検査の結果を3群間で定量的に比較検討

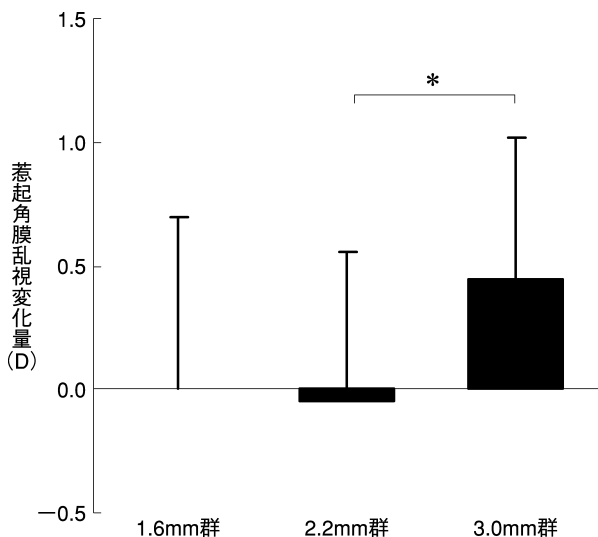


図 4 惹起角膜乱視変化量の平均値と標準偏差(術後 1 週).  
2.2 mm 群と 3.0 mm 群の間に統計学的に有意差を認めた。\* : p<0.05

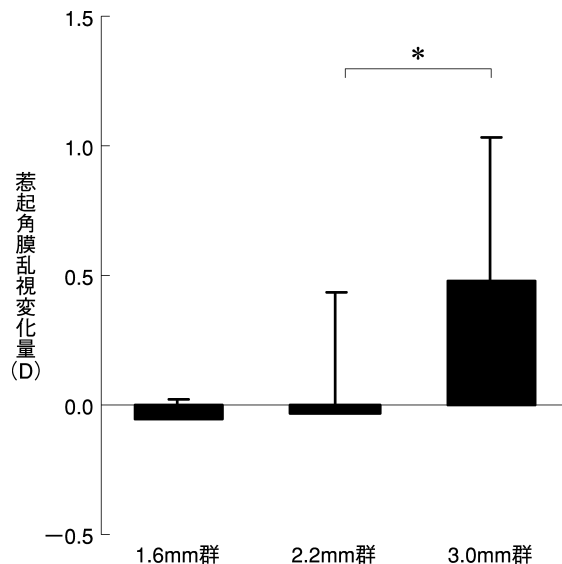


図 6 惹起角膜乱視変化量の平均値と標準偏差(術後 3 か月).  
2.2 mm 群と 3.0 mm 群の間に統計学的に有意差を認めた。\* : p<0.05

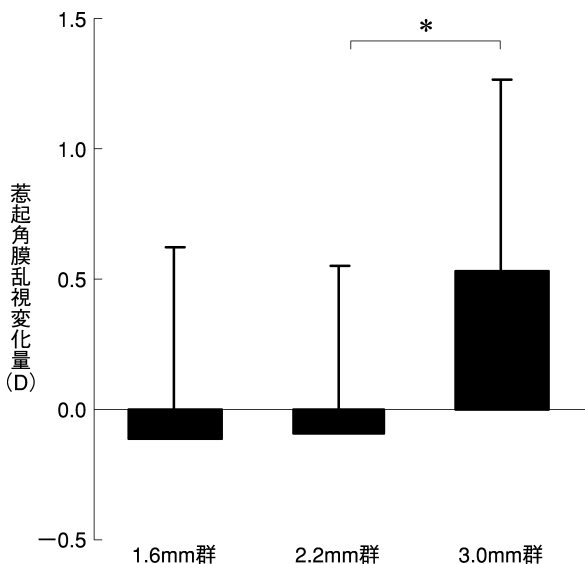


図 5 惹起角膜乱視変化量の平均値と標準偏差(術後 1 か月).  
2.2 mm 群と 3.0 mm 群の間に統計学的に有意差を認めた。\* : p<0.05

するためにフーリエ解析を用いた方法で検討した。その結果、角膜中心 3 mm 領域における高次不正乱視成分の平均値は 1.6 mm 群では術前 0.38 D, 術後 1 か月で 0.28 D, その変化量(術後 1 か月-術前)は -0.10 D であった。2.2 mm 群では術前 0.14 D, 術後 1 か月で 0.15 D, その変化量は +0.01 D であった。3.0 mm 群では術前 0.18 D, 術後 1 か月で 0.23 D, その変化量は +0.05 D であった。高次不正乱視成分の変化量には 1.6 mm 群と 3.0 mm 群の間に有意差を認めた。角膜中心 6 mm 領域における高次不正乱視成分の平均値は 1.6

mm 群では術前 0.35 D, 術後 1 か月で 0.31 D, その変化量は -0.04 D であった。2.2 mm 群では術前 0.19 D, 術後 1 か月で 0.20 D, その変化量は +0.01 D であった。3.0 mm 群では術前 0.20 D, 術後 1 か月で 0.29 D, その変化量は +0.10 D であった。高次不正乱視成分の変化量には 2.2 mm 群と 3.0 mm 群および 1.6 mm 群と 3.0 mm 群の間に有意差を認めた(表 2)。角膜中心 3 mm 領域における非対称成分の平均値は 1.6 mm 群では術前 0.46 D, 術後 1 か月で 0.48 D, その変化量は +0.03 D であった。2.2 mm 群では術前 0.34 D, 術後 1 か月で 0.44 D, その変化量は +0.10 D であった。3.0 mm 群では術前 0.44 D, 術後 1 か月で 0.47 D, その変化量は +0.02 D であった。非対称成分の変化量には 3 群間に有意差を認めなかった。角膜中心 6 mm 領域における非対称成分の平均値は 1.6 mm 群では術前 0.47 D, 術後 1 か月で 0.73 D, その変化量は +0.26 D であった。2.2 mm 群では術前 0.54 D, 術後 1 か月で 0.55 D, その変化量は +0.01 D であった。3.0 mm 群では術前 0.47 D, 術後 1 か月で 0.54 D, その変化量は +0.07 D であった。非対称成分の変化量には 3 群間に有意差を認めなかった(表 3)。

#### IV 考 按

従来の小切開超音波白内障手術よりもさらに切開創を小さくするための極小切開超音波白内障摘出術が近年報告されている。現在、極小切開超音波白内障摘出術にはバイマニュアル法とコアキシャル法がある。バイマニュアル法は従来から使用している白内障手術装置を用いて白内障摘出のための切開創を 1.4~1.6 mm と非常に小

表 2 術前後の高次不正乱視成分の変化

	術前	術後 1 か月	変化量 (術後 1 か月-術前)
高次不正乱視成分 (3 mm 領域)			
1.6 mm 切開群 (D)	0.38	0.28	-0.10*
2.2 mm 切開群 (D)	0.14	0.15	+0.01
3.0 mm 切開群 (D)	0.18	0.23	+0.05*
高次不正乱視成分 (6 mm 領域)			
1.6 mm 切開群 (D)	0.35	0.31	-0.04*
2.2 mm 切開群 (D)	0.19	0.20	+0.01#
3.0 mm 切開群 (D)	0.20	0.29	+0.10*#

平均値。

\*, #: p<0.05(一元配置分散分析および Bonferroni 検定)

表 3 術前後の非対称成分の変化

	術前	術後 1 か月	変化量 (術後 1 か月-術前)
非対称成分 (3 mm 領域)			
1.6 mm 切開群 (D)	0.46	0.48	+0.03
2.2 mm 切開群 (D)	0.34	0.44	+0.10
3.0 mm 切開群 (D)	0.44	0.47	+0.02
非対称成分 (6 mm 領域)			
1.6 mm 切開群 (D)	0.47	0.73	+0.26
2.2 mm 切開群 (D)	0.54	0.55	+0.01
3.0 mm 切開群 (D)	0.47	0.54	+0.07

平均値。

大きくできるメリットがある。しかし、手術手技に習熟するために経験を要することと 1.4~1.6 mm 創から挿入できる眼内レンズは限られており<sup>15)~17)</sup>、しかもそのレンズ挿入の術後に生じたハローや前囊収縮が原因で眼内レンズ交換に至った症例が存在すること<sup>18)</sup>から、長期予後に懸念が残る点などがデメリットである。コアキシャル法では白内障摘出の切開創が 2.2 mm 前後でありバイマニュアル法より大きい点および特殊な白内障手術装置や超音波チップ、スリーブが必要である点がデメリットであるが、従来の小切開白内障手術が施行可能な術者ならその手技の習熟が容易で、広く普及している眼内レンズを挿入できる点がメリットである。

同一サイズの切開で比較した場合、角膜切開では角膜形状および角膜乱視への影響が強角膜切開に比較し大きい<sup>13)6)</sup>点から、角膜切開での切開創は小さい方がより望ましいと考えられる。また大谷ら<sup>19)</sup>は、白内障術後早期からの良好な裸眼視力を得るには、直乱視では 2 D 以上、倒乱視では 1 D 以上の症例に乱視矯正手術の併用が

必要であると報告している。以上から術後良好な裸眼視力を得るには角膜切開白内障手術では切開創を小さくして、惹起角膜乱視変化量を小さくすることが重要である。極小切開の利点の一つである惹起角膜乱視変化量が小さくなることに関して、我々<sup>9)</sup>は以前に耳側角膜極小切開(1.6 mm)と耳側角膜小切開(3.0 mm)で比較したがその際 1.6 mm 群の症例数が少なかったため統計学的検討は行わなかった。本報では 1.6 mm の症例数が増えたこと、および 2.2 mm 切開が可能となったため、耳側角膜極小切開(2.2 mm および 1.6 mm)と耳側角膜小切開(3.0 mm)とを比較検討した。

一般に、角膜形状解析のカラーコードマップでは白内障手術後に切開創に一致した部分にフラット化が認められる<sup>20)</sup>。本報の結果でも 3.0 mm 切開の術後 1 か月の時点で耳側切開部に一致した薄緑色で示されるフラット化が認められたが、2.2 mm 切開ではフラット化が軽度であり、1.6 mm 切開ではフラット化がほとんど認められなかった。

3.0 mm 群の惹起角膜乱視変化量は術後 1 週、1 か月、3 か月の時点において 0.44~0.53 D であり、過去の報告<sup>3)</sup>とほぼ同じであった。1.6 mm 群と 2.2 mm 群では惹起角膜乱視変化量はほぼ同程度であり、統計学的に有意差はなかった。両群の惹起角膜乱視の大きさは術後 1 週、1 か月、3 か月のいずれの時点においても約 0~0.1 D と 3.0 mm 群に比べ小さく、2.2 mm 以下の切開創であれば手術に起因する角膜乱視変化はほぼ無視できることが示唆された。ただし今回使用したオートレフケラトメーターは角膜中央直径約 3 mm の範囲のみを測定し、その領域より周辺は測定不可能である<sup>21)</sup>。したがって、角膜切開創に近い角膜周辺部まで考慮した場合には 1.6 mm 群と 2.2 mm 群で乱視変化に差がでる可能性がある。角膜形状解析でのカラーコードマップの結果を定量的に 3 群間で比較検討するために我々は、角膜形状解析から得られる角膜中心 3 mm 領域および 6 mm 領域の高次不正乱視成分および非対称成分を検討した。その結果、中心 3 mm 領域においては 1.6 mm 群では 3.0 mm 群に比べ高次不正乱視成分の変化は有意に小さかった。また中心 6 mm 領域においては 2.2 mm 群では 3.0 mm 群に比べ高次不正乱視成分の変化は有意に小さく、1.6 mm 群も 3.0 mm 群より有意に小さかった。しかし 1.6 mm 群と 2.2 mm 群では 3 mm 領域、6 mm 領域いずれにおいても差がなかった。以上から角膜中央のみならず角膜周辺の変化を考慮しても切開創 1.6 mm と 2.2 mm では乱視変化はほぼ同等であるといえる。清水<sup>7)</sup>は 2.5 mm 以下の切開であれば白内障手術の術後に乱視変化は生じないであろうと予測していたが、本報の結果はそれを裏付けるものであった。今後、患者の術後視機能の期待レベルはさらに高まることが予想され、白内障手術もさらに進化をとげなければな

らない。その一つとして白内障の治癒のみならず同時に老視も矯正するという流れがある。その際に用いられる手法として、モノビジョン<sup>22)</sup>や多焦点眼内レンズ<sup>23)</sup>が挙げられるがどちらも角膜乱視が術後 1.5 D 以下でなければ効果が発揮されにくい。そのためには、白内障手術は極小切開で行って新たな乱視を誘発させず、それでも残ったもしくは残るであろう乱視を軽減するために角膜輪部減張切開術(LRI)<sup>24)~26)</sup>やエキシマレーザー乱視矯正手術<sup>27)</sup>を施行するといった術式が選択肢になる可能性がある。

白内障手術は近年めざましい進歩をとげたが、現状の術式に甘んじることなく、さらなる発展を追求することが肝要と思われる。

## 文 献

- 1) 大鹿哲郎：小切開創白内障手術。医学書院，東京，50—54，1994。
- 2) Olson RJ, Crandall AS：Prospective randomized comparison of phacoemulsification cataract surgery with a 3.2 mm vs a 5.5 mm sutureless incision. *Am J Ophthalmol* 125：612—620，1998。
- 3) 常岡 寛：白内障手術と屈折矯正。坪田一男(編)：眼科プラクティス 9 屈折矯正完全版。文光堂，東京，158—163，2006。
- 4) 常岡 寛：極小切開超音波乳化吸引術と眼内レンズ挿入術。あたらしい眼科 19：1041—1042，2002。
- 5) Alio J, Rodriguez-Prats J, Galal A, Ramzy M：Outcome of microincision cataract surgery versus coaxial phacoemulsification. *Ophthalmology* 112：1997—2003，2005。
- 6) Koch PS：Structural analysis of cataract incision construction. *J Cataract Refract Surg* 17：661—667，1991。
- 7) 清水公也：角膜耳側切開白内障手術。眼科 37：323—330，1995。
- 8) 常岡 寛，三戸岡克哉：白内障手術の切開法。魚里 博，清水公也(編)：屈折矯正のプロセスと実際。金原出版，東京，133—139，1998。
- 9) 田川考作，河崎一夫，東出朋巳，瀬川安則，小林 顕，岩瀬 剛，他：1.6 mm 耳側角膜切開白内障手術。あたらしい眼科 21：836—839，2004。
- 10) 三戸岡克哉：Bimanual による極小切開白内障手術。眼科手術 18：471—476，2005。
- 11) 黒坂大次郎：Coaxial による極小切開白内障手術。眼科手術 18：477—480，2005。
- 12) Tsuneoka H, Hayama A, Takahama M：Ultra-small-incision bimanual phacoemulsification and AcrySof SA30AL implantation through a 2.2 mm incision. *J Cataract Refract Surg* 29：1070—1076，2003。
- 13) Cravy TV：Calculation of the change in corneal astigmatism following cataract extraction. *Ophthalmic Surg* 10：38—49，1979。
- 14) 田邊樹郎，大鹿哲郎，天野史郎，富所敦男，鮫島智一，宮田和典：白内障手術による角膜不正乱視の変化。臨眼 54：821—824，2000。
- 15) Dogru M, Honda R, Omoto M, Fujishima H, Yagi Y, Tsubota K, et al：Early visual results with the rollable ThinOptx intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 30：558—565，2004。
- 16) Alio JL, Rodriguez-Prats J, Vianello A, Galal A：Visual outcome of microincision cataract surgery with implantation of an Acri. Smart lens. *J Cataract Refract Surg* 31：1549—1556，2005。
- 17) 大内雅之：極小切開対応眼内レンズ—新しい眼内レンズの成績。IOL & RS 19：280—285，2005。
- 18) Prakash P, Kasaby HE, Aggarwal RK, Humfrey S：Microincision bimanual phacoemulsification and Thinoptx implantation through a 1.70 mm incision. *Eye* 21：177—182，2007。
- 19) 大谷紳一郎，田邊樹郎，宮田和典：眼内レンズ挿入眼の角膜形状と乱視コントロール。眼科手術 14：183—189，2001。
- 20) Oshika T, Tsuboi S, Yaguchi S, Yoshitomi F, Nagamoto T, Nagahara K, et al：Comparative study of intraocular lens implantation through 3.2 and 5.5 mm incisions. *Ophthalmology* 101：1183—1190，1994。
- 21) 魚里 博：オートレフ・オートケラト。可児一孝(編)：眼科診療プラクティス 18 眼科診断機器とデータの読み方。文光堂，東京，92—99，1995。
- 22) 清水公也：モノビジョン白内障手術による老視治療。あたらしい眼科 22：1067—1072，2005。
- 23) 鈴木高佳，ビッセン宮島弘子：マルチフォーカル IOL による老視治療。あたらしい眼科 22：1049—1053，2005。
- 24) Kaufmann C, Peter J, Ooi K, Phipps S, Cooper P, Goggin M：Limbal relaxing incision versus on-axis incisions to reduce corneal astigmatism at the time of cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 31：2261—2265，2005。
- 25) 永野 葵，松本年弘，吉川麻里，重藤真理子，佐藤真由美，堀 まどか：輪部減張切開術の手術成績。臨眼 60：325—328，2006。
- 26) 田川考作，東出朋巳，河崎一夫：白内障，角膜輪部減張切開同時手術の長期成績。日本角膜学会誌 7：97，2002。
- 27) 清水公也，神山とよみ：白内障を伴う乱視症例に対する Limbal relaxing incision vs. Photoastigmatic refractive keratectomy。日コレ誌 47：176—179，2005。