

白内障・眼内レンズ手術後の屈折変化

大鹿 哲郎¹⁾, 原 玲子²⁾, 坪井 俊児³⁾, 江口甲一郎⁴⁾

¹⁾東京厚生年金病院眼科, ²⁾国立国際医療センター眼科, ³⁾坪井眼科, ⁴⁾江口眼科病院

要 約

白内障・眼内レンズ手術後に屈折変化が安定する時期を種々の術式で検討した。対象は計 201 眼で、その内訳は、① 11 mm 切開創群 25 眼、② 6.5 mm 切開創連続縫合群 23 眼、③ 6.5 mm 切開創水平縫合群 21 眼、④ 6.5 mm 自己閉鎖創群 40 眼、⑤ 5.5 mm 自己閉鎖創群 46 眼、⑥ 3.2 mm 自己閉鎖創群 46 眼である。各群において術後 6 か月の値を基準とし、a) 軸乱視量、b) 惹起乱視ベクトル絶対値、c) 等価球面度数の平均と偏差の経時的変化が安定する時期を調べた。その結果、11 mm 切開創群と 6.5 mm 連続縫合群では術後 3 か月を経ても屈折変化は安定していなかったが、6.5 mm 水平縫合と 6.5

mm 自己閉鎖創群では術後 3 か月、5.5 mm 自己閉鎖創群では術後 1 か月、3.2 mm 自己閉鎖創群では術後 2 週で屈折変化が安定した。以上から、屈折変動の安定する時期は術式によって大きく異なり、また切開創幅が小さく、放射状方向のベクトルを持たない創口閉鎖法であるほど術後の屈折変動が少ないものと考えられた。(日眼会誌 98:974-982, 1994)

キーワード：角膜乱視、術後屈折、小切開創白内障手術、自己閉鎖創白内障手術

Refractive Changes following Cataract Extraction with Intraocular Lens Implantation

Tetsuro Oshika¹⁾, Reiko Hara²⁾, Shunji Tsuboi³⁾ and Koichiro Eguchi⁴⁾

¹⁾Department of Ophthalmology, Tokyo Kosei Nenkin Hospital

²⁾Department of Ophthalmology, International Medical Center of Japan

³⁾Tsuboi Eye Center

⁴⁾Eguchi Eye Hospital

Abstract

Refractive changes after six cataract surgery procedures with intraocular lens implantation were assessed; namely, ① 11mm incision with running suture closure (n=25 eyes), ② 6.5 mm incision with running suture closure (n=23). ③ 6.5 mm incision with horizontal suture closure (n=21), ④ 6.5 mm incision without suture closure (n=40), ⑤ 5.5 mm incision without suture closure (n=46), and ⑥ 3.2 mm incision without suture closure (n=46). The axis-based keratometric cylinder, absolute value of the induced cylinder vector, and spherical equivalent of the refractive power were analyzed up to 6 months after surgery. Refractive changes did not reach a stable state at 3 months postoperatively for the 11 mm and 6.5 mm running suture closure

groups, but they stabilized at 3 months postoperatively for the 6.5 mm horizontal suture and sutureless closure groups, at 1 month postoperatively for the 5.5 mm sutureless closure group, and at 2 weeks postoperatively for the 3.2 mm sutureless closure group. It is concluded that the timing of refractive stabilization differs significantly among procedures, and smaller incisions with wound closure methods which do not exert a vertical force cause fewer postoperative refractive changes. (J Jpn Ophthalmol Soc 98:974-982, 1994)

Key words: Corneal astigmatism, Postoperative refraction, Small incision cataract surgery, Self-sealing cataract surgery

別刷請求先：162 東京都新宿区津久戸町 5-1 東京厚生年金病院眼科 大鹿 哲郎
(平成 6 年 3 月 25 日受付, 平成 6 年 6 月 1 日改訂受理)

Reprint requests to: Tetsuro Oshika, M.D. Department of Ophthalmology, Tokyo Kosei Nenkin Hospital. 5-1 Tsukudo-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 162, Japan

(Received March 25, 1994 and accepted in revised form June 1, 1994)

I 緒 言

白内障手術が切開創作製・閉鎖という外科的操作を必要とする限り、術後の屈折変化は避けることのできない臨床的問題として存在する。混濁水晶体が眼内レンズに無事置き換えられたとしても、術後屈折が安定するまでは、完全に視機能が回復したとはいえない。その間は満足な眼鏡矯正が不可能であるし、また、裸眼視力の安定性にも問題があろう。

眼内レンズ挿入術後に屈折変化が安定する時期について、Heslin ら¹⁾は11 mm切開創の計画的囊外摘出術(ECCE)で2.02 か月、6 mm切開創の超音波水晶体乳化吸引術(PEA)で1.76 か月と報告している。ただし、彼らは外来受診時の屈折測定値が2回続けて同様の値を示せば安定したと判断しているが、受診(測定)間隔の記載はなく、また、“同様の値”と判定する基準についてもふれられていない。一方、角膜乱視のdecay rateを詳細に検討したJampel ら²⁾は、ECCE+眼内レンズ挿入術後に屈折変化が落ち着くのは術後16週(4か月)であり、それ以前に作製した眼鏡はほとんど再作しなくてはならないだろうと述べている。Kronish ら³⁾およびStanford ら⁴⁾は、ECCE+眼内レンズ挿入術後に眼鏡を作製する時期について、術後2~3か月でナイロン縫合糸を切除し、その1か月後に作るべきだとしている。しかし、屈折変化の安定時期については、著者らの知る限りこれ以上の文献報告はなく、また成書にも具体的な記述はみられない。

切開創閉鎖法として近年導入された水平縫合^{5)~7)}や自己閉鎖創^{8)~15)}は、手術によって惹起される乱視量を減少させる。また、小径 polymethylmethacrylate (PMMA) や foldable 眼内レンズを用いた小切開創白内障手術も同様に、術後の乱視変動を抑制する^{5)6)16)~29)}。とすれば、これらの方法を用いた白内障・眼内レンズ手術ならば術後屈折の安定する時期が早くなり、例えば、眼鏡を作製できる時期も早くなる可能性がある。この作業仮説の妥当性を明らかにすべく、今回我々は種々の白内障手術法の術後屈折変化を retrospective に解析した。

II 対象および方法

東京厚生年金病院眼科、多根記念眼科病院、江口眼科病院で白内障手術を行い、術後6か月の経過観察が可能であった201眼(71.8±7.3歳、平均値±標準偏差)を対象とした。術前後の屈折に影響を与える角膜疾患を有する症例、内眼あるいは角結膜手術の既往のあるもの、また、経過観察期間中にこれらの手術が必要となった症例は、対象に含まれていない。

白内障摘出術および眼内レンズ挿入術は、患眼の眼科的状況と全身合併症の有無、さらに術者の術中判断に応じて、以下の6方法で行われた。患者の無作為割り付け

は行っていない。なお、いずれの群でも切開創は12時中心に作製し、また、乱視に影響を与えられ考えられる強膜焼灼止血^{11)13)30)~32)}は行っていない。術前からの乱視を矯正する目的の術中操作は行っておらず、経過観察中に縫合糸を切断あるいは除去した症例もない。

① 11 mm切開創群25眼(74.2±8.5歳)：輪部の1 mm後方に置いた約11 mm切開創からECCEを行い、6.5 mm径のPMMA眼内レンズを囊内に挿入。創口は10-0ナイロンの連続縫合で閉鎖した。

② 6.5 mm切開創連続縫合群23眼(72.6±6.7歳)：輪部の1 mm後方に置いた3.2 mm切開創からPEAを行い、創口を約6.5 mmに広げた後、6.5 mm径のPMMA眼内レンズを囊内に挿入。創口は10-0ナイロンの連続縫合で閉鎖した。

③ 6.5 mm切開創水平縫合群21眼(71.7±8.2歳)：輪部の2.5 mm後方に置いた3.2 mm切開創からPEAを行い、創口を約6.5 mmに広げた後、6.5 mm径のPMMA眼内レンズを囊内に挿入。創口は10-0ナイロンの水平縫合一針で閉鎖した。

④ 6.5 mm自己閉鎖創群40眼(71.2±6.1歳)：輪部の2.5 mm後方に置いた3.2 mm切開創からPEAを行い、創口を約6.5 mmに広げた後、6.5 mm径のPMMA眼内レンズを囊内に挿入。創口の縫合は行わなかった。

⑤ 5.5 mm自己閉鎖創群46眼(70.6±8.0歳)：輪部の2.5 mm後方に置いた3.2 mm切開創からPEAを行い、5.5 mm幅のケラトームで創口を広げた後、5.5 mm径のPMMA眼内レンズを囊内に挿入。創口の縫合は行わなかった。

⑥ 3.2 mm自己閉鎖創群46眼(70.2±7.8歳)：輪部の1.5 mm後方に置いた3.2 mm切開創からPEAを行い、同創口から6.0 mm径のシリコン眼内レンズを折り曲げて囊内に挿入。創口の縫合は行わなかった。

強膜切開創の形状は、①、②群では輪部に並行な円弧状、その他の群では直線状とした。③~⑥群では約1.0 mmの内方角膜弁を意識して作製したが、①、②群では特に意識して作製することはしなかった。眼内レンズが囊内に固定されたことは、全例とも直視下で確認した。術後薬として0.1%リン酸ベタメタゾンナトリウム、0.5%ジクロフェナクナトリウムおよび抗生物質を3か月間1日3回点眼した。

手術はすべて、1992年4月から1993年5月の間に行われた。そのうち、術式②は1992年11月以前に行われており、③、④はそれ以後に行われた(創口閉鎖法の変更による)。術式③、④では、手術終了時に術者が必要と判断した場合に縫合閉鎖を行った。また、術式⑤、⑥は1993年4月に開始された。術式①、②はTOおよびKEが、③、④はTOが、⑤、⑥はTOとSTが行った。

角膜曲率の測定および他覚的屈折度測定は、自動屈折測定装置を用いて無散瞳下に行った。検査スケジュール

は、術前、術後1日、1週、2週、1か月、3か月、6か月とした。7回の検査のうち、3回以上測定できなかったものは解析から除外した。

角膜乱視量の変動は、Cravy³³⁾の方法および Jaffe ら³⁴⁾ (Holladay ら³⁵⁾, Alpins ら³⁶⁾の方法に準じて解析した。ただし、両方法とも原法は術前値を基準にして惹起乱視量を計算するものであるが、本研究の目的は屈折が落ち着く(最終値に近づく)時期を検討することであるため、ここでは術後6か月の値を基準にして逆向きに解析を行った。なお、Cravy 法は x-y 軸に沿った変化を解析することにより、直乱視化量あるいは倒乱視化量を符号付きで与えるものであり、Jaffe 法は術前乱視ベクトルと術後乱視ベクトルの差の絶対量(惹起乱視ベクトルの絶対値)を倍角座標上で求める方法である。屈折度については、等価球面度数(球面度数+円柱度数×0.5)の変動を、術後6か月の値を基準に検討した。

屈折変化が安定したと判断する基準として、軸乱視量では±0.5 diopter (D) 以内、惹起乱視ベクトル絶対値では 1.0 D 以下、等価球面度数では±0.5 D 以内の範囲を設定し、3因子とも平均(μ)±1.282 標準偏差(σ)がこの基準内に達した時点で安定したと評価した。なお、正規分布 N(μ, σ²) の確率密度関数

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, -\infty < x < \infty$$

において、 $x = \mu + 1.282\sigma$ の場合に、

$$2 \int_{\mu}^x f(t) dt \cong 0.8$$

となる。つまり統計学的には、母集団の約 80%が上記の基準を満たすということになる。

III 結 果

まず、各群の各時期のデータの正規性を正規確率プロットにより確認し、時期別に総合したデータの正規性を Kolmogorov-Smirnov の検定に基づく Lilliefors 検定によって検証した。図1～3に、Cravy 法によって計算した軸乱視量の術後1日目のヒストグラム、正規確率プロット、傾向化除去正規プロットを示す。

各群の術前乱視は、① 11 mm 切開創群：0.85±0.94 D、② 6.5 mm 切開創連続縫合群：0.85±0.67 D、③ 6.5 mm 切開創水平縫合群：1.01±0.62 D、④ 6.5 mm 自己閉鎖創群：1.03±0.60 D、⑤ 5.5 mm 自己閉鎖創群：0.94±0.55、⑥ 3.2 mm 自己閉鎖創群：0.88±0.50 D で、群間に大きな差はなかった。

Cravy 法に準じて計算した軸乱視量の時間経過を、術後6か月の値を基準にして図4に示す。正の値は直乱視化を、負の値は倒乱視化を表す。11 mm 切開創群および 6.5 mm 連続縫合群は術後早期に強い直乱視化を示した後、次第に倒乱視化していった。6.5 mm 連続縫合群は術後3か月でほぼプラトーになったが、11 mm 切開創群で

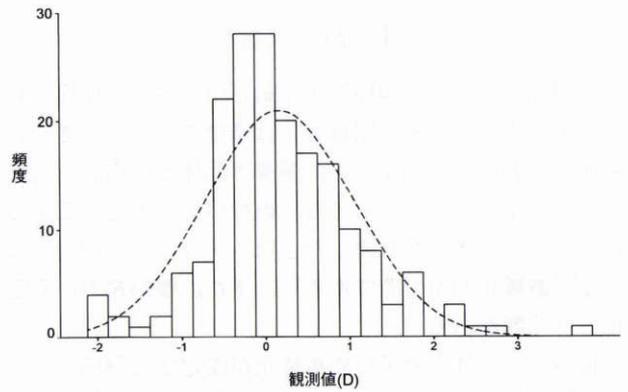


図1 軸乱視量 (Cravy 法) 計算値のヒストグラム—術後1日の全群。

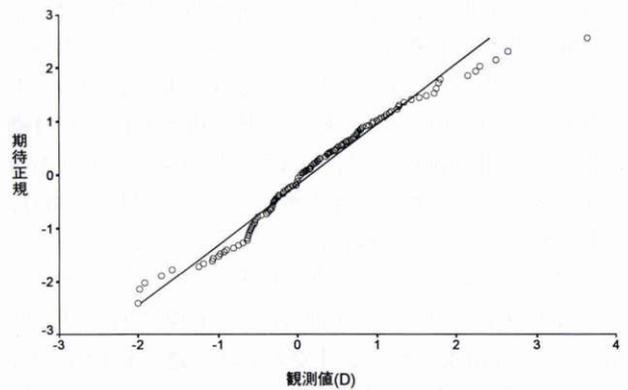


図2 軸乱視量 (Cravy 法) 計算値の正規確率プロット—術後1日の全群。

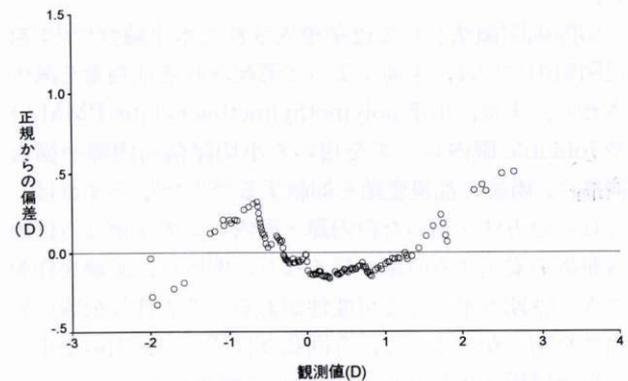


図3 軸乱視量 (Cravy 法) 計算値の傾向化除去正規プロット—術後1日の全群。

は3か月の時点でもまだ倒乱視化が進行していた。その他の群はいずれも、術後早期に軽度の倒乱視化を示し、1か月以降はほぼ横ばいの経過を示した。6.5 mm 水平縫合群と 6.5 mm 自己閉鎖創群との時間経過には大きな差がなかった。標準偏差は、3.2 mm 自己閉鎖創群 < 5.5 mm 自己閉鎖創群 ≅ 6.5 mm 自己閉鎖創群 < 6.5 mm 水平縫合群 < 6.5 mm 連続縫合群 ≦ 11 mm 切開創群の順で大きくなる傾向にあった(表1)。

Jaffe 法で計算した惹起乱視ベクトルの絶対値も、11

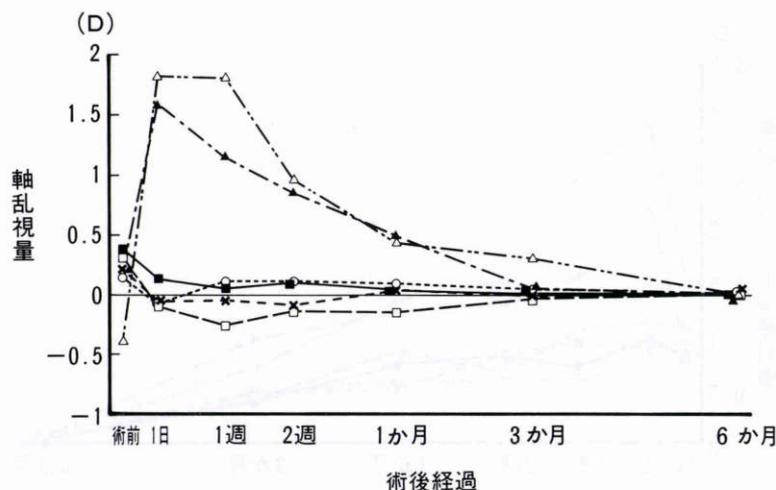


図 4 軸乱視の時間変化.

三角：11 mm 切開創群，黒三角：6.5 mm 連続縫合群，四角：6.5 mm 水平縫合群，黒四角：6.5 mm 自己閉鎖創群，罰印：5.5 mm 自己閉鎖創群，丸：3.2 mm 自己閉鎖創群
術後 6 か月の値を基準に計算した。正の値は直乱視を，負の値は倒乱視を表す。

mm 切開創群と 6.5 mm 切開創群は大きな変動を示した(図 5)。Cravy 法の場合と同様に，水平縫合群と自己閉鎖創群の時間経過にはほとんど差がなく，すなわち，水平縫合の存在は術後乱視経過に大きな差を与えないものと考えられた。各群の標準偏差については軸乱視量の場合と同様に，切開創が大きいほど，また連続縫合を行った群ほど大きい値を示す傾向にあった(表 2)。

表 1～3 に，軸乱視，惹起乱視ベクトル絶対値，等価球面度数の $\mu \pm 1.282 \sigma$ を示した。まず軸乱視に関して， $\mu + 1.282 \sigma$ と $\mu - 1.282 \sigma$ の両者が $\pm 0.5 D$ 以内に収斂するとの基準に照らすと，11 mm 切開創群と 6.5 mm 連続縫合群では術後 3 か月の時点でも乱視変化は安定して

いなかった(表 1)。6.5 mm 水平縫合群では術後 3 か月で，6.5 mm 自己閉鎖創群と 5.5 mm 自己閉鎖創群では術後 1 か月で，3.2 mm 自己閉鎖創群では術後 2 週で，軸乱視の安定がみられた。惹起乱視ベクトル絶対値でも同様に(表 2)，11 mm 切開創群および 6.5 mm 連続縫合群は術後 3 か月でも $\mu + 1.282 \sigma$ が 1.0 D 以内に収まらなかったが，6.5 mm 水平縫合群と 6.5 mm 自己閉鎖創群では術後 3 か月で，5.5 mm 自己閉鎖創群では術後 1 か月で，3.2 mm 自己閉鎖創群では術後 2 週で，乱視変化は安定した。等価球面度数の安定化はより早くみられ(表 3)，11 mm 切開創群と 6.5 mm 連続縫合群では術後 3 か月で，6.5 mm 水平縫合群では術後 2 週，6.5 mm 自己

表 1 軸乱視の変化量

	術前	1日	1週	2週	1か月	3か月
11 mm 切開創群	-0.39 (1.51, -2.28) n=25	1.82 (4.87, -1.23) n=24	1.81 (3.65, -0.04) n=24	0.96 (2.34, -0.41) n=18	0.43 (1.73, -0.87) n=22	0.30 (1.32, -0.72) n=24
6.5 mm 連続縫合群	0.20 (1.18, -0.79) n=23	1.60 (3.39, -0.19) n=20	1.15 (2.26, -0.17) n=21	0.85 (1.85, -0.16) n=22	0.49 (1.94, -0.96) n=23	0.05 (1.07, -0.98) n=23
6.5 mm 水平縫合群	0.31 (1.60, -0.98) n=21	-0.10 (1.26, -1.46) n=20	-0.26 (0.94, -1.46) n=20	-0.14 (1.04, -1.33) n=19	-0.15 (0.75, -1.04) n=21	-0.04 (0.41, -0.48)* n=20
6.5 mm 自己閉鎖創群	0.38 (1.07, -0.32) n=40	0.13 (1.02, -0.76) n=39	0.05 (0.61, -0.52) n=39	0.10 (0.68, -0.48) n=30	0.04 (0.45, -0.37)* n=40	-0.02 (0.39, -0.43)* n=38
5.5 mm 自己閉鎖創群	0.21 (1.27, -0.86) n=46	-0.06 (0.87, -0.99) n=39	-0.05 (0.95, -1.05) n=46	-0.09 (0.55, -0.73) n=38	0.03 (0.47, -0.41)* n=45	0.00 (0.34, -0.34)* n=45
3.2 mm 自己閉鎖創群	0.14 (0.63, -0.35) n=46	-0.08 (0.60, -0.76) n=44	0.11 (0.77, -0.56) n=46	0.11 (0.48, -0.27)* n=31	0.09 (0.47, -0.28)* n=46	0.04 (0.47, -0.40)* n=44

単位は diopter. 正の値は直乱視を，負の値は倒乱視を表す。

括弧内は平均値 + 1.282 標準偏差と平均値 - 1.282 標準偏差の値。* は $\pm 0.5 D$ 以内の基準を満たすことを示す。

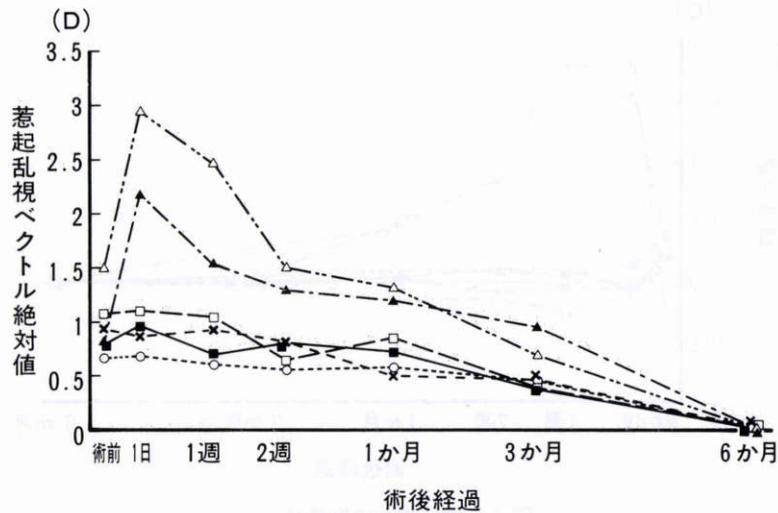


図5 惹起乱視ベクトル絶対値の時間変化.

三角：11 mm 切開創群，黒三角：6.5 mm 連続縫合群，四角：6.5 mm 水平縫合群，黒四角：6.5 mm 自己閉鎖創群，罰印：5.5 mm 自己閉鎖創群，丸：3.2 mm 自己閉鎖創群
術後6か月の値を基準に計算した。

表2 惹起乱視ベクトル絶対値の変化量

	術前	1日	1週	2週	1か月	3か月
11 mm 切開創群	1.50 (2.99)	2.95 (5.14)	2.46 (4.50)	1.50 (3.19)	1.31 (2.68)	0.68 (1.59)
6.5 mm 連続縫合群	0.80 (1.68)	2.19 (3.85)	1.53 (2.89)	1.29 (2.41)	1.19 (2.54)	0.94 (1.98)
6.5 mm 水平縫合群	1.07 (2.22)	1.10 (1.76)	1.04 (1.96)	0.64 (1.39)	0.84 (1.17)	0.38 (0.73)*
6.5 mm 自己閉鎖創群	0.78 (1.38)	0.96 (1.86)	0.69 (1.27)	0.80 (1.60)	0.71 (1.24)	0.36 (0.95)*
5.5 mm 自己閉鎖創群	0.93 (1.56)	0.86 (1.60)	0.92 (1.79)	0.81 (1.34)	0.49 (0.93)*	0.45 (0.88)*
3.2 mm 自己閉鎖創群	0.66 (1.20)	0.68 (1.17)	0.60 (1.06)	0.55 (0.89)*	0.57 (1.04)	0.44 (0.78)*

単位は diopter. 括弧内は平均値+1.282 標準偏差の値.
*は 1.0 D 以内の基準を満たすことを示す.

表3 等価球面度数の変化量

	1日	1週	2週	1か月	3か月
11 mm 切開創群	0.20 (1.69, -1.3)	0.16 (1.92, -1.59)	0.05 (1.45, -1.36)	0.17 (1.10, -0.76)	0.05 (0.50, -0.40)*
6.5 mm 連続縫合群	-0.18 (0.64, -0.99)	0.01 (1.02, -1.01)	0.06 (0.73, -0.61)	0.04 (0.79, -0.71)	0.05 (0.47, -0.38)*
6.5 mm 水平縫合群	-0.28 (0.83, -1.39)	-0.24 (0.60, -1.08)	-0.09 (0.26, -0.44)*	0.03 (0.45, -0.40)*	0.04 (0.42, -0.34)*
6.5 mm 自己閉鎖創群	-0.08 (0.49, -0.66)	0.01 (0.57, -0.55)	-0.09 (0.41, -0.60)	-0.11 (0.22, -0.44)*	-0.03 (0.28, -0.33)*
5.5 mm 自己閉鎖創群	0.06 (0.64, -0.52)	0.02 (0.63, -0.60)	0.01 (0.44, -0.42)*	-0.10 (0.29, -0.49)*	-0.08 (0.20, -0.36)*
3.2 mm 自己閉鎖創群	0.02 (0.66, -0.62)	-0.02 (0.53, -0.58)	-0.05 (0.39, -0.49)*	0.01 (0.38, -0.37)*	-0.05 (0.39, -0.48)*

単位は diopter. 括弧内は平均値+1.282 標準偏差と平均値-1.282 標準偏差の値.
*は±0.5 D 以内の基準を満たすことを示す.

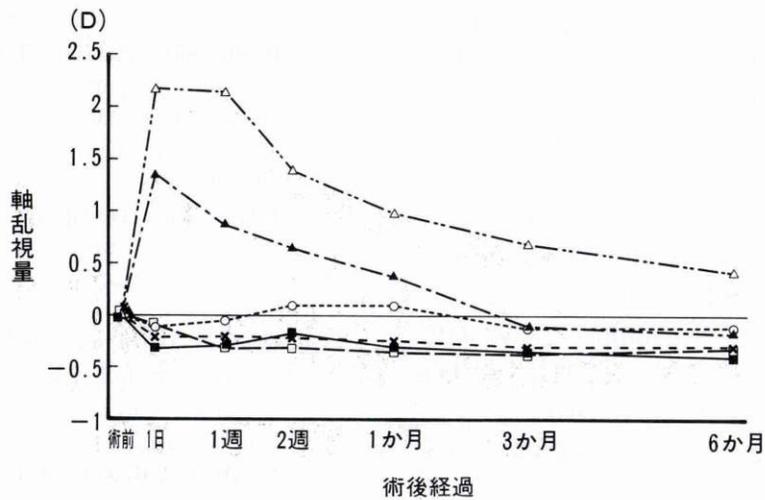


図6 軸乱視の時間変化。

三角：11 mm 切開創群，黒三角：6.5 mm 連続縫合群，四角：6.5 mm 水平縫合群，黒四角：6.5 mm 自己閉鎖創群，罰印：5.5 mm 自己閉鎖創群，丸：3.2 mm 自己閉鎖創群
術前値を基準にして，図4を再プロットした。

閉鎖創群では術後1か月，5.5 mm 自己閉鎖創群と3.2 mm 自己閉鎖創群では術後2週で，変化は安定した。

以上を総合すると，術後の角膜乱視および等価球面度数が安定化するのには，11 mm 切開創群と6.5 mm 連続縫合群では3か月以降，6.5 mm 水平縫合および6.5 mm 自己閉鎖創群では術後3か月，5.5 mm 自己閉鎖創群では術後1か月，3.2 mm 自己閉鎖創群では術後2週の時点であると考えられる。

IV 考 按

本研究では術後6か月の屈折値を基準にして，それ以前の屈折変化を検討した。しかし，白内障手術後の屈折変化は6か月で完全に停止することはなく，わずかながらも術後数年にわたって続くことが知られている^{37)~39)}。したがって，本研究の結果だけでは，厳密な意味での屈折安定時期を知ることは不可能であろう。しかし，臨床上矯正眼鏡を作製するために白内障術後6か月以上持つというのは非現実的であり，また，術後6か月以降の屈折変動はそれ以前に比してはるかに小さいことが知られている^{2)3)37)~40)}。すなわち，臨床的に許容される程度の屈折安定時期を知るという目的において，術後6か月の値を基準にすることは可能と思われる。また，母集団の80%以上 ($\mu \pm 1.282 \sigma$) が軸乱視と等価球面度数で ± 0.5 D以内，かつ，惹起乱視ベクトル絶対値が1.0 D以下に収まるという今回の基準は，これまでに報告されている白内障術後の乱視 decay curve^{2)3)38)~44)}から考えて十分に厳しいものである。実際，今回我々が屈折度数安定と判断した時点から術後6か月までの軸乱視 decay rate は，11 mm 切開創群 0.025 D/週，6.5 mm 連続縫合群 0.004 D/週，6.5 mm 水平縫合群 -0.003 D/週，6.5 mm 自己閉鎖創群 0.002 D/週，5.5 mm 自己閉鎖創群 -

0.002 D/週，3.2 mm 自己閉鎖創群 0.005 D/週であり，Jampel ら²⁾が乱視安定の根拠とした -0.03 D/週 (術後16~26週) の値を十分に上回っている。

結果に示したように，術後の軸乱視，惹起乱視ベクトル絶対値および等価球面度数がすべて安定化するのには，11 mm 切開創群と6.5 mm 連続縫合群では3か月以降，6.5 mm 水平縫合および6.5 mm 自己閉鎖創群では術後3か月，5.5 mm 自己閉鎖創群では術後1か月，3.2 mm 自己閉鎖創群では術後2週の時点であった。これらの時点は，すなわち矯正眼鏡を作製できる時期と考えてよく，今回の検討は術式によって眼鏡調整が可能な時期が異なることを明らかにした初めての報告である。放射状方向のベクトルを持つ縫合(連続縫合や単結紮)が主流であった時代には，眼鏡調整まで一律数か月待つという原則であり，早期の眼鏡調整が希望された場合は了解の上“仮眼鏡”が処方されていた。しかしながら今日，新しい創閉鎖法や小切開創手術法が導入されたことにより，より早期の眼鏡処方および術式や個体に応じたきめ細かな対応が可能になったということであろう。特に5.5 mm や3.2 mm 切開創手術など，いわゆる小切開創白内障手術の場合は，術後炎症の回復も早く，最高視力に到達する時期も早い^{21)29)45)~48)}。したがって，これらの術式の場合，術後2週~1か月といった早い時期に眼鏡を調整して視機能の完全回復をはかることは，医学的にも経済的にも，ましてや倫理的にも全く問題ないものと思われる。

小切開創手術の示したこれらの特徴は，乱視矯正角膜手術の施行時期にも少なからぬ影響を与える。白内障術後に乱視矯正角膜切開術を行う場合は，6か月以上待つというのがこれまでのおおよそのコンセンサスであった⁴⁹⁾。しかし，早期に屈折変動の安定する白内障手術術式であれば，術前から存在する乱視を矯正する目的での角

膜切開術をより早期に行える可能性がある。あるいは、白内障手術と乱視矯正手術を同時に行う場合にも、術後屈折変動の少ない術式を用いることによって、手術効果の predictability が向上することも考えられる。

今回検討した6術式間では、術後屈折度の変動形式において大きな違いがあった。まず、連続縫合を使用した11 mm 切開創および6.5 mm 連続縫合群では術後早期に強い直乱視が生じ、その後急激に回復していく。それに対して、水平縫合群および自己閉鎖創群では直乱視化することはなく、 ± 0.5 D 以内ながらも一貫した倒乱視化傾向を認めた。強膜焼灼止血を行わなかったことも、その一因と思われる^{11)13)30)~32)}。これらの傾向は、術前値を基準として軸乱視量を再プロットすることにより、さらに明確に理解される(図6)。もう一点興味深かった現象は、6.5 mm 水平縫合群と6.5 mm 自己閉鎖創群との間に術後経過の違いがほとんどなかったということである。これは、すなわち水平縫合を一針追加することによって倒乱視化を防げるのではないかとの議論あるいは意図を否定する結果かも知れない。

3.2 mm 自己閉鎖創群で最も乱視変化が少なく、屈折度の安定も極めて早いとの結果は、従来報告されている理論モデルでの検討と矛盾しない。Samuelson ら⁵⁰⁾は摘出ヒト眼に種々の大きさの切開創(2.0~5.5 mm まで0.5 mm 刻み)を作製した実験で、角膜のフラット化を招かない真の意味での小切開創は3.0 mm までであるとしている。Koch ら⁵¹⁾も摘出ヒト眼に3~10 mm の切開創を作製し、3 mm 創ならば創口に操作(recession)を加えても角膜形状はほとんど変化しないと報告している。三次元コンピューター・モデルで角膜形状を分析した Armeniades ら⁵²⁾は、3.0 mm 切開創の安定性を科学的に証明してみせた。これらの報告と今回の結果を考え合わせると、3 mm 内外の創口で眼内レンズ挿入を完了させる術式は、眼球形状に与える影響の極めて小さい“小切開創”手技であるといえる。

白内障術後の屈折変化を規定する因子は多い⁵³⁾。切開創幅、切開創位置、縫合糸の有無など、今回検討した項目以外にも、縫合糸の種類、縫合糸切除施行の有無と時期、ステロイド薬点眼の使用期間、強膜焼灼の強さ、組織浮腫や損傷の程度など、様々な要因が術後乱視の時間変化を修飾する。等価球度数にしても、非対称な角膜乱視変動(いわゆる coupling ratio が1でない場合³⁵⁾⁵⁴⁾)や、水晶体囊収縮によるレンズ位置の変化によって変動する。これらの因子をすべての術式において別々に評価することは不可能であるとしても、少なくとも標準的な術式の術後屈折変化を知って置くことは、術後管理の質を高め、延いては quality of vision の向上に寄与するものと思われる。

文 献

- 1) **Heslin KB, Guerriero PN**: Clinical retrospective study comparing planned extracapsular cataract extraction and phakoemulsification with and without lens implantation. *Ann Ophthalmol* 16: 956-962, 1984.
- 2) **Jampel HD, Thompson JR, Baker CC, Stark WJ**: A computerized analysis of astigmatism after cataract surgery. *Ophthalmic Surg* 17: 786-790, 1986.
- 3) **Kronish JW, Forster RK**: Control of corneal astigmatism following cataract extraction by selective suture cutting. *Arch Ophthalmol* 105: 1650-1655, 1987.
- 4) **Stanford MR, Fenech T, Hunter PA**: Timing of removal of sutures in control of post-operative astigmatism. *Eye* 7: 143-147, 1993.
- 5) **Shepherd JR**: Induced astigmatism in small incision cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 15: 85-88, 1989.
- 6) **Sanders DR, Shepherd J, Ernest PH, Fine IH, Maloney WF**: Effect of incision size and suture configuration on induced astigmatism and visual rehabilitation. In: Gills JP, et al (Eds): *Small-Incision Cataract Surgery*. Slack, Thorofare, NJ, 15-25, 1990.
- 7) **Fine IH**: Infinity suture. Modified horizontal suture for 6.5 mm incisions. In: Gills JP, et al (Eds): *Small-Incision Cataract Surgery*. Slack, Thorofare, NJ, 192-196, 1990.
- 8) **McFarland MS**: McFarland surgical technique. In: Gills JP, et al (Eds): *Small-Incision Cataract Surgery*. Slack, Thorofare, NJ, 107-116, 1990.
- 9) **Kock PS**: Structural analysis of cataract incision construction. *J Cataract Refract Surg* 17: 661-667, 1991.
- 10) **Fine IH**: Architecture and construction of a self-sealing incision for cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 17: 672-676, 1991.
- 11) **Grabow HB**: Early results of 500 cases of a no-stitch cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 17: 726-730, 1991.
- 12) **McFarland MS**: The clinical history of sutureless surgery: The first modern sutureless cases. In: Gills JP, et al (Eds): *Sutureless Cataract Surgery. An Evolution Toward Minimally Invasive Technique*. Slack, Thorofare, NJ, 3-5, 1992.
- 13) **Sanders DR, Grabow HB, Ernest PH, Gills JP, Martin RG, McFarland MS, et al**: Visual and refractive results of sutureless IOL surgery. In: Gills JP, et al (Eds): *Sutureless Cataract Surgery. An Evolution Toward Minimally Invasive Technique*. Slack, Thorofare, NJ, 91-117, 1992.
- 14) **馬嶋慶直**: 自己閉鎖創白内障手術. 手技と問題点. *メディカル葵出版*, 東京, 1992.
- 15) **中西徳昌, 江口秀一郎, 大鹿哲郎, 荻野公嗣, 三島宣彦**: 自己閉鎖創白内障手術術後長期成績. *臨眼* 47: 464-465, 1993.

- 16) **Neumann AC, McCarty GR, Sanders DR, Raanan MG**: Small incisions to control astigmatism during cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 15: 78-84, 1989.
- 17) **Sanders DR, Maghraby AE, Kraff MC, Berkeley RG**: Advantages of small-incision surgery. In: Gills JP, et al (Eds): *Small-Incision Cataract Surgery*. Slack, Thorofare, NJ, 3-13, 1990.
- 18) **Steinert RF, Brint SF, White SM, Fine IH**: Astigmatism after small incision cataract surgery. A prospective, randomized, multicenter comparison of 4- and 6.5-mm incisions. *Ophthalmology* 98: 417-424, 1991.
- 19) **Gills JP, Sanders DR**: Use of small incisions to control induced astigmatism and inflammation following cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 17: 740-744, 1991.
- 20) **Brint SF, Ostrick DM, Bryan JE**: Keratometric cylinders and visual performance following phacoemulsification and implantation with silicone small-incision or poly (methyl methacrylate) intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 17: 32-36, 1991.
- 21) **Martin RG, Sanders DR, Van Der Karr MA, DeLuca M**: Effect of small incision intraocular lens surgery on postoperative inflammation and astigmatism. A study of the AMO SI-18NB small incision lens. *J Cataract Refract Surg* 18: 51-57, 1992.
- 22) **Venturi G, Vaccari G, Franchini A**: Phakoemulsification: New prospects in the light of recent techniques of capsulotomy associated with silicone IOL implanting. *New Trends Ophthalmol* 7: 109-111, 1992.
- 23) **Watson A, Sunderraj P**: Comparison of small-incision phacoemulsification with standard extracapsular cataract surgery: Post-operative astigmatism and visual recovery. *Eye* 6: 626-629, 1992.
- 24) 白井正彦, 小林有紀: 小切開白内障手術における術後乱視. *眼臨* 86: 2399-2403, 1992.
- 25) **Martin RG, Sanders DR**: Visual, astigmatic, and inflammatory results with the Staar AA-4203 single-piece foldable IOL: A randomized prospective study. *Ophthalmic Surg* 23: 770-775, 1992.
- 26) **Martin RG, Sanders DR, Miller JD, Cox CC III, Ballew CB**: Effect of cataract wound incision size on acute changes in corneal topography. *J Cataract Refract Surg* 10: 170-177, 1993.
- 27) **Lean MM, Ho CC, Yanoff M**: Association between surgically-induced astigmatism and cataract incision size in the early postoperative period. *Ophthalmic Surg* 24: 586-592, 1993.
- 28) **El-Maghraby A, Anwar M, El-Sayyad F, Mathew M, Marzouky A, Carayerli E, et al**: Effect of incision size on early postoperative visual rehabilitation after cataract surgery and intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 19: 494-498, 1993.
- 29) 大鹿哲郎, 坪井俊児, 谷口重雄, 吉富文昭, 永本敏之: 小切開白内障手術の術後成績—シリコン眼内レンズと polymethylmethacrylate 眼内レンズの比較—. *日眼会誌* 98: 362-368, 1994.
- 30) **Bergmann MT, Kock DD, Zeiter JH**: The effect of scleral cautery on corneal astigmatism in cadaver eyes. *Ophthalmic Surg* 19: 259-262, 1988.
- 31) 宮島弘子, 安藤靖恭, 宮田 博, 木村肇二郎: 強角膜 cauterization の角膜乱視へ及ぼす影響. *眼臨* 83: 2319-2320, 1989.
- 32) 根岸一乃, 宮島弘子, 三木恵美子: 強膜 cauterization 施行前後の角膜形状変化. *IOL* 7: 33-37, 1993.
- 33) **Cravy TV**: Calculation of the change in corneal astigmatism following cataract extraction. *Ophthalmic Surg* 10: 38-49, 1979.
- 34) **Jaffe NS, Clayman HM**: The pathophysiology of corneal astigmatism after cataract extraction. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 79: 615-630, 1975.
- 35) **Holladay JT, Cravy TV, Kock DD**: Calculating the surgically induced changes following ocular surgery. *J Cataract Refract Surg* 18: 429-443, 1992.
- 36) **Alpins NA**: A new method of analyzing vectors for changes in astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 19: 524-533, 1993.
- 37) **Parker WT, Clorfeine GS**: Long-term evaluation of astigmatism following planned extracapsular cataract extraction. *Arch Ophthalmol* 107: 353-357, 1989.
- 38) **Talamo JH, Stark WJ, Gottsch JD, Goodman DF, Pratzner K, Cravy TV, et al**: Natural history of corneal astigmatism after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 17: 313-318, 1991.
- 39) **Gimbel HV, Raanan MG, Deluca M**: Effect of suture material on postoperative astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 18: 42-50, 1992.
- 40) **Axt JC**: Longitudinal study of postoperative astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 13: 381-388, 1987.
- 41) **Cravy TV**: Long-term corneal astigmatism related to selected elastic, monofilament nonabsorbable sutures. *J Cataract Refract Surg* 15: 61-69, 1989.
- 42) **Masket S**: Keratorefractive aspects of the scleral pocket incision and closure method for cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 15: 70-77, 1989.
- 43) **Kawano K**: Modified corneoscleral incision to reduce postoperative astigmatism after 6 mm diameter intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 19: 387-392, 0000.
- 44) **Mead MD, Sieck EA, Steinert RF**: Optical rehabilitation of aphakia. In: Albert DM, et al (Eds): *Principles and Practice of Ophthalmology*, Vol 1, Chap 46, WB Saunders, Philadelphia, 1994.

- 45) **Oshika T, Yoshimura K, Miyata N**: Postsurgical inflammation after phacoemulsification and planned extracapsular extraction with soft or conventional intraocular lens implantation. *J Cataract Refractive Surg* 18: 356—361, 1992.
- 46) **Martin RG, Sanders DR**: Visual astigmatic, and inflammatory results with the Staar AA-4203 single-piece foldable IOL. A randomized prospective study. *Ophthalmic Surg* 23: 770—775, 1992.
- 47) **Ernest PH**: AMO SI-30NB high refractive index three-piece silicone IOL. In: Martin RG, et al (Eds): *Foldable Intraocular Lenses*. Slack, Thorofare, NJ, 55—72, 1993.
- 48) **大鹿哲郎**: 小切開創対応レンズ—foldable 型と小径 PMMA 型の比較. *眼科手術* 7: 21—34, 1994.
- 49) **石井 清, 宮田和典**: 白内障術後の乱視矯正角膜切開術と角膜形状変化. *臨眼* 47: 1817—1822, 1992.
- 50) **Samuelson ST, Kock DD, Kuglen CC**: Determination of maximal incision length for true small-incision surgery. *Ophthalmic Surg* 22: 204—207, 1991.
- 51) **Koch DD, Del Pero RA, Wong TC, McCulloch RR, Weaver TA**: Scleral flap surgery for modification of corneal astigmatism. *Am J Ophthalmol* 104: 259—264, 1987.
- 52) **Armeniades CD, Boriek A, Knolle GE Jr**: Effect of incision length, location, and shape on local corneoscleral deformation during cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 16: 83—87, 1990.
- 53) **Swinger CA**: Postoperative astigmatism. *Surv Ophthalmol* 31: 219—248, 1987.
- 54) **Brown NAP, Aparrow JM**: Control of astigmatism in cataract surgery. *Br J Ophthalmol* 72: 487—493, 1988.