

## 小児眼内レンズ挿入眼の術後予想屈折度予測

—全国小児アンケート調査例から—

高良由紀子<sup>1)</sup>, 紀平 弥生<sup>2)</sup>, 稲富 誠<sup>2)</sup>, 関谷 善文<sup>3)</sup>, 山本 節<sup>4)</sup>, 馬嶋 慶直<sup>5)</sup><sup>1)</sup>県西部浜松医療センター眼科, <sup>2)</sup>昭和大学医学部眼科学教室, <sup>3)</sup>神戸大学医学部眼科学教室<sup>4)</sup>兵庫県立こども病院眼科, <sup>5)</sup>藤田保健衛生大学医学部眼科学教室

## 要 約

目的：小児眼内レンズ挿入症例の眼内レンズパワー計算式の予想屈折度精度および、術後屈折度の変化を調べた。

対象と方法：全国アンケート調査から得られた年齢 15 歳以下の白内障手術および眼内レンズ挿入術を行った 66 眼のデータにより、SRK, SRK II, SRK/T, Holladay 式を用いて検討した。

結果：予想屈折誤差  $\pm 1$  D 未満に収まった症例の割合は、SRK 65%, SRK/T 60%, SRK II 56%, Holladay 53% の順であった。5 歳以下の症例では SRK/T, Holladay 式の予想屈折度の精度が有意に低下した。すべての計算式において、眼軸長 22 mm 未満の症例の屈折度精度は、有意に低下した。また、術後 4 年間屈折度

の経過を追えた 33 眼について術後屈折度の経過を調べたが、5 歳以下、6~10 歳、11~15 歳の 3 群で術後 4 年間の平均の屈折度変化に有意差はなかった。個々の症例では手術年齢が 10 歳以下の症例の中には、極端な近視となる症例もあった。

結論：小児の眼内レンズパワー計算式の精度は成人に比べ低下する。

また、将来の屈折度変化を予想することは困難であると思われた。(日眼会誌 106 : 273-280, 2002)

キーワード：眼内レンズパワー計算式, 小児眼内レンズ挿入眼, 全国小児アンケート調査, 術後屈折度の変化

## Intraocular Lens Power Calculation and Refractive Change in Pediatric Cases

Yukiko Kora<sup>1)</sup>, Yayoi Kinohira<sup>2)</sup>, Makoto Inatomi<sup>2)</sup>, Yoshibumi Sekiya<sup>3)</sup>Misao Yamamoto<sup>4)</sup> and Yoshinao Majima<sup>5)</sup><sup>1)</sup>Department of Ophthalmology, Hamamatsu Medical Center<sup>2)</sup>Department of Ophthalmology, Showa University School of Medicine<sup>3)</sup>Department of Ophthalmology, School of Medicine, Kobe University<sup>4)</sup>Department of Ophthalmology, Hyogo Children's Hospital<sup>5)</sup>Department of Ophthalmology, Fujita Health University School of Medicine

## Abstract

**Purpose** : To evaluate the intraocular power calculation formula for children and the change of the refraction.

**Subject and Methods** : We reviewed the medical records of 66 pediatric cases with intraocular lens (IOL) implantation after cataract extraction and results of questionnaire of the Japanese Association of Pediatric Ophthalmology and Japanese Society of Cataract and Refractive Surgery. We employed four IOL power calculation formulae (SRK, SRK II, SRK/T, Holladay) to evaluate the accuracy of preoperative prediction of refraction.

**Results** : The best preoperative prediction was obtained by the SRK formula ; the predictive refraction error within  $\pm 1$  D was shown in 65% of patients. SRK/T and Holladay formulas were less accurate in patients aged 5 years old or younger. All formulae were less accurate in patients with axial length of 22 mm or shorter. There was no signifi-

cant difference in the mean change in refraction over four years among three different age group (group 1 :  $\leq 5$ , group 2 :  $6 \leq 10$ , group 3 :  $11 \leq 15$  (years old (YO))). However, several patients aged 10 (YO) or younger showed severe myopic changes during this period.

**Conclusion** : The IOL power calculation formulae show less accuracy on pediatric cases. It is also difficult to predict the change of refraction on pediatric cases. (J Jpn Ophthalmol Soc 106 : 273-280, 2002)

**Key words** : Intraocular lens power calculation, Pediatric cases with IOL, Questionnaire study of the Japanese Association of Pediatric Ophthalmology and Japanese Society of Cataract and Refractive Surgery, Postoperative refraction change

別刷請求先：432-8580 浜松市富塚町 328 県西部浜松医療センター眼科 高良由紀子

(平成 13 年 3 月 28 日受付, 平成 13 年 12 月 4 日改訂受理)

Reprint requests to : Yukiko Kora, M. D. Hamamatsu Medical Center. 328 Tomitsuka-cho, Hamamatsu 432-8580, Japan

(Received March 28, 2001 and accepted in revised form December 4, 2001)

## I 緒 言

小児、乳児の白内障手術が成人と大きく異なる点は、手術方法が進歩した現在でも術後の屈折矯正、視能訓練が視力予後に大きく影響する点である。先天白内障手術後、コンタクトレンズによる矯正を行った場合、コンタクトレンズが装用できず、結局視力予後が不良である症例は日常よく経験され、この問題を解決するべく白内障手術時の眼内レンズ挿入を小児のみならず、乳児にも行い良好な結果を得た報告<sup>1)~12)</sup>がある。眼内レンズ挿入に際しては、①小児期、幼児期に挿入された眼内レンズが長期にわたり安全であるのか、②眼球発育への影響など、まだ解答の得られていない問題が多い。我々は1997年に現在の日本の眼科における、15歳以下の小児および乳児白内障に対する眼内レンズ挿入術の実態を調べるために、眼内レンズ挿入術を行った病院に全国小児アンケート調査を行い、手術件数、手術年齢、術後経過観察の状態などについて報告<sup>13)</sup>した。今回は眼内レンズパワー計算式の予想屈折度の精度、および術後屈折度の経過について検討したので報告する。

## II 対象および方法

### 1. 小児眼における眼内レンズパワー計算式の精度

1997年の初回の全国小児アンケート調査において、解答が得られたのは487眼であった。この同じ症例に対して2000年3月に、その後の経過について再度アンケート調査を行い、屈折度の変化を調べることができた症例は366眼であった。計算式の精度を検討した対象は、このうちの矯正視力0.2以上、乱視度 $\pm 2$ D未満、後房眼内レンズ一次挿入の症例で、嚢内固定の66眼である。選択した症例の年齢分布を図1、眼軸長分布を図2、角膜屈折力の分布を図3、術後矯正視力の分布を図4、術後1年以内の屈折度の分布を図5に示す。後嚢破嚢などの術中合併症のある症例は除いた。

白内障の種類および眼数は、先天および発達白内障31眼、外傷性白内障12眼、併発白内障23眼であった。

1) 眼内レンズパワー計算式の予想屈折度精度の検討  
各症例の予想屈折度をSRK<sup>14)</sup>、SRK II<sup>15)</sup>、SRK/T<sup>16)</sup>、およびHolladay<sup>17)</sup>式の4つの計算式を用いて算出した。術後1年以内の屈折度から予想屈折度の差をとり、これを誤差として誤差 $\pm 1$ D未満に収まった症例の割合を比較した。

さらに、この結果を以下の3つの要素に分けて、上記と同様の検討を行った。

#### (1) 年齢

66眼を5歳以下11眼、6歳以上10歳以下16眼、11歳以上15歳以下39眼の3つのグループに分けた。

#### (2) 眼軸長

66眼を眼軸長22mm未満14眼、22mm以上24.5mm

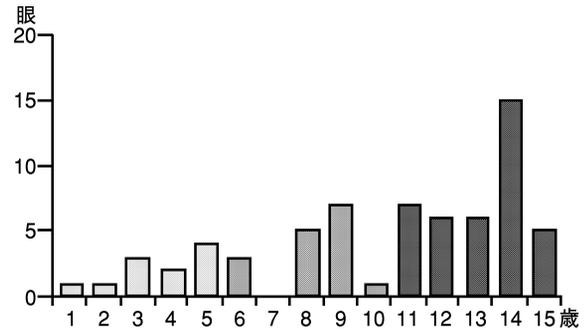


図1 対象の手術時の年齢分布。

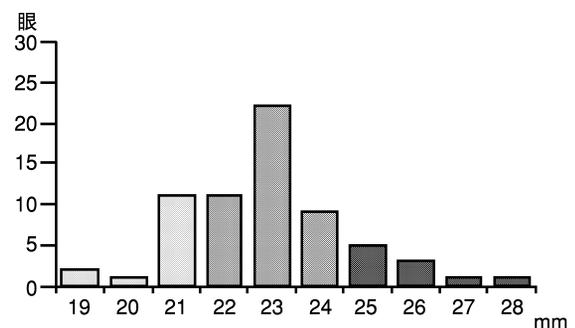


図2 対象の白内障および眼内レンズ挿入術前の眼軸長分布。

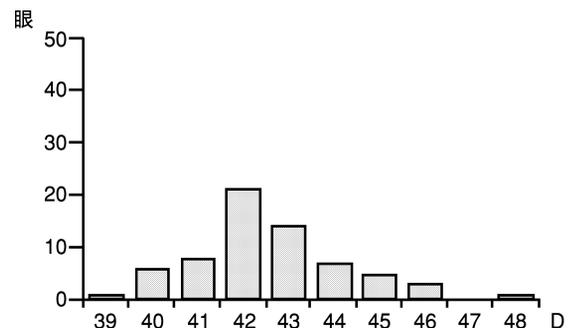


図3 対象の白内障および眼内レンズ挿入術前の角膜屈折力分布。

未満39眼、24.5mm以上27mm未満11眼、27mm以上28mm未満2眼の4つのグループに分けた。

#### (3) 白内障の種類

66眼を先天および発達白内障31眼、外傷性白内障12眼、併発白内障23眼の3つのグループに分けた。

#### 2) 術後屈折度の経過

全国小児アンケート調査例の中で、視力や乱視の条件を問わず、術後屈折度の経過を追うことができた対象は73眼であった。この中から正確な屈折度の変化を調べるために、次のような条件を満たす33眼の対象を選んだ。術後視力0.2以上、乱視度 $\pm 2$ D未満、嚢内固定の条件を満たし、術後1年以内と術後4年間の屈折度が測定された33眼である。

(1) 73眼の全症例について、手術時の年齢を5歳以

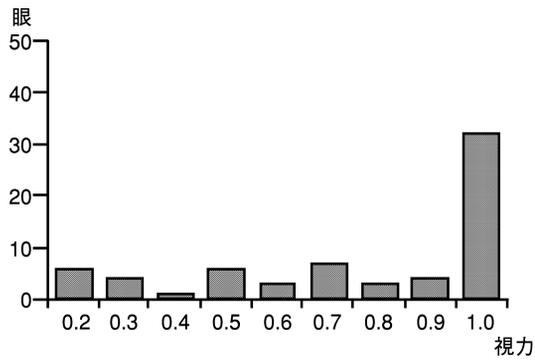


図 4 対象の術後最終矯正視力.

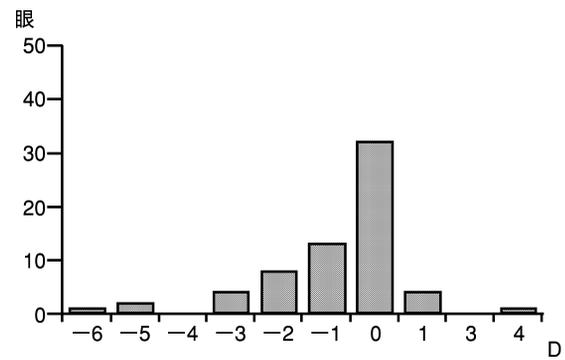


図 5 術後 1 年以内の屈折度(等価球面度数).

表 1 年齢の違いによる計算式の精度

	5 歳以下(n=11)	6 歳以上 10 歳以下(n=16)	11 歳以上 15 歳以下(n=39)
SRK	64%	63%	67%
SRKII	45%	56%	59%
SRK/T	27%*	63%*	69%
Holladay	27%**	50%**	62%

\* : p<0.01, \*\* : P<0.01

下の 18 眼, 6 歳以上 10 歳以下の 24 眼, 11 歳以上 15 歳以下 31 眼の 3 つのグループに分けて, 症例毎に術後の屈折度の変化を調べた。

(2) 術後 4 年間に於ける 33 眼の屈折度変化の平均値を, 5 歳以下 7 眼, 6 歳以上 10 歳以下の 9 眼, 11 歳以上 15 歳以下の 17 眼について比較した。

(3) 術後 4 年間の屈折度測定が行われた 33 眼を白内障の種類別に, 先天および発達白内障 14 眼, 外傷性白内障 8 眼, 併発白内障 11 眼の 3 つに分けて, 屈折度変化の平均値を調べた。

### III 結 果

#### 1. 母集団の統計処理

個々の症例の眼軸長と年齢には, 有意な相関はなかった。しかし, 年齢を 5 歳以下, 6 歳以上 10 歳以下 11 歳以上 15 歳以下の 3 つのカテゴリに分けた場合, 11 歳以上のカテゴリでは他の 2 群より有意に眼軸長が長かった [ANOVA ; F(2,63)=7.46, p=0.0012]。そのため, 計算式の精度の統計学的比較は, 5 歳以下と 6 歳以上 10 歳未満の 2 群で行った。

一方, 眼軸長を 22 mm 以上と 22 mm 未満の 2 つのカテゴリに分けた場合には, 年齢の分散に有意差はなかった。

白内障の種類についても, 年齢と眼軸長の分散が等しいかどうかを統計学的に検討を行った。先天白内障と外傷性白内障の 2 群の間には, 年齢, 眼軸長とも有意差はなかったが, 併発白内障は有意に年齢が高かった[年齢 ANOVA ; F(2,63)=7.46, p=0.037]。そこで, 先天白内障と外傷性白内障の間でのみ計算式の精度について有

意差検定を行った。

#### 1) 眼内レンズパワー計算式の予想屈折度の精度

SRK, SRKII, SRK/T および Holladay 式を用いて予想屈折度を計算し, 術後屈折度との差を比較したところ, 誤差±1D 未満に SRK 式では 65% の症例が収まり, SRK/T 60%, SRKII 56%, Holladay 53% の順であった。計算式の違いによる予想屈折度精度についての統計学的有意差はなかった。

#### (1) 年齢の違いによる予想屈折度の精度

年齢の違いによる予想屈折度精度を計算式別に調べた(表 1)。最も結果が良好であった SRK 式の予想屈折度誤差±1D 未満に収まった症例を調べたところ, 5 歳以下 64%, 6 歳以上 10 歳以下 63%, 11 歳以上 15 歳以下 67% と比較的どの年齢でも 60% 台の予想屈折度精度が得られた。しかし, 他の計算式では 5 歳以下の症例は, SRKII 45%, SRK/T 27%, Holladay 27% と予想屈折度の精度は低下し, SRK 式との間に統計学的有意差があった( $\chi^2$ 検定, p<0.0001)。

5 歳以下と, 6 歳以上 10 歳以下の症例の間で 4 つの計算式の予想屈折度誤差を比較すると, 5 歳以下の症例における SRK/T と Holladay 式の精度が有意に低下した( $\chi^2$ 検定, p<0.0001)。

#### (2) 眼軸長の違いによる計算式の精度

全症例を眼軸長の範囲で 4 つのグループに分け, 予想屈折度誤差±1D 未満に収まった症例を調べた(表 2)。眼軸長 22 mm 以上 24.5 mm 未満の症例において, いずれの計算式を用いても 67~77% の症例が予想屈折度誤差±1D 未満に収まった。眼軸長 22 mm 未満の症例においては, いずれの計算式を用いても予想屈折度誤

表 2 眼軸長の違いによる計算式の精度

	22 mm 未満 (n=14)	22 以上 24.5 mm 未満 (n=39)	24.5 以上 27 mm 未満 (n=11)	27 mm 以上 (n=2)
SRK	43%	77%	55%	50%
SRK II	36%	67%	45%	50%
SRK/T	29%	72%	64%	50%
Holladay	21%	67%	45%	50%

すべての計算式で眼軸長間の精度に有意差あり ( $p < 0.05$ )

表 3 白内障の違いによる計算式の精度

	先天(n=31)	外傷性(n=12)	併発(n=23)
SRK	64%	58%	70%
SRK II	55%	58%	57%
SRK/T	61%	50%	65%
Holladay	51%	50%	57%

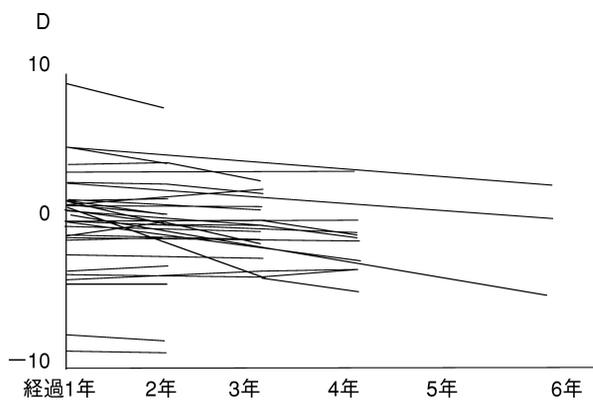


図 6 5 歳以上の症例の屈折度の変化。

5 歳以下で手術を受けた症例の術後屈折度の変化を症例毎に示した。

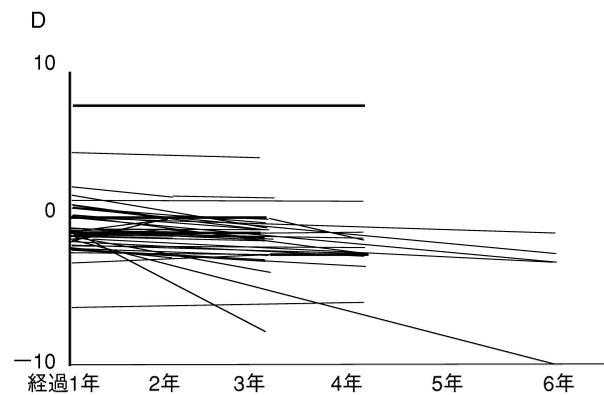


図 7 6~10 歳以上の症例の屈折度の変化。

6~10 歳以下で手術を受けた症例の術後屈折度の変化を症例毎に示した。

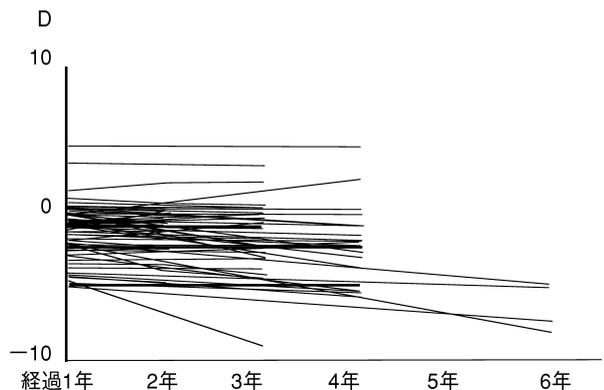


図 8 11~15 歳以上の症例の屈折度の変化。

11~15 歳以下で手術を受けた症例の術後屈折度の変化を症例毎に示した。

差 $\pm 1$ D 未満に収まった症例は 21~43% で、統計学的に有意に精度は低下した ( $\chi^2$ 検定,  $p < 0.05$ )。

### (3) 白内障の種類別による計算式の精度

白内障の種類を先天白内障 31 眼, 外傷性白内障 12 眼, 併発白内障 23 眼の 3 種類に分類し, 予想屈折度の誤差 $\pm 1$ D 未満に収まった症例の割合を比較した(表 3)。最も結果の良好であった SRK 式においては, 先天白内障 64%, 外傷性白内障 58% であり, 先天白内障と外傷性白内障の症例の間に統計学的有意差はなかった。

### 2) 術後屈折度の経過

(1) 手術時の年齢を 5 歳以下, 6 歳以上 10 歳以下, 11 歳以上 15 歳以下の 3 つのグループに分けて, 症例毎に術後の屈折度の変化を調べた結果を図 6~8 に示す。

(2) 術後 1 年と術後 4 年の間に 2 回屈折度を測定できていた症例の屈折度変化の程度を調べたところ, 5 歳以下(グループ I)は 7 眼, 6 歳以上 10 歳以下(グループ II)は 9 眼, 11 歳以上 15 歳以下(グループ III)は 17 眼の計 33 眼であった。

3 年間の屈折度の平均変化度は, グループ I は $-0.48 \pm 1.30$ (平均値 $\pm$ 標準偏差)D, グループ II は $-0.42 \pm 0.65$  D, グループ III は $-0.44 \pm 0.97$  D であった。

グループ I, II, IIIの間には, 統計学的有意差はなかった(unpaired t-test,  $p > 0.05$ )。

(3) 白内障の種類を先天および発達白内障, 外傷性白内障, 併発白内障の 3 つに分けて, 屈折度の経時変化を調べた。術後 1 年と術後 4 年の間に 2 回屈折度を測定できていた症例は, 先天発達白内障 14 眼, 外傷性白内障 8 眼, 併発白内障 11 眼であった。屈折度の 3 年間の平均変化量(術後 4 年の屈折度-術後 1 年の屈折度/n)は,

先天発達白内障 $-0.40 \pm 1.06$  D, 外傷性白内障 $-0.20 \pm 0.43$  D, 併発白内障 $-0.67 \pm 1.10$  D であった。眼軸長と年齢分布に統計的有意差がない外傷性白内障と先天白内障の間で屈折度の変化量を比較したところ, 統計学的有意差はなかった (unpaired t-test,  $p > 0.05$ )。

#### IV 考 按

小児および乳児の白内障の治療方法をめぐっては, 未だに論議が多い。眼内レンズ挿入の長期予後症例が少ないという点から, 小児には眼内レンズ挿入は禁忌であるという意見がある一方で, 従来コンタクトレンズによる屈折矯正を選択した場合, 白内障手術後, 屈折矯正および視能訓練の困難な点から弱視になる症例が多いことも指摘されている<sup>1)</sup>。このような点から, 実際には我が国でも多くの小児や乳児白内障に眼内レンズが公にはされず, 挿入されている現状がある。1997 年に日本小児眼科学会と日本眼内レンズ屈折手術学会が共同で, 15 歳以下の小児への眼内レンズ挿入手術経験と手術件数についてのアンケート調査を 1,203 名の会員に行った。解答があった 522 名のうち小児に眼内レンズを挿入した経験のある医師は 112 名であった。小児に対する手術についての是非については, 半数にまだはっきりした意見はなく, 3 割の眼科医が肯定的, 1 割が否定的な意見であると報告<sup>13)</sup>されている。

小児に眼内レンズを挿入した症例の長期予後についての報告がいくつかある。Hiles<sup>1)</sup>は小児の無水晶体眼の矯正にコンタクトレンズ, または眼内レンズのどちらの方法でも, 常に視力矯正できていれば発達白内障の 70%, 先天白内障の 20% の症例が術後視力は 0.5~1.0 になるが, 実際にはコンタクトレンズを使用できなくて視力予後不良となる症例の割合がコンタクト使用例の 38% にも上り, コンタクトレンズ使用群全体の視力予後は不良となったことを報告している。我々も以前小児眼内レンズ眼の長期予後について検討したが, 視力予後は比較的良好で角膜内皮細胞密度も角膜裂傷後の症例や前房レンズ眼を除くと良好であり, 外傷眼の 1 例のみに眼圧上昇がある以外, 重篤な合併症はなかった<sup>5)</sup>。小児白内障手術後の問題の一つは, 後発白内障である。一般には, 低年齢であるほど眼内レンズ挿入に伴う炎症が強くなるため, 後発白内障や瞳孔領の膜状混濁が起り, 視力低下を起こす原因となる<sup>8)</sup>。最近では, 白内障手術時の後囊切開や前部硝子体切除が推奨されている<sup>9)</sup>。

もう一つの小児白内障手術の大きな問題は, 屈折度である。小児および乳児眼が成人と大きく異なる点は, 眼球が未熟で発育段階にあり, ① 眼球は解剖学的に小さく, 眼軸長が短いため従来眼内レンズパワー計算式が適合しにくい, ② 眼内レンズ挿入眼は成長過程にあるため, 長期にわたって屈折力が変化する, の 2 点が問題となる。

これまで, 小児眼内レンズ挿入眼の症例についての眼軸長や屈折度についての報告<sup>18)~20)</sup>はいくつかみられる。しかし, 眼内レンズパワー計算式の検討については, 欧米において 50 眼に満たない症例を検討したものが報告<sup>19)21)</sup>されているのみである。

本研究ではまず, 現在成人に用いられている眼内レンズパワー計算式が小児, 乳児眼に適合しているかを検討した。理想をいえば, 眼内レンズパワー計算式の検討は, 一つの施設, 同じ手術手技の術者により行われることが望ましい。しかし, 眼内レンズパワー計算式の検討を行うためには, 理想的には数百眼の症例数を母集団として必要とするが, 視力不良, 強度角膜乱視, 合併症のある症例などを除いていくと, 実際に検討に値する対象は 100 眼にも満たないことが多い。今回は, 小児乳児に対する白内障手術, 眼内レンズ挿入術という成人に比べもともと例数が少ない対象のため, 多施設の協力を得て検討に必要なデータを得るアンケートの方式を選択し, 合計 366 眼について検討した。眼内レンズパワー計算式の精度の検討では, 通常, 術後視力が 0.5 以上の症例が選択されることが多いが, 成人に比べ, 乳幼児の視力を測定することは難しいことなどを考慮し, 今回は視力 0.2 以上の症例を選択した。眼内レンズの手術方法は, 一次挿入, 嚢内固定の症例に限った。この理由は, 嚢外固定では予想より近視となり, また, 癒着を起こす可能性が高くなるので, 予想屈折度に誤差を生じる原因となると予想したからである。

白内障の種類は, 先天, 外傷性, 併発の 3 つに大きく分類した。先天白内障には, 先天白内障の症例といわゆる発達白内障の症例を含んでいる。これは, 両者の区別が困難な症例があるため, 一つのカテゴリーに分類した。併発白内障は, ステロイドの長期投与などによる白内障, アトピー白内障などを含んでいる。

今回の検討で用いた眼内レンズ計算式は 4 種類あり, 経験式は SRK, SRK II の 2 種類, 理論式は SRK/T, Holladay 式の 2 種類である。この 4 種類の計算式の中で, 予想屈折度の誤差  $\pm 1$  D 以内に収まる症例の割合が最も高いのは SRK 式であった。

次に, 4 つの計算式の予想屈折度の精度の違いが生じた原因を調べるために, 手術時年齢, 眼軸長, 白内障の原因別に予想屈折度の精度を比較した。

統計学的処理を行うに際し, まず, 眼軸長は発育に伴って長くなると考えられるので, この 2 つは相関があると考えたが, なかった ( $p > 0.05$ )。眼軸長, 年齢を独立変数, 各々の計算式の予想屈折度誤差を従属変数とした重回帰分析も行ったが, これも統計学的に有意な関係はなかった。眼内レンズ計算式の予想屈折度誤差には, 多数の要因が関与しているため, 個々の症例の眼軸長や年齢を単純に当てはめても, 今回のような少ない症例数では解析はできないものと考えられた。

そこで、カテゴリー分類を用いた統計処理を行った。年齢については、眼軸長の変化を考慮して<sup>19)</sup>、5歳以下、6歳以上10歳以下、11歳以上15歳以下の3つのグループに分けた。SRK式を除き、5歳以下の症例では計算式の予想屈折度の精度は低下した〔結果1)-(1)〕。さらに5歳以下と6歳以上10歳以下の間には、眼軸長の分散に有意差はなかったため、年齢のカテゴリーの違いによる予想屈折度の精度を比べたところ、SRK式とSRKII式では年齢による有意な違いはないが、SRK/T式とHolladay式では5歳以下で精度が有意に低下した。

さらに、眼軸長を短眼軸長(22 mm未満)、普通眼軸長(22 mm以上24.5 mm未満)、中等度長眼軸長(24.5 mm以上27 mm未満)、長眼軸長眼(27 mm以上)の4つのグループに分けた。そして、グループ別に眼内レンズパワー計算式の精度を比較した。眼軸長22 mm未満では眼内レンズパワーの計算域の予想屈折度が低下することが報告<sup>22)</sup>されている。この理由として、眼軸長の短い症例に対して計算式が適合していない、またはHoffer<sup>23)</sup>が報告しているように、同じ超音波測定値を用いて眼軸長を測定すると、短眼軸長ではより短く、長眼軸長ではより長く測定するといった可能性などがあげられる。今回の眼軸長を22 mm未満と22 mm以上で分けた場合は、年齢の分散に有意な差はなく、眼軸長を独立因子として有意差検定を行った。眼軸長22 mm未満の症例では、すべての計算式で予想屈折度誤差が±1 D未満に収まった症例は50%未満となり、他の眼軸長範囲の症例との間に有意差があった〔結果2)-(2)〕。

Gordonら<sup>19)</sup>は正常眼の小児乳児の眼軸長を調べ、眼軸長は乳児期に最も成長し、2~3歳から5~6歳までは1年に0.4 mm程度伸び、そして、5~6歳以降からは成人に達するまでの間に約1 mm伸び、10歳を過ぎればほとんど変化しないと述べている。その一方、角膜は生後6か月を過ぎれば大きく変化しないことも報告している。これらの報告から、低年齢の症例の予想屈折度精度が低下したことは、眼軸長が短いことにも関連していると思われる。また、今回調べた症例のうち、5歳未満で眼軸長が22 mm以上あった症例は5眼(平均23.78 mm)のみであったが、この5眼の症例についてSRK式の予想屈折度の精度を調べたところ、予想屈折度誤差±1 D未満に収まった症例の割合は、SRK 60%、Holladay, SRKII 40%、SRK/T 20%で〔結果1)-(1)〕、この結果は、我々の調べた日本人の成人の眼内レンズパワー計算式の予想屈折度精度と比べ若干低下した<sup>24)</sup>。

5歳以下の症例の、眼内レンズ計算式の予想屈折度の精度が不良な理由は、眼軸長が短いこと以外としては、低年齢の症例では一般に術前の眼軸長の測定をはじめとして、角膜屈折力測定、術後視力、屈折度測定が困難で、測定誤差を生じやすいことにも起因していることが

考えられる。

欧米の報告でも、Andreoら<sup>21)</sup>は2か月~16歳までの41眼の症例を検討したところ、成人に比べ誤差は大きく、特に短眼軸長眼で計算式の予想屈折度が低下する傾向があることを指摘している。

今回、白内障の種類別に、症例を先天、外傷性、併発の3グループに分けて、計算式の予想屈折度を比較した。年齢と眼軸長の分散が統計学的に有意差がない先天、外傷性の中で、計算式の予想屈折度の精度を比較したが、有意差はなかった。今回の症例で、白内障の種類は特に眼内レンズパワー計算式の精度に関与しないことがわかった。

次に、小児、乳幼児に眼内レンズ眼の、術後の屈折度がどのように変化しているかについて検討を行った。

我々は以前、白内障手術を受けた15歳以下の小児16眼の眼軸長、角膜屈折力、屈折度の経過を調べ、その結果、手術眼と僚眼を比較すると、眼軸長、角膜屈折力に有意差はないが、屈折度では手術眼が有意に近視となることを報告<sup>18)</sup>した。眼軸長の計測はHutchinsonら<sup>20)</sup>も報告しており、彼らは手術眼と僚眼の間に有意差がないことから、手術したことによる眼軸長の成長障害はないのではないかと推察している。

今回の対象の中で、屈折の全経過を追えた症例は73眼であった。しかしながら、小児の視力測定は困難であることから、視力0.2以上や乱視±2 D未満の条件を満たしていない症例も含まれている。貴重な対象なので、経過を追えた症例個々の屈折度の視力0.2以上や乱視±2 D未満については、図6~8に示した。ほとんどの症例が近視化するか、変化がなかったが、2例ほど等価球面度数で大きな遠視の変化を示した症例があり(図7)、遠視を起こすような小児眼の眼軸長が短くなる変化は考えられないので、何らかの屈折度測定上の問題があると予想された。そこで、屈折度変化の統計学上の比較については対象を限定した。すなわち、視力0.2以上や乱視±2 D未満、嚢内固定の症例で術後1年以内と術後4年間の屈折度が測定できている33眼に限った。手術時年齢による比較検討をまず行った。症例を手術時の年齢で、5歳以下、6歳以上10歳以下、11歳以上15歳以下の3つのグループで症例を分けた。術後1年と術後3~4年目に屈折度測定を比較したところ、3つのどのグループも平均-0.4~-0.5 Dの近視化がみられたが、手術時年齢グループ間に有意な差はなかった〔結果2)-(2)〕。我々は眼球の成長という点から、低年齢の症例では近視になる症例が多いのではないかと予想したが、実際には有意差がなかった。しかし、今回は比較するには症例数が少ないので、母集団の偏りに問題が生じていた可能性もある。また、個々の症例をプロットしてみると、屈折度の変化は個人差が大きく、特に10歳以下では極端に近視化が進行する症例がある(図6, 7)。これ

らの症例が特殊例であるかを知るためには、他の症例を含めた長期の経過観察が必要である。

欧米では、将来の近視化を予想して、あらかじめ遠視となるように眼内レンズパワーを選んだ報告<sup>7)</sup>もみられる。しかし、弱視予防の観点からすると調節力のない眼内レンズ眼の屈折度を遠視に設定するのは問題が大きい。また、今回の結果から、個々の症例で近視の変化の程度にもばらつきもみられたので、小児の屈折度の変化を考慮した手術時の眼内レンズのパワー選択に当たっては、弱視予防という観点で、正視あるいは軽度近視を得られる眼内レンズパワーを選ぶのが妥当ではないかと思われる。また、将来の屈折度変化に対する追加矯正は、眼鏡、コンタクトレンズによる方法がよいと思われる。今後の各施設における貴重な症例のさらなる長期の観察を期待したい。

ご校閲頂きました横浜通信病院名誉院長小澤哲磨先生に深謝いたします。

今回の研究のために 2 回にわたるアンケート調査にご協力いただいた病院に感謝いたします。

旭労災病院(廣川仁則)、安藤眼科医院(安藤展代)、今泉須賀川医院(今泉博雄)、飯塚病院(山本正洋)、江口眼科病院(江口秀一郎)、関西医科大学(福島安佐子、福島伊知郎)、金沢医科大学(中泉裕子)、北大路眼科医院(北大路浩史)、木村眼科内科病院(木村 亘)、眼科杉田病院(杉田元太郎、杉田潤太郎)、京都桂病院(石郷岡 均)、高知県立中央病院(市川理恵)、昭和大学藤が丘病院(谷口重雄)、東京厚生年金病院(富田 憲)、鳥羽眼科医院(鳥羽幸雄)、西眼科病院(西 起史、植村恭子)、浜松医科大学(上野 真、増田光司)、林眼科病院(林 研)、比嘉眼科病院(佐藤知明、名城知子)、みなみ眼科医院(南 宣慶)、宮崎中央眼科病院(原田一道)、明生堂アイクリニック(松田章男)、宮良眼科医院(宮良長和)、山崎眼科医院(山崎啓裕)、臨床眼科研究所(百瀬 皓)(五十音順敬称略)。

## 文 献

- 1) **Hiles DA** : Visual acuities of monocular IOL and non-IOL aphakic children. *Ophthalmology* 87 : 1296—1300, 1980.
- 2) **Neumann D, Weissman BA, Isenberg SJ, Rosenbaum AL, Bateman JB** : The effectiveness of daily wear contact lenses for the correction of infantile aphakia. *Arch Ophthalmol* 111 : 927—930, 1993.
- 3) **Sinskey RM, Karel F, Ri ED** : Management of cataracts in children. *J Cataract Refract Surg* 15 : 196—200, 1989.
- 4) **BenEzra D, Paez J** : Congenital cataract and intraocular lenses. *Am J Ophthalmol* 96 : 311—314, 1983.
- 5) **Kora Y, Inatomi M, Fukado Y, Marumori M, Yaguchi S** : Long-term study of children with implanted intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 18 : 485—488, 1992.
- 6) **Sinskey RM, Stoppel JO, Amin P** : Long-term results of intraocular lens implantation in pediatric patients. *J Cataract Refract Surg* 19 : 405—408, 1993.
- 7) **Sinskey RM, Amin PA, Lingua R** : Cataract extraction and intraocular lens implantation in an infant with a monocular congenital cataract. *J Cataract Refract Surg* 20 : 647—651, 1994.
- 8) **Knight-Nanan D, O'keefe M, Bowell R** : Outcome and complications of intraocular lenses in children with cataract. *J Cataract Refract Surg* 22 : 730—736, 1996.
- 9) **Dahan E, Salmenson BD** : Pseudophakia in children. *J Cataract Refract Surg* 16 : 75—82, 1990.
- 10) **Koeng SB, Ruttum MS, Lewandowski MF, Schultz RO** : Pseudophakia for traumatic cataracts in children. *Ophthalmology* 100 : 1218—1224, 1993.
- 11) **Gimbel HV, Ferenowicz M, Raanan M, DeLuca M** : Implantation in Children. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 30 : 69—79, 1993.
- 12) **Brady KM, Atkinson CS, Kilty LA, Hiles DA** : Cataract surgery and intraocular lens implantation in children. *Am J Ophthalmol* 120 : 1—9, 1995.
- 13) **稲富 誠, 関谷善文, 山本 節, 馬嶋慶直** : 小児白内障に対する IOL 挿入についてのアンケート結果. *IOL&RS* 13 : 207—212, 1999.
- 14) **Sanders DR, Kraff MC** : Improvement of intraocular lens power calculation using empirical data. *Am Intraocular Implant Soc J* 6 : 263—267, 1980 ; erratum 7 : 82, 1981.
- 15) **Sanders DR, Retzlaff JA, Kraff MC** : Comparison of the SRKII™ formula and other second generation formulas. *J Cataract Refract Surg* 14 : 136—141, 1988.
- 16) **Retzlaff JA, Sanders DR, Kraff MC** : Development of the SRK/T intraocular lens implant power calculation formula. *J Cataract Refract Surg* 16 : 333—340, 1990.
- 17) **Holladay JT, Praeger TC, Chandler TY, Musgrove KH, Lewis JW, Ruiz RS** : A three part system for refining intraocular lens power calculations. *J Cataract Refract Surg* 14 : 17—24, 1988.
- 18) **Kora Y, Shimizu K, Inatomi M, Fukado Y, Ozawa T** : Eye growth after cataract extraction and intraocular lens implantation in children. *Ophthalmic Surg* 24 : 467—475, 1993.
- 19) **Gordon RA, Donzis PB** : Refractive development of the human eye. *Arch Ophthalmol* 103 : 785—789, 1985.
- 20) **Hutchinson AK, Wilson E, Saunders RA** : Outcomes and ocular growth rates after intraocular lens implantation in the first 2 years of life. *J*

- Cataract Refract Surg 24 : 846—852, 1998.
- 21) **Andreo LK, Wilson E, Saunders RA** : Predictive value of regression and theoretical IOL formulas in pediatric intraocular lens implanation. J Pediatr Ophthalmol Strabismus 34 : 240—243, 1997.
- 22) **Hoffer KJ** : The Hoffer Q formula : A comparison of theoretic and regression formulas. J Cataract Refract Surg 19 : 700—712, 1993.
- 23) **Hoffer KJ** : Ultrasound velocities for axial eye length measurement. J Cataract Refract Surg 20 : 554—562, 1994.
- 24) **貴嶋孝至, 小沢忠彦, 高良由紀子, 谷口重雄, 稲富 誠, 小出良平, 他** : 眼軸長の違いによる眼内レンズパワー計算式の精度. 日眼会誌 103 : 470—476, 1999.
-