

術中屈折度から光学的に求めた眼軸長および予測屈折度の特徴

岩見 千丈, 妹尾 佳平

岩手県立北上病院眼科

要 約

目的：無水晶体眼の屈折度(以下, Q_{aph})から求めた光学的な眼軸長(以下, AXO)や眼内レンズ挿入後の予測屈折度(以下, Q'_{gt})に対して, 角膜屈折力の誤差が与える影響をみる。

方法：Gullstrandの精密模型眼の角膜面から5 mmの部位に+20 Dの眼内レンズを挿入したものを基準とし, 角膜前面曲率半径(以下, R_{fc})が7~9 mmの間で変化した場合の Q_{aph} , 眼内レンズ挿入後の屈折度(以下, Q_{gt})を求めた。すでに報告した式を使って AXO を求め, AXO や真の眼軸長(以下, AXT)から, 理論式(仮の角膜屈折率を1.3315とする)によって Q'_{gt} を計算した。

結果：測定した角膜前面曲率半径(以下, K)が R_{fc}

に等しい場合は, AXO の誤差(AXO/AXT)は K が9 mmのとき最大で, 1.512%であった。予測屈折度誤差($Q_{gt}-Q'_{gt}$)は, AXO で計算するより, AXT で計算した方が約7.7倍大きかった。

結論： K が正しければ AXO の誤差は軽微で, AXO は眼内レンズ深度の予測に利用できる。また, 予測屈折度誤差は, AXT より AXO を利用した方が小さい。(日眼会誌 105:155-160, 2001)

キーワード：光学的に求めた眼軸長, 角膜前面曲率半径, 眼内レンズ, 模型眼, 無水晶体眼屈折度

The Characteristics of the Optically Calculated Axial Length and the Predicted Refraction when Using the Intraoperative Refraction

Senjoh Iwami and Kahei Senoh

Department of Ophthalmology, Iwate Prefectural Kitakami Hospital

Abstract

Purpose : To understand the effect of the error in corneal refractive power on the optically calculated axial length (AXO) and the postoperative predicted refraction (Q'_{gt}) calculated from the aphakic refraction (Q_{aph}).

Method : We used the Gullstrand's schematic eye, in which the intraocular lens (+20 D) was inserted at a depth of 5 mm, and calculated Q_{aph} and postoperative refraction (Q_{gt}) geometrically when the corneal radius of the anterior surface (R_{fc}) changed from 7 mm to 9 mm. AXO was calculated using the calculation formula from a previous report, and then Q'_{gt} was calculated from the AXO and the true axial length (AXT) using the theoretical calculation formula (regarding the fictitious corneal refractive index as 1.3315).

Results : When the measured corneal radius of the anterior surface (K) was equal to R_{fc} , the error of the AXO was largest ($AXO/AXT=101.512$) when K was 9 mm. The error in power prediction ($Q_{gt}-Q'_{gt}$) of the AXT was 7.7 times larger than that of AXO .

Conclusion : If K is exact, AXO is useful to predict the intraocular lens depth because the error of AXO is small. The error in power prediction of AXO is smaller than that of AXT . (J Jpn Ophthalmol Soc 105:155-160, 2001)

Key words : Optically calculated axial length, Corneal radius of anterior surface, Intraocular lens, Schematic eye, Aphakic refraction

I 緒 言

我々はさきに, 白内障の術中, 眼内レンズ(以下, IOL)

を挿入する直前に, 検影法により無水晶体眼の屈折度を測定(以下, 術中屈折度測定法)することで術後屈折度を予測し, 本法が従来の方法に匹敵する精度を持つことを

別刷請求先：024-0063 北上市九年橋3-15-36 岩手県立北上病院眼科 岩見 千丈

(平成12年3月16日受付, 平成12年8月21日改訂受理)

Reprint requests to: Senjoh Iwami M.D. Department of Ophthalmology, Iwate Prefectural Kitakami Hospital, 3-15-36 Kunenbashi, Kitakami 024-0063, Japan

(Received March 16, 2000 and accepted in revised form August 21, 2000)

報告¹⁾した。術前に測定した眼軸長から術後屈折度を予測する従来の方法と本法の最大の違いは、本法による術後屈折度の予測式は、眼軸長の値を必要としない点であった。一方、本法の予測式の欠点は、角膜面から IOL 第 2 主平面までの距離(以下、IOL 深度)を定数にしていること^{1)~3)}であり、従来の術後屈折度を幾何光学的に予測する式(以下、理論式)というなら、いわば、第一世代の理論式になっていることであった。

従来の理論式と本法による術後屈折度の予測式を比較したところ、本法の予測式²⁾³⁾は光学的に眼軸長を計算したうえで、従来の第一世代の理論式と同じ計算をしていることがわかった¹⁾。したがって、光学的な眼軸長(以下、AXO)を利用すれば、Holladay 式⁴⁾や SRK/T 式⁵⁾に代表される第三世代の理論式のように、角膜曲率半径や眼軸長値から個々の IOL 深度を予測して術後屈折度を計算することが可能になるものと思われた¹⁾⁶⁾。しかし、AXO の計算式には角膜屈折力が含まれているため、AXO は角膜屈折力の誤差によって変化する。今回の研究における第 1 の目的は、角膜屈折力の誤差により AXO がどの程度影響を受けるのかを知ることによって、AXO を使って個々の IOL 深度を予測することが可能かどうかを理論面から評価することである。

また、真の眼軸長(以下、AXT)は角膜屈折力の誤差の影響を受けないことは当然のことであるが、AXT から予測屈折度を求める式には角膜屈折力が含まれており、そのため AXT から求めた予測屈折度は、やはり角膜屈折力の誤差によって変化する。つまり、AXO が角膜屈折力の誤差によって変化するからといって、術中屈折度測定法による予測屈折度の方が AXT から求めた予測屈折度より角膜屈折力の誤差による影響が少ないとは断定できない。今回の研究における第 2 の目的は、角膜屈折力の誤差は、術中屈折度測定法から求めた予測屈折度と、AXT から求めた予測屈折度のどちらに、より大きな影響を与えるかを検討することである。

これらの目的のために、我々は模型眼を利用して、角膜屈折力の誤差が AXO に与える影響、および角膜屈折力の誤差が術中屈折度測定法や AXT から求めた予測屈折度に与える影響について検討した。

II 対象と方法

1. 対象とした模型眼の概要

我々は Gullstrand の精密模型眼⁷⁾を眼球形態の基準とした(表1)。すなわち、角膜前面曲率半径(以下、 R_f)を 7.7 mm、角膜後面曲率半径を 6.8 mm、角膜厚を 0.5 mm、眼軸長を 24 mm とし、角膜屈折率を 1.376、房水および硝子体屈折率を 1.336 とした。これらの値のうち、 R_f 以外は定数とした。一方、 R_f については、 R_f の変化による各計算値の変化をみる際には 7~9 mm の間で変化させた。IOL 深度は 5 mm、第 2 主平面の IOL 度数は 20 D とし、

表 1 模型眼の概要

曲率半径 (mm)	角膜	前面 後面	7.7(7-9) 6.8
屈折面位置 (mm)	角膜	前面 後面	0 0.5
	IOL 第 2 主平面		5
屈折力 (D)	IOL		20
屈折率	角膜		1.376
	房水、硝子体		1.336
黄斑部位置 (mm)			24

IOL : 眼内レンズ

- R_f : 角膜前面曲率半径(m)
- R_{pc} : 角膜後面曲率半径(0.0068 m)
- n : 房水、硝子体屈折率(1.336)
- n_c : 角膜屈折率(1.376)
- CT : 角膜厚(0.0005 m)
- D_f : 角膜前面屈折力
- D_{pc} : 角膜後面屈折力
- D_c : 角膜頂点の全屈折力
- D_{IOL} : 眼内レンズの屈折力(20 D)
- Q_{gl} : 術後屈折度
- d : 眼内レンズ第 2 主平面の角膜からの距離(0.005 m)
- AXT : 真の眼軸長(0.024 m)
- $D_f = \frac{(n_c - 1)}{R_f} \dots 1)$ $D_{pc} = \frac{(n - n_c)}{R_{pc}} \dots 2)$
- $D_c = D_f + D_{pc} - \frac{CT \times D_f \times D_{pc}}{n_c} \dots 3)$
- $Q_{gl} = \frac{n}{\frac{n}{AXT - d} - D_c} - D_{IOL} \dots 4)$

図 1 角膜の全屈折力および術後屈折度の計算式。

いずれも定数とした。

幾何光学的に、 R_f が変化した場合の角膜頂点屈折力を計算し、この値を使って術後屈折度を求めた(図 1)。なお、計算が煩雑になるのを避けるために、術後屈折度は角膜頂点の値とした。

術中屈折度測定法で AXO や予測屈折度を計算する場合、術中屈折度の値が必要となる。そこで、我々は模型眼の術中屈折度の値を計算した(図 2)。我々は術中屈折度測定法として、術中検影法を行っており、その際、強度近視眼以外ではハードコンタクトレンズ(以下、HCL)装用下の屈折度を測定している。そこで、HCL 装用下の屈折度も計算した。HCL の度数は 0、曲率半径は 9 mm、厚さは 0 とした。なお、計算が煩雑になるのを避けるために、

Q_{aph} : 角膜頂点での術中屈折度
 Q_{CL} : HCL 使用時, HCL 面での術中屈折度
 r_{CL} : コンタクトレンズ曲率半径(0.009 m)

$$Q_{aph} = \frac{n}{AXT} - D_c \dots 1)$$

HCL を使ったとき

$$Q_{CL} = Q_{aph} - \frac{(n-1)}{r_{CL}} - \frac{(1-n)}{R_{fc}} \dots 2)$$

図 2 術中屈折度の計算式.

D'_c : 仮の角膜屈折率を 1.3315 としたときの角膜屈折力

K : 角膜計で測定した角膜前面曲率半径(m)

Q : 術中屈折度測定法により計算した角膜頂点での術中屈折度

(HCL 使用時: $Q = Q'_{aph}$, 使わないとき: $Q = Q_{aph}$)

$$AXO = \frac{n}{D'_c + Q} \dots 1) \quad D'_c = \frac{1.3315-1}{K} \dots 2)$$

$$Q'_{aph} = Q_{CL} + \frac{(n-1)}{r_{CL}} + \frac{(1-n)}{K} \dots 3)$$

図 3 光学的眼軸長(AXO)の計算式.

術中屈折度, HCL 装用下の屈折度ともに角膜頂点の値とした.

2. 測定された角膜前面曲率半径(以下, K)が正しい場合($K=R_{fc}$)の K の変化に伴う AXO や予測屈折度の計算

K , 角膜後面曲率半径, および角膜厚がわからないと, 真の角膜屈折力を計算することは理論的に不可能である. そこで, K のみから角膜屈折力を計算する従来の理論式では, 第一世代, 第三世代ともに, 角膜屈折力を計算する際に仮の角膜屈折率を使用している. しかし, ここで使用される仮の角膜屈折率は定数であり, 模型眼のように R_{fc} が変化する場合にはもはや仮の角膜屈折率は不正確なものとなる. その結果, K が正しく測定されても AXO や予測屈折度には誤差が生じる. そこで, K が正しい場合($K=R_{fc}$)に, K の変化に伴い AXO や予測屈折度がどのように変化するかを計算した. AXO の計算式は, すでに報告したものを使った(図 3). また, 予測屈折度は理論式(図 4)によって求めた. なお, これらの計算に使用する仮の角膜屈折率は 1.3315 とした.

1) 術中屈折度測定法による AXO , 予測屈折度の計算

K が正しい場合は, 図 2-2), および図 3-3) から $Q'_{aph} = Q_{aph}$ となり, 術中屈折度は HCL 使用の有無にかかわらず全く等しい結果になることがわかる. その結果, AXO , 予測屈折度ともに HCL 使用の有無にかかわらず全く等しくなる. そこで, 術中屈折度, K から, 図 3, 4 の式を使って AXO や予測屈折度を求めた.

2) AXT を使った予測屈折度の計算

Q'_{gl} : 術中屈折度測定法, および AXT による予測屈折度
 ax' : 測定された眼軸長(術中屈折度測定法の計算のとき: $ax' = AXO$. AXT による術後屈折度計算のとき: $ax' = 0.024$ m)

$$Q'_{gl} = \frac{n}{\frac{n}{ax' - d} - D_{IOL}} - D'_c \dots 1)$$

図 4 術中屈折度測定法, および真の眼軸長(AXT)による予測屈折度計算式.

K, AXT から, 図 3-2) および図 4 の式を使って予測屈折度を求めた.

3. K が正しくない場合($K \neq R_{fc}$)の AXO や予測屈折度の計算

K が正しくない場合の AXO や予測屈折度に与える影響をみるため, R_{fc} が 7.7 mm であり, K が正しくない場合について AXO や予測屈折度の計算をした.

1) HCL を使った術中屈折度測定法による AXO , 予測屈折度の計算

HCL 装用下の屈折度(Q_{CL}), K (7~9 mm) から, HCL を使用した場合の計算式(図 3, 4)を使って AXO や予測屈折度を求めた.

2) HCL を使わない術中屈折度測定法による AXO , 予測屈折度の計算

術中屈折度(Q_{aph}), K (7~9 mm) から, HCL を使用しない場合の計算式(図 3, 4)を使って AXO や予測屈折度を求めた.

3) AXT を使った予測屈折度の計算

K (7~9 mm), AXT から, 図 3-2) および図 4 の式を使って予測屈折度を求めた.

III 結 果

1. 術中および術後屈折度

R_{fc} が変化したときの術中, 術後屈折度の値は表 2 のようになった.

2. K が正しい場合の K の変化に伴う AXO や予測屈折度(表 3)

K が正しいとき($K=R_{fc}$ のとき), AXT に対する AXO の誤差は, K が 9 mm のとき最大で, 1.502% であった. 一方, K の変化に伴う予測屈折度の誤差は, K が 7 mm の場合と 9 mm の場合では, 術中屈折度測定法では 0.077~0.11 D であったが, AXT (24 mm) から計算した場合は -0.590~0.849 D であり, 後者の誤差の方が約 7.7 倍大きかった.

3. K が正しくない場合の AXO や予測屈折度(表 4)

K が正しくないとき($K \neq R_{fc}$ のとき), K の変化に伴

表2 角膜前面曲率半径 (R_{fc}) の変化と術中、術後屈折度の変化

角膜前面曲率半径 (R_{fc})	術後屈折度 (Q_{gl})	術中屈折度 (Q_{aph})	HCL 装用下の屈折度 (Q_{Cl})
7.7	-0.711	12.613	18.917
7.0	-5.604	7.720	18.387
7.5	-2.016	11.309	18.775
8.0	1.124	14.449	19.115
8.5	3.895	17.219	19.415
9.0	6.358	19.682	19.682

表3 測定した角膜前面曲率半径 (K) が正しいときの光学的眼軸長 (AXO), 予測屈折度A: 術中屈折度測定法による AXO , 予測屈折度

測定した角膜前面曲率半径 (K)	AXO (mm)	予測屈折度 (Q'_{gl})	術後屈折度 (Q_{gl})	誤差 ($Q_{gl} - Q'_{gl}$)
7.7	24.001	-0.711	-0.711	0.000
7.0	24.257	-5.681	-5.604	0.077
7.5	24.068	-2.036	-2.016	0.021
8.0	23.906	1.153	1.124	-0.028
8.5	23.764	3.967	3.895	-0.072
9.0	23.640	6.468	6.358	-0.110

B: 真の眼軸長 (AXT) による予測屈折度

測定した角膜前面曲率半径 (K)	AXT (mm)	予測屈折度 (Q'_{gl})	術後屈折度 (Q_{gl})	誤差 ($Q_{gl} - Q'_{gl}$)
7.7	24.000	-0.710	-0.711	-0.001
7.0	24.000	-5.015	-5.604	-0.590
7.5	24.000	-1.858	-2.016	-0.158
8.0	24.000	0.905	1.124	0.219
8.5	24.000	3.342	3.895	0.553
9.0	24.000	5.509	6.358	0.849

 AXO : 光学的な眼軸長, AXT : 真の眼軸長表4 測定した K が正しくないときの AXO , 予測屈折度A: ハードコンタクトレンズ (HCL) を使う術中屈折度測定法による AXO , 予測屈折度

測定した角膜前面曲率半径 (K)	AXO	予測屈折度 (Q'_{gl})	術後屈折度 (Q_{gl})	誤差 ($Q_{gl} - Q'_{gl}$)
7.7	24.001	-0.711	-0.711	0.000
7.0	24.026	-5.082	-0.711	4.371
7.5	24.007	-1.877	-0.711	1.166
8.0	23.991	0.928	-0.711	-1.639
8.5	23.977	3.403	-0.711	-4.114
9.0	23.964	5.603	-0.711	-6.314

B: HCL を使わない術中屈折度測定法による AXO , 予測屈折度

測定した角膜前面曲率半径 (K)	AXO	予測屈折度 (Q'_{gl})	術後屈折度 (Q_{gl})	誤差 ($Q_{gl} - Q'_{gl}$)
7.7	24.001	-0.711	-0.711	0.000
7.0	22.278	-0.158	-0.711	-0.553
7.5	23.516	-0.562	-0.711	-0.149
8.0	24.717	-0.922	-0.711	0.211
8.5	25.885	-1.243	-0.711	0.532
9.0	27.019	-1.532	-0.711	0.821

C: AXT による予測屈折度

測定した角膜前面曲率半径 (K)	AXT	予測屈折度 (Q'_{gl})	術後屈折度 (Q_{gl})	誤差 ($Q_{gl} - Q'_{gl}$)
7.7	24.000	-0.710	-0.711	-0.001
7.0	24.000	-5.015	-0.711	4.304
7.5	24.000	-1.858	-0.711	1.147
8.0	24.000	0.905	-0.711	-1.616
8.5	24.000	3.342	-0.711	-4.053
9.0	24.000	5.509	-0.711	-6.220

う AXO の変化は HCL の使用の有無により全く異なっていた。HCL を使用した場合の AXT との誤差は, K が 9 mm のとき最大で, 0.149% であった。一方, HCL を使用しない場合の AXT との誤差は, K が 9 mm のとき最大で, 12.579% であった。

次に, 予測屈折度の誤差についてみると, HCL を使用した場合の術中屈折度測定法では, K が 7 mm の場合と 9 mm の場合では 4.371~−6.314 D であり, また, AXT から計算した場合は 4.304~−6.220 D であったが, HCL を使用しない場合では −0.553~0.821 D であり, HCL を使用しない術中屈折度測定法は, K の測定誤差にはあまり影響されなかった。

IV 考 按

1. 仮の角膜屈折率

K から角膜屈折力を予測する従来の方法では, 仮の角膜屈折率を必要とする。仮の角膜屈折率としては 1.3375 が使われる場合が多いが, すべてのケラトメータがこの値を採用しているわけではなく, 機種によって 1.332~1.3375 までの幅があるという⁸⁾。Holladay 式⁴⁾, SRK/T 式⁵⁾, Hoffer 式⁹⁾では角膜屈折力から K を求める式が含まれており, 仮の角膜屈折率として前者の 2 式は 1.3375 を, 後者は 1.336 を採用しているが, この式は理論的には誤っている。というのは, 実際にケラトメータで測定できるのは K であり, K から仮の角膜屈折率を使って角膜屈折力を計算しているのが真実だからである。その一方では, Holladay 式, SRK/T 式の両者は, ともに術後屈折度の予測式では仮の角膜屈折率として, 1.3375 ではなく, 4/3 を使っている。この値は第一世代の理論式の時代から使用されており, 術後は僅かに K の値が大きくなる(角膜が扁平化する)というのが根拠になっているようである¹⁰⁾。しかし, 手術法の進歩により角膜切開創が小さくなっている現在, 白内障嚢外摘出の時代のデータを根拠にすることはあまり理論的とは思えない。一方, Olsen¹¹⁾は K から角膜屈折力を求めるとき, Gullstrand の精密模型眼から求めた仮の角膜屈折率(1.3315)を使うことを提唱した。Wiechens ら³⁾もまた, 術中屈折度測定法による術後屈折度予測式に仮の角膜屈折率として 1.3315 を使っている。我々もこれらの報告にならって, 術中屈折度測定法で術後屈折度を予測する場合, 仮の角膜屈折率として 1.3315 を使っている。以上の理由から, 今回は, 仮の角膜屈折率に 1.3315 を採用した理論式を検討の対象とした。

2. 今回使用した計算式の特徴

我々は術中検影法によって術中屈折度測定を行っている¹⁶⁾。この方法で AXO や予測屈折度を計算する場合は, 板付きレンズから角膜頂点までの距離が変数として必要になる。しかし, 今回の計算式では, 計算が煩雑になるのを避ける目的で, 角膜頂点での術中屈折度を計算し

た。

また, 我々は板付きレンズから角膜頂点までの距離の違いによる誤差を少なくする目的で, 強度近視以外では +15 D の HCL を装着して術中検影法を行っているが, HCL を装着しない術中屈折度の値と比較しやすいように 0 D の HCL を装着したときの計算式とした。

また, HCL の曲率半径は, 測定時の角膜の変形を避ける目的で, 角膜の弱主経線の曲率半径よりも僅かにフラットなベースカーブのものを使用しているが, 計算が煩雑になるのを避ける目的で, HCL の曲率半径は一定(9 mm)とした。なお, HCL の曲率半径を角膜の弱主経線の曲率半径より大きくするのは, HCL と角膜頂点を確実に接触させるためである。

3. 結 果

1) AXO

K が正確な場合は, HCL 使用の有無にかかわらず, AXO は AXT とさほど大きなずれはなかった(表 3 A)。したがって, 従来の理論式が超音波眼軸長値や K を利用して個々の IOL 深度を予測するように, AXO を利用してより正確な術後屈折度予測式を作ることが可能と考えられた。我々はすでに AXO を利用して IOL 深度を計算し, AXO と IOL 深度や角膜曲率半径の間に明らかな相関があることを報告⁶⁾したが, 今回の研究結果は, AXO が IOL 深度を予測するのに有用であることを理論的側面から裏付けるものと思われた。

K が不正確な場合もまた, HCL を使用した術中屈折度測定法から得た AXO の値は, AXT とさほど大きなずれはなかった(表 4 A)。しかしこの場合は, 本法による術後の予測屈折度は AXT による予測屈折度と同様に, 真の術後屈折度とは大きくかけ離れており, K が正確でなければ AXO のずれがいくらか小さくても術後屈折度の予測にとっては無意味なものと思われた。一方, HCL を使用しない術中屈折度測定法から得た AXO の値は, 真の眼軸長と大きくかけ離れており(表 4 B), このような場合は, AXO を IOL 深度の予測に利用することは不可能と思われた。

2) 術後屈折度の予測値

K が正確な場合は, HCL 使用の有無にかかわらず, 術中屈折度測定法による術後屈折度の予測値は AXT による予測値より正確であった(表 3)。本法と AXT で術後屈折度を予測する方法の大きな違いは, 仮の角膜屈折率(今回は 1.3315 を使用)から計算する角膜屈折力と真の角膜屈折力(D_c)の誤差が計算結果に与える影響である。前者ではこの誤差は術後屈折度予測値にはあまり影響せず, その代わり AXT に対する AXO の誤差として出てくる。一方, 後者ではそのまま術後屈折度予測値の誤差となる。白内障手術で求められるのは正確な術後屈折度予測であり, 眼軸長は IOL 深度の予測に利用できる程度の正確さがあれば良い。したがって, 直接眼軸長を測定する方

法(超音波測定法など)でいかに正確に眼軸長が測定されようとも,術中屈折度測定が正確に行われた場合と比較すると,後者の値の方がより正確に術後屈折度を予測できると考えられる。

K が不正確な場合は, HCL を使用した術中屈折度測定法から得た予測屈折度では, AXT からの予測値と同様に, 真の屈折度とは大きくかけ離れており(表 4 A, C), 正確な K を得ることは AXT から予測する場合と同程度に重要と考えられた。一方, HCL を使用しない術中屈折度測定法から得た予測屈折度は, K の誤差にはほとんど影響されず, かなり正確な術後屈折度が予測できた(表 4 B)。このことから, K が何らかの理由で不正確であると考えられるときは, 涙液層のレンズ効果が生じにくいと考えられるソフトコンタクトレンズを HCL の代わりに使って術中屈折度測定法を行えば, より正確な予測屈折度を得られる可能性があるものと考えられた。

4. 今後の展望

すでに報告したように, 術中屈折度測定法は, HCL を利用した術中検影法で測定した場合, IOL 深度を一定にした式によっても, 従来の超音波眼軸長を利用した予測屈折度と同等の精度を持っている¹⁾。今回の研究で, AXO は IOL 深度を予測するのに有用であることが理論的側面から裏付けられたが, 実際, AXO と IOL 深度や角膜曲率半径の間には明らかな相関があった⁶⁾。したがって, 今後 AXO と K を利用して IOL 深度を予測する理論式が登場すれば, 本法によりさらに正確な術後屈折度の予測が可能になると考えられる。

また, 今回の研究から, K が正確な場合は, AXO による予測屈折度は, AXT による予測屈折度よりも角膜屈折力の誤差による影響を受けにくいことがわかった。これらのことから, 正確に術中屈折度が測定できた場合, 直接眼軸長を測定する方法よりも術後屈折度の予測には有用であると考えられる。

AXO の計算方法については, すでに 1988 年, Olsen¹²⁾ が報告しているが, 角膜の第 1, 2 主平面の位置をも計算に取り入れた式である点が, 我々の使用した式とは違っている。より精密な AXO の計算式を使用すれば, あるいは AXO の誤差をさらに減らすことができるかも知れない。

我々は術中屈折度測定法として, 術中検影法を行っている。この方法は, 検者の熟練を必要とし, また, 検影器や板付きレンズと被検眼の距離が一定に保ちにくいなどの

欠点がある。また, 使用している計算式にも, 例えば HCL の第 2 主平面の位置を角膜表面とするなどの仮定が含まれている。今後, より簡便で, より正確な術中屈折度測定法が開発されることによって, 本法はさらに優れた術後屈折度予測法になるものと思われる。

文 献

- 1) 岩見千丈, 妹尾佳平, 吉田敦子: 術中検影法による白内障術後屈折度の予測. 日眼会誌 103:551—555, 1999.
- 2) Happe W, Wiechens B, Haigis W, Behrendt S, Duncker G: Intraoperative Skiaskopie zur Bestimmung des Brechwertes einer zu implantierenden Intraokularlinse. Klin Monatsbl Augenheilkd 210: 207—212, 1997.
- 3) Wiechens B, Winter M, Haigis W, Happe W, Behrendt S, Rochels R: Bilateral cataract after phakic posterior chamber top hat-style silicone intraocular lens. J Refract Surg 13: 392—397, 1997.
- 4) Holladay JT, Musgrove KH, Prager TC, Lewis JW, Chandker TY, Ruiz RS: A three-part system for refining intraocular lens power calculations. J Cataract Refract Surg 14: 17—24, 1988.
- 5) 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.
- 6) 岩見千丈, 妹尾佳平: 光学的な眼軸長から計算した術後眼内レンズ深度と眼球形状の関係. IOL & RS 14: 154—159, 2000.
- 7) 魚里 博: 眼球光学. 西信元嗣(編): 眼光学の基礎. 金原出版, 東京, 119—143, 1993.
- 8) 奥山文雄: 屈折要素測定法. 増田寛次郎, 他(編): 眼科学大系 1. 眼科診断学・機能学. 中山書店, 東京, 291—297, 1993.
- 9) Hoffer KJ: The Hoffer Q formula: A comparison of Theoretic and regression formulas. J Cataract Refract Surg 19: 700—712, 1993.
- 10) Binkhorst RD: The optical design of intraocular lens implants. Ophthalmic Surg 6: 17—31, 1975.
- 11) Olsen T: Theoretical approach to intraocular lens calculation using Gaussian optics. J Cataract Refract Surg 13: 141—145, 1987.
- 12) Olsen T: Calculating axial length in the aphakic and the pseudophakic eye. J Cataract Refract Surg 14: 413—416, 1988.