投稿論文

光干渉眼軸測定装置 (OA-1000) を使用した パーソナルA定数の検討

田中 将之¹⁾・熊谷 悠太^{1), 2)}・田中 里歌¹⁾・井出 尚史^{1), 3)}

¹⁾ 桜ヶ丘中央病院

²⁾ 聖マリアンナ医科大学眼科学教室

³⁾ 聖マリアンナ医科大学横浜市西部病院

A Study on Personalized A-Constants Calculated by Coherence Interferometry Axial Length Measurement Device (OA-1000)

Nobuyuki Tanaka¹⁾, Yuta Kumagai^{1), 2)}, Rika Tanaka¹⁾, Naofumi Ide^{1), 3)}

¹⁾ Sakuragaoka Central Hospital

²⁾ Department of ophthalmology, St. Marianna University School of Medicine,

³⁾ St. Marianna University School of Medicine Yokohama City Seibu Hospital

要 約

【目的】 光干渉眼軸測定装置 (OA-1000 以下 OA) と超音波眼軸測定装置 (AL-4000 以下 A モード) における測定精度と術後成績を比較し、IOL 計算ユニットを用いて算出された A 定数を検討すること。

【方法】 平成22年10月から平成24年4月までに桜ヶ丘中央病院2術者によって施行された白内障手術 (PEA+IOL) 症例のうち、NY60 (HOYA)、ZCB00 (AMO) を完全嚢内固定、術後3ヶ月以上経過した105例172眼。OAとAモードで測定した眼軸長の差、予測屈折値の誤差、パーソナルA定数とメーカー推奨A定数との差、術者間によるパーソナルA定数の差を検討した。

【結果】 眼軸長の平均はOA: $23.33 \pm 1.32\text{mm}$ 、Aモード: $23.24 \pm 1.33\text{mm}$ 。術後屈折誤差の平均NY60はOA: $-0.33 \pm 0.49\text{D}$ 、Aモード: $-0.52 \pm 0.50\text{D}$ 。ZCB00はOA: $-0.08 \pm 0.61\text{D}$ 、Aモード: $-0.32 \pm 0.59\text{D}$ 。NY60のメーカー推奨A定数118.4に対し、術者1のパーソナルA定数OA: 118.07、Aモード: 117.83、術者2のパーソナルA定数OA: 117.95、Aモード: 117.72。ZCB00のメーカー推奨A定数118.8に対し、術者1のパーソナルA定数OA: 118.77、Aモード: 118.45、術者2のパーソナルA定数OA: 118.58、Aモード: 118.34であった。NY60パーソナルA定数変更後、術後屈折誤差の平均はOA: $0.15 \pm 0.46\text{D}$ 、Aモード: $-0.07 \pm 0.56\text{D}$ と予測屈折値の精度が改善した。

別冊請求先 (〒242-0024) 神奈川県大和市福田1-7-1

Tel. 046 (269) 4111 Fax. 046 (269) 8513

E-mail: renkei@sakura-hp.or.jp

Key words: 光干渉眼軸測定装置、Aモード、パーソナルA定数、眼軸長、眼内レンズ

OA-1000, Coherence Interferometry Axial Length Measurement Device, A-mode, personalized A-constant, axial length

【考察】「Contactモード」を使用した際、パーソナルA定数の使用により予測屈折値の精度が改善した。予測屈折値の精度の更なる向上の為に、今後「Immersionモード」を用いた算出法を検討していく必要があると考えられる。

Abstract

【Purpose】 To compare the measurement accuracy and surgical outcome between two devices for axial length measurement, the coherence interferometry OA-1000 (OA, TOMEY) and the ultrasonic AL-4000 (A-mode, TOMEY), and to examine the A-constants calculated with the IOL power calculation software.

【Subjects and Methods】 Cataract surgery (PEA+IOL) was performed in a total of 172 eyes of 105 patients at Sakuragaoka Central Hospital between October 2010 and April 2012, and the patients (eyes) were followed-up for more than 3 months after the surgery. Two surgeons performed the surgeries by complete fixation of the NY60 (HOYA) or ZCB00 (AMO) in the capsule. The difference in axial length between the OA and A-mode methods, the error of the estimated refractive index value, the difference between the resulted personalized A-constants and the one recommended by the manufacturer, and the difference in personalized A-constant between the two surgeons were examined.

【Results】 The mean ocular axial lengths by the OA and A-mode were 23.33 ± 1.32 mm and 23.24 ± 1.33 mm, respectively. The mean postoperative refractive errors were -0.33 ± 0.49 D (OA) and -0.52 ± 0.50 D (A-mode) for the NY60, and -0.08 ± 0.61 D (OA) and -0.32 ± 0.59 D (A-mode) for the ZCB00. Compared with the manufacturer's recommended A-constant of 118.4 for the NY60, personal A-constants of 118.07 (OA) and 117.83 (A-mode) by surgeon no. 1, and 117.95 (OA) and 117.72 (A-mode) by surgeon no. 2 were produced. Compared with the manufacturer's recommended A-constant of 118.8 for the ZCB00, personal A-constants were 118.77 (OA) and 118.45 (A-mode) by surgeon no. 1, and 118.58 (OA) and 118.34 (A-mode) by surgeon no. 2. The mean errors of the postoperative refraction from the estimated refractive index value with the personalized A-constant for NY60 instead of the one recommended were 0.15 ± 0.46 D for the OA and -0.07 ± 0.56 D for the A-mode, showing an improvement in the accuracy of the estimated refractive index value.

【Conclusion】 Improved accuracy of the estimated refractive index value using the "Contact mode" was obtained with the use of personal A-constants. To further improve the accuracy, the value using the "Immersion mode" should be examined

I. 緒言

OA-1000 (TOMEY製以下OA)は、国産初の新しい光干渉眼軸測定装置である。IOL計算ユニットは、OAと超音波眼軸測定装置AL-4000 (TOMEY製以下Aモード)の眼軸長測定データを有線又は無線で取り込み、OAとAモードのIOL度数計算が共通でできる。また、術後屈折値を入力することでパーソナルA定数を算出できる装置である。データはUSBメモリに保存できる。OAは、眼軸長、角膜厚、前

房深度は測定できるが角膜曲率半径を測定できないため、IOLの予測屈折値を計算するためには、オートレフラクトメータで測定した値をIOL計算ユニットに入力する必要がある。

現在、白内障手術は屈折矯正手術としての意味が大きく、術後屈折誤差は患者の quality of vision の低下に繋がることは周知の通りである。OAに関するパーソナルA定数の報告は少なく、今回当院におけるOAの「Contactモード」とAモードにおける測定精度と術後成績の比較、OAとAモード、各眼内レンズ、術者間の術後

成績とパーソナルA定数の比較について検討した。また、パーソナルA定数に変更することにより、予測屈折値の精度が改善したので、その必要性について報告する。

II. 対象および方法

対象は、平成22年10月から平成24年4月までに桜ヶ丘中央病院2術者が行った白内障手術(PEA+IOL)で、NY60(HOYA:メーカー推奨A定数118.4)、ZCB00(Abbott Medical Optics:メーカー推奨A定数118.8)を挿入された患者のうち、IOLMaster(Carl Zeiss製)のA定数を補正する際に使われるUser Group for Laser Interference Biometry(以下ULIB)に掲載される、完全嚢内固定、眼軸長18~29mm、術後視力0.5以上、角膜疾患、硝子体混濁、術中術後に合併症のない条件を満たし、OAとAモードともに測定が可能で術後3ヶ月以上経過した105例172眼とした。術者毎の症例数は、術者1はNY60:58眼、ZCB00:20眼、術者2はNY60:40眼、ZCB00:20眼だった(表1)。

表1 術者毎の症例数
NY60とZCB00、術者1と術者2の症例数

	NY60	ZCB00	合計
術者1	58 眼	20 眼	78 眼
術者2	40 眼	20 眼	60 眼
合計	98 眼	40 眼	138 眼

方法は、OAはIOL予測屈折値を算出する際Aモード用メーカー推奨A定数を使用するため、Aモードと同様の角膜表面から内境界膜までを測定できる「Contactモード」で測定した。Aモードは、アゴ台に固定した状態でプローブをメーカー推奨の指定の位置で測定した。オートレフラクトメータは、RK-F1(Canon)を使用した。検査は同一検査者がすべて無散瞳下にて測定した。術式は、術者1は強角膜三面切開3.0mm、術者2は経結膜強角膜一面切開2.4mmで行った。眼内レンズ計算式はSRK/T式を用

いて計算した。眼内レンズの計算、パーソナルA定数の算出にはIOL計算ユニットを使用した。術後屈折誤差は、術後3ヶ月での他覚的屈折値の等価球面度数から予測屈折値を引いたものとした。

検討項目は、1. OAとAモードで測定した眼軸長の差。2. 予測屈折値の誤差。3. パーソナルA定数の術者間、メーカー推奨A定数、OAとAモードの差。4. パーソナルA定数算出前後におけるNY60術後屈折誤差の改善度。以上の4点とした。有意差の検定にはt検定を使用した。

III. 結果

1. 眼軸長の平均はOA: $23.33 \pm 1.32\text{mm}$ 、Aモード: $23.24 \pm 1.33\text{mm}$ 。有意差は認められなかった($p>0.05$)。OAとAモードの眼軸長の相関係数は0.994と高い相関が認められた(図1)。各眼内レンズ毎の術者毎及びOAとAモードの眼軸長の分布を(表2)に、OAとAモードの術者毎と各眼内レンズ毎の眼軸長の平均は(表3)に示す。OAとAモードともに、NY60を挿入した症例の平均眼軸長は、ZCB00を挿入した症例の平均眼軸長に比べ有意に短かった($p<0.05$)。術者間の平均眼軸長には有意差を認めなかった($p>0.05$)。

図1 OAとAモードの眼軸長の相関
OAとAモードに有意差はなく($p>0.05$)、高い相関がみられた($R^2 = 0.994$)。

表2 各眼内レンズ毎と術者毎及びOAとAモードの眼軸長の分布
短眼軸長は22mm未満、標準眼軸長は22mm以上24.5mm未満、長眼軸長は24.5mm以上とした。

		術者	短眼軸長 (22mm未満)	標準眼軸長 (22mm以上24.5mm未満)	長眼軸長 (24.5mm以上)	平均眼軸長
NY60	OA	1	21.52±0.40mm(8眼)	23.18±0.66mm(48眼)	25.37±0.06mm(2眼)	23.03±0.95mm(58眼)
		2	21.54±0.33mm(8眼)	23.31±0.52mm(26眼)	26.39±1.94mm(6眼)	23.42±1.64mm(40眼)
	Aモード	1	21.47±0.44mm(9眼)	23.12±0.68mm(47眼)	25.20±0.14mm(2眼)	22.93±0.97mm(58眼)
		2	21.50±0.32mm(8眼)	23.25±0.58mm(26眼)	26.22±1.92mm(6眼)	23.34±1.64mm(40眼)
ZCB00	OA	1	0眼	23.20±0.55mm(7眼)	26.17±2.06mm(3眼)	23.65±1.37mm(20眼)
		2	0眼	23.09±0.59mm(13眼)	26.03±1.75mm(7眼)	24.12±1.79mm(20眼)
	Aモード	1	0眼	23.11±0.49mm(17眼)	26.07±2.20mm(3眼)	23.55±1.38mm(20眼)
		2	0眼	23.07±0.71mm(14眼)	26.22±1.79mm(6眼)	24.02±1.84mm(20眼)

表3 術者毎と各眼内レンズ毎の眼軸長の平均
OAとAモードともに、NY60を挿入した症例の平均眼軸長は、ZCB00を挿入した症例の平均眼軸長に比べ有意に短かった(p<0.05)。術者間の平均眼軸長には有意差を認めなかった(p>0.05)。

	OA	Aモード
術者1(78眼)	23.19±1.10mm	23.09±1.11mm
術者2(60眼)	23.65±1.72mm	23.57±1.72mm
NY60(98眼)	23.19±1.30mm	23.10±1.29mm
ZCB00(40眼)	23.89±1.59mm	23.79±1.62mm

2. NY60の予測屈折値と術後屈折値の誤差は、±0.50D以内がOA：63.3%、Aモード：46.9%だった。±1.00D以内がOA：92.9%、Aモード：82.7%だった。

術後屈折誤差の平均は、OA：-0.33±0.49D、Aモード：-0.52±0.50Dと術後屈折値が予測屈折値より近視化する傾向が見られ、OAとAモードともに予測屈折値と術後屈折値の間に有意差を認めた(p<0.05)。(表3)

ZCB00の予測屈折値と術後屈折値の誤差は、±0.50D以内がOA：65.0%、Aモード：45.0%だった。±1.00D以内がOA：90.0%、Aモード：87.5%だった。術後屈折誤差の平均は、OA：-0.08±0.61D、Aモード：-0.32±0.59Dだった。OAとAモードともに予測屈折値と術後屈折値の間に有意差を認めなかった(p>0.05)。(表4)

3. 術者毎のパーソナルA定数は、NY60では術者1、OA：118.1、Aモード：117.8。術者2、OA：

118.0、Aモード：117.7と、術者間のパーソナルA定数に有意差を認めなかった(p>0.05)。OAとAモードのパーソナルA定数に有意差を認めた(p<0.05)。(表4) ZCB00では術者1、OA：118.8、Aモード：118.5。術者2、OA：118.6、Aモード：118.4でありNY60と同様に術者間に有意差を認めなかった(p>0.05)。OAとAモードのパーソナルA定数に有意差を認めなかった(p>0.05)。(表4) メーカー推奨A定数とパーソナルA定数の差について、OAで測定した術者1のZCB00では、同等の値が出たが、それ以外では差を認めた。

4. NY60のパーソナルA定数算出後の予測屈折値と術後屈折値の誤差は、±0.50D以内がOA：70.6%、Aモード：64.7%だった。±1.00D以内がOA：97.1%、Aモード：97.1%だった。術後屈折誤差の平均は、OA：0.15±0.46D、Aモード：-0.07±0.56Dだった。予測屈折値と術後屈折値の間に有意差を認めず(p>0.05)、パーソナルA定数を使用する前後で予測屈折値と術後屈折値の誤差に有意差を認めた(p<0.05)。算出したパーソナルA定数を使用することにより予測屈折値の精度が改善した。

IV. 考按

OAの測定モードには、涙液表面から網膜色素上皮までの実測値を計測する「Opticalモード」、IOLMaserと同様に網膜の厚さを補正した「Immersionモード」、超音波Aモードと同

表4 術後屈折誤差の比較

NY60・ZCB00・パーソナルA定数算出後NY60ごとに、OAとAモードの症例数、 $\pm 0.50\text{D}$ 以内と $\pm 1.00\text{D}$ 以内の割合、術後屈折誤差の平均と絶対平均 $\pm$ 標準偏差を示す。

OAとAモードともにNY60の予測屈折値と術後屈折値に有意差を認め（ $p<0.05$ ）、ZCB00の予測屈折値と術後屈折値に有意差を認めなかった（ $p>0.05$ ）。

NY60のOAとAモードの予測屈折値と術後屈折値の差の間に有意差を認め（ $p<0.05$ ）、ZCB00では有意差を認めなかった（ $p>0.05$ ）。

NY60を挿入した際、メーカー推奨A定数とパーソナルA定数の予測屈折値と術後屈折値の誤差に有意差を認めた（ $p<0.05$ ）。パーソナルA定数の予測屈折値と術後屈折値に有意差を認めなかった（ $p>0.05$ ）。パーソナルA定数を使用することで予測精度が向上した。

		$\pm 0.50\text{D}$ 以内	$\pm 1.00\text{D}$ 以内	平均
NY60	OA	63.3%（62 眼）	92.9%（91 眼）	$-0.33 \pm 0.49\text{D}$ $0.46 \pm 0.36\text{D}$
	Aモード	46.9%（46 眼）	82.7%（81 眼）	$-0.52 \pm 0.50\text{D}$ $0.58 \pm 0.43\text{D}$
ZCB00	OA	65.0%（26 眼）	90.0%（36 眼）	$-0.08 \pm 0.61\text{D}$ $0.50 \pm 0.43\text{D}$
	Aモード	45.0%（18 眼）	87.5%（35 眼）	$-0.32 \pm 0.59\text{D}$ $0.58 \pm 0.36\text{D}$
パーソナル A 定数 算出後 NY60	OA	70.6%（24 眼）	97.1%（33 眼）	$0.15 \pm 0.46\text{D}$ $0.43 \pm 0.36\text{D}$
	Aモード	64.7%（22 眼）	97.1%（33 眼）	$-0.07 \pm 0.56\text{D}$ $0.48 \pm 0.29\text{D}$

表5 OAとAモードにおける術者毎のパーソナルA定数（NY60とZCB00）

NY60でのOAとAモードのパーソナルA定数の間に有意差を認めた（ $p<0.05$ ）。術者間では有意差を認めなかった（ $p>0.05$ ）。

ZCB00でのOAとAモードのパーソナルA定数、術者間ともに有意差を認めなかった（ $p>0.05$ ）。

眼内レンズ	測定機器	術者①	術者②	合計
NY60(118.4)	OA	118.01	117.95	118.02
	Aモード	117.82	117.72	117.78
ZCB00(118.8)	OA	118.77	118.58	118.4
	Aモード	118.45	118.35	118.67

じ角膜表面から内境界膜までを計測した値に補正する「Contactモード」がある^{1)~6)}。OA「Contactモード」がAモードと同一部位を測定しているため眼軸長に有意差は認められなかった。測定方法がOAは非接触、Aモードでは接触という違いがあるが^{7)~10)}、OAとAモードで高い相関が見られたのは、プローブをメーカー推奨の決められた一定の位置で測定しているためと考えられる。

OAの「Immersionモード」で測定された眼軸長は、IOLMasterと同じ測定部位にも関わらず、IOLMasterで使用するために補正されたULIBに掲載されているA定数を使用することは望ましくないとの報告がある^{2)~4)}。この理由は、IOLMasterとオートレフラクトメータの角膜曲率半径の測定領域が異なり、IOLMasterの角膜曲率半径はオートレフラクトメータによるものより小さく測定されるためである^{2)~4)、9)~12)}。

「Contactモード」では、Aモードと同じ部位を測定した値に補正されているため、メーカー推奨A定数が使用可能とされているが、当院におけるパーソナルA定数とメーカー推奨A定数に差を認め、OAとAモードのパーソナルA定数に有意な差を認めた。そのため、「Contactモード」であってもOAとAモードそれぞれ独自のパーソナルA定数を算出することが望ましいと考えられる。

術者間では、NY60、ZCB00ともにパーソナルA定数の有意差を認めなかったため、当院に

おける術者間では個々にパーソナルA定数を設定する必要はなかったが、術者が変われば結果が変わる可能性があるため、術者ごとにパーソナルA定数を算出することが好ましいと考える。

メーカー推奨A定数とパーソナルA定数の差について、眼内レンズの種類によって差に違いがみられた。OAで測定した術者1のZCB00は、メーカー推奨A定数とほぼ同等の値が算出されたためパーソナルA定数の変更は必要ないが、他の算出したパーソナルA定数はメーカー推奨A定数と異なったためA定数を変更する必要があった。

NY60とZCB00、術者1と術者2の間に、メーカー推奨A定数とパーソナルA定数の差に違いがある。原因として、長眼軸の症例数と平均眼軸長に差があることが考えられる。眼軸長が長くなると予測より近視化する傾向があり、眼軸長によって術後屈折誤差が異なるため、眼軸長別にA定数を算出することで良好な結果を得ることができるという報告がある^{5), 9)~11)}。他に眼内レンズの構造によるもの、術者の術式などが考えられる。また、ZCB00はNY60に比べ症例数が少ないためバラつきが出た可能性がある。今後ZCB00の症例をさらに増やし検討する必要がある。

NY60のパーソナルA定数に変更してからは、変更前に比べ術後屈折値と予測屈折値の差が有意に改善した。このことから、術者毎、各眼内レンズ毎にパーソナルA定数を設定することが有用であることが考えられる。

OAでは、眼軸長、角膜厚、前房深度は測定できるが角膜曲率半径を測定できないため、オートレフラクトメータで測定した値を入力しなければならない。眼内レンズ計算誤差の原因として、眼軸長測定、術後予想前房深度、角膜曲率半径の測定がある^{12), 13)}。各施設で統一した角膜曲率半径を測定する機器を使用しているわけではないため、オートレフラクトメータの種類によって眼内レンズ計算誤差を生じる可能性がある。そのため、パーソナルA定数の検出において各施設ごとに差が出ることが考えられる。IOLMasterでは角膜曲率半径も測定がで

き、どこの施設でも世界共通の検査結果を元にULIBのようなシステムが利用されている。しかし、OAでは統一した角膜屈折測定の検査機器を使用しているわけではないため、OAにおけるULIBのようなシステムを確立することは有用であると考えられるが、施設毎にパーソナルA定数を算出し精度を高めることが、術後屈折誤差を減少させる最も望ましい方法ではないかと考えられた。

視覚における生理的な眼軸長は角膜表面から網膜色素上皮であることから、眼内レンズ度数計算における眼軸長測定において、同様の部位を測定する光干渉眼軸測定装置を利用することが、予測屈折精度の向上の上で理想的である。しかしIOLMasterではULIBのシステムにより、A定数が決定されているのに対し、OAの「Immersionモード」のA定数の算出は各施設で行う必要がある。OAを用いてより予測屈折精度を向上させるために、今後「Immersionモード」のA定数の算出について検討していく必要があると考えられる。

利益相反なし

参考文献

- 1) 山下 力, 前田史篤, 岡真由美, 田淵昭雄: 光干渉式と超音波眼軸測定装置による眼球生体計測値の比較検討. あたらしい眼科 28 (12): 1758-1764, 2011
- 2) 須藤史子, 島村恵美子, 大鹿哲郎, 堀 貞夫: 新しい光干渉眼軸測定装置OA-1000の測定精度と最適化A定. IOL & RS 23: 568-572, 2009.
- 3) 須藤史子: 光干渉眼軸測定装置. 眼科手術 22: 197-202, 2009
- 4) 氣田明香, 須藤史子, 島村恵美子, 大道千秋, 杉岡寛子: 光学式眼軸測定装置OA-1000とIOL Master®の比較. 日視会誌 38: 227-234, 2009.
- 5) 外山 琢, 昌原英隆, 北 直史, 佐々木博司, 富山浩志, 小島正裕, 他: 新しい光干渉式眼軸測定装置 (OA-1000) における眼軸測定と術

- 後屈折誤差の検討. あたらしい眼科 28 (5) : 723-726, 2011
- 6) 水島由紀子, 川名啓介, 須藤史子, 島村恵美子, 福山 誠, 大鹿哲郎, : 新しい光干渉眼軸測定装置による眼軸測定の検討. 眼科手術 23: 453-457, 2010.
- 7) 都村豊弘: 光干渉式眼軸測定装置OA-1000の有用性と白内障術後予測屈折値の精度比較. 眼科手術 24: 345-350, 2011
- 8) 大野恵梨, 須藤史子, 島村恵美子, 渡辺逸美: アクリル眼内レンズ挿入眼における光学式眼軸測定装置OA-1000の測定精度. 日視会誌 39: 191-196, 2010
- 9) 佐藤 彩, 須藤史子, 島村恵美子, 堀 貞夫: 眼内レンズ度数算出における非接触型眼軸長測定装置 (IOM マスターTM) の有用性. あたらしい眼科 22: 505-509, 2005
- 10) 上田知慕里, 中内正志, 佐々木奈々, 杉山千晶, 井上千鶴, 木村具微子, 他: 光学式眼軸測定装置の眼内レンズ度数予測精度の検討ー超音波Aモードと比較してー. 松仁会医学誌 49 (2) : 110-117, 2010
- 11) 石黒 進, 酒井幸弘, 宇陀恵子, 山田裕子, 内藤尚久, 市川一夫, 他: 眼軸長測定におけるIOLMasterTMと超音波A-mode法の比較. 日視会誌 32: 151-155, 2003
- 12) Olsen T: Sources of error in intraocular power calculation. J Cataract Refract Surg 18: 125-129, 1992
- 13) Norrby S: Sources of error in intraocular lens power calculation. J Cataract Refract Surg 18: 125-129, 1992
-