

# OA-2000 测量白内障眼球生物参数的重复性及眼轴长度检出率

刘波<sup>1,2,3</sup>, 廖萱<sup>1,2</sup>, 兰长骏<sup>1,2</sup>, 彭悦<sup>1,2,4</sup>, 谭青青<sup>1,2</sup>

引用:刘波,廖萱,兰长骏,等. OA-2000 测量白内障眼球生物参数的重复性及眼轴长度检出率. 国际眼科杂志 2021;21(1):152-155

基金项目:四川省卫计委重点课题项目(No.18ZD022);南充市校企合作重大攻关项目(No.18SXHZ0492)

作者单位:<sup>1</sup>(637000)中国四川省南充市,川北医学院附属医院眼科;<sup>2</sup>(637000)中国四川省南充市,川北医学院眼视光学系;<sup>3</sup>(610200)中国四川省成都市,双流区中医医院眼科;<sup>4</sup>(611930)中国四川省彭州市人民医院眼科

作者简介:刘波,硕士研究生,研究方向:白内障与视觉质量。

通讯作者:兰长骏,硕士,主任医师,眼科主任,硕士研究生导师,研究方向:白内障与视觉质量. eyelanchangjun@163.com

收稿日期:2020-04-08 修回日期:2020-12-04

## 摘要

**目的:**比较扫频光相干断层扫描生物测量仪 OA-2000 与部分相干光干涉生物测量仪 IOL Master 500 测量白内障患者的 AL 的检出率和 AL 测量值的一致性,并评价 OA-2000 测量白内障患者眼球生物参数眼轴长度(AL)、角膜曲率(K)、前房深度(ACD)、晶状体厚度(LT)、中央角膜厚度(CCT)、瞳孔直径(PD)和白到白(WTW)的重复性。

**方法:**采用横断面研究方法。连续纳入 2018-07/09 本院眼科门诊就诊的白内障患者 166 例 270 眼,由同一位操作者先进行 IOL Master 500 测量 AL 并记录结果,随后进行 OA-2000 对 AL、K、ACD、LT、CCT、PD、WTW 数据测量。

**结果:**IOL Master 500 AL 检出率为 86.3%(233/270);OA-2000 检出率为 97.0%(262/270)。两设备测量 AL 差值的范围为 0.007±0.129mm,测量 AL 的 95%LoA 范围为 -0.24~0.26mm。OA-2000 在测量白内障患者眼球生物学参数中,除 PD 和 WTW 外,余参数如 AL、ACD、K(2.5mm 和 3mm 直径)、LT、CCT 具有很好的重复性。

**结论:**OA-2000 与 IOL Master 500 相比,对白内障患者 AL 测量的一致性很好,但 OA-2000 对 AL 的检出率更高。OA-2000 不仅对于白内障患者 AL、ACD、K、LT、CCT 眼球生物学参数测量具有高重复性,并且对于混浊程度较重及后囊下混浊的白内障的 AL 测量更具优势。

**关键词:**生物测量/眼;检出率;重复性;扫频光相干断层扫描

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2021.1.31

## Repeatability of OA - 2000 in ocular biometrics measurements and the AL detection rate in cataract eyes

Bo Liu<sup>1,2,3</sup>, Xuan Liao<sup>1,2</sup>, Chang-Jun Lan<sup>1,2</sup>, Yue Peng<sup>1,2,4</sup>, Qing-Qing Tan<sup>1,2</sup>

**Foundation items:** Key Project of Sichuan Health and Family

Planning Commission (No.18ZD022); Key Project of Nanchong City and University Cooperation (No.18SXHZ0492)

<sup>1</sup>Department of Ophthalmology, Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, Sichuan Province, China;

<sup>2</sup>Department of Ophthalmology & Optometry, North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, Sichuan Province, China; <sup>3</sup>Department of Ophthalmology, Shuangliu District Chinese Medicine Hospital, Chengdu 610200, Sichuan Province, China; <sup>4</sup>Department of Ophthalmology, Pengzhou People's Hospital, Pengzhou 611930, Sichuan Province, China

**Correspondence to:** Chang-Jun Lan. Department of Ophthalmology, Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, Sichuan Province, China; Department of Ophthalmology & Optometry, North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, Sichuan Province, China. eyelanchangjun@163.com

Received:2020-04-08 Accepted:2020-12-04

## Abstract

• **AIM:** To compare the detection rate of axial length (AL) in cataract eyes by Tomey OA-2000 and IOL Master 500, and to evaluate the repeatability of OA-2000 in measuring ocular biometrics parameters.

• **METHODS:** A cross-sectional study of 270 cataract eyes was implemented in the ophthalmic outpatient department from July to September 2018. Ocular biometric measurements including AL, keratometry readings (K), anterior chamber depth (ACD), lens thickness (LT), central corneal thickness (CCT), pupil diameter (PD) and white to white (WTW) were performed using OA-2000 and IOL Master 500. The detection rates of AL were calculated and compared between the two devices.

• **RESULTS:** AL detection rates of 86.3% (233/270) and 97.0% (262/270) were found by IOL Master 500 and OA-2000 respectively. The mean difference in the measured AL by the two devices was (0.007±0.129) mm, and the 95% limits of agreement (95%LoA) of AL was 0.01 (-0.24 to 0.26) mm. OA-2000 demonstrated good repeatability in measuring AL, ACD, K (2.5mm and 3mm pupil diameter), LT and CCT, but not in measuring PD and WTW.

• **CONCLUSION:** Both OA-2000 and IOL Master 500 showed good agreement in AL measurement in cataract patients. However, compared with IOL Master 500, OA-2000 has a higher detection rate of AL. OA-2000 not only demonstrates excellent repeatability in ocular biometric measurements including AL, ACD, K, LT and CCT, but also more advantageous for the AL measurement of cataract with heavy lens opacity and subcapsular opacity.

• KEYWORDS: biometrics/eye; detection rate; repeatability; swept source optical coherence tomography

**Citation:** Liu B, Liao X, Lan CJ, et al. Repeatability of OA-2000 in ocular biometrics measurements and the AL detection rate in cataract eyes. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2021; 21 (1): 152-155

## 0 引言

准确的眼球生物测量是白内障术前规划最重要的步骤之一,患者术后能达到理想的屈光状态的前提是人工晶状体度数(intraocular lens, IOL)的精确计算。在眼球生物测量参数中,眼轴长度(axial length, AL)的测量值极大地影响 IOL 度数计算。并且临床上许多疾病如青光眼、黄斑水肿等都伴随 AL 的变化。IOL Master 500 被证实了眼轴测量时分辨率达 $\pm 0.02\text{mm}^{[1]}$ ,但是仍然无法测出混浊程度严重的白内障患者的 AL,而 OA-2000 利用扫频光学相干断层扫描成像(swept source optical coherence tomography, SS-OCT)技术,具有更长的扫频光波长、更强的组织穿透力等优点,对混浊程度较重的白内障也能测量其 AL<sup>[2-3]</sup>。本研究采用 OA-2000 和 IOL Master 500 对白内障患者进行眼球生物参数的测量,比较两者测量 AL 的检出率和 AL 测量一致性评价,同时评价 OA-2000 测量白内障患者眼球生物参数的重复性,为临床推广运用提供依据。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 采用横断面研究方法,连续纳入 2018-07/09 在川北医学院附属医院眼科门诊就诊的年龄相关性白内障患者 166 例 270 眼,其中男 84 例(右眼 60 眼,左眼 70 眼),女 82 例(右眼 70 眼,左眼 70 眼);年龄 51~95(平均 $67.15\pm 10.86$ )岁,根据晶状体核 Emery 硬度分级标准分级,II~III级核 245 眼,IV级核共 15 眼,V级核共 10 眼。纳入标准:年龄相关性白内障且角膜透明的患者;认知能力正常,能配合检查者;无全身疾病影响视力者。排除标准:有角结膜疾病患者,如圆锥角膜、角膜瘢痕、翼状胬肉等;有葡萄膜炎、青光眼、黄斑病变等的患者;2wk 内配戴软性角膜接触镜,4wk 内配戴硬性角膜接触镜者;既往有眼部外伤及眼部手术者。本研究遵循《赫尔辛基宣言》,并经川北医学院附属医院伦理委员会批准。

## 1.2 方法

**1.2.1 一般检查** 对所有白内障患者进行一般检查,测量裸眼视力(uncorrected visual acuity, UCVA)、最佳矫正视力(best corrected visual acuity, BCVA),进行裂隙灯显微镜、非接触眼压计、激光扫描检眼镜、眼部 A/B 超、角膜内皮细胞计、OCT 等检查。

**1.2.2 OA-2000 检查** 由操作熟练的检查者进行。患者注视测量窗口的红灯,充分睁眼暴露角膜,每次测试前瞬目几次,检查者按屏幕提示进行对焦后,自动测量 AL、角膜曲率(keratometry readings, K)、前房深度(anterior chamber depth, ACD)、晶状体厚度(lens thickness, LT)、中央角膜厚度(central corneal thickness, CCT)、瞳孔直径(pupil diameter, PD)和白到白(white to white, WTW)等。每位患者患眼测量 3 次。

**1.2.3 IOL Master 500 检查** 患者注视镜头红灯,充分睁眼暴露角膜,每次测试前瞬目几次,检查者调整手柄位置

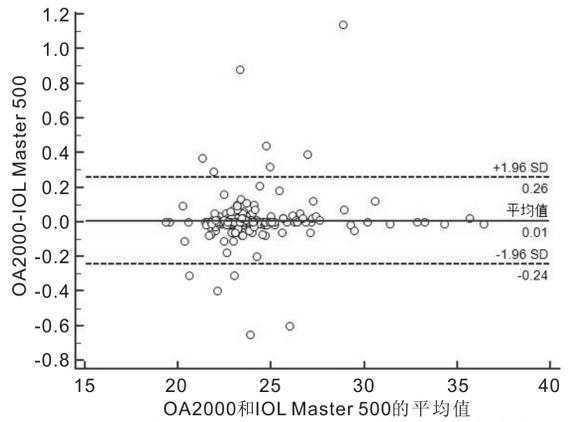


图 1 OA-2000 与 IOL Master 500 测量白内障患者 AL 的 Bland-Altman 一致性分析。

进行对焦,位置清晰后进行测量。测量 AL 时,信噪比(signal-to-noise ratio, SNR) $> 1.6$  则定为 AL 检出。进行 AL 测量时,若第一次未测出,可重复测量 3 次,3 次均为测出,则认为 AL 未检出。

**统计学分析:**采用 SPSS 23.0 进行统计分析。检出率为计数资料,以率表示,两种仪器的 AL 检出率采用 $\chi^2$  进行比较。连续型变量的数据资料经 Kolmogorov-Smirnov 检验证实呈正态分布( $P > 0.05$ ),计量资料以 $\bar{x} \pm s$  表示,两设备测量结果数值差异采用配对样本  $t$  检验进行比较,相关性采用 Pearson 相关分析,一致性采用 Bland-Altman 分析;采用组内标准差(within-subject standard deviation,  $S_w$ )、组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)、组内变异系数(coefficient of variation, CoV)、重复性限(repeatability limit,  $r$ ) 定义为 $1.96\sqrt{2}S_w$ ,即 $2.77S_w$ ( $196\sqrt{2}S_w$ )、 $S_w$ 、ICC、CoV 统计指标评价 OA-2000 的在白内障患者中眼球生物学参数的重复性。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 OA-2000 与 IOL Master 500 测量白内障患者 AL 的检出率和 AL 测量结果** 在测量的 270 眼中,OA-2000 AL 检出率为 97.0%,检出的 AL 平均值 $23.810 \pm 2.240\text{mm}$ ; IOL Master 500 AL 检出率为 86.3%,检出的 AL 为 $23.799 \pm 2.225\text{mm}$ 。OA-2000 和 IOL Master 500 的 AL 检出率差异具有统计学意义( $\chi^2 = 20.388, P < 0.001$ ),见表 1。在两种仪器均能测量 AL 的 233 眼中,AL 测量的结果差异显示无统计学意义( $t = 0.884, P > 0.05$ ),差值为 $0.007 \pm 0.129\text{mm}$ 。

**2.2 OA-2000 与 IOL Master 500 测量白内障患者 AL 的相关性及一致性分析** 对 OA-2000 及 IOL Master 500 均能检出的 233 例 AL 进行 Pearson 相关性分析,结果表明两设备 AL 的测量值具有很高的相关性( $r = 0.998, P < 0.001$ )。两者测量的差值的范围为 $0.007 \pm 0.129\text{mm}$ ,测量 AL 的 95% 一致性限(limits of agreement, LoA) 指标评价,范围为 $0.01 (-0.24 \sim 0.26)\text{mm}$ ,5.15% 点在一致性范围外,AL 的上下限绝对值为 0.26, Bland-Altman 图显示两设备检测 AL 的一致性较好,见图 1。

**2.3 OA-2000 测量白内障患者眼球生物参数的组内重复性** OA-2000 测量白内障患者眼球生物学参数的组内重复性见表 2。OA-2000 测量白内障患者的 AL、ACD、 $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_m$ 、LT、CCT 的重复性均较高。除 PD 和 WTW 外,所有眼球生物学参数的 CoV $< 2.5\%$ ,所有眼球生物参数

表1 OA-2000与IOL Master 500测量白内障患者AL的检出率

检测设备	眼数	检出眼数	未检出眼数	检出率(%)
IOL Master 500	270	233	37	86.3
OA-2000	270	262	8	97.0

表2 OA-2000测量白内障眼球生物参数的组内重复性

眼球生物参数	$\bar{x} \pm s$	$S_w$	$2.77S_w$	CoV(%)	ICC
$K_1(D) \phi = 2.5mm$	43.678±1.675	0.287	0.794	0.656	0.971(0.964~0.976)
$K_2(D) \phi = 2.5mm$	44.824±1.841	0.297	0.823	0.662	0.974(0.968~0.979)
$K_m(D) \phi = 2.5mm$	44.251±1.641	0.219	0.606	0.494	0.982(0.978~0.986)
$K_1(D) \phi = 3.0mm$	43.676±1.689	0.339	0.938	0.775	0.960(0.951~0.967)
$K_2(D) \phi = 3.0mm$	44.874±1.894	0.348	0.964	0.775	0.966(0.959~0.973)
$K_m(D) \phi = 3.0mm$	44.275±1.65	0.266	0.737	0.600	0.974(0.968~0.979)
AL(mm)	23.799±2.227	0.099	0.274	0.414	0.998(0.998~0.998)
ACD(mm)	3.092±0.448	0.062	0.174	2.031	0.980(0.976~0.984)
LT(mm)	4.478±0.595	0.096	0.267	2.152	0.974(0.968~0.979)
CCT( $\mu m$ )	521.616±36.604	6.011	16.65	1.152	0.973(0.967~0.978)
PD(mm)	4.714±1.235	0.328	0.909	6.962	0.932(0.917~0.944)
WTW(mm)	11.392±0.759	0.610	1.690	5.357	0.548(0.519~0.645)

测量值的 ICC 均大于 0.96, 其中 AL 的 ICC 为 0.998。除 PD 及 WTW 外的其余各参数的组内重复性好。

### 3 讨论

Norrbby<sup>[4]</sup>认为引起 IOL 度数计算不准确的原因包括 IOL 的位置(35%)、术后屈光度的测定误差(27%)和术前 AL 测量(17%)。Olsen<sup>[5]</sup>指出白内障患者术后效果不理想的原因,由 AL、ACD、K 测量误差引起者所占比例分别为 36%、42%和 22%。因此,眼球生物学参数的准确性及 AL 检出率对于临床工作有实际意义。

本研究中,OA-2000 白内障患者 AL 的检出率为 97.0%,对于 OA-2000 未测出 AL 的 8 眼,Emery 分级为 V 级核;IOL Master 500 检出率为 86.3%。OA-2000 与 IOL Master 500 检出率差异具有统计学意义( $\chi^2 = 20.388, P < 0.001$ )。在两种仪器均能测量 AL 的 233 眼中,AL 测量的结果差异显示无统计学意义( $t = 0.884, P > 0.05$ ),差值为  $0.007 \pm 0.129mm$ 。对 OA-2000 及 IOL Master 500 均能检出的 233 眼 AL 进行相关性分析,结果表明两者对于 AL 的测量具有很高的相关性( $r = 0.998, P < 0.001$ )。Reitblat 等<sup>[2]</sup>比较了 OA-2000、IOL Master 500 测量白内障患者 AL 的检出率,对于 IOL Master 500 不能测量的 301 眼中,OA-2000 能测出 284 眼,AL 检出率为 99.7%。Huang 等<sup>[6]</sup>对 IOL Master 700、OA-2000、Argos、IOL Master v5.4 的 AL 检出率研究中,检出率分别为 97.08%、97.08%、99.42%、80.70%。而在李逸丰等<sup>[7]</sup>关于 OA-2000 与 AL-Scan 的眼轴长度检出率研究中,检出率分别为 98.4%和 90.2%。基于 SS-OCT 的 IOL Master 700 及基于部分相干干涉测量(partial coherent interference, PCI)技术的 IOL Master 500 检出率比较的研究,显示 IOL Master 700 的检出率更高,结果与本研究类似<sup>[8]</sup>。IOL Master 700 与 OA-2000 均为基于 SS-OCT 技术,白内障患者 AL 的检出率都更高。

造成本研究检出率差异较大的原因可能是由于测量原理的不同,对于 AL 的测量,传统的 A 超测量原理为根据其发出的超声波在不同的组织中传播速度的不同,根据

回波的时间计算眼轴长度。自 1999 年基于 PCI 测量的光学生物测量仪 IOL Master 500 用于临床,由于其具有非接触性、高重复性和准确性的优点,逐渐取代了传统的超声生物测量<sup>[9]</sup>,对于 PCI 技术,测量 AL 受屈光介质的混浊程度的影响。有研究证明在混浊程度很重的白内障,特别是核性混浊和后囊下混浊程度很重的晶状体,AL 检出率较低<sup>[10]</sup>。OA-2000 测量 AL 原理为 SS-OCT 技术,为傅里叶域 OCT 的一种<sup>[11]</sup>,具有更快地测量速度及更强地组织穿透性,采用的激光波长为 1060nm 具有更强地组织穿透力,与 A 超不同的是,OA-2000 采用“B 扫描”方式,在测量过程中,以视轴为中心进行 0°、60°、120°、180°进行扫描,扫描范围更广,可以避免混浊程度很重的晶状体而搜索可检测的位点<sup>[7,12]</sup>,从而测眼轴长度。

OA-2000 及 IOL Master 500 对均能检出的 233 眼 AL 进行 Pearson 相关性分析,结果表明两者对于 AL 的测量具有很高的相关性( $r = 0.998, P < 0.001$ )。两者测量的 AL 的差异非常小,为  $0.007 \pm 0.129mm$ ,两者测量 AL 的 95% LoA 指标评价,5.15%点在一致性范围外,AL 的上下限绝对值为 0.26mm, Bland-Altman 图显示两设备检测 AL 的一致性较好。有研究显示,0.01mm 的 AL 测量差异会导致 IOL 度数计算的 0.03D 的误差<sup>[13]</sup>,本研究中,两者测量 AL 的差异为 0.007mm,在临床计算 IOL 度数时,不会影响 IOL 度数的选择。两者测量 AL 具有较好的一致性及相关性,这与既往研究类似。在 Kongsap<sup>[14]</sup>对白内障患者的研究中,OA-2000 与 IOL Master 500 测量 AL 值相关性良好, $r = 0.999$ 。在 Hua 等<sup>[15]</sup>的 OA-2000 与 IOL Master 500 对健康人眼的研究中,两者测量的差异非常小,平均值为  $-0.058 \pm 0.094mm$ ,95% LoA 为  $-0.24 \sim 0.13mm$ ,显示两仪器测量 AL 的一致性很好。Huang 等<sup>[16]</sup>对参数进行了 Bland-Altman 分析,结果显示 OA-2000 与 IOL Master v5.4 测量 AL 的差异为  $0.01 \pm 0.03mm$ ,95% LoA 范围狭窄,为 0.07mm,两者测量 AL 一致性优良。在 Liao 等<sup>[17]</sup>对 OA-2000 与 IOL Master 700 对健康青年人眼的一致性研究中,两设备测量 AL 的 95%LoA 的范围为  $-0.03 \sim 0.03mm$ ,具有很好的一致

性。华焱军等<sup>[18]</sup>对 OA-2000 和 IOL Master 500 在白内障患者的研究中,两者测量的差值为  $-0.07 \pm 0.10\text{mm}$  ( $t = -5.99, P < 0.01$ ), 95% LoA 上下限绝对值范围为 0.27mm。国内外研究均证明 OA-2000 测量 AL 与 IOL Master 的一致性很好,测量的结果可以在临床中互换使用。

OA-2000 测量眼球生物学参数的组内重复性中,在刘波等<sup>[19]</sup>关于 OA-2000 在健康人眼的重复性研究中,结果显示除 PD 和 WTW 外,各眼球生物学参数测量值  $CoV < 1\%$  及 ICC 均大于 0.96, AL、ACD、 $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_m$ 、LT、CCT 组内重复性结果优良;Wang 等<sup>[20]</sup>对 78 眼白内障眼的重复性研究中,除未进行 PD 观察外,各参数测量值的重复性均好。本研究对 270 眼白内障眼进行的重复性研究中,结果显示 AL、ACD、 $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_m$ 、LT、CCT 的重复性均较高,PD 及 WTW 组内重复性较差,目前 Barrett Universal II 是公认较为准确的计算公式,其中计算参数增加了 WTW 和 LT, OA-2000 的 WTW 重复性低提醒我们重视其对该公式的影响。结合既往研究与本研究的结果,证实 OA-2000 在测量健康人和白内障患者眼球参数时,均具有较好的重复性。

综上所述,OA-2000 对 AL 具有很高的检出率,对混浊程度很重的白内障的 AL 也能部分检出,与 IOL Master 500 测量 AL 的一致性优良;对于白内障患者测量 AL、CCT、ACD、K、LT 眼部生物学参数具有高度的重复性。OA-2000 对于白内障术前生物参数测量及 IOL 度数计算具有良好的应用价值。

#### 参考文献

- 1 谢海南, 陈穗桦. 眼球生物测量在白内障手术中的应用进展. 国际眼科杂志 2014;14(1):62-64
- 2 Reitblat O, Levy A, Kleinmann G, et al. Accuracy of intraocular lens power calculation using three optical biometry measurement devices: the OA-2000, Lenstar-LS900 and IOLMaster-500. *Eye (Lond)* 2018;32(7):1244-1252
- 3 兰长骏, 彭悦, 廖莹. 扫频光相干断层扫描生物测量仪在白内障中的应用. 中华实验眼科杂志 2019;37(2):123-128
- 4 Norrby S. Sources of error in intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg* 2008;34(3):368-376
- 5 Olsen T. Calculation of intraocular lens power: a review. *Acta Ophthalmol Scand* 2007;85(5):472-485
- 6 Huang J, Chen H, Li Y, et al. Comprehensive Comparison of Axial Length Measurement With Three Swept-Source OCT-Based Biometers and Partial Coherence Interferometry. *J Refract Surg* 2019; 35(2):115-120

7 李逸丰, 杨文利, 李栋军, 等. 基于扫频源相干光断层成像原理与部分相干光干涉原理的生物测量仪在眼轴测量中的比较. 中华眼视光学与视觉科学杂志 2018;20(11):648-652

8 崔蕊, 杨文利, 李栋军, 等. IOLMaster 700 与 IOLMaster 500 测量白内障术前眼轴长度的一致性及检出率比较. 中华眼视光学与视觉科学杂志 2018;20(11):659-662

9 Holzer MP, Mamusa M, Auffarth GU. Accuracy of a new partial coherence interferometry analyser for biometric measurements. *Br J Ophthalmol* 2009;93(6):807-810

10 Hill W, Angeles R, Otani T. Evaluation of a new IOLMaster algorithm to measure axial length. *J Cataract Refract Surg* 2008;34(6):920-924

11 Telenkov SA, Mandelis A. Fourier - domain biophotocooustic subsurface depth selective amplitude and phase imaging of turbid phantoms and biological tissue. *J Biomed Opt* 2006;11(4):44006

12 崇晓霞, 王岩, 王盼, 等. OA-2000 与 IOLMaster 500、A 型超声测量白内障眼部生物学参数的比较. 中华眼视光学与视觉科学杂志 2019;21(5):370-374

13 Srivannaboon S, Chirapapaisan C, Chonpimai P, et al. Clinical comparison of a new swept-source optical coherence tomography-based optical biometer and a time-domain optical coherence tomography-based optical biometer. *J Cataract Refract Surg* 2015;41(10):2224-2232

14 Kongsap P. Comparison of a new optical biometer and a standard biometer in cataract patients. *Eye Vis (Lond)* 2016;3:27

15 Hua Y, Qiu W, Xiao Q, et al. Precision (repeatability and reproducibility) of ocular parameters obtained by the Tomey OA-2000 biometer compared to the IOLMaster in healthy eyes. *PLoS One* 2018;13(2):e193023

16 Huang J, Savini G, Hoffer KJ, et al. Repeatability and interobserver reproducibility of a new optical biometer based on swept-source optical coherence tomography and comparison with IOLMaster. *Br J Ophthalmol* 2017;101(4):493-498

17 Liao X, Peng Y, Liu B, et al. Agreement of ocular biometric measurements in young healthy eyes between IOL Master 700 and OA-2000. *Sci Rep* 2020;10(1):3134

18 华焱军, 肖秋怡, 吴强. 新型眼生物测量仪 Tomey OA-2000 和 IOL Master 获得的白内障患者眼生物参数的比较. 眼科新进展 2017;37(9):845-848

19 刘波, 廖莹, 兰长骏, 等. 扫频光相干断层扫描生物测量仪测量健康人眼球生物学参数的重复性和再现性. 中华实验眼科杂志 2019;37(11):921-925

20 Wang W, Miao Y, Savini G, et al. Precision of a new ocular biometer in eyes with cataract using swept source optical coherence tomography combined with Placido - disk corneal topography. *Sci Rep* 2017;7(1):13736