

# IOL Master 700 与 Lenstar LS900 对高度近视合并白内障患者术前生物测量及人工晶状体计算的比较

陶露莎\*, 高铃\*, 喻娟, 冯英, 陈爽, 吴敏

引用:陶露莎,高铃,喻娟,等. IOL Master 700 与 Lenstar LS900 对高度近视合并白内障患者术前生物测量及人工晶状体计算的比较. 国际眼科杂志, 2024,24(4):612-617.

基金项目:重庆市科卫联合医学科研项目(No.2021MSXM008)

作者单位:(400000)中国重庆市,中国人民解放军陆军特色医学中心(大坪医院)眼科

\*陶露莎和高铃对本文贡献一致。

作者简介:陶露莎,女,毕业于川北医学院,本科,主管技师,研究方向:白内障;高铃,女,毕业于陆军军医大学,博士,副主任医师,研究方向:白内障。

通讯作者:吴敏,女,毕业于第三军医大学,硕士,副主任医师,研究方向:白内障. wumin19781109@163.com

收稿日期:2023-10-10 修回日期:2024-02-29

## 摘要

**目的:**比较 IOL Master 700 与 Lenstar LS900 对高度近视合并白内障患者术前眼生物测量的差异性、相关性、一致性及人工晶状体(IOL)度数计算的准确性。

**方法:**回顾性研究。收集 2021-03/2023-03 于陆军特色医学中心眼科行白内障超声乳化联合 IOL 植入手术的高度近视合并白内障患者 136 例 136 眼,平均年龄 57.38±8.08 岁。根据眼轴长度(AL)将患者分为 3 组:A 组(26 mm≤AL≤28 mm)41 眼,B 组(28 mm<AL≤30 mm)43 眼,C 组(AL>30 mm)52 眼。术前分别使用两种仪器测量 AL、平均角膜曲率(Km)、前房深度(ACD)、晶状体厚度(LT)和白到白距离(WTW)。所有患者均采用 Barrett Universal II 公式计算 IOL 度数,个性化选择适宜的预留屈光度,比较两种仪器的预测屈光误差(PE)和绝对屈光误差(AE)。

**结果:**三组患者中 Lenstar LS900 测量的 AL 和 ACD 均大于 IOL Master 700 测量值(均  $P<0.05$ ),且两种仪器测量 AL 的平均差值 C 组>B 组>A 组。两种仪器测量 LT、Km 与 WTW 值均无差异(均  $P>0.05$ )。两种仪器所得各组生物参数均具有正相关性(均  $r>0.9$ , $P<0.05$ )且一致性较好(95%LoA 范围较窄)。两种仪器计算的 AE 无差异( $P>0.05$ ),但 IOL Master 700 计算的 PE 小于 Lenstar LS900 ( $P<0.05$ ),且前者远视偏移百分比更低。

**结论:**在高度近视合并白内障患者中,Lenstar LS900 测量 AL 值大于 IOL Master 700,且该差异随着 AL 的增加而增大,两种仪器对 IOL 的计算均具有良好的预测性,但 IOL Master 700 术后屈光误差更小,远视偏移百分比更低。

**关键词:**IOL Master 700;Lenstar LS900;高度近视;白内障;生物测量;眼轴;人工晶状体;Barrett Universal II

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2024.4.22

## Comparison of IOL Master 700 versus Lenstar LS900 for preoperative biometric measurement and intraocular lens calculation in cataract patients with high myopia

Tao Lusha\*, Gao Ling\*, Yu Juan, Feng Ying, Chen Shuang, Wu Min

**Foundation item:** Chongqing Science and Health Joint Medical Research Project (No.2021MSXM008)

Department of Ophthalmology, Army Medical Center of PLA (Daping Hospital), Chongqing 400000, China

\* Co-first authors: Tao Lusha and Gao Ling

**Correspondence to:** Wu Min. Department of Ophthalmology, Army Medical Center of PLA (Daping Hospital), Chongqing 400000, China. wumin19781109@163.com

Received:2023-10-10 Accepted:2024-02-29

## Abstract

• **AIM:** To compare the differences, correlations and consistency of IOL Master 700 or Lenstar LS900 in preoperative ocular biometry and the accuracy of intraocular lens (IOL) degree calculation of cataract patients with high myopia.

• **METHODS:** Retrospective study. A total of 136 cases (136 eyes) of high myopia and cataract patients who underwent phacoemulsification at the ophthalmology department of Army Medical Center of PLA from March 2021 to March 2023 were collected, with a mean age of 57.38±8.08 years. Patients were divided into 3 groups based on axial length (AL): 41 eyes in group A (26 mm≤AL≤28 mm), 43 eyes in group B (28 mm<AL≤30 mm) and 52 eyes in group C (AL>30 mm). AL, mean keratometry (Km), anterior chamber depth (ACD), lens thickness (LT) and white-to-white (WTW) were preoperatively measured by two instruments, respectively. Barrett Universal II formula was used to calculate the IOL degrees of all patients, the appropriate reserved diopter was decided individually, and the prediction error (PE) and absolute error (AE) of the two instruments were compared.

• **RESULTS:** The AL and ACD of patients in the three groups measured by Lenstar LS900 were higher than the AL measured by IOL Master 700 (all  $P<0.05$ ), with a difference of AL measured by the two devices: group C>group B>group A. However, there was no statistical

significance in LT, Km, and WTW measured by the two instruments (all  $P > 0.05$ ). All biometric parameters measured by the two devices were positively correlated (all  $r > 0.9$ ,  $P < 0.05$ ), and consistent (95% LoA of all groups were narrow). There was no statistically significant difference in AE calculated by the two devices ( $P > 0.05$ ), but the IOL Master 700 calculated a smaller PE than Lenstar LS900 ( $P < 0.05$ ), with lower percentage of hyperopic shift in IOL Master 700.

• **CONCLUSION:** In cataract patients with high myopia, AL measured by Lenstar LS900 is longer than that by IOL Master 700, and the differences of AL increase along with the growth of AL. Both devices have a good prediction for IOL calculation, but IOL Master 700 has less refractive error, lower percentage of hyperopic shift, and greater clinical advantages IOL Master 700.

• **KEYWORDS:** IOL Master 700; Lenstar LS900; high myopia; cataract; biometry; axial length; intraocular lens; Barrett Universal II

**Citation:** Tao LS, Gao L, Yu J, et al. Comparison of IOL Master 700 versus Lenstar LS900 for preoperative biometric measurement and intraocular lens calculation in cataract patients with high myopia. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2024,24(4):612-617.

## 0 引言

高度近视是指眼轴(axial length, AL)  $\geq 26$  mm 或屈光度数超过  $-6.0$  D 的近视性疾病,是我国 45-59 岁人群视力损害的首要原因<sup>[1]</sup>。研究证实,高度近视患者核性白内障的发病率更高,发病时间更早,通过白内障手术植入人工晶状体(intraocular lens, IOL)能显著降低屈光度,改善术后视觉质量,但其复杂的眼内结构变化,导致术前生物测量准确性欠佳,术后较正常眼轴白内障患者更易出现明显的屈光意外<sup>[2-3]</sup>。有研究显示,常规白内障手术的平均屈光误差在  $\pm 0.5$  D 以内者占 71.0%,  $\pm 1.0$  D 者占 93.0%,但随着 AL 的增加,绝对屈光误差(absolute error, AE)逐渐增大,且预测屈光误差(prediction error, PE)在  $\pm 0.5$  D 内的比例逐渐减小<sup>[4-5]</sup>。在屈光性白内障手术时代背景下,多焦点人工晶状体(multifocal intraocular lens, MIOL)在高度近视合并白内障手术中的应用越来越多,使术后脱镜成为可能,所以提高术前生物参数测量及 IOL 计算的准确性显得尤为重要。随着光学生物测量仪的不断发展,目前 IOL Master 700 和 Lenstar LS900 均被广泛应用于临床,两者测量生物参数差异性小,一致性较好,且仪器内置的 Barrett Universal II 公式对 IOL 计算的准确性已得到大量研究证实<sup>[6-8]</sup>。但仍有研究发现,AL  $\geq 25.5$  mm 时 Lenstar LS900 测量的 AL 值比 IOL Master 700 测量的 AL 值偏大<sup>[9]</sup>。由于 AL 是影响轴性高度近视合并白内障术后屈光误差的重要因素<sup>[10]</sup>,目前关于两种仪器测量 AL 差异对高度近视合并白内障 IOL 度数计算影响的研究较少,故本研究根据 AL 将高度近视合并白内障患者分组,比较两种仪器生物测量参数的差异性、相关性、一致性及 IOL 计算的准确性,为相关临床及科研工作提供更多依据。

## 1 对象和方法

1.1 对象 回顾性研究。收集 2021-03/2023-03 于陆军

特色医学中心眼科接受白内障超声乳化联合 IOL 植入手术的高度近视合并白内障患者 136 例 136 眼。纳入标准:(1)术前 AL  $\geq 26$  mm 的高度近视合并白内障患者;(2)术前已同时完成 IOL Master 700 与 Lenstar LS900 检查,且均能检出所有生物学参数;(3)术后最佳矫正视力  $\geq 0.5$ ;(4)角膜散光  $\leq 2.0$  D。排除标准:(1)伴有其他眼部疾病,如干眼、翼状胬肉、角膜瘢痕、青光眼及黄斑病变等;(2)眼部外伤史或手术史;(3)长期配戴角膜接触镜;(4)眼球震颤或重度白内障无法固视;(5)裂隙灯显微镜显示 IOL 位置异常;(6)植入散光型 IOL 的患者。本研究遵循《赫尔辛基宣言》,所有患者均签署知情同意书,并经陆军特色医学中心伦理委员会审核通过[No.医研伦审(2022)第 33 号]。

## 1.2 方法

1.2.1 检测设备 IOL Master 700(软件版本 1.88)与 Lenstar LS900(软件版本 9.6.0)检查时均在同一暗环境中的自然瞳孔状态下进行,且在 10 min 内完成,两种仪器检查无先后顺序,检查前未接受任何眼部药物及其他眼部接触性检查。检测时患者保持稳定舒适坐姿,下颌置于下颌托上,额头紧贴额托,嘱患者注视设备内固视灯,在测量前适当眨眼,使泪膜均匀分布,测量时尽量睁大眼,避免眼睑遮盖。测量结果均需符合仪器的质量控制标准,IOL Master 700 选取显示黄斑中心凹图像且数据质量分析合格的检测值,Lenstar LS900 连续测量 3 次,选取仪器自动分析的平均值。

1.2.2 数据收集 分别记录 AL、平均角膜曲率(mean keratometry, Km)、前房深度(anterior chamber depth, ACD)、晶状体厚度(lens thickness, LT)及白到白距离(white-to-white, WTW)值。两种仪器内置的 IOL 均采用相同的常数,角膜屈光指数均设置为 1.3375,根据 IOL Master 700 的测量结果个性化选择适宜的 IOL 度数,分别得到同一度数下所对应的理论目标屈光度值。记录患者术后 3 mo 最佳矫正视力的等效球镜度(spherical equivalent, SE)、PE、AE,其中 SE=球镜度数+(柱镜度数/2),PE=术后实际等效球镜度-术前预留度数,AE 为 PE 的绝对值。计算两种仪器各组 PE 在不同屈光阈的分布情况。

统计学分析:使用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。计数资料用  $n(\%)$  表示;计量资料采用 Shapiro-Wilk 进行正态性检验,符合正态分布数据以均数  $\pm$  标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用配对  $t$  检验;非正态分布数据以  $M(P_{25}, P_{75})$  表示,采用 Wilcoxon 符号秩检验,相关性采用 Person 或 Spearman 相关分析法,一致性评价采用 Bland-Altman 分析。 $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

## 2 结果

2.1 纳入患者基本资料 本研究共纳入患者 136 例 136 眼,其中男 48 例 48 眼,女 88 例 88 眼,右眼 82 例,左眼 54 例,年龄 38-79(平均  $57.38 \pm 8.08$ )岁,植入 IOL 屈光度为  $-3.0$ - $+18.5$ (平均  $7.99 \pm 4.24$ )D,其中 29 眼(21.3%)植入 MIOL 晶状体,107 眼(78.7%)植入单焦点 IOL。根据 AL 将患者分为 3 组:A 组( $26 \text{ mm} \leq \text{AL} \leq 28 \text{ mm}$ )41 眼,B 组

(28 mm < AL ≤ 30 mm) 43 眼, C 组 (AL > 30 mm) 52 眼。

**2.2 各组患者 IOL Master 700 与 Lenstar LS900 测量生物参数比较** 各组患者中 Lenstar LS900 测量的 AL 和 ACD 值均大于 IOL Master 700 测量值, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 两种仪器测量的 Km、LT 与 WTW 值比较差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。两种仪器测量的所有生物参数均呈正相关 (均  $r > 0.9$ ,  $P < 0.001$ , 表 1), 一致性较好,

95%LoA 均较窄 (表 2)。

**2.3 各组患者 IOL Master 700 与 Lenstar LS900 对 IOL 计算准确性的比较** IOL Master 700 的 PE 及 AE 均小于 Lenstar LS900, 各组 PE 差异均有统计学意义 ( $P < 0.01$ ), AE 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 见表 3。PE 均主要集中在 ±0.50 D 以内, Lenstar LS900 的远视偏移百分比在各组中均大于 IOL Master 700, 见表 4, 图 1。

表 1 各组患者 IOL Master 700 与 Lenstar LS900 各项生物参数比较

组别	眼数	生物参数	IOL Master 700	Lenstar LS900	差异性		相关性	
					t/Z	P	r/rs	P
A 组	41	AL ( $\bar{x} \pm s$ , mm)	27.15 ± 0.52	27.18 ± 0.53	-4.32	<0.001	0.997	<0.001
		Km ( $\bar{x} \pm s$ , D)	44.07 ± 1.50	44.08 ± 1.50	-1.97	0.056	1.000	<0.001
		ACD ( $\bar{x} \pm s$ , mm)	3.36 ± 0.37	3.38 ± 0.37	-4.56	<0.001	0.999	<0.001
		LT ( $\bar{x} \pm s$ , mm)	4.21 ± 0.39	4.22 ± 0.38	-1.87	0.068	0.997	<0.001
		WTW ( $\bar{x} \pm s$ , mm)	11.65 ± 0.47	11.63 ± 0.45	2.01	0.052	0.982	<0.001
B 组	43	AL [ $M(P_{25}, P_{75})$ , mm]	28.66 (28.36, 29.23)	28.79 (28.41, 29.32)	-5.60	<0.001	0.991	<0.001
		Km ( $\bar{x} \pm s$ , D)	44.37 ± 1.68	44.37 ± 1.67	-0.24	0.813	0.999	<0.001
		ACD ( $\bar{x} \pm s$ , mm)	3.53 ± 0.27	3.54 ± 0.27	-2.90	0.01	0.997	<0.001
		LT ( $\bar{x} \pm s$ , mm)	4.32 ± 0.25	4.33 ± 0.26	-1.69	0.099	0.988	<0.001
		WTW ( $\bar{x} \pm s$ , mm)	11.68 ± 0.44	11.68 ± 0.46	0.64	0.525	0.992	<0.001
C 组	52	AL [ $M(P_{25}, P_{75})$ , mm]	31.14 (30.54, 32.27)	31.19 (30.66, 32.32)	-6.22	<0.001	0.998	<0.001
		Km ( $\bar{x} \pm s$ , D)	43.75 ± 1.53	43.74 ± 1.53	0.18	0.858	0.998	<0.001
		ACD ( $\bar{x} \pm s$ , mm)	3.47 ± 0.33	3.48 ± 0.33	-2.66	0.01	0.997	<0.001
		LT ( $\bar{x} \pm s$ , mm)	4.35 ± 0.32	4.36 ± 0.34	-1.26	0.214	0.983	<0.001
		WTW ( $\bar{x} \pm s$ , mm)	11.81 ± 0.46	11.79 ± 0.45	1.81	0.076	0.988	<0.001

注: A 组: 26 mm ≤ AL ≤ 28 mm; B 组: 28 mm < AL ≤ 30 mm; C 组: AL > 30 mm。

表 2 各组患者 IOL Master 700 与 Lenstar LS900 测量生物参数的一致性

组别	眼数	生物参数	平均差值	最大差值绝对值	95%LoA	区间宽度	95%LoA 外占比 (眼, %)
A 组	41	AL (mm)	0.03	0.12	-0.05-0.10	0.15	4 (9.8)
		Km (D)	0.01	0.10	-0.07-0.09	0.16	3 (7.3)
		ACD (mm)	0.01	0.05	-0.02-0.05	0.07	3 (7.3)
		LT (mm)	0.01	0.10	-0.05-0.07	0.12	2 (4.9)
		W-W (mm)	0.03	0.32	-0.20-0.14	0.34	2 (4.9)
B 组	43	AL (mm)	0.07	0.15	-0.01-0.14	0.15	2 (4.7)
		Km (D)	0.00	0.19	-0.12-0.13	0.25	2 (4.7)
		ACD (mm)	0.01	0.06	-0.03-0.05	0.08	3 (7.0)
		LT (mm)	0.01	0.12	-0.07-0.09	0.16	4 (9.3)
		W-W (mm)	-0.01	0.11	-0.12-0.11	0.23	0
C 组	52	AL (mm)	0.09	0.18	0.01-0.17	0.18	3 (5.8)
		Km (D)	0.00	0.36	-0.17-0.16	0.36	1 (1.9)
		ACD (mm)	0.01	0.09	-0.04-0.05	0.09	2 (3.9)
		LT (mm)	0.01	0.20	-0.11-0.14	0.20	4 (7.7)
		W-W (mm)	-0.02	0.18	-0.16-0.12	0.18	4 (7.7)

注: A 组: 26 mm ≤ AL ≤ 28 mm; B 组: 28 mm < AL ≤ 30 mm; C 组: AL > 30 mm。

表 3 各组患者 IOL Master 700 与 Lenstar LS900 的 PE 和 AE 比较

组别	眼数	生物参数	IOL Master 700	Lenstar LS900	t/Z	P
A 组	41	PE ( $\bar{x} \pm s$ )	0.10 ± 0.27	0.15 ± 0.26	-3.400	<0.01
		AE [ $M(P_{25}, P_{75})$ ]	0.16 (0.04, 0.34)	0.17 (0.07, 0.35)	-1.907	0.056
B 组	43	PE ( $\bar{x} \pm s$ )	-0.02 ± 0.42	0.10 ± 0.43	-9.701	<0.001
		AE [ $M(P_{25}, P_{75})$ ]	0.21 (0.09, 0.48)	0.28 (0.12, 0.42)	-0.642	0.521
C 组	52	PE ( $\bar{x} \pm s$ )	0.12 ± 0.50	0.22 ± 0.49	-7.783	<0.001
		AE [ $M(P_{25}, P_{75})$ ]	0.29 (0.13, 0.58)	0.33 (0.18, 0.50)	-1.449	0.147

注: A 组: 26 mm ≤ AL ≤ 28 mm; B 组: 28 mm < AL ≤ 30 mm; C 组: AL > 30 mm。

表 4 各组患者 IOL Master 700 与 Lenstar LS900 对 IOL 计算准确性的比较

眼(%)

组别	眼数	PE 在±0.5 D 以内		PE 在±1.0 D 以内		远视偏移率	
		IOL Master 700	Lenstar LS900	IOL Master 700	Lenstar LS900	IOL Master 700	Lenstar LS900
A 组	41	38(92.7)	38(92.7)	41(100)	41(100)	26(63.4)	27(65.9)
B 组	43	33(76.7)	33(76.7)	42(97.7)	42(97.7)	21(48.8)	27(62.8)
C 组	52	37(71.2)	40(76.9)	48(92.3)	48(92.3)	29(55.8)	35(67.3)

注:A 组:26 mm≤AL≤28 mm;B 组:28 mm<AL≤30 mm;C 组:AL>30 mm。

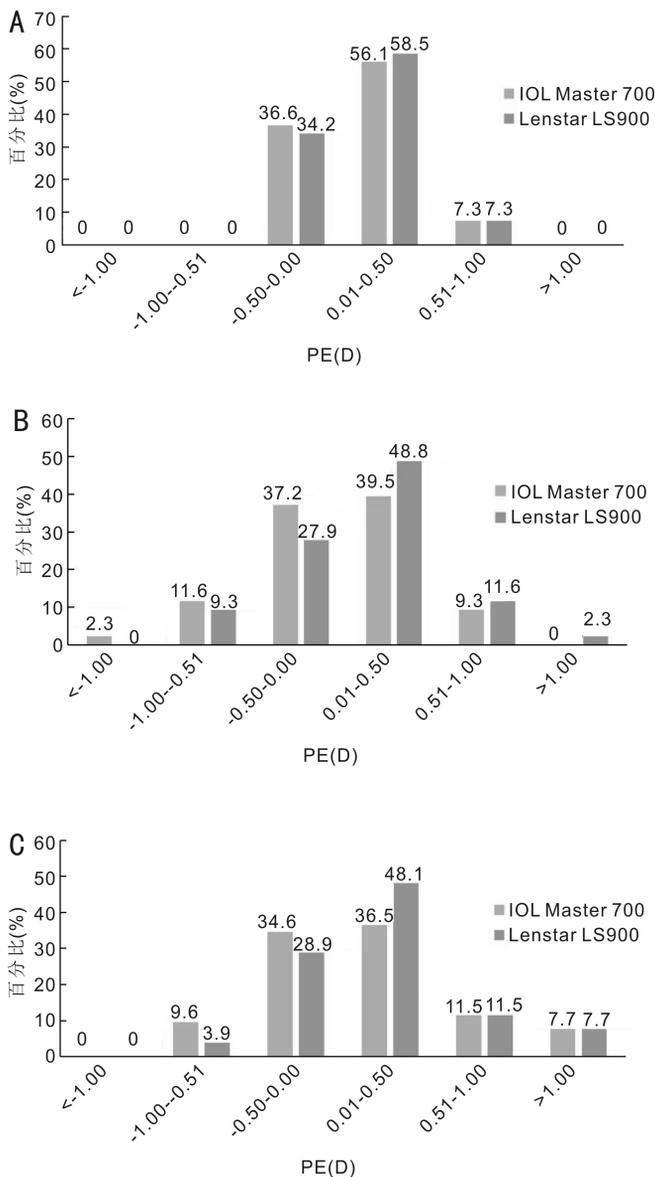


图 1 IOL Master 700 与 Lenstar LS900 在各组患者不同屈光阈值下的 PE 分布情况 A: A 组(26 mm≤AL≤28 mm); B: B 组(28 mm<AL≤30 mm); C: C 组(AL>30 mm)。

### 3 讨论

现有研究发现,引起 IOL 计算误差的因素中,眼轴占 36%,角膜屈光力占 22%,IOL 有效位置(effective lens position, ELP)占 42%<sup>[11]</sup>。临床上高度近视合并白内障患者术后普遍存在不同程度的远视性屈光误差,平均为 +0.70~+2.76 D,少数患者可达 +3.0~+5.0 D,且随着 AL 的增长屈光误差增大<sup>[12-13]</sup>。随着高度近视合并白内障患者术后脱镜需求及 MIOL 的临床应用,需要更精准的生物测量以减少术后屈光意外的发生。

本研究中,Lenstar LS900 测量的 AL 在三组中均大于

IOL Master 700,且差异有统计学意义,这与 Song 等<sup>[9]</sup>的研究结果一致。但也有研究<sup>[6]</sup>发现两者测量眼轴的差异无统计学意义,这可能主要与研究对象差异有关,该研究纳入的是所有长度眼轴的患者,而本研究只针对 AL≥26.0 mm 的患者,所以我们推测两种设备测量眼轴的差异主要集中在长眼轴患者。两种仪器测量眼轴的差异:(1)考虑仪器测量原理不同:IOL Master 700 采用扫频源相干光层析成像(swept source optical coherence tomography, SS-OCT)的技术,拥有多角度且快速的检测功能,可视化呈现出全眼轴的 OCT 图像及眼底黄斑区的结构,具有固视确认、扫频光源、可视化测量的特点<sup>[14]</sup>。Lenstar LS900 是基于光学低相干反射(optical low-coherence reflectometry, OLCR)的原理,更容易受高度近视屈光介质的影响而导致 AL 测量偏长<sup>[9]</sup>。(2)高度近视患者通常伴有后巩膜葡萄肿,固视不良是造成测量差异的另一原因:IOL Master 700 可呈现黄斑中心凹形态,更有利于注视的判定<sup>[15]</sup>。(3)由于两种仪器采用不同的调整算法与超声波测量相匹配,这可能会导致眼轴测量的细微差异<sup>[9]</sup>。研究表明,1 mm 的眼轴测量误差约导致 2.70~3.00 D 的术后屈光误差<sup>[16]</sup>。本研究中三组眼轴测量差异均值分别为 0.03、0.07、0.09 mm,随着 AL 增加,测量差异增大,但差异均值小于 0.1 mm,对 IOL 的计算影响较小。一致性及相关性分析显示,两种仪器测量眼轴的 95% LoA 范围均较窄,一致性较好,均呈相关性,这与既往研究一致<sup>[17]</sup>。

既往研究显示 1.0 D 的角膜屈光力测量误差可导致 0.8~1.3 D 的术后屈光误差<sup>[18]</sup>。因此,精准的角膜屈光力测量是术后获得理想屈光状态的另一重要因素。IOL Master 700 采用远心光学技术,在角膜上 3 个区域(1.5、2.5 和 3.5 mm)投射 18 点采集获得角膜曲率,而 Lenstar LS900 是测量距角膜中央 1.65 mm 和 2.30 mm 的 32 个反光点计算角膜曲率,并通过迭代过程将它们组合起来以提高一致性<sup>[19-20]</sup>。尽管两种仪器测量原理及测量范围不同,但在本研究中测量 Km 值并无统计学差异。同时,一致性分析显示,两种仪器各组测量差值的均值线接近于 0,其 95%LoA 范围窄,一致性较好,这与既往研究结果一致<sup>[17,21]</sup>。此外,部分研究<sup>[22-23]</sup>还发现,两种仪器与 Pentacam 测量的角膜屈光力值差异无统计学意义。但梁婉玲等<sup>[24]</sup>研究发现,两者测量角膜屈光力值 95%LoA 较宽,一致性界限内范围最大差值达 1.5 D,这可能与样本量大小及研究对象差异有关。在临床实际应用中,IOL Master 700 获取图像的平均时间比 Lenstar LS900 少 73%<sup>[25]</sup>,更利于维持泪膜的稳定性,患者体验感更佳。但对于部分角膜屈光力分布不均匀的患者,Lenstar LS900 测量范围更小,对于获取角膜中央的屈光力值可能更为有利<sup>[26]</sup>,所以临床医生应结合仪器各自的特点和测量范围综合考量。

ELP被认为是影响术后视力的又一大关键因素。过去的人工晶状体计算公式仅通过AL和Km计算ELP,而第四代和目前新一代的公式纳入ACD、LT及WTW等参数来预测ELP,更大程度减少了屈光误差,如临床广泛应用的Barrett Universal II公式。本研究显示,在三组患者中,IOL Master 700测量的ACD小于Lenstar LS900,LT差异没有统计学意义。另有研究<sup>[25]</sup>发现IOL Master 700测量的ACD值小于Lenstar LS900,而LT值大于Lenstar LS900,Hoffer等<sup>[21]</sup>的结果与其相反。关于ACD和LT的测量,IOL Master 700采用的是纵向轴位上形成的SS-OCT图像来获得,Lenstar LS900采用OLCR原理,具有单一的峰值,清晰分辨出相邻不同的界面而进行测量,不同的测量原理可能导致两种仪器测量结果的差异<sup>[24]</sup>。此外也可能与眼部调节因素有关,调节可使LT增加,ACD变浅<sup>[27]</sup>。研究表明,0.25 mm的ACD测量误差在AL小于20 mm的患者中可能导致0.5 D的术后屈光误差,而在AL大于30 mm的患者中仅导致0.1 D的术后屈光误差<sup>[11]</sup>。本研究一致性分析显示,两种仪器测量ACD的95%LoA较窄,一致性较好,差值均接近于0,最大差值分别为0.05、0.06、0.09 mm,这种差异不具有临床意义。关于WTW的测量,三组均显示差异无统计学意义,具有良好的 consistency,Bao等<sup>[28]</sup>研究发现IOL Master 700测量WTW值大于Lenstar LS900,差异具有统计学意义,且一致性较差,与本研究有所不同,这可能与样本量大小及受试者差异有关。

IOL Master 700与Lenstar LS900均内置Barrett Universal II公式,该公式对高度近视合并白内障患者IOL计算的准确性优于第三代、第四代理论计算公式,且与第五代公式Olsen及其他新型计算公式准确性相当。Barrett Universal II是一个厚透镜公式,基于近轴光线追踪技术,将IOL主光学面作为公式中的一个变量,将ELP和ACD以及主光学面位置相关的透镜因子相结合,减少了AL变化对屈光预测准确性的影响<sup>[29-30]</sup>。这在我们的研究中同样得到了证实:两种仪器不同组的AE均值均小于0.50 D,PE在±0.5 D以内的比例为71.2%–92.7%,PE在±1.0 D以内的比例为92.3%–100%,与谭燕等<sup>[31]</sup>研究结果接近,这提示两种仪器对IOL的计算均具有良好的预测性。

在刘灿等<sup>[32]</sup>的研究中,采用IOL Master 700的PE优于李凯等<sup>[7]</sup>所采用的Lenstar LS900,这可能与样本量大小和分组差异有关。本研究将两种仪器进行分组对比发现,二者测量的K、LT及WTW值没有统计学差异,AL和ACD差异有统计学意义,但两组间ACD差异较小,不影响IOL的计算,所以Lenstar LS900测量眼轴更长是造成远视偏移百分比高于IOL Master 700的主要原因。虽然两种仪器测量AL有较好的一致性,但最大差值绝对值分别为0.12、0.15和0.18 mm,分别约导致0.25–0.5 D的术后远视性屈光误差,尤其是AL>28.0 mm的B组和C组患者,这可能会降低植入MIOL患者术后视近的满意度,故不可忽略两种仪器间测量AL存在的差异。同时,由于IOL Master 700具有可视化的特点,能在测量过程中排除后巩膜葡萄肿的干扰,且具有更高的检出率和更快的测量速度,所以IOL Master 700比Lenstar LS900在高度近视眼AL测量上更具有临床优势<sup>[23]</sup>。此外,两种仪器均只有5眼存在大于1.0 D的远视偏移,且最大远视偏移误差分别为1.49 D和1.51 D,优于孙明等<sup>[33]</sup>的研究,与邓小慧

等<sup>[34]</sup>在长眼轴组的研究较一致。Chen等<sup>[35]</sup>建议超高度近视可多预留–1.0––2.0 D来预防远视漂移,本研究提示,当采用Barrett Universal II公式进行计算时,不需要预留更多的近视度数,尤其是选择MIOL时,过多的近视度数预留反而可能降低患者术后脱镜率。

本研究尚存在不足之处:(1)样本量相对较小;(2)缺乏第五代公式及其他新型计算公式的对比研究;(3)仅通过AL进行单一分组,缺乏关于其他生物测量值分组的研究。在后续研究中,扩大样本量的同时,将纳入不同计算公式,进一步细化分组,探讨两种仪器的差异性,及不同公式对高度近视合并白内障患者IOL计算的准确性,为临床提供更多的参考。

综上所述,在高度近视合并白内障患者中,Lenstar LS900测量AL值大于IOL Master 700,且该差异随着AL的增加而增大,两种仪器通过Barrett Universal II公式对IOL的计算均具有良好的预测性,但IOL Master 700预测屈光误差更小,远视偏移百分比更低。

#### 参考文献

- [1] Tang YT, Wang XF, Wang JC, et al. Prevalence and causes of visual impairment in a Chinese adult population. *Ophthalmology*, 2015, 122(7):1480–1488.
- [2] Zhu XJ, Zhou P, Zhang KK, et al. Epigenetic regulation of  $\alpha$ A-crystallin in high myopia-induced dark nuclear cataract. *PLoS One*, 2013, 8(12):e81900.
- [3] 蔡金彪, 王剑锋, 赵芃芃, 等. 高度近视并发性白内障术后屈光误差影响因素的研究进展. *国际眼科杂志*, 2021, 21(10):1720–1723.
- [4] Behndig A, Montan P, Stenevi U, et al. Aiming for emmetropia after cataract surgery: Swedish National Cataract Register study. *J Cataract Refract Surg*, 2012, 38(7):1181–1186.
- [5] Wang QW, Jiang W, Lin T, et al. Accuracy of intraocular lens power calculation formulas in long eyes: a systematic review and meta-analysis. *Clin Exp Ophthalmol* 2018, 46(7):738–749.
- [6] 刘帅帅, 郑钦象. 白内障术前两种生物测量仪测量效率及一致性的比较. *中华眼外伤职业眼病杂志*, 2021, 43(9):678–683.
- [7] 李凯, 张康玉, 张霜, 等. 四种人工晶状体计算公式在超高度近视并发白内障患者中的应用. *国际眼科杂志*, 2023, 23(3):462–465.
- [8] Guo CY, Yin SJ, Qiu KL, et al. Comparison of accuracy of intraocular lens power calculation for eyes with an axial length greater than 29.0mm. *Int Ophthalmol*, 2022, 42(7):2029–2038.
- [9] Song JS, Yoon DY, Hyon JY, et al. Comparison of ocular biometry and refractive outcomes using IOL master 500, IOL master 700, and lenstar LS900. *Korean J Ophthalmol*, 2020, 34(2):126.
- [10] 郑虔, 赵镇南, 廉恒丽, 等. 轴性高度近视眼超声乳化白内障切除联合人工晶状体植入术后屈光度数误差分析. *中华眼科杂志*, 2015, 51(4):276–281.
- [11] Olsen T. Calculation of intraocular lens power: a review. *Acta Ophthalmol Scand*, 2007, 85(5):472–485.
- [12] Roessler GF, Dietlein TS, Plange N, et al. Accuracy of intraocular lens power calculation using partial coherence interferometry in patients with high myopia. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2012, 32(3):228–233.
- [13] Lam JKM, Chan TCY, Ng ALK, et al. Outcomes of cataract operations in extreme high axial myopia. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2016, 254(9):1811–1817.
- [14] Akman A, Asena L, Güngör SG. Evaluation and comparison of the new swept source OCT-based IOLMaster 700 with the IOLMaster 500. *Br J Ophthalmol*, 2016, 100(9):1201–1205.

- [15] Tognetto D, Pastore MR, De Giacinto C, et al. Swept-source optical coherence tomography biometer as screening strategy for macular disease in patients scheduled for cataract surgery. *Sci Rep*, 2019,9:9912.
- [16] Shammas HJ, Wetterwald N, Potvin R. New mode for measuring axial length with an optical low-coherence reflectometer in eyes with dense cataract. *J Cataract Refract Surg*, 2015,41(7):1365-1369.
- [17] Kurian M, Negalur N, Das S, et al. Biometry with a new swept-source optical coherence tomography biometer: Repeatability and agreement with an optical low-coherence reflectometry device. *J Cataract Refract Surg*, 2016,42(4):577-581.
- [18] Eibschitz-Tsimhoni M, Tsimhoni O, Archer SM, et al. Effect of axial length and keratometry measurement error on intraocular lens implant power prediction formulas in pediatric patients. *J Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus*, 2008,12(2):173-176.
- [19] Sharma A, Batra A. Assessment of precision of astigmatism measurements taken by a sweptsource optical coherence tomography biometer - IOL Master 700. *Indian J Ophthalmol*, 2021, 69 (7): 1760-1765.
- [20] 李雪婷, 陈碧超, 李黄恩, 等. 扫频光相干生物测量仪在高度近视合并白内障眼生物测量中的应用. *中华实验眼科杂志*, 2020, 38 (2):128-133.
- [21] Hoffer KJ, Hoffmann PC, Savini G. Comparison of a new optical biometer using swept-source optical coherence tomography and a biometer using optical low-coherence reflectometry. *J Cataract Refract Surg*, 2016,42(8):1165-1172.
- [22] 柴华, 郑吉琦, 苏兰萍. 新型 SS-OCT 与 Scheimpflug 眼前节分析仪测量年龄相关性白内障患者角膜屈光力及散光的一致性. *国际眼科杂志*, 2023,23(2):273-277.
- [23] Zhang J, Lian J, Zhang S, et al. Comparison of the biometric measurements obtained using the Lenstar, Pentacam and ultrasound pachymetry methods in cataract patients. *Guoji Yanke Zazhi*, 2016, 16 (4):594-599.
- [24] 梁婉玲, 马海智, 周怀胜, 等. IOLMaster 700 测量白内障患者眼部相关生物参数的分析. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2021,23 (6):446-450.
- [25] Passi SF, Thompson AC, Gupta PK. Comparison of agreement and efficiency of a swept source-optical coherence tomography device and an optical low-coherence reflectometry device for biometry measurements during cataract evaluation. *Clin Ophthalmol*, 2018,12:2245-2251.
- [26] Hashemi H, Heydarian S, Khabazkhoob M, et al. Keratometry in children: comparison between auto-refractometer, rotating scheinpflug imaging, and biograph. *J Optim*, 2019,12(2):99-110.
- [27] Ferrer-Blasco T, Esteve-Taboada JJ, Monsálvez-Román D, et al. Ocular biometric changes with different accommodative stimuli using swept-source optical coherence tomography. *Int Ophthalmol*, 2019, 39 (2):303-310.
- [28] Bao T, Wang LF, Liu CH, et al. Analysis of biometric parameters of cataract eyes measured with optical biometer Lenstar LS900, IOL Master 700, and OPD-SCAN III. *Photodiagnosis Photodyn Ther*, 2023, 43:103646.
- [29] 张弛, 叶子, 李朝辉. 高度近视合并白内障患者人工晶状体计算公式的研究进展. *中华实验眼科杂志*, 2022,40(5):466-469.
- [30] Melles RB, Holladay JT, Chang WJ. Accuracy of intraocular lens calculation formulas. *Ophthalmology*, 2018,125(2):169-178.
- [31] 谭燕, 万文娟, 李灿. 三种 IOL 计算公式预测超高度近视合并白内障患者术后屈光度的准确性比较. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2019,21(3):211-216.
- [32] 刘灿, 蒋紫园, 徐方, 等. 高度近视合并白内障患者后巩膜葡萄肿类型对白内障术后屈光误差的影响. *眼科新进展*, 2023,43(7):542-546.
- [33] 孙明, 雷荣, 周莉. 三种新型人工晶状体计算公式在长眼轴白内障患者中的应用. *国际眼科杂志*, 2021,21(10):1764-1768.
- [34] 邓小慧, 常平骏, 黄锦海, 等. 基于新型光学生物测量仪的人工晶状体屈光度数计算公式准确性比较. *中华眼科杂志*, 2021,57(7):502-511.
- [35] Chen C, Xu X, Miao YY, et al. Accuracy of intraocular lens power formulas involving 148 eyes with long axial lengths: a retrospective chart-review study. *J Ophthalmol*, 2015,2015:976847.