

IOLMaster 700 与 IOLMaster 500 不同计算公式对 白内障眼人工晶状体屈光力计算的准确性比较

邓小慧 常平骏 黄锦海 王丹丹 赵银莹 丁锡霞 赵云娥

温州医科大学附属眼视光医院杭州院区, 杭州 310020

邓小慧现在宁波市第二医院眼科, 宁波 315010; 黄锦海现在复旦大学附属眼耳鼻喉科医院, 上海 200031

通信作者: 赵云娥, Email: zye@mail. eye. ac. cn

【摘要】 目的 比较 IOLMaster 700 与 IOLMaster 500 不同计算公式对白内障眼人工晶状体 (IOL) 屈光力计算的准确性。方法 采用横断面研究方法, 纳入 2018 年 11 月至 2019 年 11 月在温州医科大学附属眼视光医院接受白内障超声乳化摘出联合 IOL 植入术治疗的年龄相关性白内障患者 262 例 262 眼。分别采用 IOLMaster 700 和 IOLMaster 500 进行术前生物测量, 采用 IOLMaster 700 和 IOLMaster 500 仪器内置公式 Haigis、Holladay I、Hoffer Q 和 SRK/T 计算 IOL 屈光力。本研究以屈光预测误差为指标, 比较不同眼轴长度 (AL) 下受检眼用 2 种仪器不同计算公式的屈光结果。结果 在所有眼轴范围内, IOLMaster 700 与 IOLMaster 500 Haigis、Hoffer Q、SRK/T 公式计算的绝对预测误差平均值 (MAE) 差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$), IOLMaster 500 Holladay I 计算的 MAE 为 0.47 (0.24, 0.90) D, 小于 IOLMaster 700 的 0.50 (0.28, 0.99) D, 差异有统计学意义 ($Z = -3.120, P = 0.002$)。AL < 22.0 mm、24.5 mm ≤ AL < 26.0 mm 时, 4 种公式计算的 MAE 差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$); 22.0 mm ≤ AL < 24.5 mm 时, Haigis、Hoffer Q、SRK/T 公式计算的 MAE 差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$), IOLMaster 500 Holladay I 计算的 MAE 为 0.42 (0.18, 0.75) D, 小于 IOLMaster 700 的 0.45 (0.25, 0.79) D, 差异有统计学意义 ($Z = -3.487, P < 0.001$), 但差异数值很小, 无临床意义; AL ≥ 26.0 mm 时, Haigis、Holladay I、SRK/T 公式计算的 MAE 差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$); IOLMaster 500 Hoffer Q 计算的 MAE 为 0.66 (0.38, 1.00) D, 小于 IOLMaster 700 的 0.98 (0.62, 1.32) D, 差异有统计学意义 ($Z = -3.046, P = 0.002$)。结论 所有眼轴范围内, 2 种仪器 Haigis、Hoffer Q 和 SRK/T 公式屈光预测准确性接近。对于长眼轴患者, IOLMaster 700 Hoffer Q 公式计算的 MAE 明显大于 IOLMaster 500, 临床使用中需谨慎。IOLMaster 700 与 IOLMaster 500 的屈光预测准确性基本接近。

【关键词】 白内障; 人工晶状体; 光学生物测量; 屈光力; IOLMaster; 人工晶状体计算公式

基金项目: 浙江省重点研发计划项目 (2018C03012); 温州市科技局资助项目 (Y2020037); 浙江省医药卫生科技计划项目 (2019KY111)

DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20200226-00110

A comparative study on calculation of intraocular lens power using different formulas between IOLMaster 700 and IOLMaster 500 in cataract eyes

Deng Xiaohui, Chang Pingjun, Huang Jinhai, Wang Dandan, Zhao Yinying, Ding Xixia, Zhao Yun'e

The Eye Hospital of Wenzhou Medical University, Hangzhou 310020, China

Deng Xiaohui is now working at Ningbo No. 2 Hospital, Ningbo 315010, China; Huang Jinhai is now working at Eye Institute and Department of Ophthalmology, Eye & ENT Hospital, Fudan University, Shanghai 200031, China

Corresponding author: Zhao Yun'e, Email: zye@mail. eye. ac. cn

【Abstract】 **Objective** To compare the accuracy of IOLMaster 700 and IOLMaster 500 in intraocular lens (IOL) power calculation. **Methods** A cross-sectional study was conducted. Two hundred and sixty-two eyes of 262 patients who underwent phacoemulsification combined with IOL implantation at the Eye Hospital of Wenzhou Medical University from November 2018 to November 2019 were enrolled. Preoperative biometry for cataract surgery was performed using IOLMaster 700 and IOLMaster 500. IOL power was calculated through the built-in formulas, Haigis, Holladay I, Hoffer Q and SRK/T of the two devices. The difference in IOL power calculation between the two devices was analyzed through the prediction error of IOL power calculation using different formulas across different axial length (AL) ranges. This study complied with the Declaration of Helsinki. The study protocol was approved by the Ethics Committee of the Eye Hospital of Wenzhou Medical University (No. 2020-038-K-33). Written informed consent was obtained from each patient before the surgery. **Results** There was no significant difference in mean absolute error (MAE) between IOLMaster 700 and IOLMaster 500 using Haigis, Hoffer Q and SRK/T over the entire

AL range (all at $P > 0.05$). The MAE of IOLMaster 500 was 0.47 (0.24, 0.90) D, which was significantly lower than 0.50 (0.28, 0.99) D of IOLMaster 700 using Holladay I formula ($Z = -3.120, P = 0.002$). When AL was < 22.0 mm and ≥ 24.5 mm- < 26.0 mm, there was no significant difference in MAE between the two devices using the four formulas (all at $P > 0.05$). When AL was ≥ 22.0 mm- 24.5 mm, there was no significant difference in the MAE between the two devices using Haigis, Hoffer Q and SRK/T (all at $P > 0.05$), but 0.42 (0.18, 0.75) D from IOLMaster 500 was smaller than 0.45 (0.25, 0.79) D from IOLMaster 700 using Holladay I, showing a statistically significant difference ($Z = -3.487, P < 0.001$). But the difference was negligible and therefore was of no clinical significance. When AL was ≥ 26.0 mm, there was no statistically significant difference in the MAE between the two devices using Haigis, Holladay I and SRK/T, but 0.66 (0.38, 1.00) D from IOLMaster 500 was significantly smaller than 0.98 (0.62, 1.32) D from IOLMaster 700 using Hoffer Q ($Z = -3.046, P = 0.002$). **Conclusions** The refractive prediction accuracy of IOLMaster 700 and IOLMaster 500 using Haigis, Hoffer Q and SRK/T is similar over the entire AL range. For patient with long AL, the IOL calculation from IOLMaster 700 using Hoffer Q is significantly larger than that from IOLMaster 500, which requires extra caution in clinical practice. The accuracy of IOLMaster 700 and IOLMaster 500 for IOL prediction is very similar.

[Key words] Cataract; Lenses, intraocular; Optical biometry; Refractive power; IOLMaster; IOL calculation formula

Fund program: Zhejiang Provincial Key Research and Development Program (2018C03012); Foundation of Wenzhou City Science & Technology Bureau (Y2020037); Medical and Health Science and Technology Program of Zhejiang Province (2019KY111)

DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20200226-00110

人工晶状体 (intraocular lens, IOL) 屈光力的计算直接影响白内障手术效果,而术前精确的生物测量是提高 IOL 计算准确性的关键步骤。既往研究表明,屈光预测误差中来源于眼轴长度(axial length, AL)、角膜曲率(keratometry, K)和术后有效 IOL 位置(effective lens position, ELP)的预估不准确因素分别占 36%、22%和 42%^[1]。IOLMaster 500 采用光学部分相干干涉(partial coherence interferometry, PCI)技术测量眼球参数,被认为是白内障术前生物测量的金标准^[2]。IOLMaster 500 在常规和复杂白内障眼中计算 IOL 屈光力的准确性已得到证实^[3],然而当存在角膜混浊、后囊膜下混浊等出现在视轴区的混浊以及严重白内障、黄斑疾病、固视不佳时,其无法得到准确的 AL 测量值^[4]。IOLMaster 700 是一种基于扫频光相干断层扫描(swept-source optical coherence tomography, SS-OCT)技术的新型生物测量仪,其测量 AL 的成功率高于 IOLMaster 500,且可重复性和再现性好,与 IOLMaster 500 及其他仪器一致性好^[5-6]。实现精准的 IOL 屈光力计算的另一个重要因素为 IOL 计算公式的选择。目前一些 IOL 计算公式在临床上广泛使用,第 3 代公式 SRK/T、Hoffer Q 和 Holladay I 基于 AL 和 K 值来预测 ELP^[7-9];第 4 代公式 Haigis 将前房深度考虑在内来进行计算^[10]。目前关于 IOLMaster 700 与 IOLMaster 500 的生物参数测量一致性研究较多^[11-13],但基于这 2 种仪器测量数据的 IOL 屈光力计算准确性鲜有报道。本研究拟评价 IOLMaster 700 和 IOLMaster 500 不同 IOL 计算公式得到的屈光结果之间的差异,比较 2 种仪器测量和计算的准确性。

1 资料与方法

1.1 一般资料

采用横断面研究设计,纳入 2018 年 11 月至 2019 年 11 月在温州医科大学附属眼视光医院接受白内障超声乳化摘出联合 IOL 植入术的白内障患者 262 例 262 眼,其中男 97 例 97 眼,女 165 例 165 眼;平均年龄(69.48 ± 9.47)岁;植入 IOL 度数为 0~28.0 D,平均(19.95 ± 5.11)D。纳入标准:行白内障超声乳化摘出联合 IOL 植入术的白内障患者;术后验光 ≥ 1 个月;双眼手术者纳入任意一眼。排除标准:合并其他影响视力的疾病;既往有眼部手术史;行白内障手术时有额外的手术操作,如角膜散光松解等;术中、术后出现并发症;术后未进行医学验光;术后矫正视力 < 0.5 ;记录数据不全者。本研究遵循《赫尔辛基宣言》,研究方案经温州医科大学附属眼视光医院伦理委员会批准(批文号:2020-038-K-33),所有患者均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 术前检查及生物参数测量 所有患者术前均接受完整的眼科检查,主要包括医学验光、眼压、裂隙灯显微镜检查和眼底检查等。术前对受检者行 IOLMaster 700(德国卡尔蔡司公司)和 IOLMaster 500(德国卡尔蔡司公司)检查,检查由同一操作技术熟练的医师完成。IOLMaster 500 测量时嘱患者注视仪器上红色注视灯,选择信噪比 > 2.0 的测量结果。IOLMaster 700 测量均在黄斑中心凹监视下扫描,以确保眼轴的测量准确性,如果患者注视不佳,则重复扫描。

1.2.2 手术过程及 IOL 常数选择 所有手术均在表面麻醉下进行。做 2.2 mm 透明角膜切口,连续环形撕囊,超声乳化摘出混浊晶状体,将 IOL 植入囊袋内。根据患者情况和需求在囊袋内植入不同类型的 IOL (如多焦点和单焦点 IOL),纳入使用频率较高的 5 种 IOL 类型,植入的 IOL 及数量如下:SN6CWS (Acrysof, 美国爱尔康公司) ($n=75$); A1-UV [普诺明,爱博诺德(北京)医疗科技股份有限公司] ($n=59$); MI60 (Akreos, 美国博士伦公司) ($n=40$); ZXR00 (Tecnis Symphony, 美国 AMO 公司) ($n=29$); Aspira-aA (德国人类光学公司) ($n=25$)。IOL 的优化常数从 ULIB 网站 (<http://ocusoft.de/ulib/c1.htm>) 获得,实际选择 IOL 屈光度主要参照优化常数的 Haigis 和 SRK-T 公式。

1.2.3 评估不同 IOL 计算公式对不同眼轴长度白内障测量和计算的误差 分别使用 IOLMaster 500 和 IOLMaster 700 内置软件计算公式 Haigis、Holladay I、Hoffer Q、SRK/T 预测术后屈光度,将术后实际屈光度减去预测屈光度计算预测误差值,记录预测误差平均值(mean error, ME)、绝对预测误差平均值(mean absolute error, MAE)。按照 AL 长度将患者分为短眼轴组 ($AL < 22.0 \text{ mm}$, $n=21$)、正常眼轴组 ($22.0 \text{ mm} \leq AL < 24.5 \text{ mm}$, $n=144$)、中长眼轴组 ($24.5 \text{ mm} \leq AL < 26.0 \text{ mm}$, $n=25$) 以及长眼轴组 ($AL \geq 26.0 \text{ mm}$, $n=38$)^[14],依照分组分别计算并比较各个公式在 IOLMaster 500 和 IOLMaster 700 的屈光预测准确性。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 20.0 统计学软件进行统计分析。计量资料数据经 Kolmogorov-Smirnov 检验证实符合正态分布的数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,不符合正态分布的数据以 $M(Q_1, Q_3)$ 表达。采用同一组受检眼接受不同仪器测量和不同计算公式计算的研究设计,不同眼轴长度和不同计算公式下受检眼用不同仪器测量的 IOL 屈光度 ME 和 MAE 差异比较均采用 Wilcoxon 符号秩检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

纳入的 262 例患者中,IOLMaster 700 有 2 例患者 AL 测不出,1 例 K 值测不出,IOLMaster 500 有 33 例患者 AL 测不出,5 例 K 值测不出。共有 228 例 IOLMaster 700 与 IOLMaster 500 同时测得数据,纳入研究进行统计学分析。

2.1 2 种仪器不同计算公式的 ME 和 MAE 比较

所有眼轴范围内,IOLMaster 500 Haigis 公式计算的 ME 高于 IOLMaster 700,Hoffer Q 公式和 Holladay I 公式计算的 ME 均低于 IOLMaster 700,差异均有统计学意义 ($Z = -8.144, -7.257, -4.056$, 均 $P < 0.001$); 2 种仪器 SRK/T 公式计算的 ME 差异无统计学意义 ($Z = -0.225, P = 0.822$)。IOLMaster 500 Holladay I 公式计算的 MAE 低于 IOLMaster 700,差异有统计学意义 ($Z = -3.120, P = 0.002$); 2 种仪器 Haigis、Hoffer Q 和 SRK/T 公式计算的 MAE 差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$) (表 1)。

2.2 不同眼轴长度 2 种仪器不同 IOL 计算公式的 ME 和 MAE 比较

$AL < 22.0 \text{ mm}$ 时,IOLMaster 500 Haigis 公式计算的 ME 小于 IOLMaster 700,Holladay I 公式计算的 ME 大于 IOLMaster 700,差异均有统计学意义 ($Z = -2.312, P = 0.021; Z = -2.033, P = 0.042$); 2 种仪器间 Haigis、Holladay I、Hoffer Q、SRK/T 公式计算的 MAE 差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$) (表 2)。 $22.0 \text{ mm} \leq AL < 24.5 \text{ mm}$ 时,IOLMaster 500 Haigis 公式计算的 ME 高于 IOLMaster 700,Hoffer Q、Holladay I 公式计算的 ME 低于 IOLMaster 700,差异均有统计学意义 ($Z = -7.788, P < 0.001; Z = -5.839, P < 0.001; Z = -3.234, P = 0.001$); IOLMaster 500 Holladay I 公式计算的 MAE 小于 IOLMaster 700,差异有统计学意义 ($Z = -3.487, P < 0.001$) (表 3)。 $24.5 \text{ mm} \leq AL < 26.0 \text{ mm}$ 时,IOLMaster 500 Hoffer Q、Holladay I 公式计算的 ME 小于 IOLMaster 700,差异均有统计学意义 ($Z =$

表 1 所有眼轴范围内 IOLMaster 500 与 IOLMaster 700 IOL 度数预测误差比较 [$M(Q_1, Q_3), D$]

Table 1 Comparison of prediction errors of IOL formulas between two devices over the entire AL range [$M(Q_1, Q_3), D$]

仪器	眼数	ME				MAE			
		Haigis	Hoffer Q	Holladay I	SRK/T	Haigis	Hoffer Q	Holladay I	SRK/T
IOLMaster 500	228	0.24(-0.17,0.69)	0.19(-0.30,0.61)	0.37(-0.03,0.82)	-0.10(-0.49,0.37)	0.44(0.22,0.83)	-0.48(0.23,0.90)	0.47(0.24,0.90)	0.44(0.18,0.71)
IOLMaster 700	228	0.02(-0.45,0.47)	0.38(-0.14,0.86)	0.41(-0.02,0.90)	-0.11(-0.49,0.38)	0.45(0.24,0.86)	0.50(0.28,0.94)	0.50(0.28,0.99)	0.45(0.20,0.67)
Z 值		-8.144	-7.257	-4.056	-0.225	-0.191	-1.377	-3.120	-0.187
P 值		<0.001	<0.001	<0.001	0.822	0.849	0.169	0.002	0.852

注:(Wilcoxon 符号秩检验) IOL:人工晶状体;ME:预测误差平均值;MAE:绝对预测误差平均值

Note:(Wilcoxon signed rank test) IOL:intraocular lens;ME:mean error;MAE:mean absolute error

-2.826, $P=0.005$; $Z=-2.355$, $P=0.019$); 2 种仪器间 Haigis、Holladay I、Hoffer Q、SRK/T 公式计算的 MAE 差异均无统计学意义 (均 $P>0.05$) (表 4)。AL \geq

26.0 mm 时, IOLMaster 500 Hoffer Q 公式计算的 ME 和 MAE 均小于 IOLMaster 700, 差异均有统计学意义 ($Z=-3.249$, $P=0.001$; $Z=-3.046$, $P=0.002$) (表 5)。

表 2 AL<22.0 mm 时 IOLMaster 500 与 IOLMaster 700 IOL 度数预测误差比较 [M(Q₁, Q₃), D]
Table 2 Comparison of prediction errors of IOL formulas between two devices with AL<22.0 mm [M(Q₁, Q₃), D]

仪器	眼数	ME				MAE			
		Haigis	Hoffer Q	Holladay I	SRK/T	Haigis	Hoffer Q	Holladay I	SRK/T
IOLMaster 500	21	0.20 (0.56, 0.60)	-0.23 (0.40, 0.50)	0.37 (0.25, 0.63)	-0.21 (-0.67, 0.13)	0.55 (0.30, 0.90)	0.41 (0.25, 0.90)	0.41 (0.25, 0.76)	0.39 (0.18, 0.74)
IOLMaster 700	21	-0.26 (-0.55, 0.44)	0.21 (-0.45, 0.53)	0.33 (-0.19, 0.74)	-0.21 (-0.67, 0.10)	0.50 (0.29, 0.74)	0.40 (0.26, 0.89)	0.50 (0.21, 0.96)	0.46 (0.15, 0.79)
Z 值		-2.312	-1.008	-2.033	-1.349	-0.435	-0.852	-1.027	-0.121
P 值		0.021	0.313	0.042	0.177	0.664	0.394	0.305	0.904

注: (Wilcoxon 符号秩检验) AL: 眼轴长度; IOL: 人工晶状体; ME: 预测误差平均值; MAE: 绝对预测误差平均值
Note: (Wilcoxon signed rank test) AL: axial length; IOL: intraocular lens; ME: mean error; MAE: mean absolute error

表 3 22.0 mm \leq AL<24.5 mm 时 IOLMaster 500 与 IOLMaster 700 IOL 度数预测误差比较 [M(Q₁, Q₃), D]
Table 3 Comparison of prediction errors of IOL formulas between two devices with AL \geq 22.0 mm-<24.5 mm [M(Q₁, Q₃), D]

仪器	眼数	ME				MAE			
		Haigis	Hoffer Q	Holladay I	SRK/T	Haigis	Hoffer Q	Holladay I	SRK/T
IOLMaster 500	144	0.19 (-0.19, 0.71)	0.07 (-0.44, 0.50)	0.24 (-0.06, 0.64)	-0.13 (-0.52, 0.28)	0.39 (0.19, 0.89)	0.45 (0.19, 0.86)	0.42 (0.18, 0.75)	0.43 (0.15, 0.69)
IOLMaster 700	144	-0.08 (-0.52, 0.28)	0.26 (-0.19, 0.66)	0.32 (-0.14, 0.67)	-0.15 (-0.50, 0.30)	0.44 (0.19, 0.85)	0.42 (0.24, 0.76)	0.45 (0.25, 0.79)	0.42 (0.19, 0.67)
Z 值		-7.788	-5.839	-3.234	-0.031	-0.029	-0.179	-3.487	-0.656
P 值		<0.001	<0.001	0.001	0.097	0.977	0.858	<0.001	0.512

注: (Wilcoxon 符号秩检验) AL: 眼轴长度; IOL: 人工晶状体; ME: 预测误差平均值; MAE: 绝对预测误差平均值
Note: (Wilcoxon signed rank test) AL: axial length; IOL: intraocular lens; ME: mean error; MAE: mean absolute error

表 4 24.5 mm \leq AL<26.0 mm 时 IOLMaster 500 与 IOLMaster 700 IOL 度数预测误差比较 [M(Q₁, Q₃), D]
Table 4 Comparison of prediction errors of IOL formulas between two devices with AL \geq 24.5 mm-<26.0 mm [M(Q₁, Q₃), D]

仪器	眼数	ME				MAE			
		Haigis	Hoffer Q	Holladay I	SRK/T	Haigis	Hoffer Q	Holladay I	SRK/T
IOLMaster 500	25	0.21 (-0.39, 0.59)	0.27 (-0.17, 0.59)	0.11 (-0.33, 0.56)	-0.18 (-0.67, 0.37)	0.41 (0.32, 0.74)	0.53 (0.21, 0.95)	0.42 (0.15, 0.75)	0.48 (0.23, 0.87)
IOLMaster 700	25	0.05 (-0.55, 0.59)	0.49 (-0.09, 0.79)	0.22 (-0.25, 0.57)	-0.18 (-0.52, 0.31)	0.52 (0.29, 0.94)	0.64 (0.31, 0.89)	0.43 (0.22, 0.75)	0.47 (0.26, 0.83)
Z 值		-1.588	-2.826	-2.355	-1.096	-0.794	-1.063	-0.538	-0.882
P 值		0.112	0.005	0.019	0.273	0.427	0.288	0.590	0.378

注: (Wilcoxon 符号秩检验) AL: 眼轴长度; IOL: 人工晶状体; ME: 预测误差平均值; MAE: 绝对预测误差平均值
Note: (Wilcoxon signed rank test) AL: axial length; IOL: intraocular lens; ME: mean error; MAE: mean absolute error

表 5 AL \geq 26.0 mm 时 IOLMaster 500 与 IOLMaster 700 IOL 度数预测误差比较 [M(Q₁, Q₃), D]
Table 5 Comparison of prediction errors of IOL formulas between two devices with AL \geq 26.0 mm [M(Q₁, Q₃), D]

仪器	眼数	ME				MAE			
		Haigis	Hoffer Q	Holladay I	SRK/T	Haigis	Hoffer Q	Holladay I	SRK/T
IOLMaster 500	38	0.45 (0.22, 0.74)	0.61 (0.30, 1.00)	0.97 (0.63, 1.30)	0.38 (-0.13, 0.56)	0.46 (0.26, 0.74)	0.66 (0.38, 1.00)	0.97 (0.63, 1.30)	0.47 (0.24, 0.58)
IOLMaster 700	38	0.41 (0.22, 0.84)	0.98 (0.62, 1.32)	1.01 (0.67, 1.35)	0.37 (-0.19, 0.65)	0.51 (0.28, 0.84)	0.98 (0.62, 1.32)	1.02 (0.67, 1.35)	0.46 (0.24, 0.67)
Z 值		-1.059	-3.249	-0.136	-1.320	-0.667	-3.046	-0.528	-0.361
P 值		0.290	0.001	0.892	0.187	0.505	0.002	0.597	0.718

注: (Wilcoxon 符号秩检验) AL: 眼轴长度; IOL: 人工晶状体; ME: 预测误差平均值; MAE: 绝对预测误差平均值
Note: (Wilcoxon signed rank test) AL: axial length; IOL: intraocular lens; ME: mean error; MAE: mean absolute error

3 讨论

白内障术后屈光预测误差受多种因素影响,其主要来源包括眼球生物学参数测量和 IOL 计算公式选择。精准眼球生物学参数测量是满足术后屈光预测准确要求的首要条件,测量值不准确会导致计算偏差,使用不同仪器测量值代入同一 IOL 屈光度计算公式也可能产生不同的结果。因此,本研究比较 IOLMaster 700 和 IOLMaster 500 不同 IOL 计算公式的屈光结果准确性,为其临床应用提供参考。

本研究结果发现,所有眼轴范围内 IOLMaster 500 和 IOLMaster 700 SRK/T 公式计算的 ME 差异无统计学意义,Haigis、Hoffer Q 和 Holladay I 公式计算的 ME 差异有统计学意义,但差值较小,临床意义不大。Lee 等^[15]研究发现, IOLMaster 700 与 IOLMaster 500 Haigis、Hoffer Q 和 SRK-T 公式计算的 ME 差异无统计学意义,与本研究结果不完全一致,原因可能在于 Lee 等^[15]前期对 PCI 仪器的常数进行了个性化优化。本研究中所有眼轴范围内 2 种仪器 Haigis、Hoffer Q 和 SRK/T 公式计算的 MAE 差异均无统计学意义,与 Whang 等^[14]研究中 SS-OCT 与 PCI 仪器中 Haigis、Hoffer Q 和 SRK-T 公式计算的 MAE 差异均无统计学意义结果一致。本研究发现,所有眼轴范围内 2 种仪器间 Haigis 和 SRK/T 公式 MAE 差异值仅为 0.01 D。由于 ULIB 网站的 IOL 常数是基于 PCI 仪器进行优化,该优化常数应用于 SS-OCT 仪器的有效性有待进一步验证。Srivannaboon 等^[11]研究发现,SS-OCT 与 PCI 仪器 SRK/T 和 Haigis 公式计算的 IOL 度数差异值仅分别为 (0.039±0.138) D 和 (0.041±0.167) D,因此认为来自 ULIB 网站的 IOL 常数可以用于新型 SS-OCT 仪器。本研究采用基于 ULIB 网站的 IOL 常数,SS-OCT 与 PCI 仪器屈光预测准确性一致,进一步证实了该结论。

研究报道,不同 IOL 计算公式在不同眼轴眼中屈光预测准确性不同,如 Hoffer Q 在短眼轴中更为准确,SRK/T 在长眼轴中更为准确^[16]。因此本研究根据眼轴长度将患者分为 4 个组,结果显示在所有不同的眼轴分组中,2 种仪器 SRK/T 公式计算的 ME 相似,而基于 IOLMaster 500 Haigis、Hoffer Q、Holladay I 公式计算的 ME 在部分眼轴分组中与 IOLMaster 700 差异有统计学意义,但 ME 差异值均较小,临床意义不大。2 种仪器 4 个计算公式的 MAE 比较显示,除正常眼轴组的 Holladay I 公式、长眼轴组的 Hoffer Q 公式差异有统计学意义外,其余差异均无统计学意义。其中,正常眼轴组中,2 种仪器 Holladay I 公式差异值为

0.03 D,差异数值很小,无临床意义。长眼轴组中,Hoffer Q 公式在 IOLMaster 500 中计算的 MAE 较 IOLMaster 700 小 0.32 D,提示在临床中对于长眼轴患者,使用 IOLMaster 500 的 Hoffer Q 公式可能更为准确。Whang 等^[14]研究结果显示,在短眼轴组、正常眼轴组以及长眼轴组中基于 SS-OCT 与 PCI 仪器不同公式计算的 MAE 差异均无统计学意义,但在中长眼轴组中,Haigis 公式和 Hoffer Q 公式在 SS-OCT 仪器中计算的 MAE 较 PCI 仪器小,与本研究结果存在差异。这可能与样本量以及样本中眼轴分组结构比不同有关。

An 等^[17]根据患者白内障混浊程度分为 2 个组,结果显示当白内障混浊程度较轻时,SS-OCT 与 PCI 仪器公式预测准确性一致,而当白内障混浊程度严重,PCI 仪器无法测量,SS-OCT 仪器在不同混浊程度分组之间的预测准确性无明显差异。因此,SS-OCT 仪器能够为不同严重程度的白内障患者提供准确的 IOL 屈光度计算预测值。同时,Vounotrypidis 等^[18]研究发现,SS-OCT 仪器在白内障合并眼底病变患者中的预测准确性较 PCI 仪器更高,提示在单纯白内障患者中,2 种仪器预测准确性一致,但当合并有眼底病变时,选择 SS-OCT 生物测量仪更为合适。

本研究纳入的病例数较少,男女比例差异较大,存在一定的局限性。Hoffer 等^[19]建议最好只使用 1 种 IOL 型号,虽然本研究纳入了 5 种不同 IOL,但选择了每种 IOL 的优化常数,一定程度上弥补了该缺点。本研究还纳入多名医生以及不同验光师进行术后验光,这可能也会对屈光结果造成影响。然而,本研究仅纳入手术顺利、IOL 植入囊袋内且无并发症的患者进行分析,基本上消除了手术因素的影响。

综上所述,本研究结果显示在所有眼轴范围内,IOLMaster 500 和 IOLMaster 700 Haigis、Hoffer Q 和 SRK/T 公式计算的 MAE 差异均无统计学意义。在所有眼轴范围内、不同眼轴分组中,4 种公式计算的 ME 部分差异值差异有统计学意义,但差值较小,临床意义不大。AL≥26.0 mm 时,IOLMaster 700 Hoffer Q 公式计算的 ME 和 MAE 均大于 IOLMaster 500,差异有统计学意义,临床使用中需谨慎。综上所述,本研究认为 IOLMaster 700 与 IOLMaster 500 的屈光预测准确性基本接近。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 邓小慧:参与眼部参数测量、数据收集及分析、实施研究、论文撰写及修改;常平骏、黄锦海:参与选题、酝酿和设计试验、受试者招募;王丹丹、赵银莹、丁锡霞:分析/解释数据、对文章知识性内容的审阅和智力性内容的修改;赵云娥:指导选题、研究设计、论文修改及最终定稿

参考文献

- [1] Olsen T. Calculation of intraocular lens power; a review [J]. Acta Ophthalmol Scand, 2007, 85 (5) : 472-485. DOI: 10. 1111/j. 1600-0420. 2007. 00879. x.
- [2] Vogel A, Dick HB, Krummenauer F. Reproducibility of optical biometry using partial coherence interferometry: intraobserver and interobserver reliability [J]. J Cataract Refract Surg, 2001, 27 (12) : 1961-1968. DOI: 10. 1016/s0886-3350(01)01214-7.
- [3] Holzer MP, Mamusa M, Auffarth GU. Accuracy of a new partial coherence interferometry analyser for biometric measurements [J]. Br J Ophthalmol, 2009, 93 (6) : 807-810. DOI: 10. 1136/bjo. 2008. 152736.
- [4] Rozema JJ, Wouters K, Mathysen DG, et al. Overview of the repeatability, reproducibility, and agreement of the biometry values provided by various ophthalmic devices [J]. Am J Ophthalmol, 2014, 158 (6) : 1111-1120. DOI: 10. 1016/j. ajo. 2014. 08. 014.
- [5] Hirschschall N, Varsits R, Doeller B, et al. Enhanced penetration for axial length measurement of eyes with dense cataracts using swept source optical coherence tomography: a consecutive observational study [J]. Ophthalmol Ther, 2018, 7 (1) : 119-124. DOI: 10. 1007/s40123-018-0122-1.
- [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]. J Refract Surg, 2019, 35 (2) : 115-120. DOI: 10. 3928/1081597X-20190109-01.
- [7] Hoffer KJ. The Hoffer Q formula: a comparison of theoretic and regression formulas [J]. J Cataract Refract Surg, 1993, 19 (6) : 700-712. DOI: 10. 1016/s0886-3350(13)80338-0.
- [8] Retzlaff JA, Sanders DR, Kraff MC. Development of the SRK/T intraocular lens implant power calculation formula [J]. J Cataract Refract Surg, 1990, 16 (3) : 333-340. DOI: 10. 1016/s0886-3350(13)80705-5.
- [9] Holladay JT, Prager TC, Chandler TY, et al. A three-part system for refining intraocular lens power calculations [J]. J Cataract Refract Surg, 1988, 14 (1) : 17-24. DOI: 10. 1016/s0886-3350(88)80059-2.
- [10] Haigis W, Lege B, Miller N, et al. Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for intraocular lens calculation according to Haigis [J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2000, 238 (9) : 765-773. DOI: 10. 1007/s004170000188.
- [11] 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]. J Cataract Refract Surg, 2015, 41 (10) : 2224-2232. DOI: 10. 1016/j. jcrs. 2015. 03. 019.
- [12] Cho YJ, Lim TH, Choi KY, et al. Comparison of ocular biometry using new swept-source optical coherence tomography-based optical biometer with other devices [J]. Korean J Ophthalmol, 2018, 32 (4) : 257-264. DOI: 10. 3341/kjo. 2017. 0091.
- [13] 沈琳, 李栋军, 王子杨, 等. IOLMaster 700 与 IOLMaster 500 测量高度近视白内障眼生物学参数的一致性研究 [J]. 中华实验眼科杂志, 2019, 37 (4) : 292-296. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 2095-0160. 2019. 04. 011.
- Shen L, Li DJ, Wang ZY, et al. Agreement of biometry parameters measured by IOLMaster 700 with IOLMaster 500 in cataract eyes with high myopia [J]. Chin J Exp Ophthalmol, 2019, 37 (4) : 292-296. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 2095-0160. 2019. 04. 011.
- [14] Whang WJ, Yoo YS, Kang MJ, et al. Predictive accuracy of partial coherence interferometry and swept-source optical coherence tomography for intraocular lens power calculation [J/OL]. Sci Rep, 2018, 8 (1) : 13732 [2022-04-15]. https://pubmed. ncbi. nlm. nih. gov/30214016/. DOI: 10. 1038/s41598-018-32246-z.
- [15] Lee HK, Kim MK. Comparison of a new swept-source optical biometer with a partial coherence interferometry [J/OL]. BMC Ophthalmol, 2018, 18 (1) : 269 [2022-04-15]. https://pubmed. ncbi. nlm. nih. gov/30340561/. DOI: 10. 1186/s12886-018-0936-6.
- [16] Aristodemou P, Knox Cartwright NE, Sparrow JM, et al. Formula choice: Hoffer Q, Holladay 1, or SRK/T and refractive outcomes in 8108 eyes after cataract surgery with biometry by partial coherence interferometry [J]. J Cataract Refract Surg, 2011, 37 (1) : 63-71. DOI: 10. 1016/j. jcrs. 2010. 07. 032.
- [17] An Y, Kang EK, Kim H, et al. Accuracy of swept-source optical coherence tomography based biometry for intraocular lens power calculation: a retrospective cross-sectional study [J/OL]. BMC Ophthalmol, 2019, 19 (1) : 30 [2022-04-17]. https://pubmed. ncbi. nlm. nih. gov/30340561/. DOI: 10. 1186/s12886-019-1036-y.
- [18] Vounotrypidis E, Haralanova V, Muth DR, et al. Accuracy of SS-OCT biometry compared with partial coherence interferometry biometry for combined phacovitrectomy with internal limiting membrane peeling [J]. J Cataract Refract Surg, 2019, 45 (1) : 48-53. DOI: 10. 1016/j. jcrs. 2018. 08. 027.
- [19] Hoffer KJ, Aramberri J, Haigis W, et al. Protocols for studies of intraocular lens formula accuracy [J]. Am J Ophthalmol, 2015, 160 (3) : 403-405. DOI: 10. 1016/j. ajo. 2015. 05. 029.

(收稿日期:2022-04-25 修回日期:2022-10-29)

(本文编辑:刘艳 施晓萌)

广告目次

瑞秀复(眼科用生物羊膜) 广州瑞泰生物科技有限公司……封二

同息通(曲安奈德注射液) 广东省医药进出口公司珠海公司……前插页

沃丽汀(卵磷脂络合碘片) 广东泰恩康医药股份有限公司……前插页

中华医学期刊全文数据库 《中华医学杂志》社有限责任公司……后插页

中华医学会杂志社英文系列期刊 《中华医学杂志》社有限责任公司……后插页

透法明片 惠州市百吉瑞医药有限公司……封三

迈达科技 天津迈达科技股份有限公司……封底