

· 临床研究 ·

扫频光相干生物测量仪在高度近视白内障眼生物测量中的应用

李雪婷¹ 陈碧超² 李黄恩¹ 王潇¹ 徐艳雪¹ 王勇^{1,2}

¹中南大学爱尔眼科学院,长沙 410000;²武汉大学附属爱尔眼科医院,武汉 430000

通信作者:王勇,Email:wangyongeye@163.com

【摘要】 目的 评估扫频光相干生物测量仪(OA-2000)在高度近视白内障术前生物测量中的检出率、操作性及一致性。**方法** 采用诊断试验研究方法,纳入2017年10月至2018年10月于武汉大学附属爱尔眼科医院就诊的高度近视白内障患者780例1030眼。采用OA-2000、部分光相干生物测量仪IOLMaster 500和低频相干光学测量仪Lenstar-LS900对患者眼球进行生物测量,记录并比较3种仪器眼轴长度(AL)的检出率、信息输入时间、检查时间、从人工晶状体(IOL)计算到打印时间以及总操作时长;分析3种仪器测量的AL、前房深度(ACD)、最小角膜屈光力径线上角膜曲率(Kf)、最大角膜屈光力径线上角膜曲率(Ks)的相关性和一致性。**结果** OA-2000的AL检出率为94.95%,明显高于IOLMaster 500和Lenstar-LS900的83.98%和83.01%,差异均有统计学意义($\chi^2 = 38.171, P < 0.001; \chi^2 = 46.208, P < 0.001$)。OA-2000的总操作时长为(109.34±2.22)s,明显短于Lenstar-LS900的(135.64±5.55)s,差异有统计学意义($P < 0.05$)。OA-2000与IOLMaster 500测量AL、ACD、Kf、Ks的结果均呈强正相关($r = 0.999, 0.937, 0.996, 0.996$,均 $P < 0.001$);OA-2000与Lenstar-LS900测量AL、ACD、Kf、Ks的结果均呈强正相关($r = 0.999, 0.965, 0.995, 0.996$,均 $P < 0.001$)。OA-2000与IOLMaster 500、Lenstar-LS900测量AL的95%一致性界限(LoA)分别为-0.19~0.20 mm和-0.13~0.17 mm,测量ACD的95% LoA分别为-0.23~0.23 mm和-0.18~0.16 mm,测量Kf的95% LoA分别为-0.48~-0.47 D和-0.64~-0.65 D,测量Ks的95% LoA分别为-0.49~-0.47 D和-0.60~-0.61 D。**结论** 对于高度近视白内障眼,OA-2000、IOLMaster 500和Lenstar-LS900测量AL、ACD、Kf、Ks有较好的相关性和一致性,同时OA-2000的AL检出率更高,操作更快捷。

【关键词】 高度近视;白内障;生物测量

基金项目: 武汉市医学科研项目(WX17C32、WX17B22);爱尔眼科医院集团科研基金项目(AF1602D2、AM162D08)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2020.02.009

Application of the swept-source coherence tomography biometer in measurement for cataractous eyes with high myopia

Li Xueting¹, Chen Bichao², Li Huang'en¹, Wang Xiao¹, Xu Yanxue¹, Wang Yong^{1,2}

¹Aier School of Ophthalmology, the Central South University, Changsha 410000, China; ²Aier Eye Hospital of Wuhan University, Wuhan 430000, China

Corresponding author: Wang Yong, Email: wangyongeye@163.com

【Abstract】 Objective To evaluate measurement acquisition, operability, and measurement agreement of the OA-2000 in cataract eyes with high myopia. **Methods** A diagnosis test examined 1 030 eyes of 780 high-myopia cataract patients at the Wuhan Aier Eye Hospital from October 2017 to October 2018. The eyes were examined using the OA-2000, the IOLMaster 500 and the Lenstar-LS900 preoperatively. Measurement acquisition was recorded. The total ophthalmic exam, the duration of patient data entry, the actual measurement process, and the time from intraocular lens power calculation to printout were calculated. Ocular biometric parameters, including anterior chamber depth (ACD), axial length (AL), keratometry for the flattest meridian (Kf), and keratometry for the steepest meridian (Ks) were compared among the devices. This study complied with the Declaration of Helsinki. The study protocol was approved by the Ethics Committee of Wuhan Aier Eye Hospital (No. 2017IRBKY07). **Results** The OA-2000 was capable of obtaining an AL measurement in 94.95% of the eyes, which was significantly higher than the 83.98% and

83.01% measured by the IOLMaster 500 and Lenstar-LS900, respectively ($\chi^2 = 38.171, 46.208$; both at $P < 0.001$). The total ophthalmic exam with the OA-2000 took a significantly shorter time than the Lenstar-LS900 ($[109.34 \pm 2.22]s$ vs. $[135.64 \pm 5.55]s$) ($P < 0.05$). Excellent correlations were found for the AL, ACD, Kf, and Ks measurements between the OA-2000 and the IOLMaster 500 ($r = 0.999, 0.937, 0.996, 0.996$; all at $P < 0.001$). Good correlations were also found between the OA-2000 and the Lenstar-LS900 ($r = 0.999, 0.965, 0.995, 0.996$; all at $P < 0.001$). The respective 95% limits of agreement of the OA-2000 and IOLMaster 500, and the OA-2000 and Lenstar-LS900 were -0.19 to 0.20 mm and -0.13 to 0.17 mm for AL; -0.23 to 0.23 mm and -0.18 to 0.16 mm for ACD; -0.48 to 0.47 D and -0.64 to 0.65 D for Kf; -0.49 to 0.47 D and -0.60 to 0.61 D for Ks. **Conclusions** In terms of AL, ACD, Kf and Ks in cataractous eyes with high myopia, the OA-2000, IOLMaster 500, and Lenstar-LS900 show excellent correlation and agreement. The OA-2000, a new swept-source OCT-based biometer, outperforms both the IOLMaster 500 and the Lenstar-LS900 in terms of AL measurement acquisition and operability.

[Key words] High myopia; Cataract; Biometry

Fund program: Medical Research Project of Wuhan Municipality (WX17C32, WX17B22); Aier Eye Hospital Group Research Fund Project (AF1602D2, AM162D08)

DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2020.02.009

随着白内障手术技术的成熟和人工晶状体 (intraocular lens, IOL) 设计类型的进展, 白内障手术已从复明手术转变为屈光手术^[1]。目前常规白内障手术后的平均屈光误差在 ± 0.5 D 以内者占 71.0%, ± 1.0 D 占 93.0%^[2]。但随着高度近视眼轴长度 (axial length, AL) 的增加, 平均绝对屈光误差逐渐加大, 预测误差在 ± 0.5 D 内的比例逐渐减小^[3]。研究显示, 导致白内障术后屈光误差的主要原因是测量偏倚, 包括前房深度 (anterior chamber depth, ACD)、AL 和角膜曲率 (keratometry, K) 的测量^[4]。目前扫频光相干断层扫描 (swept-source optical coherence tomography, SS-OCT) 的生物测量仪开始用于临床, 其 AL 检出率较传统部分光学相干生物测量仪更高, 成为常规白内障术前生物测量的金标准^[5]。但关于扫频光学生物测量仪在高度近视眼生物测量中的应用研究较少^[6]。本研究中评估扫频光相干生物测量仪 OA-2000 在高度近视白内障术前生物测量中的检出率、可操作性及其与常用测量装置检测的一致性, 探讨 OA-2000 在高度近视白内障眼生物测量中的临床应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

采用诊断试验研究方法, 纳入 2017 年 10 月至 2018 年 10 月在武汉大学附属爱尔眼科医院就诊的伴高度近视的白内障患者 780 例 1 030 眼, 其中男 480 例, 女 300 例; 右眼 621 眼, 左眼 409 眼; 患者年龄为 39~78 岁, 平均 (63.90 ± 11.70) 岁。纳入标准: (1) AL ≥ 26.5 mm; (2) 近视屈光度 ≥ -6.0 D; (3) 单眼或双眼白内障患者; 排除标准: (1) 合并其他眼病, 包括青光眼、

玻璃体积血、黄斑病变、眼部活动性炎症等; (2) 既往眼部手术史; (3) 停戴硬性角膜接触镜 ≤ 2 周, 软性角膜接触镜 ≤ 1 周; (4) 由于眼球震颤等原因无法配合检查者。本研究遵循赫尔辛基宣言, 研究方案经武汉爱尔眼科医院伦理委员会批准 (批文号: 2017IRBKY07)。

1.2 方法

由同一名医师完成 OA-2000 (日本 Tomey 公司)、Lenstar-LS900 (瑞士 Haag-Streit AG 公司) 和 IOLMaster 500 (德国 Carl Zeiss Meditec 公司) 检查。检查前对仪器进行校准, 并向受试者说明检查过程及注意事项。在暗环境中患者取坐位, 下颌置于仪器下颌托上, 前额紧靠前额条带且外眦对准立柱上的黑色刻度线。嘱患者尽量睁大眼以避免眼险和睫毛遮挡, 每完成 1 次测量嘱患者闭眼休息后再进行下次的测量。

1.2.1 OA-2000 检查 嘱患者注视仪器中央绿色固视点, 医师调节患眼高度, 对焦准确后仪器自动测量, 测量 10 次, 取平均值。

1.2.2 IOLMaster 500 检查 嘱患者注视仪器上红色注视灯, 医师对焦后手动测量 AL 和 ACD 5 次, K 值测量 3 次, 取平均值, 参照文献[7]的方法, 信噪比大于 2.0。

1.2.3 Lenstar-LS900 检查 嘱患者注视仪器中闪烁的红色视标, 医师对焦正确后按下操纵杆上的黑色按钮, 连续测量 3 次。记录 3 种仪器测量的 AL、ACD、最小角膜屈光力径线上角膜曲率 (keratometry for the flattest meridian, Kf)、最大角膜屈光力径线上角膜曲率 (keratometry for the steepest meridian, Ks)。

用秒表记录 3 种仪器信息输入时间、检查时间 (从信息输入结束至计算开始)、从 IOL 度数计算到结果打印时间以及总时间。测量结束后由同一位医师按

照 LOCS III 标准在扩瞳状态下进行白内障分级。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 19.0 统计学软件和 MedCalc 13.0 软件进行统计分析。AL 的检出率用频数和百分率表达, 3 种仪器检测结果差异比较采用 χ^2 检验。计量资料的数据经 Kolmogorov-Smirnov 检验符合正态分布, 以 $\text{mean} \pm \text{SD}$ 表示, 经 Levene 检验证实方差齐。3 种仪器间操作时间差异比较采用单因素方差分析, 两两比较采用 LSD-*t* 检验。OA-2000 与 IOLMaster 500 或 Lenstar-LS900 测量眼球生物学参数结果差异比较采用配对 *t* 检验。OA-2000 与 IOLMaster 500 或 Lenstar-LS900 测量眼球生物学参数的关系采用 Pearson 线性相关分析, 测量结果一致性评估采用 Bland-Altman 分析法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 OA-2000 与 IOLMaster 500、Lenstar-LS900AL 检出率比较

OA-2000 对 AL 的检出率为 94.95%, 明显高于 IOLMaster 500 和 Lenstar-LS900 的 83.98% 和 83.01%, 差异均有统计学意义 ($\chi^2 = 38.171, 46.208$, 均 $P < 0.001$)。OA-2000 未检出的主要原因是后囊膜混浊分级 $>P3$ 和核混浊分级 $>N4$, 分别占 42.30% 和 40.40%, 其次为皮质混浊分级 $>C4$, 占 17.30%; IOLMaster 500 未检出的主要原因是后囊膜混浊分级 $>P3$ 和核混浊分级 $>N4$, 分别占 41.82% 和 30.91%; Lenstar-LS900 未检出 AL 的主要原因是后囊膜混浊分级 $>P3$, 占 45.14%, 其次为眼轴过长 (AL >34 mm), 占 21.14% (图 1)。

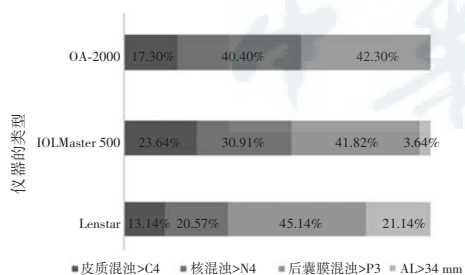


图 1 OA-2000、IOLMaster 500 和 Lenstar-LS900 未检出 AL 原因构成比 AL: 眼轴长度

Figure 1 The percentage of unobtainable AL measurements with the OA-2000, IOLMaster 500 and Lenstar-LS900 AL: axial length

2.2 OA-2000 与 IOLMaster 500、Lenstar-LS900 操作时间比较

OA-2000、IOLMaster 500 和 Lenstar-LS900 检查时间和总操作时长总体比较差异均有统计学意义 ($F =$

9.504, $P < 0.001$; $F = 6.581, P < 0.05$), 其中 OA-2000 的检查时间和总操作时长明显短于 Lenstar-LS900, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$), OA-2000 的检查时间和总操作时长与 IOLMaster 500 比较差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$) (表 1)。

表 1 3 种仪器操作时间比较 (mean \pm SD, s)
Table 1 Comparison of measurement time among the three devices (mean \pm SD, s)

仪器	眼数	信息输入时间	检查时间	IOL 计算到打印时间	总操作时长
OA-2000	843	16.34 \pm 2.79	72.47 \pm 10.68	19.38 \pm 5.31	109.34 \pm 2.22
IOLMaster 500	843	16.30 \pm 2.56	81.91 \pm 7.46	18.28 \pm 6.96	114.47 \pm 9.50
Lenstar-LS900	843	16.38 \pm 2.97	99.35 \pm 9.14 ^a	20.62 \pm 9.47	135.64 \pm 5.55 ^a
F 值		0.003	9.504	1.603	6.581
P 值		0.997	<0.001	0.204	0.002

注: 与 OA-2000 比较, ^a $P < 0.05$ (单因素方差分析, LSD-*t* 检验) IOL: 人工晶状体

Note: Compared with OA-2000, ^a $P < 0.05$ (one-way ANOVA, LSD-*t* test) IOL: intraocular lens

2.3 OA-2000 与 IOLMaster 500、Lenstar-LS900 测量的眼生物学参数比较

OA-2000 与 IOLMaster 500 测量的 AL、ACD、Kf、Ks 比较差异均无统计学意义 ($t = 0.76, -0.93, -1.77, -2.47$, 均 $P > 0.05$); OA-2000 与 Lenstar-LS900 测量的 AL、ACD、Kf、Ks 比较差异无统计学意义 ($t = -0.64, 0.52, 2.58, 1.96$, 均 $P > 0.05$) (表 2, 3)。

表 2 OA-2000 与 IOLMaster 500 测量的眼生物学参数比较 (mean \pm SD)
Table 2 Comparison of the biometry parameters between OA-2000 and IOLMaster 500 (mean \pm SD)

仪器	眼数	AL (mm)	ACD (mm)	Kf (D)	Ks (D)
OA-2000	843	28.78 \pm 1.77	3.48 \pm 0.36	43.14 \pm 2.47	44.18 \pm 2.63
IOLMaster 500	843	28.78 \pm 1.76	3.54 \pm 0.38	43.15 \pm 2.49	44.19 \pm 2.68
差值		0.00 \pm 0.07	-0.06 \pm 0.14	-0.01 \pm 0.22	-0.01 \pm 0.23
t 值		0.76	-0.93	-1.77	-2.47
P 值		0.16	0.12	0.39	0.12
95% CI		-0.01, 0.01	-0.07, -0.04	-0.04, 0.02	-0.13, -0.07

注: AL: 眼轴长度; ACD: 前房深度; Kf: 最平坦曲率径线上角膜曲率; Ks: 最陡峭曲率径线上角膜曲率; CI: 可信区间 (配对 *t* 检验)

Note: AL: axial length; ACD: anterior chamber depth; Kf: keratometry for the flattest meridian; Ks: keratometry for the steepest meridian; CI: confidence interval (paired-samples *t* test)

表 3 OA-2000 与 Lenstar-LS900 测量的眼生物学参数比较 (mean±SD)
Table 3 Comparison of the biometry parameters between OA-2000 and Lenstar-LS900 (mean±SD)

仪器	眼数	AL (mm)	ACD (mm)	Kf (D)	Ks (D)
OA-2000	843	28.78±1.77	3.48±0.36	43.14±2.47	44.18±2.63
Lenstar-LS900	843	28.85±1.77	3.48±0.37	43.13±2.53	44.17±2.70
差值		-0.06±0.06	0.00±0.03	0.01±0.24	0.01±0.26
<i>t</i> 值		-0.64	0.52	2.58	1.96
<i>P</i> 值		0.24	0.34	0.11	0.32
95% CI		-0.07, -0.05	0.00, 0.01	-0.04, 0.11	0.00, 0.07

注: AL: 眼轴长度; ACD: 前房深度; Kf: 最平坦曲率径线上角膜曲率; Ks: 最陡峭曲率径线上角膜曲率; CI: 可信区间 (配对 *t* 检验)
Note: AL: axial length; ACD: anterior chamber depth; Kf: keratometry for the flattest meridian; Ks: keratometry for the steepest meridian; CI: confidence interval (paired-samples *t* test)

2.4 OA-2000 与 IOLMaster 500、Lenstar-LS900 测量参数的相关性及其一致性

OA-2000 与 IOLMaster 500 测量的 AL、ACD、Kf、Ks 的结果均呈强正相关 ($r = 0.999, 0.937, 0.996, 0.996$, 均 $P < 0.001$), OA-2000 与 Lenstar-LS900 测量的 AL、ACD、Kf、Ks 的结果均呈强正相关 ($r = 0.999, 0.965, 0.995, 0.996$, 均 $P < 0.001$) (图 2)。OA-2000 与 IOLMaster 500、Lenstar-LS900 测量 AL 的 95% 一致性界限 (limits of agreement, LoA) 分别为 $-0.19 \sim 0.20$ mm 和 $-0.13 \sim 0.17$ mm, 测量 ACD 的 95% LoA 分别为 $-0.23 \sim 0.23$ mm 和 $-0.18 \sim 0.16$ mm, 测量 Kf 的 95% LoA 分别为 $-0.48 \sim 0.47$ D 和 $-0.64 \sim 0.65$ D, 测量 Ks 的 95% LoA 分别为 $-0.49 \sim 0.47$ D 和 $-0.60 \sim 0.61$ D (图 3)。

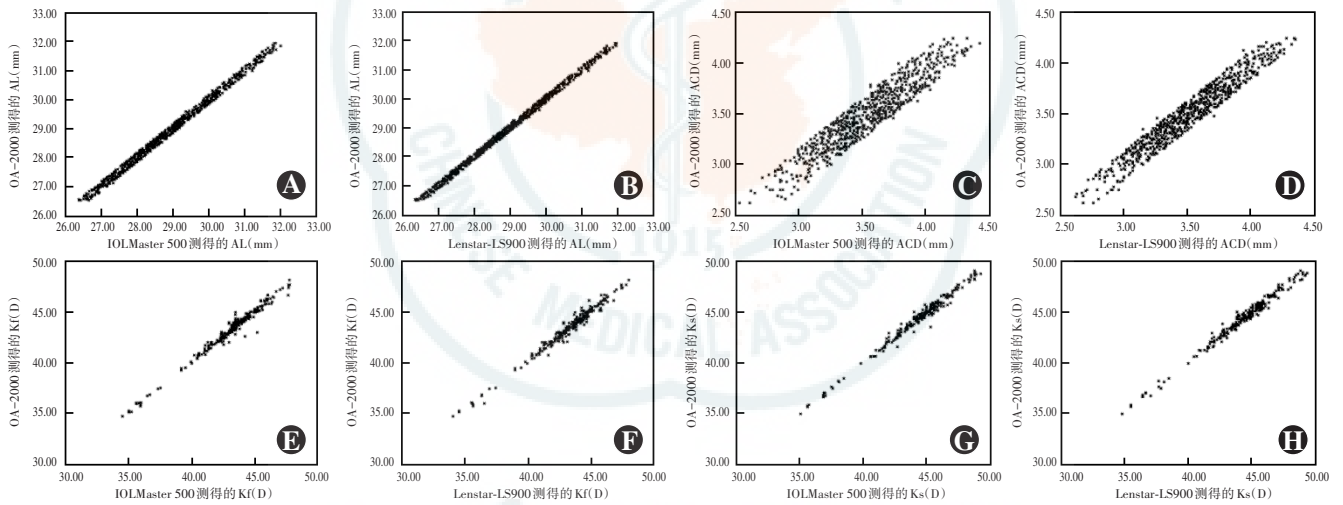


图 2 OA-2000 与 IOLMaster 500、Lenstar-LS900 测量参数的相关性分析 (Pearson 线性相关分析, $n = 843$) A: OA-2000 与 IOLMaster 500 测量的 AL 呈强正相关 ($r = 0.999, P < 0.001$) B: OA-2000 与 Lenstar-LS900 测量的 AL 呈强正相关 ($r = 0.999, P < 0.001$) C: OA-2000 与 IOLMaster 500 测量的 ACD 呈强正相关 ($r = 0.937, P < 0.001$) D: OA-2000 与 Lenstar-LS900 测量的 ACD 呈强正相关 ($r = 0.965, P < 0.001$) E: OA-2000 与 IOLMaster 500 测量的 Kf 呈强正相关 ($r = 0.996, P < 0.001$) F: OA-2000 与 Lenstar-LS900 测量的 Kf 呈强正相关 ($r = 0.995, P < 0.001$) G: OA-2000 与 IOLMaster 500 测量的 Ks 呈强正相关 ($r = 0.996, P < 0.001$) H: OA-2000 与 Lenstar-LS900 测量的 Ks 呈强正相关 ($r = 0.996, P < 0.001$) AL: 眼轴长度; ACD: 前房深度; Kf: 最平坦曲率径线上角膜曲率; Ks: 最陡峭曲率径线上角膜曲率

Figure 2 Correlations of biometry parameters measured by the OA-2000, IOLMaster 500 and Lenstar-LS900 biometers (Pearson lined correlation analysis, $n = 843$) A: AL measured by OA-2000 and IOLMaster 500 biometers showed positive correlation ($r = 0.999, P < 0.001$) B: AL measured by OA-2000 and Lenstar-LS900 biometers was highly positively correlated ($r = 0.999, P < 0.001$) C: ACD measured by OA-2000 and IOLMaster 500 biometers showed positive correlation ($r = 0.937, P < 0.001$) D: ACD measured by OA-2000 and Lenstar-LS900 biometers was positively correlated ($r = 0.965, P < 0.001$) E: Kf measured by OA-2000 and IOLMaster 500 biometers showed positive correlation ($r = 0.996, P < 0.001$) F: Kf measured by OA-2000 and Lenstar-LS900 biometers was positively correlated ($r = 0.995, P < 0.001$) G: Ks measured by OA-2000 and IOLMaster 500 biometers was positively correlated ($r = 0.996, P < 0.001$) H: Ks measured by OA-2000 and Lenstar-LS900 biometers was positively correlated ($r = 0.996, P < 0.001$) AL: axial length; ACD: anterior chamber depth; Kf: keratometry for the flattest meridian; Ks: keratometry for the steepest meridian

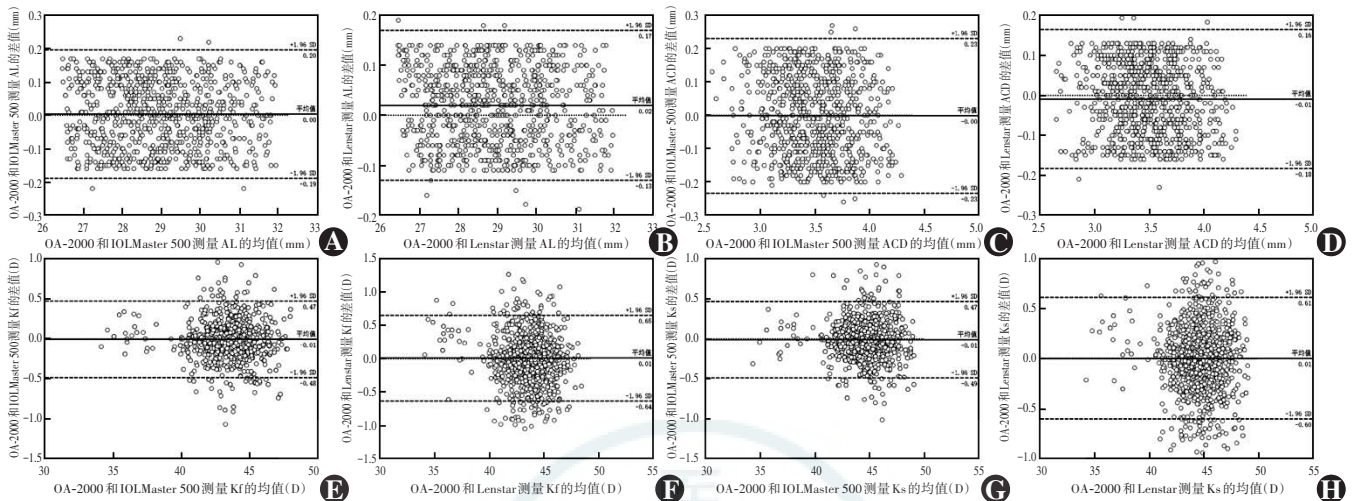


图 3 OA-2000 与 IOLMaster 500、Lenstar-LS900 测量参数的一致性分析 (Bland-Altman 分析, $n = 843$) OA-2000 与 IOLMaster 500、Lenstar-LS900 测量 AL 的 95% LoA 分别为 $-0.19 \sim 0.20$ mm 和 $-0.13 \sim 0.17$ mm, 测量 ACD 的 95% LoA 分别为 $-0.23 \sim 0.23$ mm 和 $-0.18 \sim 0.16$ mm, 测量 Kf 的 95% LoA 分别为 $-0.48 \sim 0.47$ D 和 $-0.64 \sim 0.65$ D, 测量 Ks 的 95% LoA 分别为 $-0.49 \sim 0.47$ D 和 $-0.60 \sim 0.61$ D A: OA-2000 与 IOLMaster 500 测量 AL 的一致性 B: OA-2000 与 Lenstar-LS900 测量 AL 的一致性 C: OA-2000 与 IOLMaster 500 测量 ACD 的一致性 D: OA-2000 与 Lenstar-LS900 测量 ACD 的一致性 E: OA-2000 与 IOLMaster 500 测量 Kf 的一致性 F: OA-2000 与 Lenstar-LS900 测量 Kf 的一致性 G: OA-2000 与 IOLMaster 500 测量 Ks 的一致性 H: OA-2000 与 Lenstar-LS900 测量 Ks 的一致性 AL: 眼轴长度; ACD: 前房深度; Kf: 最平坦曲率径线上角膜曲率; Ks: 最陡峭曲率径线上角膜曲率

Figure 3 Agreement of biometry parameters among OA-2000 and IOLMaster 500 and Lenstar-LS900 (Bland-Altman analysis, $n = 843$) The respective 95% LoA of the OA-2000 and IOLMaster 500, and the OA-2000 and Lenstar-LS900 were -0.19 to 0.20 mm and -0.13 to 0.17 mm for AL; -0.23 to 0.23 mm and -0.18 to 0.16 mm for ACD; -0.48 to 0.47 D and -0.64 to 0.65 D for Kf; -0.49 to 0.47 D and -0.60 to 0.61 D for Ks A: Agreement of AL between OA-2000 and IOLMaster 500 B: Agreement of AL between OA-2000 and Lenstar-LS900 C: Agreement of ACD between OA-2000 and IOLMaster 500 D: Agreement of ACD between OA-2000 and Lenstar-LS900 E: Agreement of Kf between OA-2000 and IOLMaster 500 F: Agreement of Kf between OA-2000 and Lenstar-LS900 G: Agreement of Ks between OA-2000 and IOLMaster 500 H: Agreement of Ks between OA-2000 and Lenstar-LS900 AL: axial length; ACD: anterior chamber depth; Kf: keratometry for the flattest meridian; Ks: keratometry for the steepest meridian

3 讨论

白内障术前眼球生物测量以及个性化手术方案设计是术后视觉质量的重要影响因素^[8]。研究表明,眼轴测量中 1 mm 的误差在 IOL 计算中可导致 2.70 ~ 3.00 D 的术后屈光误差^[9]。高度近视眼随着 AL 的增加,后巩膜葡萄肿的发生率不断升高,部分高度近视患者还存在固视不良,对眼轴测量的准确性影响较大,导致术后屈光误差更大^[10]。

OCT 具有非接触性、成像速度快、分辨率高的优点^[11],SS-OCT 在传统 OCT 测量的基础上采用快速可调谐激光器,实现干涉光谱信号探测,显著提高了成像速度和信噪比^[12]。OA-2000 基于傅里叶域 SS-OCT 技术,采用波长 1 060 nm 的扫描激光光源通过 B-扫描方式来完成眼球各参数的测量。

光学生物测量对于屈光介质混浊(成熟期或过熟期白内障、角膜白斑)、低视力或固视不良者可能无法进行 AL 测量,存在很大的局限性^[13]。本研究结果显示,OA-2000 的 AL 检出率明显高于 IOLMaster 500 和 Lenstar-LS900。OA-2000 AL 未检出的主要原因是后

囊膜混浊、硬核和全白内障。全白内障患者用 3 种仪器检出率均低,但是 OA-2000 在 $AL > 34$ mm、核性混浊和后囊膜混浊者的生物测量上更有优势,主要是因为光源波长和扫描方式的不同,OA-2000 扫描波长较长,对组织散射小,成像更深,对混浊晶状体的穿透能力强^[11]。OA-2000 为 B-Scan 断层扫描方式,可自动搜寻待测位点。OA-2000 具有较高的 AL 检出率,因此将减少需要 A 型超声测量的患者数量,进而减少测量误差和感染风险。Huang 等^[14]采用 OA-2000 对 171 眼的 AL 进行测量,检出率为 97.08%。与 Huang 等^[14]的结果相比,本研究中的 AL 检出率偏低,主要原因为本研究对象是高度近视,AL 过长对检出率可能有一定影响,同时高度近视也是核性白内障形成的危险因素,白内障混浊程度也影响 AL 检出率。

关于操作性问题,3 种仪器的差异主要体现在检查时间上,OA-2000 检查时间最短,操作性最好,可能的原因为:(1) OA-2000 基于图像检焦法自动调焦,CCD 成像单元通过 Placido 盘中心小孔来采集受检查者角膜上 Placido 盘及中心 LED 光源的反射像,并通过中心 LED 光源的反射像来确定对准程度;而

IOLMaster 500 和 Lenstar-LS900 需要手动调焦,检查时间更长。(2)OA-2000 内设 3D 追踪系统,不仅操作快捷,同时代替了观察者主观判断,测量结果重复性更高,误差更小;而 IOLMaster 500 需要手动切换 3 个操作界面。OA-2000 操作性好,用于白内障患者术前常规检查更方便。

本研究中 OA-2000 测量的 AL 和 ACD 与 IOLMaster 500 和 Lenstar-LS900 测量值相比无明显差异,且一致性好,表明 3 种仪器获得的 AL 和 ACD 值临床上可以相互替代。关于 K 的测量,OA-2000 测量 K 时在角膜中央 5.5 mm 范围投影 9 个环,每个环取 256 个投影点,可获取更多的角膜信息,能够让临床医生更为敏感地发现角膜潜在的细节变化。本研究结果表明,OA-2000 与 Lenstar-LS900 间以及 OA-2000 与 IOLMaster 500 间测量的 Kf 和 Ks 的 95%LoA 内最大差值约为 0.5 D,一致性稍差。本研究中在尽量减少人工操作误差以及患者配合所导致的测量差异的前提下进一步分析,认为其主要原因为测量直径以及采样点数不同。IOLMaster 500 测量角膜中央 2.5 mm 范围,分析角膜中央 6 个光点间的平均角膜曲率,而 Lenstar-LS900 则在 1.65 mm 和 2.3 mm 处取得 2 个环上 32 点间角膜曲率值,并通过迭代过程将它们组合起来以提高一致性;OA-2000 则从 2.5 mm 处的投影环上取 32 个测量点,根据这 32 个点的投影图像拟合一个椭圆,短半径即为 K_2 的曲率半径,与之垂直的即为 K_1 曲率半径。根据角膜屈光力 1.0 D 的误差会导致术后 0.8~1.3 D 的屈光误差^[15],误差约为 0.5 D,临床影响较小,故可以将 3 种仪器 Kf 和 Ks 的测量结果互换。但对于有角膜手术史、高度散光的患者,建议参考自动电脑验光仪、三维眼前节分析系统 Pentacam 等仪器的测量结果合理选择,以增加 K 值测量结果的准确性^[16]。

综上所述,本研究结果表明在高度近视白内障术前眼部生物测量中,OA-2000 与 Lenstar-LS900、IOLMaster 500 测量 AL、ACD、Kf、Ks 有较好的相关性和一致性,测量值可相互替代使用。此外,OA-2000 具有 AL 检出率更高、操作更快捷的优点。

利益冲突 所有作者均声明不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] 姚克. 我国白内障研究发展方向及面临的问题[J]. 中华眼科杂志, 2015, 51(4): 241-244. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0412-4081. 2015. 04. 001.
Yao K. Cataract in China: research and development direction and problems encountered [J]. Chin J Ophthalmol, 2015, 51(4): 241-244. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0412-4081. 2015. 04. 001.
- [2] Behndig A, Montan P, Stenevi U, et al. Aiming for emmetropia after cataract surgery: Swedish National Cataract Register study [J]. J Cataract Refract Surg, 2012, 38(7): 1181-1186. DOI: 10. 1016/j. jcrs. 2012. 02. 035.
- [3] Wang Q, Jiang W, Lin T, et al. Accuracy of intraocular lens power calculation formulas in long eyes: a systematic review and meta-analysis [J]. Clin Exp Ophthalmol, 2018, 46(7): 738-749. DOI: 10. 1111/ceo. 13184.
- [4] 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.
- [5] McAlinden C, Wang Q, Gao R, et al. Axial length measurement failure rates with biometers using swept-source optical coherence tomography compared to partial-coherence interferometry and optical low-coherence interferometry [J]. Am J Ophthalmol, 2017, 173: 64-69. DOI: 10. 1016/j. ajo. 2016. 09. 019.
- [6] 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.
- [7] Hirschall 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.
- [8] 周龚莉, 王勇. 中老年白内障患者中角膜高阶波前像差与眼轴长度相关性变化[J]. 临床眼科杂志, 2016, 24(6): 510-513. DOI: 10. 3969/j. issn. 1006-8422. 2016. 06. 010.
Zhou YL, Wang Y. Correlations between higher-order corneal wavefront aberration and axial length in middle aged and elderly Chinese population [J]. J Clin Ophthalmol, 2016, 24(6): 510-513. DOI: 10. 3969/j. issn. 1006-8422. 2016. 06. 010.
- [9] Shamma HJ, Wetterwald N, Potvin R. New mode for measuring axial length with an optical low-coherence reflectometer in eyes with dense cataract [J]. J Cataract Refract Surg, 2015, 41(7): 1365-1369. DOI: 10. 1016/j. jcrs. 2014. 10. 032.
- [10] Yang JY, Kim HK, Kim SS. Axial length measurements: Comparison of a new swept-source optical coherence tomography-based biometer and partial coherence interferometry in myopia [J]. J Cataract Refract Surg, 2017, 43(3): 328-332. DOI: 10. 1016/j. jcrs. 2016. 12. 023.
- [11] Shamma HJ, Ortiz S, Shamma MC, et al. Biometry measurements using a new large-coherence-length swept-source optical coherence tomographer [J]. J Cataract Refract Surg, 2016, 42(1): 50-61. DOI: 10. 1016/j. jcrs. 2015. 07. 042.
- [12] 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[J]. 中华实验眼科杂志, 2019, 37(2): 123-128. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 2095-0160. 2019. 02. 010.
Lan CJ, Peng Y, Liao X. Application of swept-source optical coherence tomography biometer in cataract [J]. Chin J Exp Ophthalmol, 2019, 37(2): 123-128. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 2095-0160. 2019. 02. 010.
- [13] 沈政伟, 尹禾, 薛林平, 等. 白内障患者 Lenstar 与 A 型超声或角膜曲率计眼部生物学参数测量结果的比较[J]. 中华实验眼科杂志, 2012, 30(12): 1114-1117. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 2095-0160. 2012. 12. 016.
Shen ZW, Yin H, Xue LP, et al. Comparison of the biometric measuring outcomes between Lenstar and A-scan ultrasound biometry or keratometer in cataract patient [J]. Chin J Exp Ophthalmol, 2012, 30(12): 1114-1117. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 2095-0160. 2012. 12. 016.
- [14] 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.
- [15] Mehdizadeh M. Effect of axial length and keratometry measurement error on intraocular lens implant power prediction formulas in pediatric patients [J]. J AAPOS, 2008, 12(4): 425-426. DOI: 10. 1016/j. jaapos. 2008. 05. 007.
- [16] Fu Y, Yu X, Savini G, et al. Assessment of corneal keratometric and astigmatism measurements using verion system and other instruments in cataract patient [J]. Curr Eye Res, 2018, 43(10): 1205-1214. DOI: 10. 1080/02713683. 2018. 1488264.

(收稿日期:2019-08-24 修回日期:2019-12-09)

(本文编辑:刘艳)