

· 临床研究 ·

# OPD-Scan III 测量角膜屈光力和散光的可重复性及其与 Pentacam 检测结果的一致性

李盼盼<sup>1</sup> 袁幽<sup>2</sup> 黄黎黎<sup>1</sup> 朱妍<sup>1</sup> 李俊杰<sup>1</sup> 宋愈<sup>1</sup><sup>1</sup>南通大学第二附属医院 南通市第一人民医院眼科 226001; <sup>2</sup>苏州大学附属理想眼科医院眼科 215000

通信作者:宋愈, Email: songyuleye@126.com

**【摘要】** 目的 分析 OPD-Scan III 测量角膜屈光力及散光的可重复性及其与 Pentacam 检测结果的一致性。方法 采用诊断试验研究方法, 收集 2018 年 8 月于南通大学第二附属医院及苏州大学附属理想眼科医院就诊的屈光不正患者 50 例 100 眼, 采用主觉验光测量受检者球镜度数、散光度数及轴位。分别采用 OPD-Scan III 和 Pentacam 行角膜生物测量且连续测量 3 次, 记录平坦轴角膜曲率(K1)、陡峭轴角膜曲率(K2)、散光度数、散光轴位、散光矢量参数 J0(0°或 180°轴位的 Jackson 交叉柱镜值)、J45(45°轴位的 Jackson 交叉柱镜值)。采用组内相关系数(ICC)评价 2 种仪器测量数据的可重复性。分别采用 Wilcoxon 符号秩检验、Spearman 秩相关性分析和 Bland-Altman 图表法分析 2 种仪器测量数据的差异、相关性及其一致性。结果 OPD-Scan III 测得 K1、K2、散光度数及轴位、J0 以及 J45 的 ICC 均 > 0.900; Pentacam 测得散光度数的 ICC 为 0.896, 其余测量数据均 ICC > 0.900。OPD-Scan III 测量 K2、散光度数、J0 及 J45 值明显高于 Pentacam 测量值, 差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。OPD-Scan III 测量 K1、K2、散光度数及轴位、J0 和 J45 值与 Pentacam 的测量值均呈正相关( $r_s = 0.981, 0.982, 0.900, 0.737, 0.921, 0.703$ , 均  $P < 0.01$ )。OPD-Scan III 与 Pentacam 测量 K1、K2、散光度数及轴位、J0 及 J45 差值的 95% 一致性界限(LOA)分别为  $-0.52 \sim 0.50$  D、 $-0.39 \sim 0.59$  D、 $-0.37 \sim 0.48$  D、 $-17.29^\circ \sim 20.38^\circ$ 、 $-0.12 \sim 0.24$  D 和  $-0.22 \sim 0.28$  D。结论 OPD-Scan III 在测量高度角膜散光患者的角膜屈光力及角膜散光度数时具有较好的可重复性和准确性, 其测量散光轴位的 95% LOA 较大, 不能被临床所接受。

**【关键词】** 角膜屈光力; 角膜散光; OPD-Scan III; 可重复性; 一致性**基金项目:** 南通市卫生健康委员会课题项目 (MB2019005)

DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20190323-00134

## Repeatability of OPD-Scan III and its consistency with Pentacam in measuring keratometry and astigmatism

Li Panpan<sup>1</sup>, Yuan You<sup>2</sup>, Huang Lili<sup>1</sup>, Zhu Yan<sup>1</sup>, Li Junjie<sup>1</sup>, Song Yu<sup>1</sup><sup>1</sup>Department of Ophthalmology, Second Affiliated Hospital of Nantong University, Nantong First People's Hospital, Nantong 226001, China; <sup>2</sup>Department of Ophthalmology, Lixiang Eye Hospital of Soochow University, Suzhou 215000, China

Corresponding author: Song Yu, Email: songyuleye@126.com;

**【Abstract】 Objective** To analyze the repeatability of keratometry and astigmatism values measured by the OPD-Scan III and the agreement of the parameters measured by OPD-Scan III and Pentacam. **Methods** A diagnostic test study design was adopted. Fifty patients (100 eyes) with refractive errors, aged from 21 to 35 years old, were selected from Second Affiliated Hospital of Nantong University and Lixiang Eye Hospital of Soochow University during August 2018. Spherical equivalent, astigmatism degree and axis were measured by Autorefractometer. Corneal biometric measurements were measured three times continuously with the above two instruments. Keratometry values at the flat axis (K1), keratometry values at the steep axis (K2), astigmatism degree, axis, vector parameters J0 (Jackson cross cylinder at 0° or 180°) and J45 (Jackson cross cylinder at 45°) were recorded. Intraclass correlation coefficient (ICC) was used for repeatability analysis. Wilcoxon signed rank test, Spearman correlation analysis and Bland-Altman graphs were employed to analyze the comparability. This study adhered to the Declaration of Helsinki and was approved by an Ethics Committee of Lixiang Eye Hospital of Soochow University (No. SLER2018112). Written informed consent was obtained from each patient prior to any examination. **Results** The ICC of K1, K2, astigmatism, astigmatic axis, J0 and J45 measured by OPD-Scan III were all greater than 0.900; the ICC of the

astigmatism measured by Pentacam was 0.896, and the ICC of the other parameters measured by Pentacam were greater than 0.900; The values of K2, astigmatism, J0 and J45 measured by OPD-Scan III were greater than those measured by Pentacam, and the differences were statistically significant (all at  $P < 0.05$ ). The values of K1, K2, astigmatism degree, axis, J0 and J45 measured by OPD-Scan III were positively correlated with those measured by Pentacam ( $r_s = 0.981, 0.982, 0.900, 0.737, 0.921, 0.703$ , all at  $P < 0.01$ ). The 95% agreement of limits (LOA) of K1, K2, astigmatism, axis, J0 and J45 measurement difference between OPD-Scan III and Pentacam were  $-0.52-0.50$  D,  $-0.39-0.59$  D,  $-0.37-0.48$  D,  $-17.29^\circ-20.38^\circ$ ,  $-0.12-0.24$  D and  $-0.22-0.28$  D, respectively.

**Conclusions** OPD-Scan III has high credibility in measuring corneal refractive power and astigmatism degree, but its 95% LOA of astigmatism axis is too large to be accepted clinically.

[Key words] Keratometry; Corneal astigmatism; OPD-Scan III; Reproducibility; Comparability

**Fund program:** Project of Nantong Health Committee (MB2019005)

DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20190323-00134

角膜占眼总屈光力的 3/4, 准确测量角膜屈光力、散光度数及轴位对角膜屈光手术参数设置和人工晶状体屈光度的计算(特别是散光型人工晶状体的型号及轴位的计算)等均具有重要意义<sup>[1-2]</sup>。目前临床上测量角膜屈光力的常用仪器包括 Pentacam 三维眼前节分析仪、角膜曲率计、Lensar 光学生物测量仪、VERION 数字导航系统等。Pentacam 在临床角膜屈光力测量上应用较为广泛, 且已有大量研究证实 Pentacam 测量角膜屈光力及散光具有较高的准确性<sup>[3-5]</sup>。OPD-Scan III 角膜/屈光分析仪是 OPD-Scan 系统的最新设备, 集角膜地形图、波前像差、自动验光、眼内散光等多功能于一身<sup>[6-9]</sup>。该仪器不但可以为临床医生提供更全面的信息, 同时可以减少患者的检查时间, 提高诊疗效率。但 OPD-Scan III 在临床上应用时间较短, 目前针对其测量结果准确性的研究较少。本研究主要对 OPD-Scan III 测量角膜屈光力和散光的可重复性和准确性进行分析, 为其临床应用提供依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

采用诊断试验研究方法, 收集 2018 年 8 月在南通大学第二附属医院和苏州大学附属理想眼科医院就诊的屈光不正患者 50 例 100 眼, 其中男 38 例, 女 12 例; 年龄 21~35 岁, 平均(28.32±2.93)岁。主觉验光下受检者球镜度数为  $-3.75(-2.5^\circ, -5.5^\circ)$  D, 其中 1 眼正视, 36 眼为轻度近视(球镜度数  $\leq -3.00$  D), 46 眼为中度近视( $-3.00$  D < 球镜度数 <  $-6.00$  D), 17 眼为高度近视(球镜度数  $\geq -6.00$  D)。柱镜度数为  $-0.25(0.0, -0.75)$  D, 41 眼无散光, 41 眼为轻度散光(散光度数  $\leq 0.75$  D), 18 眼为高度散光(散光度数  $> 0.75$  D)。纳入标准:(1)顺利完成 OPD-Scan III 和 Pentacam 检查;(2)角膜规则散光;(3)眼压范围在 10~21 mmHg 内(1 mmHg=0.133 kPa);(4)停止配戴软性角膜接触

镜 1 周以上、硬性角膜接触镜 2 周以上。排除标准:(1)有圆锥角膜、角膜瘢痕等角膜疾病者;(2)有干眼、眼部外伤史、眼部手术史者。本研究遵循《赫尔辛基宣言》, 并经苏州大学附属理想眼科医院伦理委员会批准(批文号:SLER2018112)。所有研究对象均知情同意并自愿签署知情同意书。

### 1.2 方法

**1.2.1 一般检查** 采用裂隙灯显微镜(IEC601-1, 日本 Topcon 公司)检查眼前节以排除角膜瘢痕。采用 Pentacam 三维眼前节分析系统(70900, 德国 Oculus 公司)行角膜地形图检查以排除圆锥角膜。采用 Schirmer 试验 I 检查泪液分泌量, 并排除泪液分泌量  $< 5$  mm/5 min 的患者。应用非接触式眼压计(CT-1, 日本 Topcon 公司)测量眼压, 连续测量 3 次, 记录其平均值。

**1.2.2 主觉验光** 采用电脑自动验光仪(ARK-510A, 日本 Nidek 公司)重复测量 3 次, 取其平均值, 根据电脑验光的结果采用综合验光仪(RT-5100, 日本 Nidek 公司)对屈光度进行校正(主要步骤包括雾视、红绿试验、交叉柱镜、双眼平衡)。所有患者瞳孔均为自然状态, 所有检查均由同一熟练的验光师在半暗室环境下完成, 记录其球镜度数和柱镜度数。

**1.2.3 OPD-Scan III 角膜/屈光分析仪测量角膜屈光力和轴位散光** 采用 OPD-Scan III 角膜/屈光分析仪(日本 Nidek 公司)。所有检查均由同一熟练的验光师在半暗室环境下完成。测量前保证受检者头位正, 瞬目数次以保证泪膜分布均匀, 测量时嘱受检者尽量睁大双眼注视前方的注视灯, 并通过调整控制杆使窗口图像对焦, 进入角膜地形图模式后嘱受检者瞬目数次后保持双眼睁大后采集图像, 连续测量 3 次, 并记录角膜中央直径 3 mm 范围的平坦轴角膜曲率(keratometry values at the flat axis, K1)、陡峭轴角膜曲率(keratometry values at the steep axis, K2)、散光度数(D)及轴位( $^\circ$ )。

**1.2.4 Pentacam 三维眼前节分析诊断系统测量角膜**

屈光力和散光 所有检查均由同一熟练的验光师在暗环境下完成。测量前保证受检者头位正,瞬目数次以保证泪膜分布均匀,测量时嘱受检者尽量睁大双眼注视前方旋转轴中心,通过操纵杆对焦后,应用自动采集图像设置连续测量 3 次,并记录角膜中央直径 3 mm 范围内 K1、K2、散光度数及轴位。

**1.2.3 角膜散光矢量分析** 应用 Naeser<sup>[10]</sup> 提出的矢量分析将角膜散光分解,其中 0°或 180°轴位散光为  $J0 = (C/2)\cos(2\alpha)$ , 45°轴位散光为  $J45 = (C/2)\sin(2\alpha)$ ; C 为角膜散光度数,  $\alpha$  为角膜散光轴位。

**1.3 统计学方法**

采用 SPSS 22.0 统计学软件进行统计分析。取散光轴位为中间值的测量数据纳入统计,本研究中计量资料经 Kolmogorov-Smirnov 检验不符合正态分布,以  $M(Q_1, Q_3)$  进行表达,采用组内相关系数 (intraclass correlation coefficient, ICC) 评价 2 种仪器各测量数据的可重复性。采用 Wilcoxon 符号秩检验比较 Pentacam 与 OPD-Scan III 测量数据的差异,2 种仪器测量参数的相关性分析采用 Spearman 相关分析。2 种仪器测量数据的差值经 Kolmogorov-Smirnov 检验符合正态分布,以  $\text{mean} \pm \text{SD}$  表示,采用 Bland-Altman 图表法评价 2 种仪器各测量参数的一致性。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 OPD-Scan III 与 Pentacam 测量角膜屈光力及散**

光的可重复性

OPD-Scan III 测量 K1、K2、散光度数、散光轴位、J0 以及 J45 的 ICC 均  $> 0.900$ ; Pentacam 测量散光度数的 ICC 为 0.896,其余各测量数据 ICC 均  $> 0.900$  (表 1)。

**表 1 OPD-Scan III 及 Pentacam 测量数据的可重复性分析 (n = 100)**

**Table 1 Repeatability of measurements between OPD-Scan III and Pentacam (n = 100)**

测量数据	OPD-Scan III		Pentacam	
	ICC	95% CI	ICC	95% CI
K1	0.994	0.992-0.996	0.980	0.972-0.986
K2	0.992	0.989-0.995	0.991	0.988-0.994
散光度数	0.946	0.925-0.961	0.896	0.859-0.926
散光轴位	0.940	0.918-0.957	0.970	0.959-0.979
J0	0.955	0.937-0.968	0.906	0.872-0.933
J45	0.903	0.868-0.931	0.950	0.931-0.964

注: K1: 平坦轴角膜曲率; K2: 陡峭轴角膜曲率; J0: 0°或 180°轴位散光; J45: 45°轴位散光; ICC: 组内相关系数; CI: 置信区间

Note: K1: keratometry values at the flat axis; K2: keratometry values at the steep axis; J0: Jackson cross cylinder at 0° or 180°; J45: Jackson cross cylinder at 45°; ICC: intraclass correlation coefficient; CI: confidence interval

**2.2 OPD-Scan III 与 Pentacam 测量角膜屈光力及散光的比较**

OPD-Scan III 测得 76 眼散光度数  $> 0.75$  D。Pentacam 测得 72 眼散光度数  $> 0.75$  D。OPD-Scan III 测量 K2、散光度数、J0 及 J45 值明显高于 Pentacam 测量值,差异均有统计学意义 (均  $P < 0.05$ ) (表 2)。

**表 2 OPD-Scan III 与 Pentacam 测量数据比较 [M(Q<sub>1</sub>, Q<sub>3</sub>)]**

**Table 2 Comparison of measurements between OPD-Scan III and Pentacam (M[Q<sub>1</sub>, Q<sub>3</sub>])**

仪器	眼数	K1 (D)	K2 (D)	散光度数 (D)	散光轴位 (°)	J0 (D)	J45 (D)
OPD-Scan III	100	42.00 (41.36, 43.44)	43.75 (42.11, 44.75)	1.11 (0.76, 1.41)	92.00 (83.25, 96.00)	0.53 (0.30, 0.68)	0.03 (-0.10, 0.13)
Pentacam	100	42.56 (41.24, 43.44)	43.68 (42.00, 44.57)	0.99 (0.73, 1.26)	89.70 (81.98, 95.50)	0.46 (0.33, 0.60)	-0.01 (-0.11, 0.10)
Z 值		-0.349	-3.934	-4.954	-1.548	-5.673	-2.156
P 值		0.727	$< 0.01$	$< 0.01$	0.122	$< 0.01$	0.031

注: (Wilcoxon 符号秩检验) K1: 平坦轴角膜曲率; K2: 陡峭轴角膜曲率; J0: 0°或 180°轴位散光; J45: 45°轴位散光

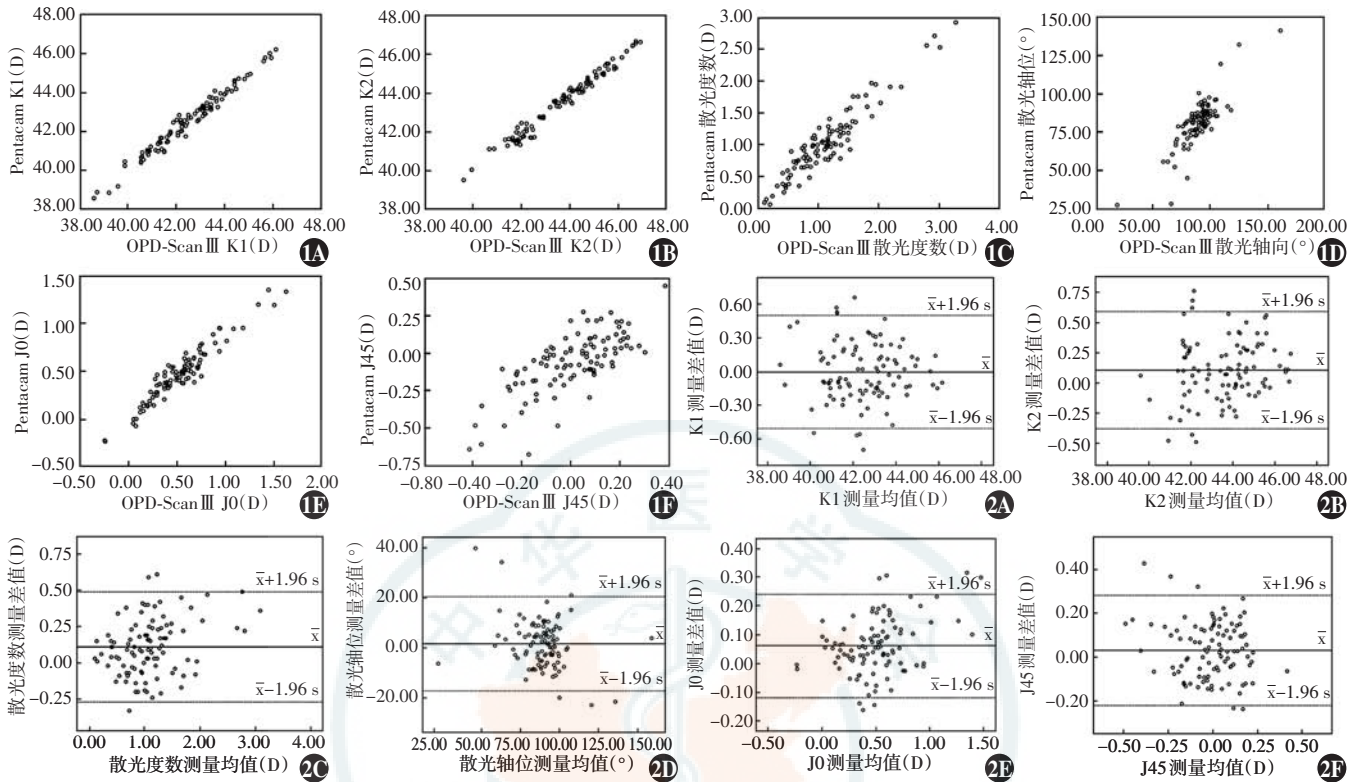
Note: (Wilcoxon signed rank test) K1: keratometry values at the flat axis; K2: keratometry values at the steep axis; J0: Jackson cross cylinder at 0° or 180°; J45: Jackson cross cylinder at 45°

**2.3 OPD-Scan III 与 Pentacam 测量角膜屈光力及散光的相关性**

OPD-Scan III 与 Pentacam 测得 K1、K2、散光度数、散光轴位、J0 及 J45 均呈高度正相关 ( $r_s = 0.981$ 、 $0.982$ 、 $0.900$ 、 $0.737$ 、 $0.921$ 、 $0.703$ , 均  $P < 0.01$ ) (图 1)。

**2.4 OPD-Scan III 与 Pentacam 测量角膜屈光力及散光的一致性**

OPD-Scan III 与 Pentacam 测量 K1、K2、散光度数、散光轴位、J0 及 J45 的差值分别为  $(-0.01 \pm 0.26)$  D、 $(0.10 \pm 0.25)$  D、 $(0.11 \pm 0.19)$  D、 $1.65^\circ \pm 9.40^\circ$ 、 $(0.06 \pm 0.09)$  D 和  $(0.03 \pm 0.13)$  D, 95% 一致性界限 (limits of agreement, LOA) 分别为  $-0.52 \sim 0.50$  D、 $-0.39 \sim 0.59$  D、 $-0.37 \sim 0.48$  D、 $-17.29^\circ \sim 20.38^\circ$ 、 $-0.12 \sim 0.24$  D 和  $-0.22 \sim 0.28$  D。95% LOA 线外点比例分别为 7.00%、6.00%、3.00%、6.00%、7.00% 和 5.00% (图 2)。



**图 1** OPD-Scan III 与 Pentacam 测量角膜屈光力及散光相关分析散点图 (Spearman 相关分析,  $n = 100$ ) OPD-Scan III 与 Pentacam 测得 K1、K2、散光度数、散光轴位、J0 及 J45 均呈正相关 ( $r_s = 0.981, 0.982, 0.900, 0.737, 0.921, 0.703$ , 均  $P < 0.01$ ) A~F: 2 种仪器测量 K1、K2、散光度数、散光轴位、J0 及 J45 的相关性分析 K1: 平坦轴角膜曲率; K2: 陡峭轴角膜曲率; J0:  $0^\circ$  或  $180^\circ$  轴位散光; J45:  $45^\circ$  轴位散光 **图 2** OPD-Scan III 与 Pentacam 测量角膜屈光力及散光差值的 Bland-Altman 分析图 ( $n = 100$ ) OPD-Scan III 与 Pentacam 测量 K1、K2、散光度数、散光轴位、J0 及 J45 差值的 95% LOA 分别为  $-0.52 \sim 0.50$  D、 $-0.39 \sim 0.59$  D、 $-0.37 \sim 0.48$  D、 $-17.29^\circ \sim 20.38^\circ$ 、 $-0.12 \sim 0.24$  D 和  $-0.22 \sim 0.28$  D A~F: 2 种仪器测量 K1、K2、散光度数、散光轴位、J0 及 J45 差值的一致性分析 K1: 平坦轴角膜曲率; K2: 陡峭轴角膜曲率; J0:  $0^\circ$  或  $180^\circ$  轴位散光; J45:  $45^\circ$  轴位散光

**Figure 1** Correlation analysis of the parameters measured by OPD-Scan III and Pentacam (Spearman correlation analysis,  $n = 100$ ) K1, K2, astigmatism values, astigmatism axis, J0 and J45 measured by OPD-Scan III and Pentacam were positively correlated ( $r_s = 0.981, 0.982, 0.900, 0.737, 0.921, 0.703$ ; all at  $P < 0.01$ ) A-F: The correlation analysis of K1, K2, astigmatism values, astigmatism axis, J0 and J45 measured by OPD-Scan III and Pentacam K1: keratometry values at the flat axis; K2: keratometry values at the steep axis; J0: Jackson cross cylinder at  $0^\circ$  or  $180^\circ$ ; J45: Jackson cross cylinder at  $45^\circ$  **Figure 2** The Bland-Altman plots of the parameters measurement difference between OPD-Scan III and Pentacam ( $n = 100$ ) The 95% LoA of K1, K2, astigmatism values, astigmatism axis, J0 and J45 measurement difference were  $-0.52 \sim 0.50$  D,  $-0.39 \sim 0.59$  D,  $-0.37 \sim 0.48$  D,  $-17.29^\circ \sim 20.38^\circ$ ,  $-0.12 \sim 0.24$  D and  $-0.22 \sim 0.28$  D A-F: The agreement analysis of K1, K2, astigmatism values, astigmatism axis, J0 and J45 measurement difference between OPD-Scan III and Pentacam K1: keratometry values at the flat axis; K2: keratometry values at the steep axis; J0: Jackson cross cylinder at  $0^\circ$  or  $180^\circ$ ; J45: Jackson cross cylinder at  $45^\circ$

### 3 讨论

OPD-Scan III 角膜/屈光分析仪整合了以 Placido 盘为原理的角膜地形图系统和以动态视网膜检影法为原理的主观像差仪,可获得覆盖全角膜的 12 960 个测量数据,从而获得角膜中央不同范围内的角膜曲率,并以地形图形式体现全瞳孔区的屈光状态<sup>[11]</sup>。Pentacam 三维眼前节分析诊断系统是采用 Scheimpflug 成像原理进行旋转扫描,可在 2 s 内扫描获得同轴的 50 幅裂隙图像,每幅图像包含 500 高度点,最终产生 25 000 个高度点,从而推导出角膜屈光力;由于 Pentacam 测量值为高度数据,与测量方向和参考点的轴位无关,所以得到的角膜屈光力更加精确且可重复性高<sup>[5]</sup>。本研究探讨 OPD-Scan III 测量角膜屈光力和散光的可重复性及其与 Pentacam 测量结果的一致性。

Guilbert 等<sup>[12]</sup>应用 OPD-Scan III 分别测量正常人群及圆锥角膜患者角膜中央直径 3 mm 和 5 mm 范围内的角膜屈光力,发现其测量可重复性均较高(均  $ICC > 0.9$ )。Asgari<sup>[13]</sup>等应用 OPD-Scan III 测量正视人群、屈光不正患者和圆锥角膜患者的角膜屈光力和散光度数,其测量可重复性均较高(均  $ICC > 0.9$ )。但以上研究均未分析 OPD-Scan III 测量散光轴位及角膜散光矢量分解值(J0 和 J45)的可重复性。本研究结果显示 OPD-Scan III 测量角膜屈光力、散光度数及轴位、J0 和 J45 的可重复性均较高。

本研究结果显示,OPD-Scan III 测量 K2、散光度数、J0 以及 J45 值明显高于 Pentacam 测量值,差异均有统计学意义。分析其原因,可能与 2 种仪器测量原理和测量点不同有关。Eibschitz-Tsimhoni 等<sup>[14]</sup>研究显示,每增加 1.00 D 的角膜曲率误差会导致 0.80~1.30 D

的人工晶状体屈光度计算偏差。本研究中 OPD-Scan III 测量的 K2 较 Pentacam 高 ( $0.10 \pm 0.25$ ) D, 根据 SRK 回归公式计算此差值对人工晶状体度数的影响约为 0.09 D; 而临床上人工晶状体的度数一般以 0.5 D 递增, 因此此差值不具有临床意义。本研究结果显示, OPD-Scan III 测得的散光度数较 Pentacam 的测量结果高 ( $0.11 \pm 0.19$ ) D, 95% LOA 线外点比例仅为 3%, 在测量角膜散光度数上, OPD-Scan III 与 Pentacam 可以互相替换。

本研究结果显示, OPD-Scan III 与 Pentacam 测量 K1、K2、散光度数均呈高度正相关。Asgari 等<sup>[13]</sup>的研究中也发现, OPD-Scan III 和 Pentacam HR 测量正常人角膜屈光力和角膜散光的结果呈高度正相关, 与本研究结果相一致。

本研究发现 OPD-Scan III 与 Pentacam 测量 K1、K2、散光度数及 J0 和 J45 一致性较好。但是在测量散光轴位时, 95% LOA 范围较大。Viestenz 等<sup>[15]</sup>的研究显示, Toric IOL 轴位每旋转  $3^\circ$ , 其矫正散光的能力就会丢失 10%。本研究中 2 种仪器测量散光轴位 95% LOA 范围超过  $30^\circ$ , 不能被临床所接受。分析 OPD-Scan III 与 Pentacam 测量散光轴位一致性区间较宽的原因, 除了仪器测量原理不同外, 还可能与测量过程中患者头部位置的倾斜有关。

本研究增加了角膜散光的矢量参数 J0 和 J45 以及散光轴位的数据, 分析更全面; 通过分析 OPD-Scan III 与 Pentacam 检测结果的差异性、相关性和一致性来综合评价 OPD-Scan III 测量角膜屈光力和散光准确性, 可信度较高。然而, 本研究也存在一定局限性: (1) 纳入患者双眼的数据进行统计, 可能会带来人为的样本同质性问题; (2) 样本量较小, 且测量数据为非正态分布, 大部分患者为高度角膜散光, 研究结果存在一定限制, 对于 OPD-Scan III 与 Pentacam 检测低度角膜散光屈光不正患者的角膜屈光力及角膜散光度数的一致性仍需进一步研究。

综上所述, OPD-Scan III 作为新兴的集多功能于一体的仪器, 在测量高度角膜散光屈光不正患者的角膜屈光力及角膜散光度数时具有较好的可重复性及准确性, 但其测量散光轴位的准确性有待进一步研究。

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] Jin H, Holzer MP, Rabsilber T, et al. Intraocular lens power calculation after laser refractive surgery: corrective algorithm for corneal power

- estimation[J]. J Cataract Refract Surg, 2010, 36(1): 87-96. DOI: 10.1016/j.jcrs.2009.07.011.
- [2] 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.
- [3] Brunner M, Czanner G, Vinciguerra R, et al. Improving precision for detecting change in the shape of the cornea in patients with keratoconus [J/OL]. Sci Rep, 2018, 8(1): 12345 [2019-02-12]. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30120293/. DOI: 10.1038/s41598-018-30173-7.
- [4] Zhang H, Zhou H, Zhu T, et al. Evaluation of Scheimpflug imaging parameters in blepharospasm and normal eyes [J/OL]. BMC Ophthalmol, 2018, 18(1): 23 [2019-02-12] 9. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30185154/. DOI: 10.1186/s12886-018-0897-9.
- [5] Milla M, Piñero DP, Amparo F, et al. Pachymetric measurements with a new Scheimpflug photography-based system: intraobserver repeatability and agreement with optical coherence tomography pachymetry [J]. J Cataract Refract Surg, 2011, 37(2): 310-316. DOI: 10.1016/j.jcrs.2010.08.038.
- [6] McGinnigle S, Naroo SA, Eperjesi F. Evaluation of the auto-refraction function of the Nidek OPD-Scan III [J]. Clin Exp Optom, 2014, 97(2): 160-163. DOI: 10.1111/exo.12109.
- [7] Hamer CA, Buckhurst H, Purslow C, et al. Comparison of reliability and repeatability of corneal curvature assessment with six keratometers [J]. Clin Exp Optom, 2016, 99(6): 583-589. DOI: 10.1111/exo.12329.
- [8] Asgari S, Hashemi H. OPD scan III accuracy: Topographic and aberrometric indices after accelerated corneal cross-linking [J]. J Curr Ophthalmol, 2018, 30(1): 58-62. DOI: 10.1016/j.joco.2017.09.004.
- [9] He W, Qiu X, Zhang S, et al. Comparison of long-term decentration and tilt in two types of multifocal intraocular lenses with OPD-Scan III aberrometer [J]. Eye (Lond), 2018, 32(7): 1237-1243. DOI: 10.1038/s41433-018-0068-5.
- [10] Naeser K. Assessment and statistics of surgically induced astigmatism [J]. Acta Ophthalmol, 2008, 86 Suppl 1: 5-28. DOI: 10.1111/j.1755-3768.2008.01234.x.
- [11] Tan Q, Ng AL, Cheng GP, et al. Repeatability of pupil size measurements with NIDEK OPD-Scan III in myopic children [J/OL]. Ophthalmic Physiol Opt, 2020 (2020-12-08) [2021-01-30]. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/opo.12774. DOI: 10.1111/opo.12774.
- [12] Guilbert E, Saad A, Elluard M, et al. Repeatability of keratometry measurements obtained with three topographers in keratoconic and normal corneas [J]. J Refract Surg, 2016, 32(3): 187-192. DOI: 10.3928/1081597X-20160113-01.
- [13] Asgari S, Hashemi H, Jafarzadehpur E, et al. OPD-Scan III: a repeatability and inter-device agreement study of a multifunctional device in emmetropia, ametropia, and keratoconus [J]. Int Ophthalmol, 2016, 36(5): 697-705. DOI: 10.1007/s10792-016-0189-4.
- [14] 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]. J AAPOS, 2008, 12(2): 173-176. DOI: 10.1016/j.jaapos.2007.10.012.
- [15] Viestenz A, Seitz B, Langenbacher A. Evaluating the eye's rotational stability during standard photography: effect on determining the axial orientation of toric intraocular lenses [J]. J Cataract Refract Surg, 2005, 31(3): 557-561. DOI: 10.1016/j.jcrs.2004.07.019.

(收稿日期: 2020-08-16 修回日期: 2021-01-29)

(本文编辑: 张宇 骆世平)