

ICL 人群角膜直径与前房角直径的一致性研究

王姗姗¹, 张可¹, 李雅心¹, 宋小翠¹, 李康寓^{1,2}

¹西安爱尔眼科医院 陕西西安

²中南大学爱尔眼科学院 湖南长沙

【摘要】目的 分析有晶状体眼后房型人工晶状体植入 (implantable collamer lens, ICL) 术人群角膜直径与前房角直径的一致性。**方法** 回顾性系列病例研究。选取 2019 年 1 月至 12 月于西安爱尔眼科医院屈光中心行 ICL 患者 160 例 160 眼, 分别用 Pentacam、Topolyzer、IOL Master500 及规尺测量角膜直径 (White-to-white measurement, WTW); HD-OCT 测量前房角直径 (Angle-to-angle diameter, ATA)。以 HD-OCT 测量 ATA 值及 ACD 值为依据计算 (STAAR 系统) ICL 型号尺寸, 根据 ICL 晶体型号将受检者分为 4 组 (12.1、12.6、13.2、13.7), 4 组内 ATA 与 WTW 分别进行 Pearson 相关、组内相关系数 (ICC) 法及 Bland-Altman 法分析。**结果** 4 种型号 ICL 植入术后 6 月拱高分别为 $305.41 \pm 45.22 \mu\text{m}$ 、 $417.61 \pm 101.27 \mu\text{m}$ 、 $486.37 \pm 83.82 \mu\text{m}$ 、 $597.41 \pm 185.25 \mu\text{m}$; 4 组内 ATA 与 4 种仪器测量的 WTW 值间两两配对差异具有统计学意义 ($P < 0.01$); 4 组内 ATA 与 WTW 值间 ICC 为 0.619-0.898; 12.6 和 13.2 组 ATA 与 WTW 之间存在强相关 ($r=0.718-0.881$, $0.816-0.868$; $P < 0.01$), 12.1 和 13.7 组 ATA 与 WTW 之间存在弱相关 ($r=0.641-0.724$, $0.621-0.694$; $P < 0.01$)。 **结论** 以 ATA 为基础计算的 ICL 术后拱高预测性可, 12.6 和 13.2 型号的 ATA 与 WTW 测量一致性佳。

【关键词】 有晶状体眼后房型人工晶状体植入术 (ICL); 角膜直径; 前房角直径

【基金项目】 湖南省自然科学基金面上项目 (2021JJ30048); 爱尔眼科集团自由探索项目 (No.AF2009D8)

Study on the consistency of corneal diameter and anterior chamber diameter in ICL population

Shanshan Wang¹, Ke Zhang¹, Yaxin Li¹, Xiaocui Song¹, Kangjun Li^{1,2}

¹The XI'AN AIER eye hospital, XI'AN 710000, China

²The AIER School of Ophthalmology, Central South University, Changsha 410000, China

【Abstract】 Objective To analyze the consistency of corneal diameter and anterior chamber diameter in Phakic eyes with posterior chamber intraocular lens implantation (implantable collamer lens, ICL). **Methods** Retrospective series of case studies. 160 cases (160 eyes) of ICL ametropia were performed in the refractive center of Xi'an Aier Eye Hospital from January to December 2019. The corneal diameter (White-to-white measurement, WTW) was measured with Pentacam, Topolyzer, IOL Master500 and ruler before operation. The diameter of anterior chamber (Angle-to-angle diameter, ATA) was measured by HD-OCT. Based on the values of ATA and ACD measured by HD-OCT, ICL implantation was performed by on-line calculation (STAAR system). According to the models of ICL lens implanted, all patients were divided into 4 groups (12.1,12.6,13.2,13.7). WTW and ATA in the four groups were analyzed by Pearson correlation, intra-group correlation coefficient (ICC) and Bland-Altman method. **Results** The average vault of the four models 6 months after ICL implantation were $305.41 \pm 45.22 \mu\text{m}$, $417.61 \pm 101.27 \mu\text{m}$, $486.37 \pm 83.82 \mu\text{m}$ and $597.41 \pm 185.25 \mu\text{m}$, There was significant difference between ATA and WTW measured by four kinds of instruments in pairwise pairs among the four groups ($P < 0.01$). The ICC between ATA and WTW in 4 groups is 0.619-0.898. There was a strong correlation between ATA and WTW in 12.6 and 13.2

groups ($r = 0.718-0.881, 0.816-0.868, P < 0.01$). There was a weak correlation between ATA and WTW in groups 12.1 and 13.7 ($r = 0.641-0.724, 0.621-0.694, P < 0.01$). **Conclusions** The postoperative average vault of ICL calculated on the basis of ATA is ideal and predictable, 12.6, 13.2 models of ATA and WTW have good consistency in measurement.

【Keywords】 Implantable Collamer Lens; Corneal Diameter; Anterior Chamber Diameter

当下, 有晶状体眼后房型人工晶状体 (ICL) 植入术已成为屈光不正矫正的有效方式之一, 其安全性、有效性及可预测性均已得到临床证实^[1]。本团队前期研究显示, ICL 较少引入角膜前表面高阶像差^[2], 手术对亚临床圆锥角膜屈光不正患者角膜生物力学影响轻微^[3], 且 ICL 眼内不同放置位置对前房结构参数评估具有动态性影响^[4]。但不可忽略, ICL 植入后拱高 (ICL 后表面中央到晶状体前顶点的垂直距离) 变化可能对眼内房水循环及透明晶体产生影响, 术前合理的 ICL 尺寸选择是获得术后理想拱高的重要因素。目前临床 ICL 型号选择主要依据术眼前房深度 (ACD) 和角膜横径 (WTW) 等参数在线计算 (STAAR Surgical) 生成^[5], 但国际上亦有基于前节 OCT 测量前房角直径 (ATA) 的 ICL 尺寸算法^[6], 并有学者认为 ATA 较 WTW 更能精确预判 ICL 型号, 以获得术后理想拱高^[7]。国内现关于前房角直径 (ATA) 的 ICL 型号评估研究相对较少, 且对于 ICL 型号选择精准测量方法仍存在探索性。考虑前节 OCT 测量 ATA 结果客观, 而 WTW 测量方式多样, 不同仪器或方法引起测量偏倚亦或造成 ICL 尺寸计算误差, 故本研究对不同型号 ICL 的 ATA 与 WTW 测量值之间的一致性进行对比研究, 意为 ICL 型号分析提供参考。

1 对象与方法

1.1 对象

选取 2019 年 1 月-12 月于西安爱尔眼科医院屈光中心行 ICL 屈光不正患者 160 例 160 眼, 其中男性 74 例, 年龄 (28.2 ± 4.1) 岁; 女性 86 例, 年龄 (27.6 ± 5.4) 岁, 两组间差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。纳入标准: (1) 年龄 ≥ 21 岁且近视度数稳定 1 年以上 (变化 $\leq 0.50D$); (2) 前房深度 ≥ 2.80 mm; (3) 角膜内皮细胞计数 ≥ 2000 个 / mm^2 。排除标准: 排除相关的眼部疾病, 包括圆锥角膜、青光眼、白内障、眼底疾病、全身免疫性疾病, 否认既往眼部外伤史、手术史, 软性角膜接触镜者停戴 1 周以上, 硬性角膜接触镜 RGP 停戴 1 月以上, OK

镜停戴 3 月以上。本研究流程严格遵循赫尔辛基宣言, 经西安爱尔眼科医院伦理委员会批准 (AE-xa-201801), 所有受术者均由本人及家属签署手术知情同意书。

1.2 方法

术前 ATA 及 WTW 由两名检查医师测量。受检者下颌水平置于仪器的下颌托上, 垂直于仪器台面, 前额紧靠额托, 快速瞬目对焦后采集图像 (HD-OCT, Pentacam, Topolyzer, IOL Master 500) 或表面麻醉后用规尺测量 WTW。HD-OCT 可自动识别角膜前后表面、虹膜前表面、晶状体前表面和房角位置, 获取相关眼前房生物学参数, 包括 ATA, 前房深度 (ACD)、角膜厚度 (CCT) 和前房角 (ACA) 等。ATA 测量选择 angle to angle 模式, 扫描方向为水平 $0^\circ-180^\circ$ 位, 用 Chamber 工具测量前房角间距 (图 1A)。Pentacam、Topolyzer 及 IOL Master 500 对焦后可自动采集图像, 依靠角巩膜对比差异自动识别角膜横径, 得到的水平角膜横径 (图 1B)。规尺测量 WTW 如临床常规操作。所有参数重复测量 3 次后再行交叉互验, 取两位测量者重复测量均值。

手术均由同一术者 (通信作者) 完成。术前散瞳, 眼表麻醉。经侧切口对前房注入黏弹剂, 透明角膜缘行主切口 (3.2 mm, 散光陡轴位), 用推注器将 ICL 植入前房, 调位钩将四个脚襻植入睫状沟水平位放置。检查 ICL 位置居中, 平衡盐溶液完全清除前房黏弹剂。术毕予 1 滴广谱抗生素和糖皮质激素滴眼液, 戴角膜绷带镜 (美国博士伦公司), 所有患者的手术过程均顺利, 无术中意外情况或者并发症。术后常规滴用左氧氟沙星滴眼液每日 4 次 (2 周), 普拉洛芬滴眼液每日 4 次 (2 周), 玻璃酸钠滴眼液每日 4 次 (1 月)。术后 1 天, 1 周, 1 月及 3 个月随访复查裸眼视力 (UCVA)、屈光力、最佳矫正视力 (BCVA)、裂隙灯显微镜及眼底照相、眼压、眼轴长度、角膜厚度、角膜地形图、角膜内皮细胞计数及拱高并记录结果。

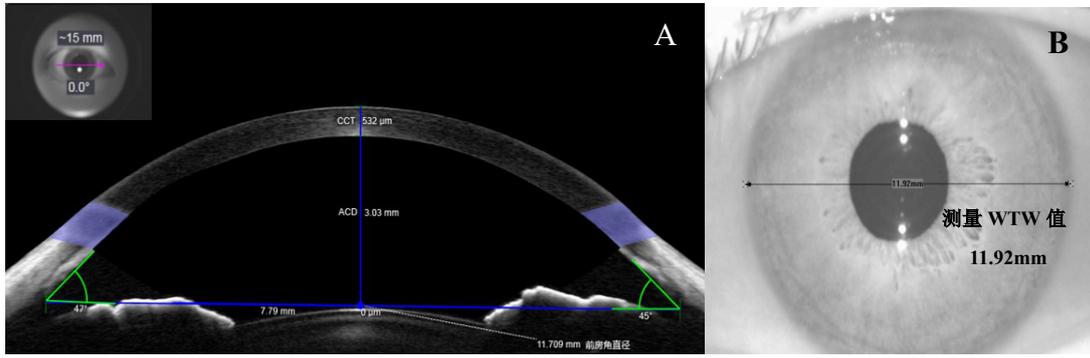


图1 ATA 与 WTW 测量。A 示使用 HD-OCT 测量 ATA，通过中央角膜顶点向前延伸垂直投影，两侧虹膜角膜角连接的相对凹陷之间距为 ATA 直径（蓝色横线）；B 示测量角膜 WTW（黑色虚线）

1.3 统计学方法

所有受试患者根据植入 ICL 晶体型号不同分为 4 组：12.1 组、12.6 组、13.2 组、13.7 组，每组患者 40 例 40 眼（右眼）。使用 SPSS23.0 及 MedCalc 16.2 统计软件分析数据，计量资料以均数±标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示。组间参数检验采用单因素 *F* 分析，组间非参数检验采用 χ^2 检验；组内 WTW 与 HD-OCT 测量 ATA 差异比较采用配对 *t* 检验分析；组内相关系数 (*ICC*) 及 Pearson 分析评估参数间相关性；Bland-Altman 分析评估 ATA 与 WTW (Pentacam 测量) 值的一致性，并计算 95%一致性

界限 (limits of agreement, *LoA*)，*P* < 0.05 认为有统计学差异。

2 结果

2.1 四组患者一般资料比较

4 组患者性别、年龄、等效球镜、前房深度、眼轴临床资料比较，差异均无统计学意义 (*P* > 0.05, 表 1)，所有患者无术中及术后并发症发生。4 种型号行 ICL 植入术后 6 月拱高分别为 $305.41 \pm 45.22 \mu\text{m}$ 、 $417.61 \pm 80.27 \mu\text{m}$ 、 $486.37 \pm 83.82 \mu\text{m}$ 、 $597.41 \pm 185.25 \mu\text{m}$ 。

表 1 4 组患者一般资料比较

组别	例数/眼数	年龄 (岁)	男/女 (例)	等效球镜 (D)	眼轴 (mm)
12.1 组	40	28.3±5.35	15/25	-11.45±3.14	27.14±2.13
12.6 组	40	26.31±5.34	21/19	-10.75±4.17	24.51±1.45
13.2 组	40	23.74±4.78	20/20	-10.18±3.56	25.37±2.64
13.7 组	40	26.62±8.43	18/22	-12.63±2.58	26.81±1.82
检验值		<i>F</i> =0.792	χ^2 =0.075	<i>F</i> =2.506	<i>F</i> =0.620
<i>P</i>		0.305	0.71	0.24	0.607

(1) 四组 ATA 与 WTW 相关性分析

12.1 组 ATA 测量值为 $10.98 \pm 0.13 \text{ mm}$ ，4 种仪器 WTW 测量值分别为 $10.80 \pm 0.23 \text{ mm}$ 、 $10.98 \pm 0.17 \text{ mm}$ 、 $11.06 \pm 0.17 \text{ mm}$ 、 $10.85 \pm 0.12 \text{ mm}$ ；12.6 组 ATA 测量值为 $11.45 \pm 0.17 \text{ mm}$ ，4 种仪器 WTW 测量值分别为 $11.34 \pm 0.22 \text{ mm}$ 、 $11.47 \pm 0.22 \text{ mm}$ 、 $11.52 \pm 0.25 \text{ mm}$ 、 $11.44 \pm 0.17 \text{ mm}$ ；13.2 组 ATA 测量值为 $11.91 \pm 0.16 \text{ mm}$ ，4 种仪器 WTW 测量值分别为 $11.84 \pm 0.20 \text{ mm}$ 、

$11.93 \pm 0.19 \text{ mm}$ 、 $12.05 \pm 0.21 \text{ mm}$ 、 $11.91 \pm 0.20 \text{ mm}$ ；13.7 组 ATA 测量值为 $12.21 \pm 0.12 \text{ mm}$ ，4 种仪器 WTW 测量值分别为 $12.03 \pm 0.15 \text{ mm}$ 、 $12.1 \pm 0.11 \text{ mm}$ 、 $12.20 \pm 0.11 \text{ mm}$ 、 $12.06 \pm 0.14 \text{ mm}$ 。

ICC 组内相关系数分析显示，12.1 组 ATA 与 WTW 测量值间 *ICC* 值分别为 0.670、0.667、0.641、0.724；12.6 组 ATA 与 WTW 测量值间 *ICC* 值分别为 0.860、0.806、0.768、0.718；13.2 组 ATA 与 WTW

测量值间 *ICC* 值分别为 0.898、0.848、0.869、0.886；13.7 组 ATA 与 WTW 测量值间 *ICC* 值分别为 0.676、0.628、0.619、0.632；其中，13.2 组 ATAT 与 Pentacam 测量的 WTW 值的 *ICC* 最高(0.848-0.898, $P < 0.01$)，显示测量结果可信度较好。

ATA 与 WTW 测量值差异比较见表 2。4 组内 ATA 与 WTW 测量值间两两配对差异均具有统计学意义 ($P < 0.01$)。经相关性分析显示，4 组 ATA

与 WTW 测量值均呈正相关 ($r > 0.6$, $P < 0.01$)；其中在 12.6 和 13.2 型号组中，ATA 与 WTW 测量值之间存在显著相关 ($r = 0.718-0.881$ 、 $0.816-0.868$, $P < 0.01$)，在 12.1 和 13.7 型号中，ATA 与 WTW 之间存在较弱相关性 ($r = 0.641-0.724$ 、 $0.621-0.694$, $P < 0.01$)；4 组内 ATA 与 pentacam 测量 WTW 值的相关系数 (r) 分别为 0.774、0.881、0.869、0.694，较其他测量方法的 WTW 相关性更好。

表 2 4 组 ATA 与 WTW 测量值差异比较

		测量值差异 ($\bar{X} \pm s$)	相关系数 r 值	P 值
(12.1 组) ATA	Pentacam	0.18±0.15	0.774	<0.01
	Topoloyer	-0.01±0.12	0.694	<0.01
	IOLmaster	-0.09±0.12	0.705	<0.01
	规尺	0.13±0.09	0.734	<0.01
(12.6 组) ATA	Pentacam	0.11±0.10	0.881	<0.01
	Topoloyer	-0.02±0.12	0.825	<0.01
	IOLmaster	-0.07±0.15	0.817	<0.01
	规尺	0.01±0.13	0.718	<0.01
(13.2 组) ATA	Pentacam	0.07±0.10	0.869	<0.01
	Topoloyer	-0.03±0.11	0.816	<0.01
	IOLmaster	-0.14±0.12	0.847	<0.01
	规尺	0.04±0.11	0.856	<0.01
(13.7 组) ATA	Pentacam	0.19±0.02	0.694	<0.01
	Topoloyer	-0.11±0.10	0.630	<0.01
	IOLmaster	-0.02±0.10	0.621	<0.01
	规尺	0.15±0.11	0.642	<0.01

(2) 四组 ATA 与 Pentacam 测量 WTW 值的一致性分析

Bland-Altman 分析显示，4 组内 ATA 与 Pentacam 测量 WTW 值比较，95%*LoA* 范围分别为 -0.12 - +0.47、-0.10- +0.31、-0.11 - +0.26、-0.24 - +0.30，测量角膜直径的结果上下限绝对值的最大差值分别为 0.59、0.41、0.37、0.54mm；分别有 1/40

(2.5%)、1/40 (2.5%)、2/40 (5.0%)、1/40 (2.5%) 个点位于 95%*LoA* 外，4 种比较的 Bland-Altman 图中分布于 95%*LoA* 外的点比例均≤5%；其中 12.1 和 13.7 组比较 95% *LoA* (一致性界限) 上下限的绝对值≥0.50mm，而 12.6 和 13.2 组均≤0.50mm，提示 12.6 和 13.2 组的 ATA 与 WTW 一致性较好。

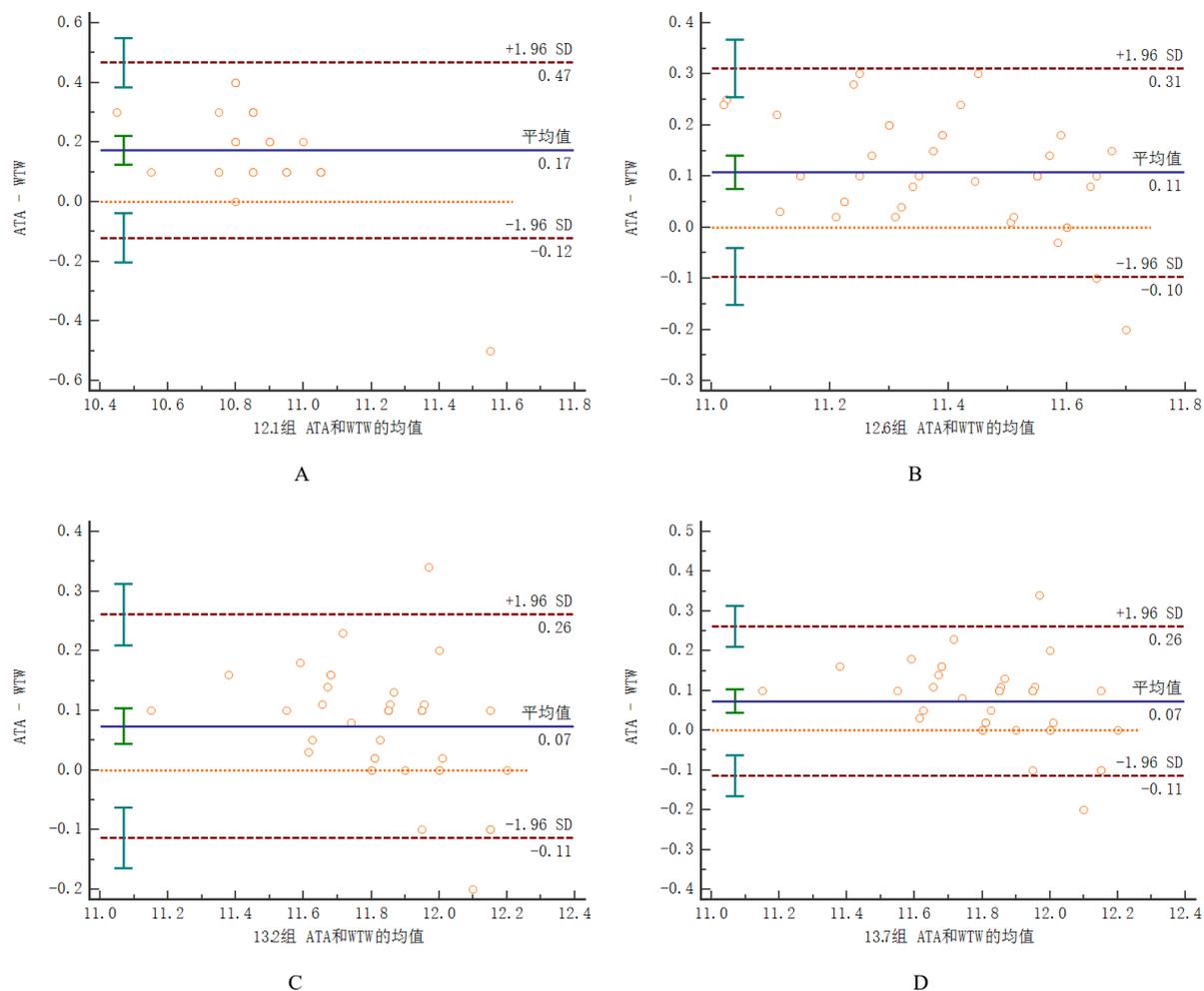


图4 不同ICL型号组中ATA与WTW值(Pentacam测量)的一致性分析。A示12.1组ATA与WTW的Bland-Altman分析; B示12.6组ATA与WTW的Bland-Altman分析; C示13.2组ATA与WTW的Bland-Altman分析; D示13.7组ATA与WTW的Bland-Altman分析

3 讨论

前房生物参数精准测量是有晶状体眼人工晶状体植入术(ICL)领域研究热点。因ICL放置于睫状沟,其理想直径应近似术眼睫状沟直径(STS)。目前临床STS测量多依赖于UBM^[8],但因属接触性操作,存在角膜上皮损伤、眼内感染等风险。HD-OCT作为非接触式检查仪器,操作简易、结果客观、重复性佳^[9, 10],通过测量眼前节全景可评估ICL手术前后前房结构及拱高变化。国外基于前节OCT测量ATA的ICL算法已有报道,Goldsmith^[11]等发现使用OCT测量ATA值较WTW更能优化ICL尺寸选择;Oleszko^[12]等通过OCT图像个体化分析,包括评估眼前段解剖、晶状体厚度和房角结构,可验证WTW值预测的ICL尺寸精准度。本研究使用

前房角直径(ATA)预估ICL尺寸,4种型号行ICL植入术后3月拱高分别为 $305.41 \pm 45.22 \mu\text{m}$ 、 $417.61 \pm 80.27 \mu\text{m}$ 、 $486.37 \pm 83.82 \mu\text{m}$ 、 $597.41 \pm 185.25 \mu\text{m}$,与Alfonso^[13]推荐理想拱高(250-750 μm)相符,说明ATA对ICL尺寸选择具有较好的预测性。

目前临床上ICL尺寸选择仍主要根据术眼角膜横径(WTW)测量,而WTW测量方式多样,客观和主观测量亦存在参数测量误差。Baumeister^[14]等研究表明,客观自动测量结果较主观手动测量有更好的重复性及可靠性;传统规尺测量角膜直径存在一定的可变性和对检查者的依赖性^[15]。本研究发现,4种型号IOL Master和Topolyzer测量W-W值均偏大,较Pentacam及规尺测量值差异可达0.10-0.15 mm左右,该结果与既往报道一致^[16-18]。考虑

IOL master 及 Topolyzer 测量 WTW 值依赖角巩膜缘的对比差异, 且大瞳孔及注视方向偏移均可造成误差^[16]。Choi^[19]等发现使用规尺及 Orbscan 测量 WTW 值选择 ICL 晶体尺寸, 术后 17.6% 患者拱高 >750 μm , 23.5% 患者拱高 <250 μm 。故不同仪器或方法测量 WTW 预估 ICL 尺寸存在一定误差。

ATA 值与 WTW 值在不同前房深度下均具有一定相关性, 其相关性受年龄及前房深度影响^[20-22]。本研究发现, 4 组 HD-OCT 测量 ATA 与 WTW 测量值均存在一定差异, 在 12.6、13.2 型号中, ATA 与 WTW 测量值之间存在显著线性相关, 在 12.1、13.7 型号中, ATA 与 WTW 测量值之间相关性较弱; 故 12.6、13.2 型号选择可参考外部 WTW 测量数据, 其中 4 种型号 ATA 与 pentacam 测量 WTW 值较其他测量方法相关性更好, 可推荐为首选的客观测量方法; 在 12.1、13.7 型号选择应参考眼前节内部结构数据, 多种参数综合分析以减少选择偏倚, 以助于 ICL 尺寸评估参考。

光学测量仪器不能穿透后房测量睫状沟环直径, 且有研究发现眼后房为垂直椭圆^[7,23], 并随调节程度的不同而亦有变化。Baikoff 等^[21]观察到 74% 眼的垂直较水平 ATA 值大 100 μm , 而 Gabor Nemeth^[20]等则发现水平 WTW 和 ATA 值高于垂直值, 本研究发现, 术前 WTW 测量多采用水平横径, 而在 12.1 型号选择中, 角膜水平横径与 ATA 测量值差异较大, 故 ICL 尺寸选择或需结合角膜水平及垂直直径共同参考; 本研究 ICL 晶体放置均采用水平放置, 有研究表明 ICL 植入术后 12 月水平较垂直放置在 0-180° 方位 ACA 变化量更大^[4], 故对术后拱高预判应考虑 ICL 放置位置对前房结构的影响; Goldsmith^[11]等提出前房宽度 (Anterior chamber width, ACW) 参数较睫状沟直径 (STS) 能更好的预判 ICL 尺寸, 以上研究对 ICL 的安全性评估提供了新的思路。

本研究过程中发现不同光照条件下的瞳孔大小对 HD-OCT 测量存在干扰: 小瞳下 (2.5mm) 房角结构更加清晰, 提高 ATA 测量准确性; 瞳孔过大时 (>2.5mm), 房角结构较模糊, 前房角不易分辨, 存在测量误差。故建议使用 HD-OCT 测量眼前节时应统一检查光照条件及照明亮度, 通过采集多幅图像来评估, 减少图像间测量误差; 且在瞳孔散大时, 会使术后拱高升高及 ACD 加深, 增加 ACA 宽度^[24],

故术后拱高评估应注意瞳孔因素。

多项研究表明^[4,25], WTW 直径对睫状沟直径的预测误差随着前房深度 (ACD) 的增加而增大; 而用 ATA 来预测的 STS, 在浅前房及深前房下, 预测性均较好^[22], 故 ATA 能比 WTW 预测 STS 相对更准确。同时, 本研究考虑不同 ICL 型号对术后拱高预测的干扰性因素, 故均纳入 4 种尺寸进行研究; 本研究中使用规尺与 Pentacam 测量 WTW 结果较为一致, 但因规尺测量主观性因素较大, 故未推荐 WTW 测量首选。

本研究采用多种统计学方法分析 ATA 与 4 种仪器测量 WTW 值差异性及相关性, 考虑不同统计方法对于相关性及一致性评估存在差异。且有研究表明^[26], pearson 相关系数 r 为衡量的是两个变量之间关系的强度, 而非一致性评估, 且相关性取决于样本范围; 显著性检验为衡量变量间的差异性, 与一致性分析无关; Bland-Altman 分析可弥补了线性相关分析的缺陷, 是较为理想的评价一致性的统计模式。故建议多种统计学方法可以综合分析, 以修正统计学结果。本文在数据分析中, 考虑双眼之间的相关性^[27], 均采用右眼数据进行分析。

本研究设计存在不足, 如未纳入年龄、性别等干扰因素进行分析。角膜直径与年龄呈负相关^[28-29], 且男性较女性角膜直径偏大; 另外, 本研究随访时间较短, 远期拱高参数变化对 ATA 及 WTW 参数评估亦有影响^[30], 故远期将增加样本量及随访时间, 以修正分析。

综上, 本研究发现, 以 ATA 为基础计算的 ICL 术后拱高理想, 预测性较好, 可作为 ICL 型号选择标准; 在 12.6 和 13.2 型号中可参考 WTW 测量值, 而对 12.1 和 13.7 型号选择应多参数综合分析以减少选择偏倚, 未来将对不同仪器及方法测量评估眼前节参数进行优化分析探索。

参考文献

- [1] Shimizu K, Kamiya K, Igarashi A, *et al.* Early clinical outcomes of implantation of posterior chamber phakic intraocular lens with a central hole (Hole ICL) for moderate to high myopia. *Br J Ophthalmol* 2012; 96(3): 409-412
- [2] 李康寓, 张凌子, 宋小翠, 等. SMILE 和 ICL 矫正中低

- 度近视术后角膜前后表面和总角膜高阶像差的变化. 国际眼科杂志 2018; 18(12): 2289-2292
- [3] Li K, Wang Z, Zhang D, et al. Visual outcomes and corneal biomechanics after V4c implantable collamer lens implantation in subclinical keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2020; 46(10): 1339-1345
- [4] 张可, 王姗姗, 宋小翠, 等. 有晶状体眼后房型人工晶状体水平或垂直植入术后前房角与拱高变化. 国际眼科杂志 2021; 21 (6) : 1091-1095
- [5] Kawamorita T, Uozato H, Kamiya K, et al. Relationship between ciliary sulcus diameter and anterior chamber diameter and corneal diameter. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36(4): 617-624
- [6] Nakamura T, Isogai N, Kojima T, et al. Implantable collamer lens sizing method based on swept-source anterior segment optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol* 2018; 187: 99-107
- [7] Oh J, Shin HH, Kim JH, et al. Direct measurement of the ciliary sulcus diameter by 35-megahertz ultrasound biomicroscopy. *Ophthalmology* 2007; 114(9): 1685-1688
- [8] Kojima T, Yokoyama S, Ito M, et al. Optimization of an implantable Collamer lens sizing method using highfrequency ultrasound biomicroscopy. *Am J Ophthalmol* 2012; 153(4): 632-637
- [9] Kohnen T, Thomala MC, Cichocki M, et al. Internal anterior chamber diameter using optical coherence tomography compared with white-to-white distances using automated measurements. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32(11): 1809-1813
- [10] 刘波, 廖萱, 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
- [11] Goldsmith JA, Li Y, Chalita MR, et al. Anterior chamber width measurement by high-speed optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2005; 112(2): 238-244
- [12] Oleszko AA, Marek JJ, Muzyka-Woźniak MM. Horizontal and anterior chamber diameter for phakic intraocular lens sizing. *Clin Exp Optom* 2020.
- [13] Alfonso JF, Fernández-Vega L, Lisa C, et al. Long-term evaluation of the central vault after phakic Collamer® lens (ICL) implantation using OCT. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2012; 250(12): 1807-1812
- [14] Baumeister M, Terzi E, Ekici Y, et al. Comparison of manual and automated methods to determine horizontal corneal diameter. *J Cataract Refract Surg* 2004; 30(2): 374-380
- [15] Salouti R, Nowroozzadeh MH, Zamani M, et al. Comparison of Horizontal corneal diameter measurements using the Orbscan IIz and Pentacam HR systems. *Cornea* 2013; 32(11): 1460-1464
- [16] 王晓睿, 史强, 刘钊, 等. IOLmaster、Pentacam 和 Sirius 测量角膜直径的一致性评估. 临床医学研究与实践 2020; 5(5): 121-123
- [17] 张小兰, 龚芮, 王顺清, 等. 五种检查仪器对角膜水平直径测量的对比分析. 国际眼科杂志 2019; 19(4): 704-708
- [18] 霍敏灼, 梁先军, 何锦贤, 等. 数码裂隙灯照相系统、数显卡尺、Pentacam 眼前节分析系统及 IOLMaster 测量角膜水平直径的比较. 眼科新进展 2018; 38(10): 986-989, 994
- [19] Choi KH, Chung SE, Chung TY, et al. Ultrasound biomicroscopy for determining visian implantable contact lens length in phakic IOL implantation. *J Refract Surg* 2007; 23(4): 362-367
- [20] Nemeth G, Hassan Z, Szalai E, et al. Comparative analysis of white-to-white and angle-to-angle distance measurements with partial coherence interferometry and optical coherence tomography. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36(11): 1862-1866
- [21] Baikoff G, Jitsuo Jodai H, Bourgeon G. Measurement of the internal diameter and depth of the anterior chamber: IOLMaster versus anterior chamber optical coherence tomographer. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31(9): 1722-1728
- [22] 徐婷, 王静, 陶黎明. 高度近视人群不同前房深度下水平睫状沟直径与角膜直径及前房角直径的相关性研究. 临床眼科杂志 2020; 28(2): 133-138

- [23] Gao J, Liao RF, Li N. Ciliary sulcus diameters at different anterior chamber depths in highly myopic eyes. *J Cataract Refract Surg* 2013; 39(7): 1011-1016
- [24] 陈仪乐, 杨雅童, 陈宏杰, 等. 散瞳对中心孔型 V4c ICL 植入术后拱高及前房深度的影响. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2020, 22(7): 506-510. DOI: 10.3760/cma.j.cn115909-20190917-00251.
- [25] 陶思思, 王华, 刘鹏飞, 等. 水平角膜直径和前房直径与睫状沟直径的相关性研究. *国际眼科杂志*, 2019; 19(6): 1031-1034
- [26] Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 1(8476): 307-310
- [27] 应桂双, 梁远波, 等. 眼科临床研究中双眼数据的处理. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2017; 19(7) : 390-393
- [28] Fea AM, Annetta F, Cirillo S, et al. Magnetic resonance imaging and Orbscan assessment of the anterior chamber. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31(9): 1713-1718
- [29] Hickson-Curran S, Brennan NA, Igarashi Y, et al. Comparative evaluation of Asian and white ocular topography. *Optom Vis Sci* 2014; 91(12): 1396-1405
- [30] 王红霞, 彭艳丽, 赵中秀, 等. 有晶状体眼人工晶状体后房方位与拱高的相关性. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2020, 22(10): 738-743.

收稿日期: 2021 年 12 月 21 日

出刊日期: 2022 年 1 月 15 日

引用本文: 王姗姗, 张可, 李雅心, 宋小翠, 李康寓, ICL 人群角膜直径与前房角直径的一致性研究[J]. *国际临床研究杂志*, 2022, 6(1) : 32-39. DOI: 10.12208/j.ijcr.20220026

检索信息: RCCSE 权威核心学术期刊数据库、中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。 <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS