

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的变化

张可¹, 王姗姗¹, 宋小翠¹, 李雅心¹, 李青云¹, 李康骞^{1,2,3}

引用: 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的变化. 国际眼科杂志 2021;21(6):1091-1095

基金项目: 爱尔眼科集团自由探索计划项目 (No. AF1909D4, AF2009D8)

作者单位:¹(710000) 中国陕西省西安市, 西安爱尔眼科医院; ²(410083) 中国湖南省长沙市, 中南大学爱尔眼科学院; ³(410083) 中国湖南省长沙市, 中南大学爱尔屈光研究所

作者简介: 张可, 毕业于昆明医科大学, 硕士, 住院医师, 研究方向: 近视防控与屈光手术。

通讯作者: 李康骞, 毕业于中山大学, 博士, 副主任医师, 副教授, 研究方向: 近视防控与屈光、老视晶状体手术. kj4907630@foxmail.com

收稿日期: 2020-12-09 修回日期: 2021-05-07

摘要

目的: 对比水平和垂直两种方式有晶状体眼人工晶状体 (ICL) 植入术后前房角 (ACA) 及拱高参数的变化差异。

方法: 前瞻性随机对照研究。选取 2018-01/2019-06 于我院眼科行 ICL 植入术的屈光不正患者 83 例 154 眼, 采用随机数字表法为水平组 (79 眼) 和垂直组 (75 眼)。应用 Pentacam 眼前节分析系统测量并比较两组患者手术前后 0°、90°、180°、270° 位点 ACA 并计算其变化量, 记录术后拱高值。

结果: 术后 12mo, 水平组 ACA 在 0°、90°、180°、270° 方位变化量分别为 15.3°±6.1°、13.9°±6.3°、16.5°±5.5°、12.9°±6.0°, 垂直组 ACA 相应方位变化量分别为 12.9°±3.7°、14.5°±6.8°、14.3°±5.4°、13.2°±5.9°, 两组患者 ACA 变化量在 0°~180° 方位有差异 ($P < 0.05$), 在 90°~270° 方位无明显差异 ($P > 0.05$)。术后 1、3、6、12mo, 水平组拱高分别为 486±183、422±203、393±198、345±165μm, 垂直组拱高分别为 432±163、418±138、379±133、328±142μm, 两组间不同时间点拱高均无差异 ($P > 0.05$), 两组患者术后 6、12mo 拱高均与同组术后 1mo 有差异 ($P < 0.05$)。

结论: ICL 植入水平放置较垂直放置引起 0°~180° 方位 ACA 变化更为显著, 术后 1a 拱高具有动态性降低趋势。

关键词: 有晶状体眼后房型人工晶状体植入术; 前房角; 拱高; 眼内压; 屈光手术

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2021.6.31

Changes of anterior chamber angle and arch height after horizontal or vertical implantation of posterior chamber intraocular lens

Ke Zhang¹, Shan-Shan Wang¹, Xiao-Cui Song¹, Ya-Xin Li¹, Qing-Yun Li¹, Kang-Jun Li^{1,2,3}

Foundation items: Aier Eye Group Research Project Fund (No.

AF1909D4, AF2009D8)

¹Xi'an Aier Eye Hospital, Xi'an 710000, Shaanxi Province, China;

²Aier Eye Institute of Central South University, Changsha 410083, Hunan Province, China; ³Aier Refractive Institute of Central South University, Changsha 410083, Hunan Province, China

Correspondence to: Kang-Jun Li. Xi'an Aier Eye Hospital, Xi'an 710000, Shaanxi Province, China; Aier Eye Institute of Central South University, Changsha 410083, Hunan Province, China; Aier Refractive Institute of Central South University, Changsha 410083, Hunan Province, China. kj4907630@foxmail.com

Received: 2020-12-09 Accepted: 2021-05-07

Abstract

• AIM: To compare the change of anterior chamber angle (ACA) and vault value before and after implantable collamer lens (ICL) in two implant positions.

• METHODS: Randomized controlled study. A total of 83 patients (154 eyes) underwent ICL (V4c, 12.6mm) surgery from 2018 to 2019 were enrolled and divided into two randomly, including into horizontal group (79 eyes) and into vertical group (75 eyes). Pentacam was used to measure the ACA at 0°, 90°, 180°, 270° points before and after implantation and the ACA changes were calculated.

• RESULTS: After 12mo, the changes of ACA at 0°, 90°, 180°, 270° position were 15.3°±6.1°, 13.9°±6.3°, 16.5°±5.5° and 12.9°±6.0° in horizontal group while 12.9°±3.7°, 14.5°±6.8°, 14.3°±5.4° and 13.2°±5.9° in vertical group. There was a significant difference in ACA change at 0°-180° position between the two groups ($P < 0.05$). The vault value was 486±183μm, 422±203μm, 393±198μm and 345±165μm in the horizontal group and 432±163μm, 418±138μm, 379±133μm and 328±142μm in the vertical group at 1, 3, 6 and 12mo respectively. The vault value of the horizontal group at 1mo was significantly different from that at 6mo and 12mo after implantation ($P > 0.05$). The vault value of the vertical group at 1mo was significantly different from that at 6mo and 12mo after implantation ($P < 0.05$).

• CONCLUSION: During one year after ICL implantation, the ACA changes significantly in horizontal setting than in vertical setting at 0° to 180° points and there is a dynamic decreasing change in vault value.

• KEYWORDS: implantable collamer lens; anterior chamber angle; vault; intraocular pressure; refractive surgery

Citation: Zhang K, Wang SS, Song XC, et al. Changes of anterior chamber angle and arch height after horizontal or vertical implantation of posterior chamber intraocular lens. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2021;21(6):1091-1095

0 引言

随着科技发展与设备创新,屈光矫正新技术不断涌现,屈光手术安全性及有效性评估方法亦持续创新。有晶状体眼后房型人工晶状体(implantable collamer lens, ICL)植入术作为眼内屈光手术之代表,因其切口微创、角膜无损、植入可逆等特点,在高度近视矫正领域已广泛应用^[1-2]。伴随国内临床开展日益广泛,ICL有效性及安全性评估已成为广大医生共同关心的话题。ICL较少引入角膜前表面高阶像差^[3],且手术对亚临床圆锥角膜屈光不正患者角膜生物力学影响较小,但不可忽略的是 ICL 植入术后拱高(ICL后表面中央到晶状体前顶点的垂直距离)及前房角(anterior chamber angle, ACA)结构性改变^[4]可能对眼内房水循环及眼压波动产生影响。关于 ICL 不同放置位置对术后 ACA 的改变研究相对较少^[5],本研究对比分析水平和垂直两种方式放置 ICL 术后拱高及不同方位 ACA 的变化情况,探究 ICL 不同放置方位对眼前节结构及功能的远期影响。

1 对象和方法

1.1 对象 前瞻性随机对照研究。选取 2018-01/2019-06 于西安爱尔眼科医院行中央孔型 ICL 植入术(V4c ICL)的屈光不正患者 83 例 154 眼。纳入标准:(1)年龄 ≥ 21 岁且屈光度数稳定达 1a 以上;(2)常规术前检查无眼部活动炎症及其他眼部疾病史;(3)术前测量角膜横径(white to white, WTW)11.2~11.6mm,前房深度 2.80~3.50mm,ICL 尺寸大小选择为 12.6mm;(4)角膜内皮细胞计数 ≥ 2000 cell/mm²;(5)术前眼压 10~21mmHg;(6)自愿通过手术矫正屈光不正者。排除标准:(1)合并角膜病变、高血压症、青光眼、眼部炎症及视网膜、脉络膜、视神经相关眼部疾病;(2)既往有眼部其他手术史;(3)全身疾病长期口服药物者、精神疾病及哺乳期或妊娠期患者。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(No.AE-xa-201801),均由患者本人及家属签署手术知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 手术方法 手术均由同一术者(通讯作者)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(3.2mm,散光陡轴位),用推注器将 ICL(V4c)植入前房,调位钩将 4 个脚襻植入睫状沟,术前采用随机数字表法将纳入患者分为两组,水平组患者 43 例 79 眼中 ICL 放置于 0°~180°位,垂直组患者 40 例 75 眼中 ICL 放置于 90°~270°位。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。术后常规滴用左氧氟沙星滴眼液,每日 4 次(持续 2wk);普拉洛芬滴眼液,每日 4 次(持续 2wk);玻璃酸钠滴眼液,每日 4 次(持续 1mo)。**1.2.2 观察指标** 术后随访 12mo,随访时采用 Pentacam 眼前节分析系统测量 ACA(0°、90°、180°、270°)和拱高,并测量眼压(非接触眼压计)和角膜内皮细胞参数(内皮细胞计数仪),各参数每次重复测量 3 次取平均值。

统计学分析:应用 SPSS 23.0 统计软件分析数据。计量资料采用均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,多个时间点间重复测量参数比较采用重复测量数据方差分析,组内两两比较采用 LSD-*t* 检验,两组间比较采用独立样本 *t* 检验;手术

前后比较采用配对样本 *t* 检验。计数资料的组间比较采用卡方检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者基线资料及手术情况 术前两组患者年龄、性别构成、等效球镜度、WTW、前房深度、眼轴长度等基线资料差异无统计学意义($P>0.05$,表 1)。所有患者手术过程均顺利,术中无意外情况或并发症发生,术后随访期间均未出现眼压升高、白内障等相关并发症。

2.2 前房角变化情况 两组患者手术前后 ACA 情况见表 2。术前,水平组与垂直组患者 0°、90°、180°、270°方位 ACA 差异均无统计学意义($P>0.05$,图 1A、1D)。术后 12mo,水平组与垂直组患者 0°、180°方位 ACA 差异有统计学意义(均 $P<0.05$,图 1B、1C),90°、270°方位 ACA 差异无统计学意义(均 $P>0.05$,图 1E、1F),表明术后水平组患者 0°~180°方位 ACA 小于垂直组,但两组患者 90°~270°方位 ACA 无明显差异。术后 12mo 两组患者各方位 ACA 变化量比较,0°、180°方位 ACA 变化量差异有统计学意义($t=2.92, 2.49, P=0.004, 0.03$),90°、270°方位 ACA 变化量差异无统计学意义($t=-1.58, -0.31, P=0.11, 0.74$),见表 3,图 2,表明 ICL 水平放置较垂直放置在 0°、180°方位引起 ACA 变化更为明显。

2.3 拱高变化情况 两组患者术后拱高比较无组间差异性($F_{\text{组间}}=0.514, P_{\text{组间}}=0.696$),但具有时间差异性($F_{\text{时间}}=183.794, P_{\text{时间}}<0.001$)和交互效应($F_{\text{组间}\times\text{时间}}=9.624, P_{\text{组间}\times\text{时间}}=0.001$),见表 4。两组患者术后 6、12mo 拱高分别与术后 1mo 比较,差异均有统计学意义($t_{\text{水平组}}=2.08, 2.95, t_{\text{垂直组}}=2.07, 2.96$,均 $P<0.05$),见图 3。

2.4 角膜内皮细胞参数变化情况 水平组患者术前和术后 12mo 中央角膜内皮细胞密度、六角形细胞百分比和细胞面积变异系数差异均无统计学意义($t=1.985, 0.532, 0.420, P=0.06, 0.598, 0.677$);垂直组患者术前与术后 12mo 中央角膜内皮细胞密度、六角形细胞百分比和细胞面积变异系数差异亦无统计学意义($t=1.340, 0.572, 0.806, P=0.188, 0.571, 0.425$),见表 5。

2.5 眼压变化情况 水平组术后 12mo 眼压(13.8 \pm 3.2mmHg)较术前眼压(13.5 \pm 2.8mmHg)差异无统计学意义($t=-0.692, P=0.494$);垂直组术后 12mo 眼压(13.0 \pm 1.8mmHg)较术前眼压(12.8 \pm 2.3mmHg)差异亦无统计学意义($t=-1.924, P=0.06$)。

3 讨论

ICL 因其安全、有效、可逆等优点,已在屈光不正矫正领域中得以广泛应用^[1,6]。ICL 植入术后拱高变化及对 ACA 结构的影响亦受到关注^[7-8]。Pentacam 眼前节分析系统以其操作简单、快捷,重复性优等特点,可用于测量 ACA 及拱高改变^[9],为评估 ICL 引起的前房结构变化提供参考依据。

本研究应用 Pentacam 眼前节分析系统测量 ICL 植入术前后 ACA 及拱高值,分析前房生物学参数的动态变化。Shaffer 分类将 ACA 大于 20°定义为宽角,小于 20°定义为窄角,窄房角有关闭风险,引起继发性眼压升高及闭角型青光眼等可能。与 Eissa 等^[7]报道 ICL 植入术后 1a ACA 减少约 14.65°的研究结果相似,本研究中水平及垂直放置组术后 12mo ACA 减小约 13°~16°,变化量大于 Sánchez-

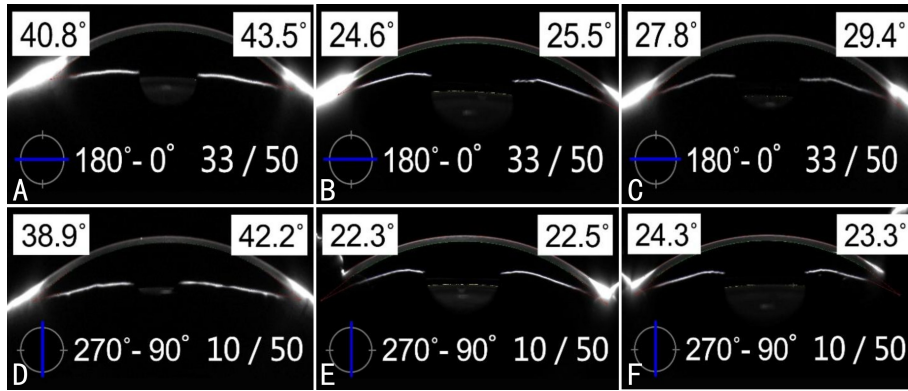


图1 两组患者 ICL 植入术前后 ACA 情况 A:术前 0°~180°方位 ACA;B:术后 12mo 水平组 0°~180°方位 ACA;C:术后 12mo 垂直组 0°~180°方位 ACA;D:术前 90°~270°方位 ACA;E:术后 12mo 水平组 90°~270°方位 ACA;F:术后 12mo 垂直组 90°~270°方位 ACA。

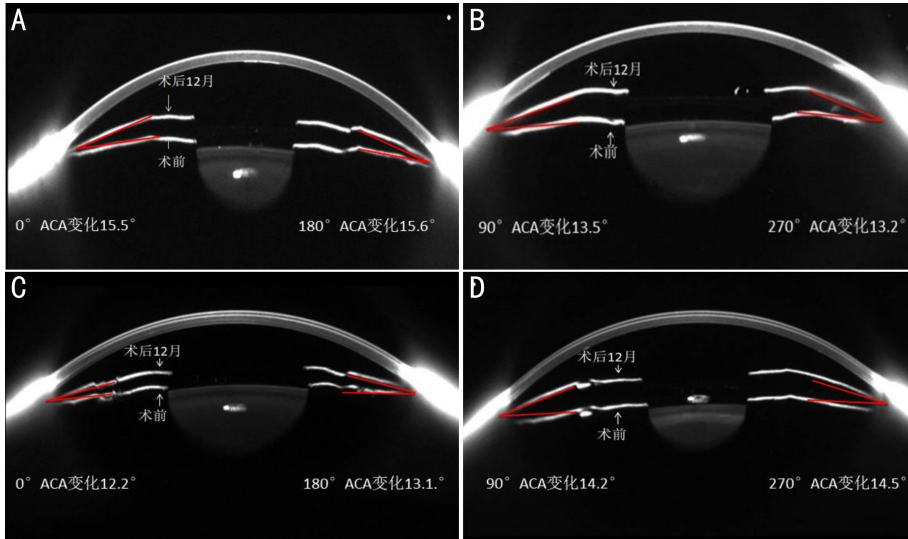


图2 两组患者 ICL 植入术后 12mo ACA 变化情况 A:水平组 0°方位 ACA 变化 15.5°,180°方位 ACA 变化 15.6°;B:水平组 90°方位 ACA 变化 13.5°,270°方位 ACA 变化 13.2°;C:垂直组 0°方位 ACA 变化 12.2°,180°方位 ACA 变化 13.1°;D:垂直组 90°方位 ACA 变化 14.2°,270°方位 ACA 变化 14.5°。

表1 两组患者术前基线资料比较

组别	例数/眼数	男/女(例)	年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	等效球镜度 ($\bar{x} \pm s$, D)	眼轴长度 ($\bar{x} \pm s$, mm)	前房深度 ($\bar{x} \pm s$, mm)	WTW ($\bar{x} \pm s$, mm)
水平组	43/79	21/22	26.2±4.7	10.13±1.50	26.42±1.31	3.10±0.17	11.4±0.17
垂直组	40/75	19/21	27.5±5.6	10.50±1.17	26.23±3.80	3.16±0.17	11.3±0.20
t/χ^2		1.316	1.093	1.153	0.275	-1.369	0.604
P		0.25	0.278	0.253	0.784	0.175	0.548

注:水平组:术中 ICL 放置于 0°~180°位;垂直组:术中 ICL 放置于 90°~270°位。

表2 两组患者 ICL 植入术前后 ACA 比较

组别	术前				术后 12mo			
	0°	90°	180°	270°	0°	90°	180°	270°
水平组	43.5±3.4	34.9±4.3	42.3±4.8	35.6±5.1	26.1±3.3	22.0±4.9	25.5±6.7	21.5±3.8
垂直组	44.2±2.3	36.8±2.6	43.6±3.1	36.5±4.8	28.9±4.7	21.7±5.2	29.3±5.2	22.1±3.3
t	-0.760	-1.529	-1.740	-1.529	-2.55	-0.292	-2.20	-1.749
P	0.45	0.13	0.08	0.131	0.02	0.771	0.01	0.08

注:水平组:术中 ICL 放置于 0°~180°位;垂直组:术中 ICL 放置于 90°~270°位。

González 等^[10]发现的 ICL 植入术后 1a ACA 减少 10.86°。本研究中术后 12mo 两组患者均 ACA ≥20°,且术后未出现眼压升高,与 Elmohamady 等^[8]研究结果一致。目前 ICL 安全性评估较多关注于前房深度及拱高变化^[11],考虑

ICL 植入术后前房结构改变及功能影响,故认为应监测 ACA 远期改变。

眼后房为垂直椭圆形,角膜水平直径与垂直直径存在差异,垂直位 ACA 较水平位 ACA 亦更宽^[12]。Fernández-

表3 两组患者 ICL 植入术后 ACA 变化量比较 ($\bar{x} \pm s, ^\circ$)

组别	0°	90°	180°	270°
水平组	15.3±6.1	13.9±6.3	16.5±5.5	12.9±6.0
垂直组	12.9±3.7	14.5±6.8	14.3±5.4	13.2±5.9

注:水平组:术中 ICL 放置于 0°~180°位;垂直组:术中 ICL 放置于 90°~270°位。

表5 两种患者 ICL 植入术前后角膜内皮细胞参数

组别	中央角膜内皮细胞密度 (cell/mm ²)		六角形细胞百分比 (%)		细胞面积变异系数	
	术前	术后 12mo	术前	术后 12mo	术前	术后 12mo
水平组	2685.5±183.6	2590.6±240.6	66.6±9.8	66.5±9.0	34.4±5.7	34.0±4.9
垂直组	2724.2±231.4	2661.0±258.3	66.8±9.5	66.8±8.1	34.4±5.2	33.6±3.9

注:水平组:术中 ICL 放置于 0°~180°位;垂直组:术中 ICL 放置于 90°~270°位。

表4 两组患者术后拱高比较 ($\bar{x} \pm s, \mu\text{m}$)

组别	术后 1mo	术后 3mo	术后 6mo	术后 12mo
水平组	486±183	422±203	393±198	345±165
垂直组	432±163	418±138	379±133	328±142

注:水平组:术中 ICL 放置于 0°~180°位;垂直组:术中 ICL 放置于 90°~270°位。

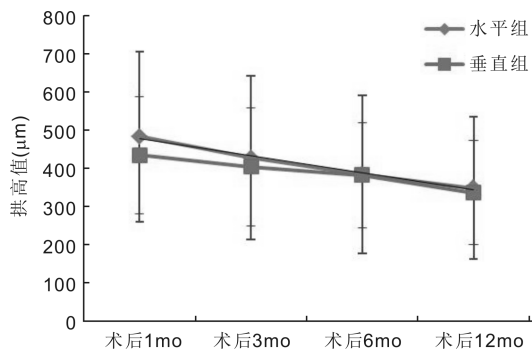


图3 两组患者 ICL 植入术后拱高变化趋势。

Vigo 等^[13]报道 ICL 水平位植入术后 2a 相较术前减小了约 39%~45%;Zhu 等^[14]研究发现术后 1a ACA 在 3 点位及 9 点位较术前分别减小约 15.8°、15.5°。目前关于 ICL 不同放置位置植入术后 ACA 的改变研究相对较少,本研究中 ICL 植入术后 12mo 水平较垂直放置在 0°~180°方位 ACA 变化量更大,而术后两组拱高参数无显著差异,故 ICL 不同放置方式亦可引起前房结构相对的变化差异。ACA 作为评估发生青光眼危险因素及眼前节变化的重要依据,ACA 变化量过大,术后房角过窄,有可能增加房角关闭风险^[5],故术前 ICL 尺寸选择及对术后 ACA 预判时,建议考虑 ICL 放置位置对前房结构的影响,以期保证手术远期安全性和有效性。

拱高指 ICL 后表面中央到晶状体前顶点的垂直距离,数值过高或过低均可引起相关并发症。目前认为拱高安全范围应为 250~750μm^[15],本研究中 ICL 植入术后 12mo 水平组和垂直组拱高分别为 345±165、328±142μm,术后远期未出现眼压增高、白内障等并发症。Sánchez-González 等^[10]发现 ICL 植入术后 12mo 较术后 1d 拱高下降约 37.50±29.10μm,本研究也发现 ICL 植入术后 12mo 较术后 1mo 拱高显著下降,故拱高具有动态性下降趋势。研究表明,术后拱高与瞳孔直径、晶状体厚度、晶状体襻位置等相关^[16-17];拱高可随瞳孔直径的缩小而降低,术后短期拱高可随瞳孔直径增大而增高,远期瞳孔直径减小,引起拱高降低;晶状体厚度随年龄的增加而增厚^[18],导致拱高降低;ICL 晶状体襻位于睫状沟不同位置与拱高亦相关^[8],ICL 襻由睫状体到睫状沟时,拱高出现降低。术后拱高亦可能影响前房结构变化,术后远期拱高越高,前房深度变化越大^[8]。对术后拱高过高的患者,应持续监测眼

压及前房结构变化,必要时取出或更换 ICL。

此外,黏弹剂残留、拱高过高、瞳孔阻滞或长期 ACA 变化均可能引起 ICL 术后眼压升高,而中央孔型 ICL (V4c)通过 360μm 中央孔可有效改善房水循环,减少术后持续高眼压、继发性白内障、角膜内皮细胞减少等相关并发症^[19]。与相关报道一致^[20],本研究中 ICL 植入术后眼压短期及术后 12mo 均稳定,较术前无显著改变。同时,ICL 术后角膜内皮细胞丢失率为 0.3%~7.8%^[5],本研究显示 ICL 植入术后 1a 水平组角膜内皮细胞丢失率平均值为 3.53%,垂直组角膜内皮细胞丢失率平均值为 2.32%,两组角膜内皮细胞密度、六角形细胞百分比及细胞面积变异系数较术前均无显著差异,进一步证实了 ICL 植入术后的眼压稳定性及对角膜内皮的安全性。

本研究样本量相对较少,随访时间相对较短,未来将进一步扩大样本量,增加随访时间,并开展前瞻性多中心临床研究,以期获得 ICL 对 ACA 影响的远期结果。综上,本研究通过分析比较 ICL 两种放置方式术后 ACA 及拱高变化,显示 ICL 术后 1a 拱高具有动态性降低趋势,水平较垂直放置引起 0°~180°方位 ACA 改变更为显著。此外,ICL 植入术后 1a 内眼压及角膜内皮变化稳定,但其远期安全性仍需进一步随访评估。

参考文献

- Packer M. Meta-analysis and review: effectiveness, safety, and central port design of the intraocular collamer lens. *Clin Ophthalmol* 2016; 10: 1059-1077
- Packer M. The Implantable Collamer Lens with a central port: review of the literature. *Clin Ophthalmol* 2018; 12: 2427-2438
- 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
- 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
- 马春霞, 李文静, 高晓唯. 新型中央孔型有晶状体眼后房型人工晶状体植入术后前房角的变化. *国际眼科杂志* 2020; 20 (9): 1607-1611
- Shimizu K, Kamiya K, Igarashi A, et al. Long-term comparison of posterior chamber phakic intraocular lens with and without a central hole (hole ICL and conventional ICL) implantation for moderate to high myopia and myopic astigmatism: consort-compliant article. *Medicine (Baltimore)* 2016; 95 (14): e3270

7 Eissa SA, Sadek SH, El-Deeb MW. Anterior chamber angle evaluation following phakic posterior chamber collamer lens with Centra FLOW and its correlation with ICL vault and intraocular pressure. *J Ophthalmol* 2016; 2016: 1383289

8 Elmohamady MN, Abdelghaffar W. Anterior chamber changes after implantable collamer lens implantation in high myopia using pentacam: a prospective study. *Ophthalmol Ther* 2017; 6(2): 343-349

9 Yan ZP, Miao HM, Zhao F, et al. Two-year outcomes of visian implantable collamer lens with a central hole for correcting high myopia. *J Ophthalmol* 2018; 2018: 8678352

10 Sánchez-González JM, Alonso-Aliste F, Perea-Peña G, et al. Anterior chamber angle width, central vault and intraocular pressure changes after 12 months of Visian collamer lens implantation. *Int Ophthalmol* 2020; 40(8): 2047-2053

11 中华医学会眼科学分会眼视光学组. 中国有晶状体眼后房型人工晶状体植入术专家共识(2019年). *中华眼科杂志* 2019; 55(9): 652-657

12 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

13 Fernández-Vigo JI, Macarro-Merino A, Fernández-Vigo C, et al. Impacts of Implantable Collamer Lens V4c Placement on Angle Measurements Made by Optical Coherence Tomography: Two-Year Follow-up. *Am J Ophthalmol* 2017; 181: 37-45

14 Zhu Y, Zhu HB, Jia Y, et al. Changes in anterior chamber volume after implantation of posterior chamber phakic intraocular lens in high myopia. *BMC Ophthalmol* 2018; 18(1): 185

15 Dougherty PJ, Rivera RP, Schneider D, et al. Improving accuracy of phakic intraocular lens sizing using high - frequency ultrasound biomicroscopy. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37(1): 13-18

16 Lee H, Kang SY, Seo KY, et al. Dynamic vaulting changes in V4c versus V4 posterior chamber phakic lenses under differing lighting conditions. *Am J Ophthalmol* 2014; 158(6): 1199-1204

17 Chen X, Miao HM, Naidu RK, et al. Comparison of early changes in and factors affecting vault following posterior chamber phakic Implantable Collamer Lens implantation without and with a central hole (ICL V4 and ICL V4c). *BMC Ophthalmol* 2016; 16(1): 161

18 Qi MY, Chen Q, Zeng QY. The effect of the crystalline lens on central vault after implantable collamer lens implantation. *J Refract Surg* 2017; 33(8): 519-523

19 Alfonso JF, Fernández-Vega-Cueto L, Alfonso-Bartolozzi B, et al. Five-year follow-up of correction of myopia: posterior chamber phakic intraocular lens with a central port design. *J Refract Surg* 2019; 35(3): 169-176

20 Higuera-Esteban A, Ortiz-Gomariz A, Gutiérrez-Ortega R, et al. Intraocular pressure after implantation of the Visian Implantable Collamer Lens With CentraFLOW without iridotomy. *Am J Ophthalmol* 2013; 156(4): 800-805