

# 有晶状体眼后房型人工晶状体植入矫正近视及散光的长期临床研究

李红惠,李芳芳,张卉卉,谢军,周鹏,周进

引用:李红惠,李芳芳,张卉卉,等.有晶状体眼后房型人工晶状体植入矫正近视及散光的长期临床研究.国际眼科杂志 2021;21(3):524-528

基金项目:四川省科技厅苗子工程项目(No.2018RZ0095)  
作者单位:(510000)中国四川省成都市,成都爱尔眼科医院  
作者简介:李红惠,毕业于中山大学中山眼科中心,博士,主治医师,研究方向:眼视光与屈光。  
通讯作者:周进,毕业于华西医科大学,本科,副主任医师,研究方向:白内障与屈光手术. drzhoujin321@163.com  
收稿日期:2020-07-22 修回日期:2021-01-26

## 摘要

目的:评价有晶状体眼后房型人工晶状体植入术的长期安全性及稳定性。

方法:回顾性非随机临床试验研究。选取2013-01/2014-12于成都爱尔眼科医院行有晶状体眼后房型人工晶状体(V4,ICL)植入手术患者64例107眼,分别于术前,术后1wk,1,3,6,12mo及术后每年随访裸眼视力(UCVA)、最佳矫正视力(BCVA)、屈光度数、眼压、拱高、角膜内皮计数、眼轴以及手术安全性、有效性等,所有患者随访至2019-12均完成术后5a或以上的末次随访。

结果:术前BCVA(LogMAR)为-0.08(0,-0.08),术后1a裸眼视力为0(-0.076,0),末次随访裸眼视力0.096(0,0.221),较术后1a,末次随访裸眼视力有所下降,这种视力改变主要与眼轴较术前有明显增长有关。BCVA在术后1a及末次随访结束较术前相比均无明显改变。末次随访的手术安全指数平均为 $1.19 \pm 0.24$ ,有效指数为 $1.00 \pm 0.29$ 。散光晶状体在眼内长期稳定性良好,没有出现明显的旋转等。拱高的变化主要发生在术后1a内,其后变化缓慢。眼压、角膜内皮计数无明显变化。本研究中2眼分别于术后3,5a出现晶状体前囊下混浊,无青光眼、色素播散等并发症出现。

结论:ICL植入术矫正近视具有良好的安全性、稳定性及可预测性。

关键词:后房型人工晶状体;有晶状体眼;近视

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2021.3.30

## Long term results of posterior chamber intraocular lens implantation for correction of myopia

Hong-Hui Li, Fang-Fang Li, Hui-Hui Zhang, Jun Xie, Peng Zhou, Jin Zhou

Foundation item: Miao Zi Project of Sichuan Science and Technology Department (No.2018RZ0095)

Chengdu Aier Eye Hospital, Chengdu 510000, Sichuan Province, China

Correspondence to: Jin Zhou. Chengdu Aier Eye Hospital, Chengdu 510000, Sichuan Province, China. drzhoujin321@163.com

Received:2020-07-22 Accepted:2021-01-26

## Abstract

• AIM: To evaluate the long-term safety, efficacy and stability of posterior chamber intraocular lens (ICL) implantation for the correction of myopia.

• METHODS: This retrospective non-randomized study included 107 eyes of 64 patients who were performed ICL implantation from January 2013 to December 2014. The uncorrected visual acuity, corrected visual acuity, intraocular pressure, the lens vault, endothelial cell morphometry were collected preoperatively and followed at 1wk, 1mo, 3mo, 6mo, 12mo and every year postoperatively.

• RESULTS: The uncorrected visual acuity (LogMAR) was 0 (-0.076, 0) at 1a postoperatively, and the uncorrected visual acuity 0.096 (0, 0.221) decreased until last visit after the surgery. The change of visual acuity was associated with the change of axial length. The safety index was  $1.19 \pm 0.24$  and the efficacy index was  $1.00 \pm 0.29$  at the last visit postoperatively. The toric ICL implantation was stable without rotation at the last visit postoperatively. The vault of the ICL changed significantly in 1a postoperatively, but its change was smaller after 1a postoperatively. The intraocular pressure and endothelial cell morphometry did not changed significantly in long term postoperatively. Two eyes developed anterior cataract in 3a and 5a after the ICL implantation. There were no case developed pupillary block glaucoma.

• CONCLUSION: Posterior chamber ICL implantation was a safe and stable procedure for the correction of myopia and astigmatism.

• KEYWORDS: posterior phakic intraocular lens; phakic eye; myopia

Citation: Li HH, Li FF, Zhang HH, et al. Long term results of posterior chamber intraocular lens implantation for correction of myopia. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2021;21(3):524-528

## 0 引言

有晶状体眼人工晶状体植入术是在角膜和正常晶状体之间植入人工晶状体,改变屈光度,从而矫正近视及散光<sup>[1-2]</sup>。有晶状体眼后房型人工晶状体(V4,ICL)是一种

植入后房内固定于睫状沟的后房型人工晶状体,为单片式后拱形设计,保持植入晶状体和自身晶状体之间有一定的空隙<sup>[3-4]</sup>。ICL 由于手术切口小,矫治范围大,又具有潜在的可逆性,避免因角膜细胞增生引起的屈光度反弹问题,临床应用范围越来越广<sup>[5-7]</sup>。但是 ICL 术后仍有不良风险的报道,包括青光眼、房角关闭、白内障形成、角膜内皮失代偿等<sup>[8]</sup>。由于接受 ICL 手术患者多为青年人,且多为高度近视,因此观察 ICL 术后长期安全性及稳定性非常必要。已有研究表明 ICL 植入术矫正高度近视具有良好的长期稳定性及安全性(5a 及以上),但是国内尚缺乏有关大样本量长期研究,且对于中低度近视研究较少。本研究共纳入 2013/2014 年期间在我院行 ICL 植入手术患者 64 例 107 眼,包括高度近视以及一些因为角膜厚度、角膜形态等问题不宜行角膜屈光手术的中低度近视患者,至少随访 5a 及以上评估手术的安全性及有效性。

## 1 对象和方法

### 1.1 对象

回顾性分析 2013-01/2014-12 在成都爱尔眼科医院行有晶状体眼后房型人工晶状体手术患者 64 例 107 眼。其中男 29 例,女 35 例,年龄 18~47(平均 27.4±4.7)岁。患者年龄构成:30 岁以下 44 例(68.8%),30~40 岁 15 例(23.4%),40 岁以上 5 例(7.8%)。术前球镜 -3.75~-21.75(平均 -11.64±4.42)DS。手术纳入标准:有手术矫正愿望并知情同意;前房深度≥2.8mm,眼压正常(10~21mmHg),房角开放,角膜内皮细胞计数>2 000cell/mm<sup>2</sup>,晶状体透明,无眼部活动性炎症及其他眼病,无眼部手术史,无进行性角膜扩张性疾病,无视网膜裂孔、葡萄膜炎病史、青光眼、视网膜脱离病史及家族史,无糖尿病及自身免疫性疾病。所有病例术后末次随访均在术后 5a 及以上。本研究符合《赫尔辛基宣言》的原则。

## 1.2 方法

### 1.2.1 术前检查

所有患者均完成裸眼视力(UCVA)、最佳矫正视力(BCVA)、主觉验光、散瞳验光、角膜地形图、水平白到白(WTW)规尺测量(手动)、裂隙灯显微镜检查、A 超(角膜厚度、前房深度、晶状体厚度)、IOL Master 测眼轴、超生物显微镜(UBM)、角膜内皮计数及形态、非接触眼压。其中人工晶状体屈光度数计算使用瑞士 STAAR 公司 ICL 屈光度数计算公式,纳入公式的数据有屈光度数、角膜曲率、角膜厚度、前房深度和角膜水平直径。

### 1.2.2 手术方式及术后随访

术前充分散瞳至瞳孔直径至少 8mm,显微镜下脚规复测水平 WTW。制作上方 12:00 位长约 3mm 透明角膜切口。前房内注入黏弹剂,将 ICL 植入前房,将 4 个襻植入虹膜后。缩瞳剂缩瞳,上方切开处行虹膜周边切除,单管针头冲洗前房置换出黏弹剂,切口水密。所有患者均于术后 1、7d、1、3、6、12mo 及术后每年随访 UCVA、BCVA、屈光度数、眼压、拱高、角膜内皮计数、眼轴以及手术安全性(术后最佳矫正视力/术前最佳矫正视力)、有效性(术后裸眼视力/术前最佳矫正视力),并观察晶状体情况。

统计学分析:所有的统计图由 R3.5 软件包绘制,曲线图基于各组平均值而绘制。采用 SPSS21 统计软件。本研究中计量资料采用正态性 K-S 检验进行正态性检验,数据符合正态分布,以  $\bar{x}\pm s$  表示;不符合正态分布的计量资料使用  $M(P_{25}, P_{75})$  表示,采用广义估计方程分析每个

表 1 患者术前术后裸眼视力和最佳矫正视力

时间	眼数	$[M(P_{25}, P_{75}), \text{LogMAR}]$	
		UCVA	BCVA
术前	107	-	-0.08(0, -0.08)
术后 1d	107	0(-0.079, 0)	-
术后 7d	107	0(-0.079, 0)	0(-0.079, 0)
术后 1mo	107	0(-0.076, 0)	0(-0.080, 0)
术后 3mo	107	-0.079(-0.079, 0)	-0.074(-0.074, 0)
术后 6mo	95	-0.076(-0.076, 0)	-0.079(-0.079, 0)
术后 1a	107	0(-0.076, 0)	0(-0.075, 0)
末次随访	107	0.096(0, 0.221)	0.096(0, 0.221)

表 2 患者术后不同时间手术安全性及有效性

时间	有效性	安全性
术后 1d	1.21±0.31	-
术后 7d	1.25±0.23	1.28±0.35
术后 1mo	1.31±0.21	1.25±0.35
术后 3mo	1.23±0.21	1.26±0.27
术后 6mo	1.28±0.26	1.412±0.13
术后 1a	1.20±0.35	1.45±0.24
末次随访	1.00±0.29	1.19±0.24

时间点各测量参数平均值及不同时间点之间两两比较;采用 Pearson 相关性分析,分别检验 WTW、睫状沟水平间距(STS)、晶状体厚度、前房深度与术后拱高的相关性。 $P<0.05$  认为差异有统计学意义。

## 2 结果

本研究中有 45 眼植入散光型 ICL,62 眼植入 ICL。所有患者均完成至少一次术后≥5a 的随访。术后 6mo 完成随访 95 眼,共有患者 6 例 12 眼随访缺失,其中 3 例患者因为个人原因不能准时来院复查,电话随访被告知视力无明显变化,术眼无不适主诉。另有 3 例患者于异地复查,视力、眼压等指标正常,但是未将检查数据列入本项研究中。

### 2.1 视力

术前 BCVA 为 -0.08(0, -0.08),术后 1d 裸眼视力为 0(-0.079, 0)。术后 1mo 裸眼视力与术后 3、6mo、1a 比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ ),末次随访裸眼视力较术后 1mo、1a 明显下降( $P<0.05$ )。术后 1a 内 BCVA 两两比较均无明显差别( $P>0.05$ ),并且末次随访 BCVA 较术后 1mo、1a 无明显下降( $P>0.05$ ),见表 1。术后 1mo 裸眼视力<0.5 占 5.6%(6/107),<1.0 占比 14.0%(15/107),视力≥1.0 占比 80.4%(86/107)。末次随访裸眼视力<0.5 占比 16.8%(18 眼),<1.0 占比 23.4%(25 眼),视力≥1.0 占比 59.8%(64 眼)。

### 2.2 安全性与有效性

ICL 术后不同时间的手术安全性,末次随访手术安全指数平均为 1.19±0.24,术后各时间点手术安全指数间两两比较均无明显差异( $P>0.05$ )。ICL 术后不同时间均具有良好的手术有效性,而末次随访手术有效指数较术后 1mo 明显降低( $P<0.05$ ),见表 2。

### 2.3 预测性

术后 1a 屈光度在 -0.50~+0.50D 的有 96 眼,占比 89.7%。末次随访屈光度在 -0.50~+0.50D 的占比 73.8%(79 眼),见表 3。

表3 患者术后屈光度预测性

时间	眼数	<-2.0D	-2.0~-1.51D	-1.5~-1.01D	-1.0~-0.51D	-0.5~0D	0.01~0.5D	0.51~1.0D
术后1a	107	-	-	1(0.9)	10(9.3)	91(85.0)	5(4.6)	0
末次随访	107	4(3.7)	3(2.8)	10(9.3)	11(10.3)	79(73.8)	0	0

眼(%)

表4 散光型 ICL 植入术后散光变化

参数	术前	术后1d	术后7d	术后1mo	术后3mo	术后6mo	术后1a	末次随访
眼数	45	45	45	45	45	45	45	45
散光	-2.73±1.25	-0.52±0.34	-0.53±0.25	-0.54±0.41	-0.46±0.37	-0.41±0.42	-0.43±0.37	-0.48±0.50

( $\bar{x}\pm s, D$ )

表5 患者术前术后不同时间角膜内皮计数比较

参数	术前	术后1wk	术后1mo	术后3mo	术后6mo	术后1a	末次随访
眼数	107	107	107	107	95	107	107
角膜内皮计数	2905±325.7	2817±321.5	2768±420.1	2742±332.5	2779±396.4	2770±368.1	2621±231.5

( $\bar{x}\pm s, \text{cell}/\text{mm}^2$ )

表6 术后末次随访拱高过低情况

序号	性别	手术年龄(岁)	术前SE(D)	前房深度(mm)	术后1mo拱高( $\mu\text{m}$ )	术后5a拱高( $\mu\text{m}$ )
1	女	38	-13.375	2.96	200	90
2	右眼	女	20	-6.125	3.05	80
	左眼			-8.00	2.85	110
3	男	40	-18.00	3.06	230	90
4	右眼	男	40	-15.50	3.07	60
	左眼			-15.00	3.03	330

2.4 稳定性 末次随访屈光度(-0.75±0.67D)较术后早期(术后1mo -0.31±0.34D, 6mo -0.34±0.23D, 1a -0.38±0.26D)屈光度明显变化( $P<0.05$ ),轻度近视漂移。术后末次随访共8眼出现裸眼视力下降 $\geq 2$ 行(较术前BCVA),其眼轴较术前变化(1.18±0.82mm),但是其最佳矫正视力下降 $\leq 1$ 行。

2.5 散光型 ICL 矫正散光稳定性 共45眼植入散光型 ICL,术前平均散光-2.73±1.25D。术后散光稳定,各时间点之间两两比较术后散光无明显差异( $P>0.05$ ),见表4。

2.6 角膜内皮计数 术前角膜内皮计数平均2905±325.7cell/mm<sup>2</sup>,术后各时间点角膜内皮计数较术前均无明显变化( $P>0.05$ ),见表5。

2.7 眼压 术前平均眼压14.39±3.22mmHg,至末次随访平均眼压14.54±3.04mmHg,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。术后1wk眼压17.1±4.70mmHg,较术前出现明显眼压升高( $P<0.0001$ ),但是这种改变为一过性,术后1mo恢复至术前水平( $P>0.05$ ),且长期观察眼压稳定,见图1。

2.8 眼轴 术前平均眼轴27.21±1.42mm,术后1a眼轴平均为27.54±1.36mm,末次随访结束眼轴平均28.06±1.75mm。与术前比,术后1a眼轴稍有变化,但是差异无统计学意义( $P>0.05$ ),而至末次随访眼轴开始明显增长,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。

2.9 拱高 术后1wk拱高110~1180(平均450.6±221.5) $\mu\text{m}$ ,术后1a拱高80~880(平均338.6±150.8) $\mu\text{m}$ ,至末次随访拱高60~760(平均280.2±154.3) $\mu\text{m}$ 。术后1a及末次随访拱高较术后早期(1wk, 1、3、6mo)出现明显下降

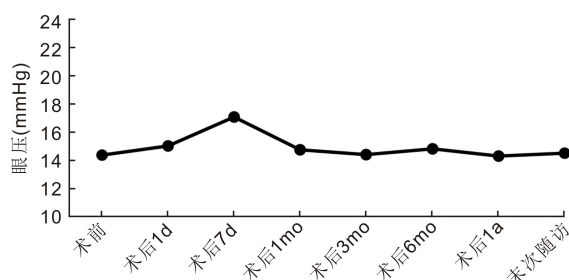


图1 术前术后眼压波动图 术后7d较术前出现一过性眼压升高。

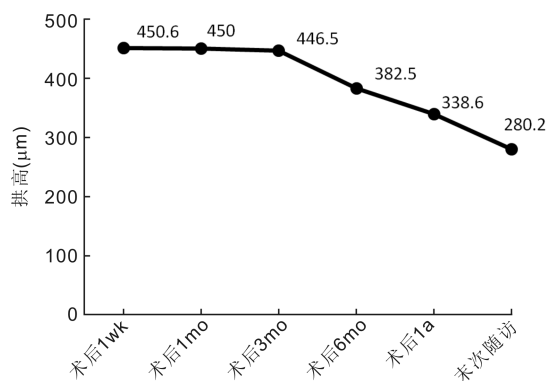


图2 术后拱高变化 术后1a以上较术后早期拱高出现明显降低。

( $P<0.05$ )。术后1a内拱高下降平均120±60.4 $\mu\text{m}$ ,而术后1a至末次随访结束拱高下降缓慢(图2)。本研究中共有6眼在术后末次随访中发现拱高低于100 $\mu\text{m}$ ,其中2眼出现晶状体混浊,另外4眼并未发现晶状体混浊(表6)。

2.10 相关性分析 术后 1mo 拱高与水平 WTW ( $r=0.21$ ,  $P=0.01$ ), 水平 STS ( $r=0.189$ ,  $P=0.022$ ) 存在明显相关, 而与晶状体厚度存在明显负相关 ( $r=-0.16$ ,  $P=0.046$ )。末次随访拱高与水平 WTW ( $r=0.223$ ,  $P=0.003$ ), 水平 STS 存在明显正相关 ( $r=0.135$ ,  $P=0.041$ ), 而与晶状体厚度存在明显负相关 ( $r=-0.154$ ,  $P=0.047$ )。而术后拱高与术前中央前房深度无明显相关性。

2.11 并发症及其他情况 本研究有 2 例 2 眼分别于术后 3、5a 发现晶状体前囊下混浊; 另有 1 例 1 眼 5a 随访发现晶状体核性混浊。我们认为晶状体前囊下混浊可能与拱高过低有关, 2 例患者拱高从术后 1mo  $330\mu\text{m}$  降低到  $60\mu\text{m}$  (术后 5a),  $230\mu\text{m}$  降低到  $90\mu\text{m}$ , 均低于安全拱高范围低值 ( $100\mu\text{m}$ )。晶状体混浊发生率 2.8% (3/107), 其中与手术相关、ICL 拱高相关为 2 例 2 眼, 占比为 1.86% (2/107)。1 例原有晶状体混浊未有加重。1 例患者双眼由于拱高过低, 于术后 2、3a 后取出 V4 ICL, 植入 V4C ICL, 更换后裸眼视力 0.8, 矫正视力 1.0。

### 3 讨论

本研究回顾性分析了 ICL 植入术后长期安全性、稳定性及可预测性。根据 Nakamura 等<sup>[9]</sup>报道的关于 ICL 矫正近视及散光的 10a 回顾性研究, 结果表明其术后 5a 有效性 0.77, 安全性 0.94。本研究中末次随访手术有效性 1.00, 安全指数 1.19。结果好于上述研究的报道。术后具有良好的稳定性及可预测性。长期视力下降原因主要是眼轴增长, 而这种增长可能归因于高度近视患者的病理性近视状态。

根据美国食品与药物监督管理局 (FDA) 关于 ICL 手术有效性建议<sup>[1]</sup>, ICL 术后 3a 裸眼视力  $\geq 20/40$  的比例应该在 81.3% 以上, 对于术前矫正视力  $\geq 20/20$  的患者, 术后 3a 其有效性应不低于 94.7%。有研究报道 5a 有效性 68%<sup>[5]</sup>, 而本研究 5a 以上手术有效性 100%。因此我们的研究结果好于 FDA 的要求, 并优于其他相关研究的结果。关于 ICL 植入术的可预测性, FDA 的标准 3a 其术后屈光度在  $\pm 1.0\text{D}$  的比例不低于 88.8%。其他研究<sup>[9]</sup>关于 ICL 术后预测性的报道显示 3a 62% (31/50), 10a 预测性 65.7% (23/35)。本研究 5a 及以上预测性 73.8% (79/107), 好于其他研究术后 10a 预测性<sup>[6]</sup>, 而本研究 5a 及以上随访样本量 107 眼远大于其他研究的样本量。

本研究中关于 ICL 植入术后的稳定性研究显示 ICL 术后长期观察发现近视漂移, 这与以往关于 ICL 植入术后长期研究结果吻合<sup>[5]</sup>。有研究指出术后球镜的出现主要归因于术后近视漂移, 而这种术后的近视漂移与眼轴的改变关系密切<sup>[10]</sup>。ICL 术后近视漂移可发生在术后几个月或更晚, 但是本研究术后近视漂移发生在术后 4a 以后, 因此我们推测术前选择适合的人工晶状体度数从而达到好的矫正视力对于病理性近视可能起到一定的缓解作用。术后的近视漂移及眼轴增长我们认为是影响手术长期有效性的主要因素。

本研究中散光型 ICL 植入后长期稳定性良好, 说明本研究中病例散光晶状体大小选择合适, 散光晶状体在眼内长期稳定性良好, 没有出现明显的旋转等。由于本研究中长期随访后散光型 ICL 数量有限, 据我们的观察散光型

ICL 旋转主要出现在单纯散光或高度散光患者, 一方面原因这部分患者对散光旋转的敏感性高, 能使我们及时发现散光型 ICL 在眼内的旋转; 另一方面有些散光型 ICL 旋转是发生在术后几年以后, 因此散光型 ICL 植入术后仍需长期随访与观察。

根据 FDA 报道的关于 ICL 植入术后角膜内皮计数变化结果显示, 3a 内角膜内皮计数可以每年 2%~3% 的比例下降, 而后趋于稳定。它推测可能 ICL 术后 3a 出现“内皮重塑效应”, 进而出现内皮计数的改变, 但这仅限于一种假说。另外正常情况下角膜内皮计数也会因为年龄因素以每年 0.5%~0.6% 的比例下降。有研究<sup>[9]</sup>显示 ICL 术后出现角膜内皮计数的下降 (每年 0.8%~0.9%)。但也有报道 5a 随访并未出现角膜内皮的改变<sup>[11]</sup>。本研究随访 5a 及以上未发现角膜内皮计数的改变。我们认为术后维持一定前房深度对于维持角膜内皮量是一种保护作用。ICL 术后角膜内皮改变结果显示差别很大, 很大程度要归因于测量误差, 包括测量部位以及测量设备的不同。

长期随访术后 ICL 拱高出现下降, 术后 1a 拱高较术后早期出现明显下降, 长期拱高的改变可能与随着患者年龄的增长晶状体发生膨隆有关。有研究表明, 瞳孔大小是影响术后拱高的关键因素<sup>[12]</sup>, 但是本研究中并未将瞳孔因素考虑在内。

关于 ICL 长期安全性研究最关心的是远期白内障的发生率。根据以往的研究白内障发生率有很大不同。FDA 在 2008 年的研究报道<sup>[3]</sup>指出 ICL 术后 5a 白内障发生率 5.9% (31/526), 其中 1.3% 是有临床意义的白内障。有也研究认为白内障发生主要以术后早期为主, 随时间延长无明显增长反而出现下降并趋于稳定。因此认为, ICL 术后早期白内障的发生可能主要与手术操作有关, 多于术后 3wk~6mo 出现<sup>[13]</sup>。周天安等<sup>[13]</sup>的报道指出术后早期 (1a 内) 白内障发病率约 0.3%。本研究中出现 3 眼 (1.4%) 晶状体混浊, 均发生在术后 3a 以上。周天安等<sup>[13]</sup>利用多元回归分析指出白内障发生的危险因素包括术前近视度数大于 12.0D、年龄超过 40 岁以上以及拱高过低。而本研究中 2 例术后白内障手术年龄均  $>40$  岁, 且 5a 随访术后拱高过低; 并且存在术前晶状体厚度偏大的特点, 而我们认为这可能也是白内障发生的危险因素之一。超高度近视患者术前存在晶状体厚度增厚的情况, 我们认为其发生白内障风险大。本研究中 1 例患者于术后 2a 出现拱高明显降低 ( $30\mu\text{m}$ ), 经患者同意后行双眼 ICL 取出更换为 V4C ICL, 术后裸眼视力均为 0.8, 更换后双眼拱高分别为 200、 $180\mu\text{m}$ , 更换至本次随访结束未见拱高变化, 本例患者未见晶状体混浊发生, 因此我们认为 ICL 术后随访非常关键。对于拱高有变化或者降低的患者需密切观察, 如有需要可及时取出甚至更换晶状体, 手术安全可靠, 视力恢复良好。术后长期观察发现眼压与角膜内皮计数较术前均无明显改变。

综上所述, ICL 矫正近视具有良好的可预测性, 安全性, 有效性和稳定性。对于术后可能出现的并发症如白内障等应该进行严密的随访观察。本研究 5a 及以上的随访中均未发现色素播散性青光眼、瞳孔阻滞或其他威胁视力的并发症。

参考文献

1 Lens C. United states food and drug administration clinical trial of the implantable collamer lens ( ICL ) for moderate to high myopia. *Ophthalmology* 2004;6(1):38-40

2 Lisa C, Alfonso JF, Alfonso-Bartolozzi B, et al. Collagen copolymer posterior chamber phakic intraocular lens supported by the ciliary sulcus to treat myopia: One-year follow-up. *J Cataract Refract Surg* 2015;41(1):98-104

3 Sanders DR. Anterior subcapsular opacities and cataracts 5 years after surgery in the visian implantable collamer lens FDA trial. *J Refract Surg* 2008;24(6):566

4 Kamiya K, Shimizu K, Igarashi A, et al. Four-Year follow-up of posterior chamber phakic intraocular lens implantation for moderate to high myopia. *Arch Ophthalmol* 2009;127(7):845-850

5 Lee JS, Kim YH, Park SK, et al. Long-term clinical results of posterior chamber phakic intraocular lens implantation to correct myopia. *Clin Exp Ophthalmol* 2016;44(6):481-487

6 Schmidinger G, Lackner B, Pieh S, et al. Long-term changes in posterior chamber phakic intraocular collamer lens vaulting in myopic patients. *Ophthalmology* 2010;117(8):1506-1511

7 李森, 赵金荣, 黄悦, 等. 两种不同类型眼内接触镜(ICL)矫正高度近视术后视觉质量的比较. *眼科新进展* 2017;37(9):867-871

8 Zeng Q, Xie X, Chen Q. Prevention and management of collagen copolymer phakic intraocular lens exchange: Causes and surgical techniques. *J Cataract Refract Surg* 2015;41(3):576-584

9 Nakamura T, Isogai N, Kojima T, et al. Posterior chamber phakic intraocular lens implantation for the correction of myopia and myopic astigmatism: A retrospective 10-Year follow-up study. *Am J Ophthalmol* 2019;206:1-10

10 Tomás M, Jaime J, Robert M, et al. Implantable collamer lens for myopia: Assessment 12 years after implantation. *J Refract Surg* 2015;31(8):548-556

11 Goukon H, Kamiya K, Shimizu K, et al. Comparison of corneal endothelial cell density and morphology after posterior chamber phakic intraocular lens implantation with and without a central hole. *Br J Ophthalmol* 2017;101(11):1461-1465

12 Chen X, Miao H, 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

13 周天安, 沈晔, 汪阳, 等. 有晶状体眼后房型人工晶状体植入矫正高度近视的中远期疗效评价. *中华眼科杂志* 2012;35(4):307-311