

采用 NK 和 KS 公式预测 ICL 植入术后拱高的准确性和一致性研究

俎训山,焦 丽,孙玉兰,李 利

引用:俎训山,焦丽,孙玉兰,等.采用 NK 和 KS 公式预测 ICL 植入术后拱高的准确性和一致性研究. 国际眼科杂志, 2025, 25(6):1014-1019.

作者单位:(276002)中国山东省临沂市,鲁南眼科医院
作者简介:俎训山,毕业于青岛大学,主任医师,医疗副院长,研究方向:屈光手术、近视防控。
通讯作者:俎训山. lnzxs@163.com
收稿日期:2024-11-03 修回日期:2025-04-29

摘要

目的:探讨基于 CASIA2 OCT 的 NK 和 KS 公式预测后房型有晶状体眼人工晶状体植入术(ICL)后拱高的准确性和一致性。

方法:回顾性病例研究。选取鲁南眼科医院屈光手术中心 2022 年 10 月至 2023 年 10 月植入 ICL 矫正中高度近视患者 85 例 170 眼。手术前行 UBM、角膜内皮、验光、眼压、眼底、角膜地形图等常规检查,符合 ICL 手术适应证,并按常规方法根据角膜直径和前方深度等参数,选择推荐的晶状体尺寸。手术前采用 CAISA2 OCT 检查,获得 NK 和 KS 公式预测的相应尺寸和预测拱高值。分析手术后 1 wk、1、3、6 mo 实际拱高值与 NK、KS 公式的预测拱高值的差异性和一致性。采用配对 *t* 检验分析 NK、KS 公式预测拱高值和术后各时间点实际拱高值差异。NK、KS 公式预测拱高值和各时间点实测拱高值的一致性比较采用 Bland-Altman 分析。采用多元线性回归分析实际拱高与眼前节各参数之间的相关性。

结果:NK 公式预测值和术后 1、3、6 mo 实际拱高值比较有差异(均 $P<0.05$),但与术后 1 wk 实际拱高值比较无差异($P=0.340$)。KS 公式预测值和术后 6 mo 的实际拱高值比较有差异($P<0.05$)。晶状体矢高和植入晶状体型号是术后 6 mo 拱高值的影响因素(均 $P<0.05$)。NK 公式和 KS 公式的拱高预测值均与术后 6 mo 的实际拱高值一致性最高。

结论:CASIA2 OCT 的 NK 和 KS 两种公式预测术后拱高与术后 6 mo 时的实际拱高一致性最高。这两个公式都可以作为晶状体型号选择的有效参考。

关键词:CASIA2 OCT;NK;KS;人工晶状体植入术(ICL);拱高

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2025.6.26

Accuracy and consistency of predicting vault using NK and KS formulas before implantable collamer lens implantation

Zu Xunshan, Jiao Li, Sun Yulan, Li Li

Lunan Eye Hospital, Linyi 276002, Shandong Province, China
Correspondence to: Zu Xunshan. Lunan Eye Hospital, Linyi 276002, Shandong Province, China. lnzxs@163.com
Received:2024-11-03 Accepted:2025-04-29

Abstract

• **AIM:** To explore the accuracy and consistency of predicting postoperative vault in implantable collamer lens (ICL) surgery based on the NK and KS formulas of CASIA2 OCT.

• **METHODS:** Retrospective case study. The study included 85 patients (170 eyes) who underwent ICL implantation for the correction of moderate to high myopia at the Refractive Surgery Center of Lunan Eye Hospital from October 2022 to October 2023. Routine examinations including ultrasound biomicroscopy (UBM), corneal endothelium assessment, optometry, intraocular pressure measurement, fundus examination, and corneal topography were performed. Patients who met the indications for ICL surgery were selected, and the recommended lens size was determined based on parameters such as corneal diameter and anterior chamber depth using standard methods. A CASIA2 OCT examination was used to obtain the corresponding lens size and predicted vault using the NK and KS formulas. The differences and consistency between the predicted vault by NK and KS formulas and the actual vault at 1 wk, 1, 3, and 6 mo postoperatively were analyzed. Paired *t*-tests were used to analyze the differences between the predicted vault by NK and KS formulas and the actual vault at each postoperative time point. The consistency between the predicted vault by NK and KS formulas and the actual vault at each time point was assessed using Bland-Altman analysis. Multivariate linear regression was used to analyze the correlation between actual vault and various anterior segment parameters.

• **RESULTS:** The NK formula showed statistically significant differences between the predicted values and the actual vault at 1, 3, and 6 mo postoperatively (all $P<$

0.05), but no statistically significant difference was observed compared to the actual vault at 1 wk postoperatively ($P=0.340$). The KS formula demonstrated a statistically significant difference between the predicted values and the actual vault measured at 6 mo postoperatively ($P<0.05$). The lens vector height and lens model were influencing factors for the vault at 6 mo postoperatively (all $P<0.05$). Both the NK formula and KS formula had the highest consistency between their predicted vault and the actual vault at 6 mo postoperatively.

- **CONCLUSION:** The NK and KS formulas of CASIA2 OCT showed the highest consistency between the predicted postoperative vault and the actual vault at 6 mo postoperatively. Both formulas can serve as effective references for ICL model selection.
- **KEYWORDS:** CASIA2 OCT; NK; KS; implantable collamer lens (ICL); vault

Citation: Zu XS, Jiao L, Sun YL, et al. Accuracy and consistency of predicting vault using NK and KS formulas before implantable collamer lens implantation. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2025, 25(6):1014–1019.

0 引言

有晶状体眼后房型人工晶状体 (phakic posterior chamber implantable collamer lens, PPC-ICL) 植入术是一种常用的矫治高度近视的手术方式,因其无需切削角膜组织,且术后眼生理和解剖结构完整的特性,其手术的安全性和有效性已得到认可^[1-2]。在人工晶状体植入术(ICL)中,选择合适的人工晶状体型号并预测术后拱高是非常重要的环节。术后理想的拱高(250–750 μm)是手术保持长期安全性和有效性的保障,也是降低术后并发症的重要因素之一。过高和过低的拱高会对房角宽度、角膜内皮细胞、晶状体透明性等产生潜在不良影响,更会直接影响到手术效果和预后^[3]。目前,晶状体的选择主要依赖于眼前节的各项参数,如角膜直径、前房深度、晶状体矢高 (crystalline lens rise, CLR) 和角到角距离等。然而,由于眼前节的结构和参数在个体间存在差异,因此选择合适的晶状体型号是一项具有挑战性的任务。近年来,眼前节光学相关断层扫描仪 (CASIA2 OCT) 因其非接触、高精度、重复性好的特点,被用来测量眼前节各项生物学参数^[4],在 ICL 手术前、后眼前节参数测量和拱高测量方面的准确性显著高于超声生物显微镜 (ultrasound biomicroscopy, UBM) 和 Pentacam^[5-6]。其提供的两种拱高预测公式, NK 和 KS 公式,可用于辅助选择晶状体型号,并预测术后拱高。基于光学测量技术的晶状体选择,但其效果和适用性仍需要进一步的研究和验证。本研究主要探讨 NK 和 KS 公式预测拱高和术后不同时间点实际拱高的差异性和一致性,以期提高术后拱高预测的准确性。

1 对象和方法

1.1 对象 选取鲁南眼科医院屈光手术中心 2022 年 10 月至 2023 年 10 月行 PPC-ICL 植入矫正中高度近视患者 85

例 170 眼,其中男 17 例 34 眼、女 68 例 136 眼,年龄 28.441 ± 6.086 岁。近视度数 $-16.750--3.50 (-7.919\pm2.630)$ D; 散光度数 $-4.00-0 (-1.025\pm1.042)$ D; 等效球镜度数 $-17.500--3.500 (-8.431\pm2.701)$ D。纳入标准: (1) 年龄 21–45 岁; (2) 屈光度数稳定, 每年增加度数 ≤ -0.5 D; (3) 前房深度 ≥ 2.8 mm; (4) 角膜内皮细胞密度 $\geq 2\,000$ cell/ mm^2 , 变异系数 ≤ 0.35 , 六边形细胞比例 $\geq 50\%$; (5) 任 1 眼最佳矫正视力均 ≥ 4.5 。排除标准: (1) 合并眼部疾病: 存在视网膜疾病、青光眼、虹膜炎、白内障等眼部疾病; (2) 存在影响手术恢复的全身器质性病变及自身免疫性疾病, 无抑郁、焦虑等精神异常情况。本研究经鲁南眼科医院伦理委员会审批同意并实施 (批准号: 2025201), 所有参与者均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 手术前评估方法 手术前应用裂隙显微镜行眼前节检查; Pentacam 角膜地形图仪分析角膜形态, 并测量角膜厚度和水平直径; 角膜内皮镜分析角膜内皮计数和形态; 电脑验光; 非接触式眼压计测量眼压; 综合验光仪检查屈光度和 BCVA; UBM 测量前房深度、水平和垂直睫状沟宽度、自然晶状体矢状高度和房角宽度; IOL Master 700 测量眼轴长度; 后节 OCT 检查黄斑区形态; 散瞳后应用三面镜详细检查眼底, 排除视网膜干孔和脱离。

1.2.2 CASIA2 OCT 检查方法 手术前及手术后 1 wk, 1、3、6 mo, 由同一有经验的技师应用 CASTA2 OCT 对所有入选患者进行检查, 重复测量 3 次, 选择患者配合状态好、数据重复性好、图像质量佳的结果作为最终采用数据, 分别测量获得角膜水平直径 (white to white, WTW)、前房深度 (anterior chamber depth, ACD)、前房角距离 (angle to angle, ATA)、CLR、前房宽度 (anterior chamber width, ACW) 和 ICL 拱高。

1.2.3 手术方法 所有手术均由同一位手术医生完成, 手术前应用抗生素眼药水点眼 2–3 d, 预防感染。手术当日行手术眼泪道和结膜囊冲洗, 并于手术前 1 h 使用 0.05% 托吡卡胺眼水散瞳到中等大小。面部消毒后铺无菌洞巾, 把人工晶状体装载植入仓备用, 表面麻醉后开睑器撑开眼睑, 5% 聚维酮碘溶液冲洗消毒结膜囊。用角膜穿刺刀制作 2.8 mm 颞侧水平位透明角膜隧道切口, 自手术切口向前房内注入适量透明质酸钠以维持前房稳定。使用晶状体推注器自手术切口缓慢推注 ICL 进入前房, 晶状体调位钩调整晶状体四个襻到虹膜后, 调整并确认 ICL 处于水平位置。彻底冲洗出前房内透明质酸钠, 水密手术切口, 指测眼压正常, 结膜囊内涂妥布霉素地塞米松眼膏后无菌辅料包扎。

1.2.4 术后用药和随访 手术后第 1 d 开始点用妥布霉素地塞米松眼水, 每天 4 次, 妥布霉素地塞米松眼膏, 每晚睡前 1 次涂眼。用药 1 wk 后改用妥布霉素眼水, 每天 4 次, 普拉洛芬眼水, 每天 4 次, 共用药 2 wk 后停用; 于手术后 1 wk, 1、3、6 mo 复诊, 行视力、验光、眼压、角膜内皮等检查, 并使用 CASIA2 OCT 测量术后拱高。

统计学分析: 采用 SPSS 24.0 软件进行统计学分析。

计量资料经 Kolmogorov-Smirnov 检验符合正态性分布的以 $\bar{x}\pm s$ 表示。采用配对 t 检验比较术前 NK 和 KS 公式预测拱高值与术后 1 wk、1、3、6 mo 实际拱高值的差异。采用单因素重复测量数据的方差分析比较术后 1 wk、1、3、6 mo 的拱高值,进一步两两比较采用 LSD- t 检验。采用 Bland-Altman 法分别分析 NK 和 KS 公式术前预测拱高值和术后 1 wk、1、3、6 mo 实际拱高拱高值的一致性。采用多元线性回归分析术前 CASTA2 OCT 测得 WTW、ACD、ATA、CLR、植入晶状体型号与术后 6 mo 的相关性,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 术后不同时间点拱高差异性分析 术后 1 wk、1、3、6 mo 拱高值分别为 665.635 ± 582.974 、 596.471 ± 185.868 、 571.294 ± 187.746 、 $541.400\pm182.893\ \mu\text{m}$,见图 1。手术后不同时间点拱高值比较差异有统计学意义 ($F=6.162, P<0.001$);术后 1 wk 与术后 1、3、6 mo 比较差异有统计学意义 ($P=0.002, 0.001, <0.001$),表明术后 1 wk 拱高值显著高于其他时间点。术后 1 mo 与术后 3、6 mo,术后 3 mo 与术后 6 mo 比较差异无统计学意义 ($P=0.415, 0.063, 0.264$),提示术后 1 mo 以后拱高值变化趋于平稳。

2.2 NK 公式和 KS 公式预测拱高值与手术后各时间点实测拱高值差异性分析 NK 公式手术前预测拱高值 ($708.86\pm188.40\ \mu\text{m}$)与手术后 1 wk 实测拱高值比较差异无统计学意义 ($t=0.956, P=0.340$),与术后 1、3、6 mo 实测拱高值比较差异有统计学意义 ($t=6.446, P<0.05; t=7.339, P<0.05; t=8.846, P<0.05$),且预测值均大于术后实测值,与术后 6 mo 时差异最大。

KS 公式手术前预测值 ($590.78\pm94.23\ \mu\text{m}$)与手术后 1 wk、1、3 mo 实测拱高值比较差异无统计学意义 ($t=$

$-1.683, P=0.094; t=-0.416, P=0.678; t=1.368, P=0.173$),与手术后 6 mo 实测拱高值比较差异有统计学意义 ($t=3.406, P=0.001$),且术后 1 wk、1 mo 实测拱高值大于预测值,而术后 3、6 mo 实测拱高值小于预测值。

2.3 NK 公式与 KS 公式预测拱高值与术后不同时间点实测拱高值的一致性分析 使用 Bland-Altman 方法分别对 NK 与 KS 公式术前预测拱高值与手术后 1 wk、1、3、6 mo 实测拱高进行总体一致性分析,见图 2、3。NK 公式预测值与术后 6 mo 实际拱高一致性最高,平均差值为 167.459 ,标准差为 246.827 ,95%CI 为 $130.088-204.830$,可见置信区间较窄,大多数差值集中在较小的范围内,一致性较好;预测值与术后 1 wk 的实际拱高一致性最低,平均差值为 43.224 ,标准差为 589.341 ,95%CI 为 $-46.007-132.454$,结果变异性较大,一致性较差,见表 1。KS 公式预测值同样与术后 6 mo 的实际拱高值一致性最高,平均差值为 49.382 ,标准差为 189.053 ,95%CI 为 $20.758-78.006$;与术后 1 wk 的实际拱高一致性最低,平均差值为 -74.853 ,标准差为 579.952 ,95%CI 为 $-162.662-12.956$,且预测拱高值小于实际拱高,见表 2。

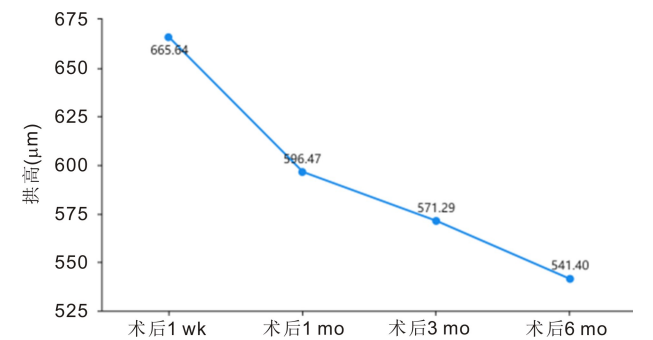


图 1 手术后不同时间点拱高变化图。

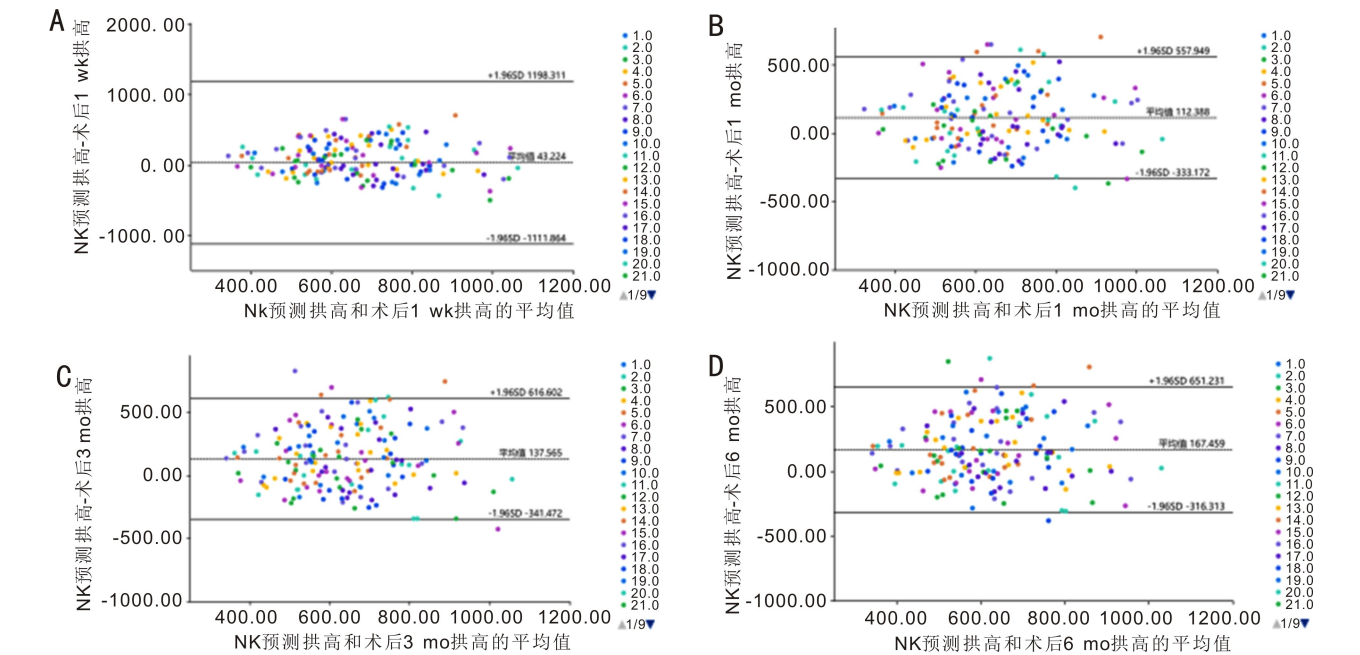


图 2 NK 预测公式的 Bland-Altman 分析图 A:术后 1 wk 实际拱高值与 NK 预测拱高值之间的差异;B:术后 1 mo 实际拱高值与 NK 预测拱高值之间的差异;C:术后 3 mo 实际拱高值与 NK 预测拱高值之间的差异;D:术后 6 mo 实际拱高值与 NK 预测拱高值之间的差异。

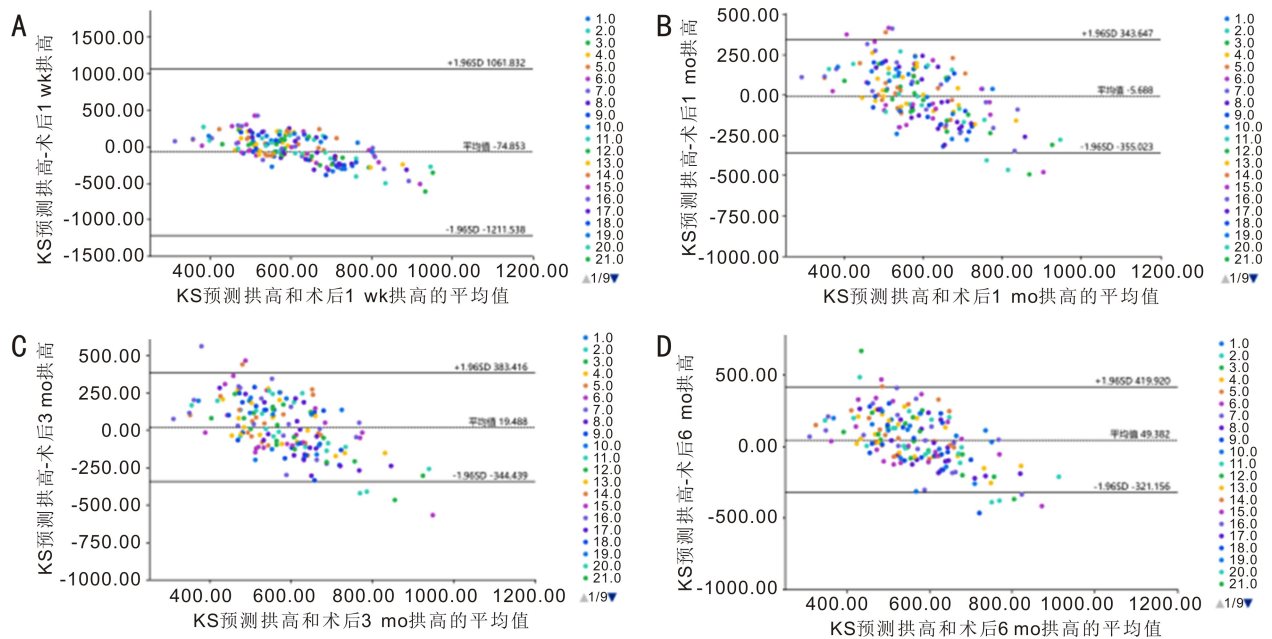


图 3 KS 预测公式的 Bland–Altman 分析图 A:术后 1 wk 实际拱高值与 KS 预测拱高值之间的差异;B:术后 1 mo 实际拱高值与 KS 预测拱高值之间的差异;C:术后 3 mo 实际拱高值与 KS 预测拱高值之间的差异;D:术后 6 mo 实际拱高值与 KS 预测拱高值之间的差异。

表 1 NK 公式手术前预测拱高值与术后不同时间点实际拱高值的 Bland–Altman 分析

时间	差值($\bar{x}\pm s, \mu\text{m}$)	95%CI	t	P
术后 1 wk	43.224±589.341	−46.007–132.454	0.956	0.340
术后 1 mo	112.388±227.331	77.969–146.808	6.446	<0.001
术后 3 mo	137.565±244.411	100.559–174.570	7.339	<0.001
术后 6 mo	167.459±246.827	130.088–204.830	8.846	<0.001

表 2 KS 公式手术前预测拱高值与术后不同时间点实际拱高值的 Bland–Altman 分析

时间	差值($\bar{x}\pm s, \mu\text{m}$)	95%CI	t	P
术后 1 wk	−74.853±579.952	−162.662–12.956	−1.683	0.094
术后 1 mo	−5.688±178.235	−32.674–21.298	−0.416	0.678
术后 3 mo	19.488±185.681	−8.625–47.602	1.368	0.173
术后 6 mo	49.382±189.053	20.758–78.006	3.406	0.001

2.4 手术 6 mo 后实际拱高值与相关因素分析 使用多元线性回归分析的方法,对手术前 CASIA2 OCT 测量获得的 ACD、WTW、ATA、ACW、CLR、术前等效球镜和植入晶状体型号与术后 6 mo 时实际拱高值进行回归分析,其中 ICL V4C 型号尺寸包括 12.1、12.6、13.2、13.7 mm。结果显示 $R^2=0.134$, 调整 $R^2=0.096$; $F(7, 162)=3.573, P=0.001$; D–W 值=1.223。植入晶状体型号的回归系数值为 170.003($t=2.939, P=0.004$),表明 PPC–ICL 型号会对术后 6 mo 拱高产生显著的正向影响关系。CLR 的回归系数值为−337.644($t=−3.127, P=0.002$),其会对术后 6 mo 拱高产生显著的负向影响关系。但是 ACD、ATA、OCT WTW、ACW、等效球镜对术后 6 mo 拱高不产生显著影响,见表 3。

3 讨论

有晶状体眼后房型 ICL 术后拱高的高低,对安全性和有效性有非常大的影响,过大的拱高会造成角膜内皮损失、房角狭窄、虹膜脱色素、瞳孔扩大等不利影响^[7–9]。过

小的拱高会影响自身晶状体代谢,有增加前囊膜下混浊的几率,因此拱高的预测非常重要。目前有多种参数可作为拱高预测的依据,包括 WTW、ACD、ATA、ACW、CLR 等参数,熟悉这些参数与拱高的关系,可更准确地预判手术后拱高值。UBM 是最常用的获得眼前节解剖参数的工具,特别是能获取被虹膜遮挡的后房结构,包括睫状沟宽度、睫状体形态、悬韧带状况等,具有高分辨率、非干扰、定量的特点,是选择 PPC–ICL 的主要参考依据^[10]。但张曦等^[11]应用 Compact Touch STS UBM 模拟植入 PPC–ICL 术后眼内图像和位置,并测量模拟拱高值,发现模拟拱高值与术后 1 mo 真实拱高值有一定的差距。扫描源 CASTA2 OCT 可获得宽度为 16 mm,深度为 11 mm 的眼前段断层图像,可以在大约 0.3 s 内进行角膜形状分析、前房角形态分析和人工晶状体位置的测量,是目前获得眼前节数较为全面的方法。Nakamura 等^[12]基于 ACD、CLR、LV、ACW 和 ATA 等 5 个眼前节参数,经逐步多元回归得出的 NK 公式($\text{ICL 尺寸}=4.20+0.719\times\text{ACW}+0.665\times\text{CLR}$),用于指导

表 3 术前眼前节参数与术后 6 mo 拱高多因素线性回归分析结果

参数	非标准化系数(B)	标准误	标准化系数(Beta)	t	P	VIF	容忍度
常数	-1507.438	505.795	-	-2.980	0.003	-	-
等效球镜	-0.463	5.023	-0.007	-0.092	0.927	1.029	0.971
CLR	-337.644	107.992	-0.291	-3.127	0.002	1.617	0.619
OCT WTW	28.517	56.343	0.059	0.506	0.613	2.564	0.390
ATA	-8.888	53.436	-0.020	-0.166	0.868	2.609	0.383
ACW	-2.389	17.549	-0.011	-0.136	0.892	1.209	0.827
ACD	-64.249	86.065	-0.077	-0.747	0.456	1.971	0.507
植入晶状体型号	170.003	57.838	0.332	2.939	0.004	2.379	0.420

注:因变量=术后 6 mo 拱高。

最佳 ICL 晶状体尺寸的选择。Igarashi 等基于眼前节参数开发的 KS 公式[预测 ICL 拱高=660.9×[ICL 尺寸(mm)-ATA(mm)]+86.6} μm,可预测不同尺寸 ICL 植入后可能的拱高值^[13-14]。

本研究对手术后 1 wk,1、3、6 mo 的拱高数据进行分析,差异具有统计学意义,且随着时间的加长,不同时间点拱高值有逐渐降低的趋势,这与其他学者的观察是一致的^[15]。手术后早期拱高的变化趋势可能与眼内黏弹剂的代谢清除过程有关系。晶状体脚襻在睫状沟内位置的调整和趋于稳定的过程,也是拱高变化的可能因素。

在我们的研究中,NK 公式预测的拱高值与术后 1、3、6 mo 的实际拱高值比较差异有统计学意义,但与术后 1 wk 的实际拱高值比较差异无统计学意义。这可能是由于术后早期眼内环境和组织结构的变化,导致了实际拱高值与预测值之间的差距。这说明,NK 公式在术后早期的预测拱高可能存在一定的误差,尽管 NK 公式在手术后的第 1 wk 能够较好地预测拱高值,但随着时间的推移,预测值与实际测量值之间的差异变得更大。这可能意味着 NK 公式在长期预测拱高值方面的准确性需要进一步改进。相比之下,KS 公式预测的拱高值与术后 1 wk,1、3 mo 时实际拱高比较差异无统计学意义,而与 6 mo 时实际拱高值比较差异有统计学意义,且 KS 公式在预测拱高值时,术后 1 wk,1 mo 预测结果总是低于实际测量值,而术后 3、6 mo 预测值大于实际值。意味着 KS 公式在短期预测拱高值方面的准确性需要进一步改进。有研究显示使用 NK 和 KS 公式实际得到的 ICL 拱高明显小于预测的 ICL 拱高值,当选择较大的 ICL 尺寸时,差异趋于更大。厉斌等^[16]研究发现 NK、KS 公式在术后 1 wk 时预测值与实际值一致性最高。本研究中 NK 公式和 KS 公式预测拱高值与手术后实测拱高值之间一致性的 Bland-Altman 分析结果,NK 公式预测值与手术后 6 mo 实际拱高值的一致性最高(平均差值=167.459,t=8.846,P<0.001),KS 公式预测值与手术后 6 mo 的实测拱高值一致性最高(平均差值=49.382,t=3.406,P<0.05)。可见 NK 公式和 KS 公式对手术后 6 mo 的一致性要优于早期结果。

手术后拱高的影响因素有很多,因 PPC-ICL 材质的特性及其在后房内放置的位置,拱高易受多种因素的影响,如瞳孔的大小变化、睫状肌调节对睫状体形态的影响等,使拱高值处在动态变化的数值范围内。徐婧等^[17]研

究发现,手术后 1 mo,1 a 时拱高受术前等效球镜度数、ICL 长度、ICL 度数因素的影响,拱高与等效球镜度数呈负相关,与 ICL 长度和 ICL 度数呈正相关。在本研究中,我们把术前 ACD、WTW、ATA、ACW、CLR、等效球镜和 PPC-ICL 型号作为自变量,术后 6 mo 实际拱高作为因变量,进行多元线性回归分析,显示 ACD、ATA、OCT WTW、ACW、等效球镜不会对术后 6 mo 拱高产生影响关系。

CASIA2 OCT 的 NK 和 KS 两种公式预测术后拱高与术后不同时间的一致性有差异^[18]。在术后早期,NK 公式预测术后 1 wk 的差异性较小,而 KS 公式预测术后 1 wk,1、3 mo 差异性较小,这两种公式都可以作为晶状体型号选择的有效参考。同时用无代码机器学习方式开发出的机器学习模型,用于预测 ICL 术后拱高等新的方式,也给我们提供了其它预测术后拱高的方案,值得我们关注^[19]。然而,我们的研究也存在一些局限性,因样本规模相对较小,可能无法完全反映所有患者的情况,未来的研究应该扩大样本规模,以提高研究结果的代表性。其次,本研究仅在术后的短期内进行了跟踪随访,未来的研究应该延长随访时间,以探讨术后长期的情况。综上所述,这两种公式都可以作为晶状体型号选择的有效参考,有助于提高 ICL 术后拱高的预测性。

利益冲突声明:本文不存在利益冲突。

作者贡献声明:俎训山论文选题与修改,初稿撰写;焦丽数据资料的收集整理和分析;孙玉兰数据资料的整理、收集;李利论文修改和审阅。所有作者阅读并同意最终的文本。

参考文献

[1] Siedlecki J, Schmelter V, Mayer WJ, et al. SMILE versus implantable collamer lens implantation for high myopia: a matched comparative study. J Refract Surg, 2020,36(3):150-159.
[2] Sayman Muslubas IB, Kandemir B, Aydin Oral AY, et al. Long-term vision - threatening complications of phakic intraocular lens implantation for high myopia. Int J Ophthalmol, 2014,7(2):376-380.
[3] 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.
[4] Ando W, Kamiya K, Hayakawa H, et al. Comparison of phakic intraocular lens vault using conventional nomogram and prediction formulas. J Clin Med, 2020,9(12):4090.
[5] Wan T, Yin HF, Yang Y, et al. Comparative study of anterior segment measurements using 3 different instruments in myopic patients

after ICL implantation. BMC Ophthalmol, 2019,19(1):182.

[6] Zhang XF, Li M, Shi Y, et al. Repeatability and agreement of two anterior segment OCT in myopic patients before implantable collamer lenses implantation. Int J Ophthalmol, 2020,13(4):625-631.

[7] Khalifa YM, Goldsmith J, Moshirfar M. Bilateral explantation of Visian Implantable Collamer Lenses secondary to bilateral acute angle closure resulting from a non-pupillary block mechanism. J Refract Surg, 2010,26(12):991-994.

[8] Brandt JD, Mockovak ME, Chayet A. Pigmentary dispersion syndrome induced by a posterior chamber phakic refractive lens. Am J Ophthalmol, 2001,131(2):260-263.

[9] Steinwender G, Varna - Tigka K, Shajari M, et al. Anterior subcapsular cataract caused by forceful irrigation during implantation of a posterior chamber phakic intraocular lens with a central hole. J Cataract Refract Surg, 2017,43(7):969-974.

[10] 杜改萍, 郭慧玲, 董莹, 等. 超声生物显微镜在有晶状体眼后房型人工晶状体植入术中的应用. 眼科新进展, 2012, 32(10): 942-944.

[11] 张曦, 王晓瑛. 有晶状体眼后房型人工晶状体植入术前模拟拱高与术后真实拱高的比较. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2015,17(8):453-457.

[12] 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.

[13] Igarashi A, Shimizu K, Kato S, et al. Predictability of the vault after posterior chamber phakic intraocular lens implantation using anterior segment optical coherence tomography. J Cataract Refract Surg, 2019,45(8):1099-1104.

[14] Thompson V, Cummings AB, Wang XY. Implantable collamer lens procedure planning: a review of global approaches. Clin Ophthalmol, 2024,18:1033-1043.

[15] 王妙妙, 王慧娴, 张旭, 等. ICL V4c 植入术后远期疗效的研究进展. 国际眼科杂志, 2024,24(2):260-263.

[16] 厉斌, 方学军, 吴德, 等. 基于 NK 公式和 KS 公式预测 ICL 术后早期拱高的一致性研究. 山东大学耳鼻喉眼学报, 2021,35(6): 33-41.

[17] 徐婧, 罗岩, 林燕楠, 等. 有晶状体眼后房型人工晶状体植入术后拱高的变化及相关影响因素. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2016,18(12):714-718.

[18] 刘海歌, 徐科, 赵满丽, 等. ICL 植入术后拱高的预测及研究进展. 国际眼科杂志, 2023,23(9):1499-1502.

[19] Shin D, Choi H, Kim D, et al. Code-free machine learning approach for EVO-ICL vault prediction: a retrospective two-center study. Transl Vis Sci Technol, 2024,13(4):4.