

不同公式计算角膜屈光术后白内障患者 IOL 屈光度的准确性比较

王开芳, 乔明超, 乔松松, 赵克娇, 王晓明

引用: 王开芳, 乔明超, 乔松松, 等. 不同公式计算角膜屈光术后白内障患者 IOL 屈光度的准确性比较. 国际眼科杂志, 2024, 24(7):1143-1146.

基金项目: 山东省医药卫生科技项目 (No.202307021727)

作者单位: (250200) 中国山东省济南市, 济南明水眼科医院

作者简介: 王开芳, 学士, 住院医师, 研究方向: 白内障与人工晶状体测算。

通讯作者: 王晓明, 博士研究生, 副主任医师, 白内障科主任, 研究方向: 屈光性白内障手术与视觉质量. 15908084280@163.com

收稿日期: 2024-01-15 修回日期: 2024-05-27

摘要

目的: 对比观察 5 种人工晶状体 (IOL) 计算公式在角膜屈光术后白内障患者 IOL 屈光度计算中的准确性。

方法: 前瞻性系列病例研究。收集 2021-09/2023-03 就诊于济南明水眼科医院的既往行角膜屈光手术矫正近视的白内障患者 23 例 34 眼, 其中准分子角膜切削术 (PRK) 手术史 1 例 1 眼, 准分子原位角膜磨镶术 (LASIK) 术后 22 例 33 眼。白内障术前采用 IOL Master 700 测量眼生物学参数; Pentacam 眼前节分析系统测量角膜真实净屈光力 (TNP); 眼前节 OCT 测量净角膜屈光力 (NCP)、角膜后表面屈光力、角膜厚度 (CCT)。采用 Shammas 公式、Haigis-L 公式、Potvin-Hill Pentacam 公式、OCT 公式、Barrett True K 公式进行 IOL 度数计算后综合选择合适的 IOL 度数。术后 1 mo 在客观验光的基础上行主觉验光获得术后实际屈光状态, 根据术后验光结果计算 5 种公式的屈光预测误差 (RPE), 其绝对值为屈光绝对误差 (RAE), 比较 RPE 与 0 的差异及不同公式间 RPE、RAE 的差异, 并统计 $RAE \leq 0.5 D$ 、 $\leq 1.0 D$ 的眼数所占百分比。

结果: 5 种公式计算所得的 RPE 与 0 比较均无差异 (均 $P > 0.05$)。5 种计算公式的 RPE、RAE 整体无差异 ($F = 0.554, P = 0.696; H = 4.402, P = 0.354$); Potvin-Hill Pentacam 公式、Barrett True K 公式的 RAE 在 $\leq 0.5 D$ 内的眼占比分别为 26 眼 (76%)、24 眼 (71%), 在 $\leq 1.0 D$ 内的眼占比均为 33 眼 (97%)。

结论: Barrett True K 公式、Potvin-Hill Pentacam 公式在角膜屈光术后白内障患者 IOL 屈光度计算中表现出较高的预测性。由于此类人群角膜屈光力存在差异, IOL 度数计算问题仍需要进一步研究, 临床上建议多种公式综合考虑。

关键词: 角膜屈光手术; 人工晶状体 (IOL) 度数; 近视; Haigis-L 公式; 角膜曲率

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2024.7.25

Accuracy comparison of different formulas in calculating intraocular lens power in cataract patients after corneal refractive surgery

Wang Kaifang, Qiao Mingchao, Qiao Songsong, Zhao Kejiao, Wang Xiaoming

Foundation item: Medicine Health Science and Technology Program of Shandong Province (No.202307021727)

Jinan Mingshui Eye Hospital, Jinan 250200, Shandong Province, China

Correspondence to: Wang Xiaoming. Jinan Mingshui Eye Hospital, Jinan 250200, Shandong Province, China. 15908084280@163.com

Received:2024-01-15 Accepted:2024-05-27

Abstract

• **AIM:** To compare and observe the accuracy of five intraocular lens (IOL) power calculation formulas in patients with cataracts who have previously undergone corneal refractive surgery.

• **METHODS:** Prospective case series study. A total of 23 cataract patients (34 eyes) with a history of myopic corneal refractive surgery at Jinan Mingshui Eye Hospital from September 2021 to March 2023 were collected, including 1 eye treated with photorefractive keratectomy (PRK) and 22 patients (33 eyes) treated with laser-assisted *in situ* keratomileusis (LASIK). Preoperative ocular biometry was performed using the IOL Master 700, while corneal true net refractive power (TNP) was measured *via* Pentacam analyzer. Anterior segment optical coherence tomography (OCT) was used to assess net corneal power (NCP), posterior corneal refractive power, and central corneal thickness (CCT). The Shammas, Haigis-L, Potvin-Hill Pentacam, OCT, and Barrett True K formulas were utilized for IOL power calculations, with the optimal power selected accordingly. At 1 mo postoperatively, actual refractive outcomes were determined through subjective refraction, based on objective optometry results. The refractive prediction error (RPE) and refractive absolute error (RAE) of each formula were calculated and compared, and the percentage of eyes with $RAE \leq 0.5 D$ and $\leq 1.0 D$ was counted.

• **RESULTS:** No significant statistical difference was found in the RPE of the five formulas when compared to zero (all $P > 0.05$), nor were there significant differences in RPE

and RAE among the formulas ($F = 0.554$, $P = 0.696$; $H = 4.402$, $P = 0.354$). The RAE was within ≤ 0.5 D for 26 eyes (76%) using the Potvin-Hill Pentacam formula and for 24 eyes (71%) using the Barrett True K formula, with both formulas achieving an RAE within ≤ 1.0 D in 33 eyes (97%).

• **CONCLUSIONS:** The Barrett True K and Potvin-Hill Pentacam formulas demonstrated high predictive accuracy for IOL power calculations in post-corneal refractive surgery cataract patients. Given the variability in corneal refractive power among these patients, further research on IOL power calculation is warranted. Clinically, it is advisable to consider a range of formulas for optimal outcomes.

• **KEYWORDS:** corneal refractive surgery; intraocular lens power; myopia; Haigis-L formula; corneal curvature

Citation: Wang KF, Qiao MC, Qiao SS, et al. Accuracy comparison of different formulas in calculating intraocular lens power in cataract patients after corneal refractive surgery. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2024,24(7):1143-1146.

0 引言

近年来,随着近视患者数量的不断增加以及角膜屈光手术更加安全、有效,越来越多的人为了摘镜而选择了角膜屈光手术。但随着时间的推移,尤其是早期选择准分子角膜切削术(PRK)或者准分子原位角膜磨镶术(LASIK)的患者,如今也面临着白内障手术。角膜屈光手术改变了角膜原有的光学特性及生物学特性,并且由于个体差异、角膜生物力学、手术方式和所切削参数不同等因素,每一个角膜屈光术后患者的测量参数均有所不同,同一患者不同仪器测量眼球生物学参数时也存在一定差异。当这部分人群在进行人工晶状体(intraocular lens, IOL)屈光度计算时误差较大,其准确性远远低于无屈光手术史的白内障患者。如何能够将 IOL 度数计算准确,减少白内障术后的屈光误差,使患者取得满意的视力及视觉质量,是目前临床工作中关注的热点和难点。针对于此类角膜屈光术后的特殊白内障患者,目前国际上存在 20 余种计算方法以期获得精准的 IOL 屈光度,根据是否需要屈光术前参数可分为两大类:(1)依靠角膜屈光手术前后原始屈光参数的临床病史法;(2)依靠白内障术前现有参数的方法^[1]。在临床病史法计算中,大部分患者会因条件限制而遗失以往的数据,即使部分数据齐全,其有效性也有待商榷。现阶段,白内障术前现有参数测量的有效数据更容易获得。本研究通过比较无需既往病例资料的 Shammass 公式、Haigis-L 公式、Potvin-Hill Pentacam 公式、OCT 公式及 Barrett True K 公式预测角膜屈光术后白内障患者植入 IOL 屈光度的准确性,寻求较为准确的计算方法,为白内障医生选择 IOL 度数提供一定的临床参考。

1 对象和方法

1.1 对象 前瞻性系列病例研究。选择 2021-09/2023-03 就诊于济南明水眼科医院,既往有近视角膜屈光手术史的白内障患者 23 例 34 眼,其中男 12 例 14 眼,女 11 例 20 眼;年龄 35-58(平均 47.17 ± 5.24)岁;眼轴长度(AL) 23.57-31.41(平均 27.28 ± 2.18)mm;角膜曲率 35.36-44.06

(平均 39.81 ± 2.11)D;前房深度(ACD) 2.86-4.24(平均 3.45 ± 0.33)mm;晶状体厚度(LT) 3.12-4.70(平均 4.16 ± 0.37)mm。术前有 PRK 手术史 1 例 1 眼, LASIK 手术史 22 例 33 眼。行飞秒激光辅助白内障超声乳化摘除联合 IOL 植入术者 15 眼,常规白内障超声乳化摘除联合 IOL 植入术 19 眼。本研究遵循《赫尔辛基宣言》,获得了济南明水眼科医院医学伦理委员会的批准{[2021]008 号},所有患者均签署了知情同意书。

1.1.1 纳入标准 (1)既往有近视角膜屈光手术史,且诊断为白内障的患者;(2)在济南明水眼科医院行白内障超声乳化联合 IOL 植入术,行白内障术前检查,无手术禁忌证;(3)术中术后无相关并发症发生。

1.1.2 排除标准 (1)合并眼部活动性病变者如眼底病变、青光眼、角膜疾病等;(2)既往有眼部外伤史或眼部手术史(除角膜屈光手术外)的患者;(3)有严重全身疾病或精神疾病者;(4)不能按要求完成随访者。

1.2 方法

1.2.1 术前检查及手术方法 所有患者手术前均进行常规眼科检查,主要包括:裂隙灯显微镜检查、视力、眼压、眼部 B 超、散瞳后眼底检查、角膜内皮显微镜及光学相干断层扫描检查等。IOL Master 700 光学生物测量仪测量 AL、角膜曲率、ACD、LT 及白到白的距离(W-W)等;Pentacam 眼前节分析系统测量角膜中央 4 mm 的角膜真实净屈光力(TNP);傅立叶域眼前节 OCT 测量角膜前后表面屈光力、净角膜屈光力(net corneal power, NCP)、角膜厚度(CCT)。所有患者均由同一名技术熟练的术者完成手术。手术在表面麻醉下进行,根据患者要求行飞秒激光辅助的白内障超声乳化摘除术或传统白内障超声乳化摘除术,均联合 IOL 植入术,手术过程顺利。

1.2.2 IOL 屈光度计算与优化 登录美国屈光与白内障手术协会(ASCRS)网站,选择 Prior Myopic LASIK/PRK 模块,输入 Pentacam 提供的以角膜顶点为中心的 4 mm TNP,前节 OCT 提供的 NCP、后表面屈光力、CCT, IOL Master 700 提供的 AL、角膜曲率、ACD、LT、W-W,进行在线计算,获得 Shammass 公式、Haigis-L 公式、Potvin-Hill Pentacam 公式、OCT 公式、Barrett True K 公式的计算结果,实际植入的 IOL 屈光度采用 5 种计算公式结果的平均值,目标屈光度的选择由手术医师根据患者的身高、臂长、日常用眼习惯和眼底情况决定。IOL 的 A 常数采用 ULIB 网站(www.augenklinik.uni-wuerzburg.de/eulib/)推荐的优化值。

1.2.3 术后检查及观察指标 术后 1 mo 门诊复查,检查裸眼视力及最佳矫正视力(LogMAR),并行电脑验光及主觉验光,主觉验光后计算等效球镜度(SE),将 SE 作为目标屈光度重新代入公式计算,计算出不同计算公式的预测 SE 度数,用实际植入眼内的 SE 度数减去预测 SE 度数,即为 SE 预测误差(prediction error, PE)。通过 1 D IOL 预测误差等同于 0.7 D 眼镜平面的屈光误差的假定,得出屈光预测误差(refractive prediction error, RPE),RPE 的绝对值为屈光绝对误差(refractive absolute error, RAE)^[2]。并统计 RAE ≤ 0.5 D、 ≤ 1.0 D 的眼数占总眼数的百分比。

统计学分析:应用 SPSS 26.0 软件对资料进行统计学分析,计量指标的数据资料经 Shapiro-Wilk 检验判断是否

表1 5种 IOL 计算公式在角膜屈光术后白内障手术后 RPE、RAE 的比较

D

公式	RPE		RAE	
	$\bar{x} \pm s$	范围	$M(P_{25}, P_{75})$	范围
Shammas	-0.17±0.51	-1.26-0.68	0.37(0.23,0.57)	0.04-1.26
Haigis-L	-0.14±0.55	-1.16-0.99	0.40(0.23,0.68)	0.01-1.16
Potvin-Hill Pentacam	-0.08±0.48	-1.45-0.96	0.27(0.18,0.51)	0-1.45
OCT	0.01±0.64	-1.28-2.00	0.38(0.23,0.60)	0.01-2
Barrett True K	-0.06±0.47	-1.02-0.84	0.29(0.11,0.63)	0-1.02
<i>F/H</i>	0.554		4.402	
<i>P</i>	0.696		0.354	

符合正态分布,符合正态分布数据以均数±标准差表示,非正态分布则以中位数(四分位数间距) $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示;采用单样本 *t* 检验比较各种计算公式的 RPE 与 0 的差异,单因素方差分析比较不同公式间 RPE 的差异;采用 Kruskal-Wallis *H* 检验比较不同公式间 RAE 的差异。使用卡方检验比较 5 种公式 RAE≤0.5 D、≤1.0 D 的眼数占总眼数百分比的差异。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 五种计算公式术后 RPE 比较 5 种公式的 RPE 与 0 进行比较,差异均无统计学意义($t=-1.933, P=0.062; t=-1.526, P=0.137; t=-1.026, P=0.312; t=0.104, P=0.918; t=-0.775, P=0.444$)。5 种公式中 Barrett True K 公式的变异区间较小。

2.2 五种计算公式术后 RPE 及 RAE 比较 5 种计算公式的 RPE 整体差异无统计学意义($F=0.554, P=0.696$)。不同公式间 RAE 的差异无统计学意义($H=4.402, P=0.354$),见表 1。

2.3 五种计算公式 RAE≤0.5 D 及≤1.0 D 的眼数所占比例 5 种公式在角膜屈光术后白内障手术后 RAE≤0.5 D 的眼数所占比例差异无统计学意义($\chi^2=7.538, P=0.110$),RAE≤1.0 D 的眼数所占比例差异无统计学意义($\chi^2=5.633, P=0.228$)。Potvin-Hill Pentacam 公式(76%、97%)和 Barrett True K 公式(71%、97%)RAE≤0.5 D 及≤1.0 D 所占百分比最高,见表 2。

3 讨论

角膜屈光术后白内障患者的 IOL 屈光度计算一直以来都是白内障手术领域的一个难题,主要误差来源于屈光折射指数的改变、角膜屈光力的测量、人工晶状体有效位置(effective lens position, ELP)计算及 AL 测量等方面^[3-4]。随着眼科测量设备和技术的不断发展,基于扫描原理的新型光学生物测量仪(IOL Master 700、OA2000)具有较高的检出率及准确性,减小了 AL 所造成的误差。本研究只选取了行 IOL Master 700 生物学测量的患者,最大程度上避免了不同测量设备间及眼轴测量误差对 IOL 屈光度的影响。

角膜屈光手术改变了角膜形态及前表面中央曲率,角膜屈光力测量的准确性将大大影响 IOL 屈光度的计算^[5]。用常规方法测算这部分人群 IOL 屈光度时,其准确性往往比普通白内障患者低,甚至会出现严重的屈光误差,因而本研究所使用的计算公式均为角膜屈光术后 IOL 屈光力计算专用公式。Haigis-L 公式利用了 IOL Master 测量的实际数据计算角膜屈光力,避免了半径误差,再将矫正

表2 5种计算公式 RAE≤0.5 D 及≤1.0 D 的眼数所占比例情况眼(%)

公式	RAE≤0.5 D	RAE≤1.0 D
Shammas	23(68)	32(94)
Haigis-L	21(62)	31(91)
Potvin-Hill Pentacam	26(76)	33(97)
OCT	21(62)	31(91)
Barrett True K	24(71)	33(97)
<i>P</i>	0.110	0.228

的角膜 K 值应用到标准眼的 Haigis 公式中,并且,Haigis 公式考虑了 AL、角膜曲率的同时,还考虑了 ACD 对 ELP 的影响^[6],可以降低 RPE。Shammas 公式在进行 IOL 计算时对屈光术后的实际屈光力也进行了校正^[7]。现阶段,一些基于 Scheimpflug 断层扫描或光线追踪原理的角膜地形图仪如 Pentacam、Sirius 等,或利用光学相干断层扫描的眼前节 OCT 均可以准确测量角膜的真实屈光力,并直接应用于 IOL 计算公式^[8]。李鸿钰等^[5]利用 Pentacam 提供的不同角膜半径范围等效角膜曲率(equivalent keratometry reading, EKR)联合 Haigis 公式进行 IOL 计算,得到改良的 Haigis 公式,其准确性与 Barrett True K 比较无明显差异。越来越多的研究开始重视角膜屈光术后真实角膜屈光力对 IOL 屈光度计算的影响,本研究使用 Pentacam 和前节 OCT 了解角膜的形态及屈光力。对于角膜屈光术后的患者,不宜仅依据一种设备的结果制定手术方案^[3]。本研究中 Potvin-Hill Pentacam 公式是使用 Pentacam 测量的以角膜顶点为中心 4 mm 区域的 TNP 代入 Shammas 公式进行计算,Hill 和 Potvin^[9]认为 Potvin-Hill Pentacam 公式计算的 IOL 度数相比于其他方法更具有优越性。OCT 公式是基于前节 OCT 中角膜前后表面屈光力及角膜厚度来进行 IOL 计算。对于角膜屈光术后的白内障患者,从不同曲率类型、不同参考原点、不同区域及不同直径来认识全角膜的光学特性,可以获得更准确的测量及精准计算。但因早期生物 Pentacam HR 版本及前节 OCT 无法获得 AL、ACD 等参数,本研究选择使用 IOL Master 700 测量的 AL 与 ACD 来预估 ELP。Barrett True K No History 公式是基于 Barrett Universal II 公式的改良,它亦可对屈光术后患者的角膜屈光力进行校正,使用 ACD(包含 CCT)和晶状体厚度来预测 ELP,从而降低了角膜曲率测量误差对 ELP 的影响^[10],现已有较多研究报道其准确性较好。

本研究中,5 种 IOL 计算公式的 RPE 与 0 的差异均无统计学意义。Wang 等^[11]在一项收集了 80 例 104 眼的研

究中,对比了 OCT 公式、Barrett True K 公式及 ASCRS 网站计算器上的其它公式在无临床病史资料的 PRK/LASIK 术后患者中的准确性,其研究结果显示,OCT 公式与 Barrett True K 公式的准确性较高,OCT 公式的屈光误差小于其它公式。本研究中,OCT 公式与其他公式无显著差异,Barrett True K 公式与 Shammas 公式的 RPE 范围较小。常晓可等^[2]对 LASIK 或 PRK 术后 31 眼分析得出,Haigis-L 公式、Shammas 公式、Barrett True K 公式的 RPE 与 0 的差异均有统计学意义,这也提示同种研究方案下不同患者间 IOL 度数测量的准确性仍存在差异,后续需要进一步提高。Vrijman 等^[12]的研究中,亦比较了无临床病史资料的 Shammas 公式、Haigis-L 公式和 Barrett True K 公式在角膜屈光术后白内障人群计算多焦点 IOL 中的应用,Barrett True K 公式的 RPE 与 0 的差异无统计学意义,提示 Barrett True K 公式准确性高。且本研究中,5 种 IOL 计算公式的 RPE、RAE 整体差异均无统计学意义。Rosen 等^[13]对应用于角膜屈光术后的 8 种 IOL 计算公式的准确性进行了长期比较,在术后 1 mo 时, Potvin-Hill Pentacam 公式与 Barrett True K 公式差异有统计学意义 ($P < 0.05$),其余公式间差异均无统计学意义;在术后 3、6 mo, 1 a 时,各公式间差异无统计学意义。白内障术后囊袋的纤维化及皱缩可能会影响 ELP,进而可能影响屈光的漂移。本研究中的数据源于术后 1 mo,患者术后远期的屈光状态本研究中未涉及,但与既往研究相比,本研究为前瞻性病例研究,可以更好地观察此类人群的屈光变化。后续,本研究将继续进行随访,观察患者远期的屈光状态。

既往报道^[2,14]中称,白内障术后 $RAE \leq 0.5 D$ 、 $\leq 1.0 D$ 的比例应达到 55% 和 85%。本研究中 5 种计算公式术后的 $RAE \leq 0.5 D$ 、 $\leq 1.0 D$ 的眼数占比均高于前述研究。Rosen 等^[13]的研究中 5 种 IOL 公式术后 1 mo 在 $\pm 0.5 D$ 以内的比例分别为 72.7%、73.3%、62.5%、73.9%、78.6%,提示 5 种 IOL 公式均有较高的准确性。于周兴等^[15]在对 20 例 23 眼的研究中,Haigis-L 公式的 RAE 在 0.5 D 和 1.0 D 之内的比例分别为 47.83% 和 86.96%,其比例较小,可能与其样本量较小有关。Zhang 等^[16]研究显示,Haigis-L 公式及 Barrett True K 公式在 0.5 D 之内的百分比分别为 66.7%、73.3%,与本研究结果类似。Wang 等^[11]研究显示,OCT 公式、Barrett True K 公式的 RPE 在 $\pm 0.5 D$ 和 $\pm 1.0 D$ 内的比例占比为 (68.3%、92.3%)、(58.7%、90.4%),亦提示两种公式准确性较高。Potvin 等^[9]使用以角膜顶点为中心 4 mm 区域的 TNP 带入 Shammas 公式进行 IOL 度数计算,得到其术后 RPE 在 $\pm 0.5 D$ 、 $\pm 1.0 D$ 以内的占比为 66%、91%,与本研究结果类似。本研究中, Potvin-Hill Pentacam 公式及 Barrett True K 公式在 $\leq 0.5 D$ 内的占比要高,但各公式之间差异无统计学意义。利用 TNP 计算 IOL 度数时,其准确性与 Barrett True K 公式相当,这也提示考虑顶点位置、区域大小的真实角膜屈光力在角膜屈光术后人群 IOL 屈光度计算中更具有优势。

本研究中亦有一些局限性,患者未使用同一类型的 IOL。有报道^[17]称,在普通白内障患者中,IOL 的类型不

同其适宜的 IOL 屈光度计算公式亦不同。但在本研究中, Potvin-Hill Pentacam 公式与 Barrett True K 公式均表现出较为准确的预测结果,在不同 IOL 类型中,其准确性均较好。本研究样本量较小,下一步将继续对患者进行随访,统计患者术后远期临床效果。现阶段,临床工作中,建议根据患者眼部情况参考多种公式综合考虑,避免单一公式产生较大的屈光意外。

参考文献

- [1] 赵少贞. 眼生物测量与人工晶状体屈光力的计算与选择. 北京: 人民卫生出版社, 2019:90-92.
- [2] 常晓可, 吴立平, 许荣. 三种无病史资料人工晶状体度数计算公式在角膜屈光术后白内障手术中的应用比较. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2021,23(3):185-191.
- [3] 齐虹, 陈嘉玮, 秦锐, 等. 角膜屈光手术后白内障患者人工晶状体植入方案. 中华眼科杂志, 2023,59(2):155-160.
- [4] 徐欢欢, 马飞. 近视患者 SMILE 术后人工晶状体度数计算公式精确性比较. 临床眼科杂志, 2022,30(5):397-400.
- [5] 李鸿钰, 李军, 宋慧. 改良 Haigis 方法计算近视屈光手术后人工晶状体屈光度的准确性. 国际眼科杂志, 2022,22(6):1044-1048.
- [6] 李鸿钰, 李军, 宋慧. LASIK/PRK 术后人工晶状体度数计算的研究进展. 国际眼科杂志, 2019,19(10):1704-1708.
- [7] 余旻帆, 宋旭东. 激光角膜屈光术后人工晶状体度数计算方法的进展. 国际眼科纵览, 2022,46(5):460-464.
- [8] 宋慧, 邢晓杰, 汤欣. 应用 Pentacam 及 Haigis 公式预测 LASIK 术后 IOL 度数研究. 中国实用眼科杂志, 2012,30(1):40-43.
- [9] Potvin R, Hill W. New algorithm for intraocular lens power calculations after myopic laser *in situ* keratomileusis based on rotating Scheimpflug camera data. J Cataract Refract Surg, 2015, 41(2):339-347.
- [10] 黄慧兰, 刘晓敏, 张颖, 等. 角膜屈光手术后人工晶状体度数计算公式的比较. 中华眼科杂志, 2023,59(12):1012-1018.
- [11] Wang L, Tang ML, Huang D, et al. Comparison of newer intraocular lens power calculation methods for eyes after corneal refractive surgery. Ophthalmology, 2015,122(12):2443-2449.
- [12] Vrijman V, Abulafia A, van der Linden JW, et al. Evaluation of different IOL calculation formulas of the ASCRS calculator in eyes after corneal refractive laser surgery for myopia with multifocal IOL implantation. J Refract Surg, 2019,35(1):54-59.
- [13] Rosen DB, Heiland MB, Tingey M, et al. Intraocular lens calculation after refractive surgery: a long-term retrospective comparison of eight formulas. Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol, 2019, 8(3):121-128.
- [14] Hahn U, Krummenauer F, Kölbl B, et al. Determination of valid benchmarks for outcome indicators in cataract surgery A multicenter, prospective cohort trial. Ophthalmology, 2011,118(11):2105-2112.
- [15] 于周兴, 李绍伟, 霍冬梅, 等. 光线追踪法测算角膜屈光术后人工晶状体度数准确性评估. 眼科, 2019,28(2):98-103.
- [16] Zhang J, Shao J, Zheng L, et al. Comparative clinical accuracy analysis of the newly developed ZZ IOL and four existing IOL formulas for post-corneal refractive surgery eyes. BMC Ophthalmol, 2021, 21(1):231.
- [17] 夏美云, 朱丹. 白内障术后屈光误差的影响因素及人工晶状体屈光度计算公式选择的研究进展. 中华眼科医学杂志(电子版), 2020,10(4):251-256.