

四种人工晶状体计算公式在超高度近视并发白内障患者中的应用

李凯, 张康玉, 张霜, 余绍军, 郭静, 刘勇

引用: 李凯, 张康玉, 张霜, 等. 四种人工晶状体计算公式在超高度近视并发白内障患者中的应用. 国际眼科杂志 2023; 23(3): 462-465

作者单位: (230031) 中国安徽省合肥市, 安徽医科大学附属合肥爱尔眼科医院

作者简介: 李凯, 毕业于皖南医学院, 副主任医师, 白内障科主任, 研究方向: 白内障、屈光手术。

通讯作者: 刘勇, 毕业于同济医科大学, 主任医师, 院长, 研究方向: 白内障、眼底病. 18971021155@189.cn

收稿日期: 2022-08-31 修回日期: 2023-02-13

摘要

目的: 评估 SRK/T、Haigis、Barrett Universal II、Wang-Koch 修正 SRK/T 公式在超高度近视并发白内障手术中应用的准确性。

方法: 收集 2020-01/2021-06 于我院行白内障超声乳化+张力环植入联合人工晶状体植入术的超高度近视并发白内障患者 44 例 52 眼, 术前采用 SRK/T、Haigis、Barrett Universal II 公式及 Wang-Koch 修正 SRK/T 公式分别计算术后预留屈光度, 术后 3mo 进行综合验光测量实际屈光度。获得四种公式的平均绝对屈光误差 (MAE), 评价各公式的准确性。

结果: SRK/T 公式、Haigis 公式、Barrett Universal II 公式、Wang-Koch 修正 SRK/T 公式 MAE 分别为 0.86 (0.56, 1.20)、0.79 (0.56, 1.16)、0.68 (0.30, 0.87)、0.65 (0.43, 0.75) D, 其中 SRK/T 公式和 Haigis 公式 MAE 均显著高于 Barrett Universal II 公式和 Wang-Koch 修正 SRK/T 公式 ($P < 0.01$)。根据术前角膜曲率 (K) 将纳入患者分为 $K > 46D$ 组 (12 眼)、 $44D < K \leq 46D$ 组 (24 眼)、 $K \leq 44D$ 组 (16 眼), 三组患者 SRK/T 公式和 Haigis 公式 MAE 均显著高于 Barrett Universal II 公式和 Wang-Koch 修正 SRK/T 公式 ($P < 0.01$)。根据术前眼轴长度 (AL) 将纳入患者分为 $AL \leq 30mm$ 组 (24 眼)、 $AL > 30mm$ (28 眼) 组, 两组患者 SRK/T 公式和 Haigis 公式 MAE 均显著高于 Barrett Universal II 公式和 Wang-Koch 修正 SRK/T 公式 ($P < 0.05$)。

结论: 采用 Wang-Koch 修正 SRK/T 公式和 Barrett Universal II 公式预测超高度近视并发白内障患者人工晶状体度数准确性更高。

关键词: 高度近视; 白内障; 人工晶状体; 屈光误差; 计算公式

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2023.3.22

Application of four intraocular lens calculation formulas in patients with super-high myopia complicated with cataract

Kai Li, Kang-Yu Zhang, Shuang Zhang, Shao-Jun Yu, Jing Guo, Yong Liu

Hefei Aier Eye Hospital Affiliated to Anhui Medical University, Hefei 230031, Anhui Province, China

Correspondence to: Yong Liu. Hefei Aier Eye Hospital Affiliated to Anhui Medical University, Hefei 230031, Anhui Province, China. 18971021155@189.cn

Received: 2022-08-13 Accepted: 2023-02-13

Abstract

• **AIM:** To evaluate the accuracy of SRK/T, Haigis, Barrett Universal II and Wang-Koch modified SRK/T formula in the operation of cataract complicated by super-high myopia.

• **METHODS:** A total of 44 cases (52 eyes) with super-high myopia complicated with cataract who underwent phacoemulsification with tension ring implantation combined with intraocular lens implantation in our hospital from January 2020 to June 2021 were collected. SRK/T, Haigis, Barrett Universal II formula and Wang-Koch modified SRK/T formula were used to calculate the postoperative reserved diopter before surgery, and the actual diopter was measured by comprehensive optometry at 3mo after surgery. The mean absolute refractive error (MAE) of four formulas was obtained to evaluate the accuracy of the calculation formula.

• **RESULTS:** The MAE of SRK/T formula, Haigis formula, Barrett Universal II formula and Wang-Koch modified SRK/T formula were 0.86 (0.56, 1.20), 0.79 (0.56, 1.16), 0.68 (0.30, 0.87), 0.65 (0.43, 0.75) D, respectively, and MAE of SRK/T formula and Haigis formula were significantly higher than those of Barrett Universal II formula and Wang-Koch modified SRK/T formula ($P < 0.01$). According to preoperative corneal curvature (K), enrolled patients were divided into $K > 46D$ group (12 eyes), $44D < K \leq 46D$ group (24 eyes), and $K \leq 44D$ group (16 eyes). The MAE of SRK/T formula and Haigis formula were significantly higher than those of Barrett Universal II formula and Wang-Koch modified SRK/T formula in the three groups ($P < 0.01$). According to preoperative axial length (AL), patients were divided into $AL \leq 30$ mm

group (24 eyes) and AL >30mm group (28 eyes). The MAE of SRK/T formula and Haigis formula in two groups were significantly higher than those of Barrett Universal II formula and Wang-Koch modified SRK/T formula ($P < 0.05$).

• **CONCLUSIONS:** Wang-Koch modified SRK/T formula and Barrett Universal II formula are more accurate in predicting the degree of intraocular lens in patients with super-high myopia complicated with cataract.

• **KEYWORDS:** high myopia; cataract; intraocular lens; refractive error; calculation formula

Citation: Li K, Zhang KY, Zhang S, et al. Application of four intraocular lens calculation formulas in patients with super-high myopia complicated with cataract. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2023;23(3):462-465

0 引言

临床中超高度近视患者白内障发生率明显高于非近视患者,其白内障进展速度明显加快,常诊断为并发性白内障。超长眼轴白内障患者施行白内障超声乳化联合人工晶状体植入术,既能提高患者的视力又可解决高度近视的戴镜问题^[1]。由于超长眼轴白内障患者往往需要预留一定度数,但人工晶状体度数计算公式较多,且各种计算公式均存在一定偏差^[2]。为了高度近视合并白内障患者获取更好的视觉质量,新的人工晶状体计算公式也在不断推出,人工晶状体计算的准确度得到很好地提升^[3]。目前临床高度近视并发白内障常用的人工晶状体计算公式包括 SRK/T、Haigis、Barrett Universal II、Wang-Koch 修正 SRK/T 公式,且每种公式仍然存在优缺点以及度数偏移情况^[4]。本研究回顾性分析 2020-01/2021-06 于我院行白内障超声乳化+张力环植入联合人工晶状体植入术 (PHACO+CTR+IOL) 的高度近视并发白内障患者的临床资料,分析上述四种公式对于超长眼轴白内障患者人工晶状体度数预测的准确性。

1 对象和方法

1.1 对象 收集 2020-01/2021-06 我院收治的超高度近视并发白内障患者 44 例 52 眼,其中男 14 例,女 30 例;左眼 26 例,右眼 26 例;平均年龄 60.4 ± 11.2 岁;术前最佳矫正视力眼前手动 ~ 0.25,眼轴长度 $28.45 \sim 32.97$ (平均 30.95 ± 1.87) mm,平均屈光度 -14.25 ± 4.30 D,角膜曲率 $41.86 \sim 48.34$ D。纳入标准:(1)符合超高度近视诊断标准(近视度数高于 -9.0D,眼轴长度 >28mm);(2)符合白内障诊断标准(人民卫生出版社《眼科学》第 3 版),晶状体核混浊程度均小于 IV 级;(3)符合 PHACO+CTR+IOL 手术标准并顺利完成手术,术后复查未出现视网膜脱离、继发性青光眼及黄斑水肿等严重并发症。排除标准:(1)角膜云翳及角膜手术史、葡萄膜炎、青光眼、视网膜脱离及既往有内眼手术史者;(2)伴有后巩膜葡萄肿的患者;(3)白内障核较硬,不适合超声乳化手术的患者;(4)存在其他明显影响视力的眼部疾病。本研究通过医院伦理委员会审批。患者或其授权家属对治疗方案知情同意,并签署手术知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 手术方法 纳入患者术前均选用 LS900 自带 Barrett Universal II 公式计算人工晶状体度数,预留 -3.0D,术中均

植入单焦点人工晶状体。手术方式均为 PHACO+CTR+IOL,所有手术均由同一名副主任医师完成。常规消毒铺巾及麻醉,做透明角膜微小切口;连续环形撕囊,囊袋口大小为 6.0~6.5mm,使用超声乳化仪 (Centurion) 对晶状体核进行超声乳化吸除,1/A 吸出晶状体皮质;黏弹剂充分填充晶状体囊袋,再植入囊袋张力环 (13mm),将人工晶状体植入囊袋内 (型号:MCX11ASP,光学直径:7.0mm),水密切口。术后第 1d 给予换药,并采用左氧氟沙星滴眼液、醋酸泼尼松龙滴眼液、双氯芬酸钠滴眼液及 0.3% 玻璃酸钠滴眼液点术眼,每日 4 次,每次 1 滴,抗生素和激素用药 2wk 停药。嘱患者术后 1wk、1、3、6mo 时复诊进行眼部检查,并嘱长期随访眼底情况。

1.2.2 评估指标 将纳入患者临床实际选择植入的人工晶状体度数分别代入 LS900 自带的 SRK/T 公式、Haigis 公式、Barrett Universal II 公式三种公式及 Wang-Koch 修正 SRK/T 公式,得出每个公式理论上的术后预留屈光度,并与术后 3mo 视力和屈光状态相对稳定后测量的实际屈光度进行比较,得出平均绝对屈光误差 (MAE),即患者术后 3mo 实际屈光度与术后预留屈光度差值的绝对值^[5]。

统计学分析: 采用 SPSS 26.0 软件进行数据统计分析。采用 Shapiro-Wilk 检验评估计量资料的正态分布情况,符合正态分布的计量资料以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,多组间比较采用单因素方差分析,若存在组间差异,组间两两比较采用 LSD-t 检验;非正态分布的计量资料采用中位数 (四分位间距) [$M (P_{25}, P_{75})$] 表示,多组间比较采用 Friedman 检验。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 四种公式 MAE 的比较 SRK/T 公式、Haigis 公式、Barrett Universal II 公式、Wang-Koch 修正 SRK/T 公式 MAE 分别为 0.86 (0.56, 1.20)、0.79 (0.56, 1.16)、0.68 (0.30, 0.87)、0.65 (0.43, 0.75)D,差异有统计学意义 ($\chi^2 = 24.437, P < 0.01$)。其中,三组患者 SRK/T 公式和 Haigis 公式 MAE 均显著高于 Barrett Universal II 公式和 Wang-Koch 修正 SRK/T 公式 ($P < 0.01$),但 SRK/T 公式和 Haigis 公式 MAE、Barrett Universal II 公式和 Wang-Koch 修正 SRK/T 公式 MAE 差异无统计学意义 ($P = 0.622, 0.790$)。

2.2 不同角膜曲率患者四种公式 MAE 的比较 根据术前角膜曲率 (K) 将纳入患者分为三组,即 $K > 46$ D 组 (12 眼)、 $44D < K \leq 46D$ 组 (24 眼)、 $K \leq 44D$ 组 (16 眼)。三组患者四种公式 MAE 分别比较,差异均有统计学意义 ($P < 0.01$),见表 1。其中,三组患者 SRK/T 公式和 Haigis 公式 MAE 均显著高于 Barrett Universal II 公式和 Wang-Koch 修正 SRK/T 公式 ($P < 0.01$),但 SRK/T 公式和 Haigis 公式 MAE、Barrett Universal II 公式和 Wang-Koch 修正 SRK/T 公式 MAE 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$),见图 1。

2.3 不同眼轴长度患者四种公式 MAE 的比较 根据术前眼轴长度 (AL) 将纳入患者分为两组,即 $AL \leq 30$ mm 组 (24 眼)、 $AL > 30$ mm (28 眼) 组。两组患者四种公式 MAE 分别比较,差异均有统计学意义 ($P < 0.01$),见表 2。其中,两组患者 SRK/T 公式和 Haigis 公式 MAE 均显著高于 Barrett Universal II 公式和 Wang-Koch 修正 SRK/T 公式 ($P < 0.05$),但 SRK/T 公式和 Haigis 公式 MAE、Barrett Universal II 公式和 Wang-Koch 修正 SRK/T 公式 MAE 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$),见图 2。

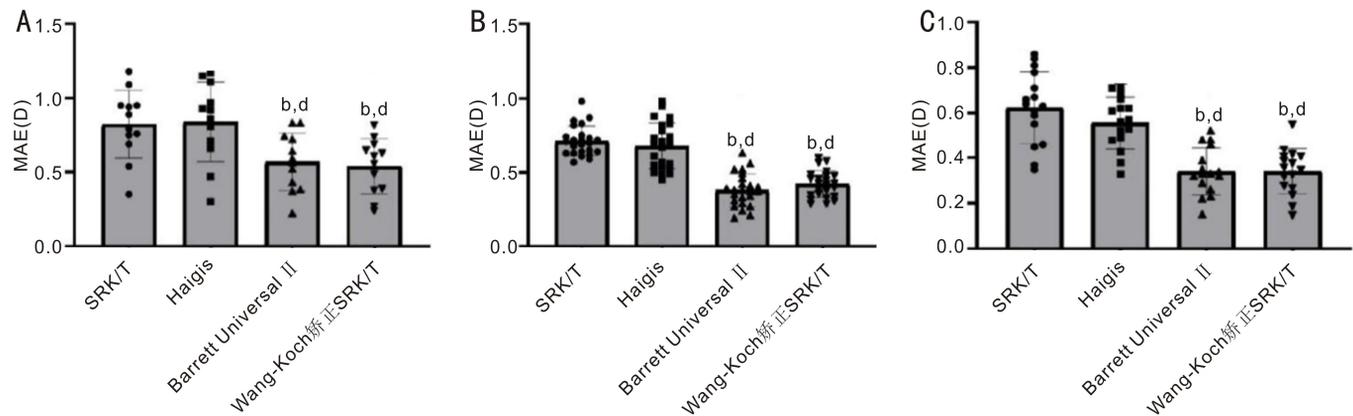


图1 不同角膜曲率患者四种公式 MAE 的比较 A:K>46D组;B:44D<K≤46D组;C:K≤44D组。^bP<0.01 vs SRK/T公式;^dP<0.01 vs Haigis公式。

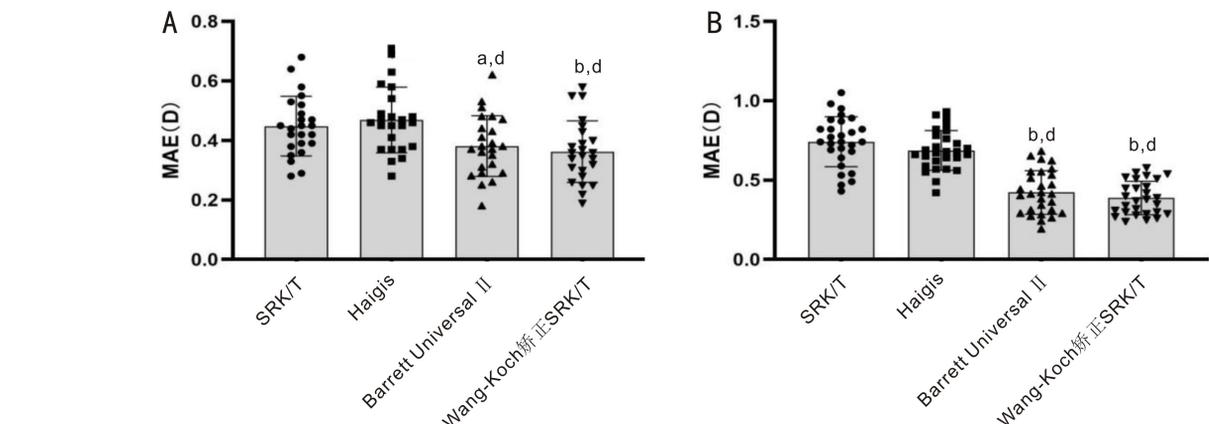


图2 不同眼轴长度患者四种公式 MAE 的比较 A:AL≤30mm组;B:AL>30mm组。^aP<0.05,^bP<0.01 vs SRK/T公式;^dP<0.01 vs Haigis公式。

表1 不同角膜曲率组患者四种公式 MAE 的比较

分组	眼数	SRK/T公式	Haigis公式	Barrett Universal II公式	Wang-Koch修正SRK/T公式	F	P
K>46D组	12	0.82±0.35	0.84±0.37	0.57±0.31	0.54±0.36	6.277	<0.01
44D<K≤46D组	24	0.71±0.19	0.68±0.26	0.38±0.21	0.42±0.25	52.442	<0.01
K≤44D组	16	0.62±0.26	0.56±0.32	0.34±0.18	0.35±0.21	22.990	<0.01

表2 不同眼轴长度组患者四种公式 MAE 的比较

组别	眼数	SRK/T公式	Haigis公式	Barrett Universal II公式	Wang-Koch修正SRK/T公式	F	P
AL≤30mm组	24	0.45±0.20	0.47±0.23	0.38±0.16	0.36±0.14	5.811	<0.01
AL>30mm组	28	0.74±0.36	0.69±0.32	0.42±0.24	0.39±0.21	51.979	<0.01

3 讨论

在临床工作中,超高度近视并发白内障患者手术所需人工晶状体屈光度偏低(多集中在-6~6D),人工晶状体类型的选择多受限制。本研究纳入患者所植入的人工晶状体均为人类光学四襻亲水性大光学区人工晶状体(型号:MCX11ASP,光学直径:7.0mm),该人工晶状体光学直径(7mm)较普通人工晶状体(6mm)大,撕囊直径可达6.0~6.5mm,如再联合囊袋张力环植入,可明显减少术后囊袋皱缩率及皱缩程度。另外此类型人工晶状体屈光度范围广(-6~40D),对于不同超高度近视并发白内障患者人工晶状体度数选择更加方便。

随着科技的进步,眼部生物测量技术不断出现,人工晶状体计算公式也不断迭代^[6]。准确的人工晶状体度数是提高白内障患者视觉质量的必要条件,但目前没有适应

所有患者的人工晶状体计算公式^[7]。根据前房深度、眼轴长度、角膜曲率等参数进行个体化的人工晶状体度数准确计算是临床医师追求的理想结果。目前存在一些关于人工晶状体计算公式精确性的研究,所得到的结果并不完全相同^[8]。研究显示,对于长眼轴白内障患者,尤其眼轴长度大于26mm,SRK/T公式比SRK/II公式更加准确^[9]。高度近视并发白内障患者使用Haigis、SRK/T及Holladay公式测算人工晶状体度数,结果并无统计学差异^[10]。然而,已有研究表明眼轴长度、角膜曲率可能是影响人工晶状体度数预测准确性的关键因素,但Haigis公式与SRK/T公式并无差异^[11]。上述研究结果提示,各种公式对常规眼轴长度均有良好的准确性,但对于眼轴长度大于28mm的超高度近视患者,各种公式的预测性仍然存在一定差异。本研究探讨四种人工晶状体计算公式在超高度近视

并发白内障手术中应用的准确性,发现这四种用于超高度近视并发白内障患者的人工晶状体计算公式均存在一定偏差。采用 Wang-Koch 修正 SRK/T 公式和 Barrett Universal II 公式得到的平均绝对屈光误差相对较小,具有统计学差异,提示这两个公式预测超高度近视并发白内障患者人工晶状体度数更为精确。进一步分析发现,眼轴长度、角膜曲率在不同范围时,四种人工晶状体计算公式 MAE 比较结果无明显改变。

据估计到 2050 年,高度近视患病人数将增至 9.38 亿,占全球人口的 9.8%,占所有近视人群的 19.7%^[12],这么庞大的患者群体将给人工晶状体计算及选择带来很多不便,如何选择准确的计算公式显得更加重要。高度近视几乎影响整个眼球结构各个部分,超高度近视并发白内障患者中多存在囊袋大、眼轴长,同时角膜曲率不同等众多变化因素,不同人工晶状体计算公式也存在一定误差^[13]。SRK/T 公式主要通过眼轴长度和中央角膜屈光度数计算人工晶状体屈光度。超高度近视患者眼轴较长、角膜曲率较高,其前房深度导致人工晶状体有效位置靠后。因此,增加新的预测参数可能提高预测的准确性,包括预测术后前房深度、角膜屈光指数及视网膜厚度校正因子等。目前该公式广泛应用于高度近视患者人工晶状体度数预测。尽管这些参数提高了 SRK/T 公式预测高度近视患者人工晶状体度数的准确性,但术后仍存在一定的远视漂移。为了提高公式的准确性,Wang 和 Koch 通过优化,有效提高白内障患者术后屈光精确性,降低远视漂移^[14]。Haigis 公式通过中央前房深度和眼轴长度预测患者术后前房深度,Haigis 公式采用三个不同的常数(a_0 、 a_1 、 a_2)进行预测,同时考虑患者的囊袋大小、眼轴长度、人工晶状体位置等因素,提高预测准确性。Barrett Universal II 公式通过近轴光线追踪原理,分析相关参数预测人工晶状体度数,与人工晶状体和前房深度有一定关系^[15]。该公式预测性好,目前在国内开始广泛使用。

研究表明,白内障术后出现屈光度漂移现象与眼轴长度密切相关,尤其在高度近视眼轴大于 30mm 的白内障患者术后表现更为明显^[16-17]。Fuest 等^[16]研究证实,对于超长眼轴患者,Barrett、Haigis 和 RBF 等公式对预测高度近视并发白内障手术所需人工晶状体屈光度具有一定的准确性。另有研究证实,SRK/T 公式对于眼轴长度大于 26mm 的患者平均预测绝对误差随着眼轴增长误差越大^[17],Haigis 公式预测术后屈光度准确性在眼轴长度大于 30mm 时明显下降^[18-19]。因此随着眼轴长度的增长,预测准确性有所降低。既往研究发现,Barrett Universal II 和 Wang-Koch 修正 SRK/T 公式对高度近视并发白内障患者术后屈光度数预测相对更为准确^[5,20],与本研究结果一致。

综上,本研究结果显示,对于超高度近视并发白内障患者,Barrett Universal II 公式和 Wang-Koch 修正 SRK/T 公式受角膜曲率和眼轴长度影响较小,且这两种公式预测人工晶状体度数的准确性明显优于 SRK/T、Haigis 公式。

参考文献

- 1 Yu SS, Lu CZ, Zhao Y, et al. Evaluation of a new IOL power calculator in cataract patients with normal and long axial lengths. *Semin Ophthalmol* 2020; 35(7-8): 370-376
- 2 Chong EW, Mehta JS. High myopia and cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2016;27(1):45-50
- 3 Ji JL, Liu Y, Zhang J, et al. Comparison of six methods for the intraocular lens power calculation in high myopic eyes. *Eur J Ophthalmol* 2021; 31(1): 96-102
- 4 石采灵,肖伟. 高度近视并发白内障患者人工晶状体度数计算的研究进展. *国际眼科杂志* 2022; 22(7): 1153-1156
- 5 Bernardes J, Raimundo M, Lobo C, et al. A comparison of intraocular lens power calculation formulas in high myopia. *J Refract Surg* 2021; 37(3): 207-211
- 6 许泽鹏,田妮,李松调,等. Olsen 公式对高度近视合并白内障患者术后屈光力的预测性. *国际眼科杂志* 2020; 20(8): 1388-1392
- 7 Tan Q, Lin D, Wang L, et al. Comparison of IOL power calculation formulas for a trifocal IOL in eyes with high myopia. *J Refract Surg* 2021; 37(8): 538-544
- 8 Zhao J, Liu LP, Cheng HH, et al. Accuracy of eight intraocular lens power calculation formulas for segmented multifocal intraocular lens. *Int J Ophthalmol* 2020; 13(9): 1378-1384
- 9 Liu JW, Wang L, Chai FY, et al. Comparison of intraocular lens power calculation formulas in Chinese eyes with axial myopia. *J Cataract Refract Surg* 2019; 45(6): 725-731
- 10 汤萍,潘永称. 高度近视白内障患者人工晶状体屈光度数计算公式的选择. *中华眼科杂志* 2003; 39(5): 37-40
- 11 李兴育,赵云娥. IOLMaster 测量超长眼轴眼人工晶状体计算公式准确性比较. *中国实用眼科杂志* 2012; 30(10): 1164-1167
- 12 Gao L, Li M. Clinical efficacy of phacoemulsification combined intraocular lens implantation for treatment of high myopia with cataract; a protocol of systematic review. *Medicine* 2020; 99(49): e23215
- 13 孙明,雷荣,周莉. 三种新型人工晶状体计算公式在长眼轴白内障患者中的应用. *国际眼科杂志* 2021; 21(10): 1764-1768
- 14 李萍,庞鹏举,李伟凯. 人工晶体植入治疗高度近视并发白内障的疗效观察. *临床医药文献电子杂志* 2015; 2(17): 3445, 3448
- 15 杜昕芮,刘亚楠,符正汉,等. 高度近视者白内障人工晶状体屈光度计算公式的比较. *中华眼外伤职业眼病杂志* 2021; 43(6): 433-439
- 16 Fuest M, Plange N, Kuerten D, et al. Intraocular lens power calculation for plus and minus lenses in high myopia using partial coherence interferometry. *Int Ophthalmol* 2021; 41(5): 1585-1592
- 17 Rong XF, He WW, Zhu Q, et al. Intraocular lens power calculation in eyes with extreme myopia: comparison of Barrett Universal II, Haigis, and Olsen formulas. *J Cataract Refract Surg* 2019; 45(6): 732-737
- 18 Lin L, Xu MX, Mo E, et al. Accuracy of newer generation IOL power calculation formulas in eyes with high axial myopia. *J Refract Surg* 2021; 37(11): 754-758
- 19 张锦鹏,赵晓鹏,杨玉焕,等. 高度近视白内障患者人工晶状体屈光度测算公式的研究进展. *国际眼科杂志* 2017; 17(1): 66-68
- 20 Chen YX, Wei L, He WW, et al. Comparison of Kane, hill-RBF 2.0, barrett universal II, and emmetropia verifying optical formulas in eyes with extreme myopia. *J Refract Surg* 2021; 37(10): 680-685