

比较Barrett Universal II、Kane人工晶体屈光度计算公式在白内障合并高度近视患者中的准确性

赵晨, 张晗*

山东第一医科大学附属省立医院眼科, 山东 济南

收稿日期: 2025年4月28日; 录用日期: 2025年5月21日; 发布日期: 2025年5月31日

摘要

目的: 评估Barrett Universal II与Kane公式对眼轴长度 ≥ 26 mm的高度近视白内障患者人工晶体度数计算的预测准确性。方法: 本研究连续纳入2022年9月至2024年12月接受白内障超声乳化摘除联合单焦点人工晶状体植入术的高度近视白内障患者84例(84眼), 所有病例按术前眼轴测量结果($AL \geq 26$ mm)分为短、中、长三个亚组: A组(眼轴长度26.00~27.99 mm)、B组(眼轴长度28.00~29.99 mm)、C组(眼轴长度 ≥ 30 mm), 将患者数据带入Barrett Universal II、Kane两种公式计算拟植入人工晶状体的屈光度, 术后根据术眼实际屈光状态分别计算两种公式的误差并进行比较。统计学分析采用SPSS 26.0软件进行统计处理。结果: 三组在年龄、性别分布、角膜曲率(K1、K2)等基线数据方面均无显著差异($P > 0.05$); A、B两组Kane公式与Barrett Universal II公式绝对值误差中位数(median absolute error, MedAE)差异无统计学意义(均 $P > 0.05$), C组Kane公式与Barrett Universal II公式MedAE差异有统计学意义($Z = -4.072, P < 0.05$); A组两公式预测误差平均值(mean errors, ME)在 $\pm 0.50D$ 范围内的比率及在 $\pm 1.00D$ 范围内的比率差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$); B组两公式预测ME在 $\pm 0.50D$ 范围内的比率差异有统计学意义($Z = -3.404, P < 0.05$), 在 $\pm 1.00D$ 的比率差异有统计学意义($Z = -3.509, P < 0.05$)。C组两公式预测ME在 $\pm 0.50D$ 范围内的比率差异有统计学意义($Z = -2.453, P < 0.05$), 在 $\pm 1.00D$ 的比率差异有统计学意义($Z = -3.463, P < 0.05$)。结论: 与Barrett Universal II相比, Kane公式在超长眼轴白内障患者的人工晶体计算中准确性更优。

关键词

高度近视, 白内障, 人工晶体屈光度计算公式, 误差, 准确性

Comparison of the Accuracy of Barrett Universal II and Kane Formulas for Intra Ocular Lens (IOL) Power Calculation in Cataract Patients with High Myopia

*通讯作者。

文章引用: 赵晨, 张晗. 比较 Barrett Universal II、Kane 人工晶体屈光度计算公式在白内障合并高度近视患者中的准确性[J]. 临床医学进展, 2025, 15(5): 2769-2776. DOI: 10.12677/acm.2025.1551677

Chen Zhao, Han Zhang*

Department of Ophthalmology, Shandong Provincial Hospital Affiliated to Shandong First Medical University, Jinan Shandong

Received: Apr. 28th, 2025; accepted: May 21st, 2025; published: May 31st, 2025

Abstract

Objective: To evaluate the predictive accuracy of Barrett Universal II and Kane formulas for intraocular lens (IOL) power calculation in cataract patients with high myopia (axial length ≥ 26 mm). **Methods:** The study included clinical data from 84 patients (84 eyes) who underwent phacoemulsification combined with intraocular lens implantation for cataract with high myopia from September 2022 to December 2024. Patients were divided into three groups based on axial length: Group A (axial length 26.00~27.99 mm), Group B (axial length 28.00~29.99 mm), and Group C (axial length ≥ 30 mm). The Barrett Universal II and Kane formulas were used to calculate the IOL power for each patient. Postoperative refractive errors were calculated for both formulas and compared. Statistical analysis was performed using SPSS 26.0 software. **Results:** There were no statistically significant differences in age, gender, K1, and K2 among patients in groups A, B, and C ($P > 0.05$). The median absolute error (MedAE) of the Kane formula and the Barrett Universal II formula showed no statistically significant difference in groups A and B (all $P > 0.05$), while a statistically significant difference was observed in group C ($Z = -4.072$, $P < 0.05$). In group A, there were no statistically significant differences in the proportions of mean errors (ME) within $\pm 0.50D$ and $\pm 1.00D$ ranges for both formulas (all $P > 0.05$). In group B, the proportions of ME within $\pm 0.50D$ and $\pm 1.00D$ ranges showed statistically significant differences ($Z = -3.404$, $P < 0.05$; $Z = -3.509$, $P < 0.05$, respectively). Similarly, in group C, the proportions of ME within $\pm 0.50D$ and $\pm 1.00D$ ranges demonstrated statistically significant differences ($Z = -2.453$, $P < 0.05$; $Z = -3.463$, $P < 0.05$, respectively). **Conclusion:** The Kane formula demonstrates superior accuracy in predicting refractive outcomes for cataract patients with high myopia and extremely long axial lengths, outperforming the Barrett Universal II formula.

Keywords

High Myopia, Cataract, Formulas for Intra Ocular Lens (IOL) Power Calculation, Error, Accuracy

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着手术设备的发展与手术技术的提高,以及人工晶体屈光度计算公式的更新,白内障手术已经由复明性手术发展为屈光性手术,患者对白内障术后视力要求增高,精准计算人工晶体的屈光度对患者的术后视觉质量至关重要[1]。对于白内障合并高度近视的患者,白内障手术既可以去除浑浊的晶状体提升视力,又可以矫正屈光不正。但由于高度近视患者眼球解剖结构与正视者不同,高度近视患者由于眼轴过长或合并有后巩膜葡萄肿等病理性改变,使得术后实际屈光度与预测屈光度出现误差[2][3]。因此,为高度近视合并白内障的患者选择合适的人工晶体计算公式、减少误差至关重要。本研究比较了 Kane、Barrett Universal II 两种公式预测白内障合并高度近视患者术后屈光度的准确性,目的是选择更适合白内

障合并高度近视患者的人工计算公式, 为临床实践提供参考。

2. 研究对象及纳排标准

2.1. 对象

纳入 2022 年 9 月至 2024 年 12 月因白内障合并高度近视行白内障超声乳化摘除 + 人工晶体植入术患者 84 例(84 眼), 其中男性 43 例, 女性 41 例, 其年龄为(57.33 ± 3.33)岁。本研究经医院医学伦理委员会批准, 并严格依照《赫尔辛基宣言》的要求执行。

2.2. 纳入标准

①近视屈光度超过-6.0D, 且眼轴长度 ≥ 26.00 mm; ②所有参与者均植入单焦点人工晶体; ③无严重的眼底病变; ④无角膜屈光手术史或其他影响屈光状态的眼疾或手术史; ⑤术中术后无严重并发症; ⑥患者能积极配合手术及术后随访。

2.3. 排除标准

合并眼部其他病变者(如眼表疾病、青光眼、视网膜病变)、既往眼外伤史或晶状体悬韧带异常者。

3. 方法

3.1. 患者分组

将患者按眼轴长度分组, A 组(眼轴长度 26.00~27.99 mm)共 27 例、B 组(眼轴长度 28.00~29.99 mm)共 36 例、C 组(眼轴长度 ≥ 30 mm)共 21 例。

3.2. 术前眼科检查

所有患者术前均进行了裂隙灯显微镜、间接眼底镜、视力、眼压、电脑验光、眼部 B 超、OCT、角膜内皮、IOL Master 700、角膜地形图、眼底广角照相检查。

3.3. 屈光度计算

应用 IOL Master 700 (德国 Zeiss 公司)测量患者的眼轴、前房深度、K1、K2 等眼部数据, 根据患者的用眼习惯及职业要求来设置目标屈光度, 将患者眼部数据带入 Barrett Universal II、Kane 公式的在线公式计算器得到所需人工晶状体的屈光度。

3.4. 手术方式及术后处理

做好充分术前准备后, 所有患者均采用 2.8 mm 透明角膜切口行白内障超声乳化摘除 + 人工晶体植入手术, 所有患者均植入单焦点人工晶体, 术后每位患者均使用左氧氟沙星滴眼液及妥布霉素地塞米松滴眼液、妥布霉素地塞米松眼膏抗炎抗感染。术后 1 个月由固定医疗团队完成评估: 所有手术操作由同一位白内障专科医师(10 年以上经验)完成, 屈光检查则由指定主任验光师采用标准流程实施。收集的屈光数据通过等效球镜转换后, 计算人工晶体预测误差。

3.5. 统计学分析

统计学分析采用 SPSS 26.0 软件进行统计处理, 对比 Kane 与 Barrett Universal II 公式不同眼轴长度各组的误差。本研究采用 Kolmogorov-Smirnov 检验对所有变量进行正态性评估。经检验, 符合正态分布的数据以算术均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)形式呈现, 非正态性分布数据采用 M (P25, P75)描述。采用单样本 t

检验分析公式预测误差平均值(mean errors, ME, ME = 术后屈光度减去预测屈光度)和 0.00 之间的差异, 采用 Wilcoxon 符号秩和检验对比分析两种计算公式的绝对值误差中位数(median absolute error, MedAE)差异, $P < 0.05$ 时差异有统计学意义。采用 Mann-Whitney U 秩和检验比较两个公式预测误差在 $\pm 0.50D$ 、 $\pm 1.00D$ 范围内所占百分比的差异, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

4. 结果

4.1. 患者基本资料

A、B、C 三组患者在基线特征(年龄、性别分布、角膜曲率 k1、k2 值)方面均未呈现显著组间差异(均 $P > 0.05$) (表 1)。

4.2. 术后 ME 和 MedAE 的比较

所有组别中各计算公式的 ME 均存在显著偏差(与 0 比较均 $P < 0.05$); A、B 组两公式 MedAE 差异无统计学意义(均 $P > 0.05$), C 组两公式 MedAE 差异有统计学意义($P < 0.05$) (表 2)。

Table 1. Preoperative baseline characteristics of 84 high myopic cataract surgery patients stratified by axial length groups
表 1. 基于眼轴长度分组的 84 例高度近视白内障手术患者术前基线特征

组别 Groups	例数 Cases	性别(例数) Gender (Cases)		年龄(岁, $\bar{x} \pm s$) Ages (Year, Mean $\pm$ SD)	角膜曲率(D) Keratometry	
		男 Male	女 Female		K1	K2
A 组 Group A	27	14	13	57.41 $\pm$ 3.03	43.58 $\pm$ 1.63	44.52 $\pm$ 1.82
B 组 Group B	36	18	18	56.97 $\pm$ 3.28	44.09 (42.68, 44.46)	44.73 (43.55, 45.70)
C 组 Group C	21	11	10	57.86 $\pm$ 3.84	44.38 (43.75, 45.17)	45.04 (43.92, 45.45)
检验值 Test value		$\chi^2 = 0.037$		F = 0.472	H = 5.379	H = 0.204
P 值 P value		0.982		0.626	0.068	0.903

Table 2. ME and MedAE of postoperative refractive outcomes at 1 month in 84 patients across three groups
表 2. 84 例患者 3 组术后 1 个月的预测误差平均值及绝对预测误差值

公式 Formulas	A 组 Group A (n = 27)		B 组 Group B (n = 36)		C 组 Group C (n = 21)	
	ME [D, M (P25, P75)]	MedAE [D, M (P25, P75)]	ME [D, M (P25, P75)]	MedAE [D, M (P25, P75)]	ME [D, M (P25, P75)]	MedAE [D, M (P25, P75)]
Barrett Universal II	0.00 (0.00, 0.75)	0.25 (0.00, 0.75)	0.25 (0.00, 0.50)	0.25 (0.00, 0.50)	1.00 (0.63, 1.25)	1.00 (0.63, 1.25)
Kane	0.00 (−0.50, 0.50)	0.50 (0.25, 1.00)	0.00 (−0.50, 0.19)	0.25 (0.00, 0.50)	0.25 (0.00, 0.63)	0.25 (0.00, 0.63)
Z 值 Z value		−1.342		0.000		−4.072
P 值 P value		0.18		1.000		0.000

4.3. 术后屈光误差分布的比较

A 组不同公式 ME 在 $\pm 0.50D$ 范围内的比率差异无统计学意义($P = 0.175$), ME 在 $\pm 1.00D$ 的比率差异无统计学意义($P = 0.135$); B 组不同公式 ME 在 $\pm 0.50D$ 范围内的比率差异有统计学意义($P < 0.05$), ME 在 $\pm 1.00D$ 的比率差异有统计学意义($P < 0.05$); C 组不同公式 ME 在 $\pm 0.50D$ 范围内的比率差异有统计学意义($P < 0.05$), ME 在 $\pm 1.00D$ 的比率差异有统计学意义($P < 0.05$) (表 3)。

Table 3. Distribution of IOL power prediction errors [n (%)] at 1 month postoperatively among three groups of patients (n = 84)

表 3. 84 例患者 3 组术后 1 个月 IOL 屈光度预测误差分布[例数(%)]

公式 Formulas	A 组 Group A (n = 27)		B 组 Group B (n = 36)		C 组 Group C (n = 21)	
	$\pm 0.50D$	$\pm 1.00D$	$\pm 0.50D$	$\pm 1.00D$	$\pm 0.50D$	$\pm 1.00D$
Barrett Universal II	19 (70.37)	23 (85.19)	30 (83.33)	34 (94.44)	5 (23.81)	13 (61.90)
Kane	17 (62.96)	26 (96.30)	33 (91.67)	36 (100.00)	16 (76.19)	20 (95.24)
Z 值 Z value	-1.458	-1.496	-3.404	-3.509	-2.453	-3.463
P 值 P value	0.175	0.135	0.001	0.000	0.019	0.000

5. 讨论

本研究比较了 Kane、Barrett Universal II 两种公式预测白内障合并高度近视患者术后屈光度的精确性。研究显示了 Kane 与 Barrett Universal II 公式预测白内障合并高度近视患者术后屈光度精确性均有误差, 在眼轴长度为 26 mm~29.99 mm 中, Barrett Universal II 公式与 Kane 公式的 MedAE 差异无统计学意义, 在眼轴 ≥ 30 mm 时, Kane 公式的 MedAE 小于 Barrett Universal II 公式, 差异有统计学意义。本研究发现当眼轴长度在 26.00 mm~27.99 mm 时, 两个公式在预测目标 $\pm 0.50D$ 和 $\pm 1.00D$ 范围内的眼睛比例差异无统计学意义, 随着眼轴增长, 当眼轴长度超过 28.00 mm 时, 在预测目标 $\pm 0.50D$ 和 $\pm 1.00D$ 范围内的眼睛比例 Kane 公式大于 Barrett Universal II 公式, 差异有统计学意义, 表明在长眼轴眼睛中, Kane 公式比 Barrett Universal II 公式更准确。

近视是眼科最常见的疾病之一, 在我国白内障合并高度近视的患者数量庞大, 白内障手术已由复明性手术逐渐向屈光性手术转变[4]。高度近视眼轴过度增长会持续牵拉眼内组织, 逐步引发视网膜病变、视神经改变、后巩膜葡萄肿及黄斑变性等眼底损害, 同时, 青光眼和角膜疾病的风险也随之上升, 最终可能造成永久性视力损伤, 严重影响患者的生活功能[5]。另外, 晶状体厚度与前房深度是评估眼部结构的重要生物学指标。作为关键的屈光介质, 晶状体的厚度、形态及位置变化与近视进展、屈光状态演变及眼内调节机制密切相关, 高度与超高度近视患者的晶状体会随年龄和眼轴增长而发生形态学改变, 表现为厚度增加、光学区及后表面向后位移[6]。近视眼的前房深度较正视眼深, 在近视眼中, 前房深度在一定屈光范围内随近视程度的加深而增加[7]。在高度近视眼中, 这些变异对人工晶体屈光度计算的准确性有重要影响。在高度近视合并白内障的临床决策中, 晶状体厚度与前房深度的精确测量对手术方式的选择及安全性评估具有关键指导价值[6]。随着眼轴长度的增加, 许多公式具有显著的预测误差, 晶状体固定不良和后巩膜葡萄肿的存在都被认为是导致预测准确性降低的可能因素。然而, 在精确的光学生物测定时代, 这些因素大多已被克服。尽管如此, 预测人工晶体屈光度的精确性仍然具有挑战性[8]。在高度近视眼中, 术前眼轴长度测量是不精确人工晶体屈光度预测的重要误差来源[9]-[11]。在我们的研究中,

所有患者均统一使用 IOL Master 700 (德国 Zeiss 公司)测量眼轴以减小眼轴测量误差。就眼轴而言, 不同的公式对个体患者可能有优缺点: 眼轴越长或越短, 某些公式的准确性就越低。对于眼轴范围在 22.0 mm~25.0 mm 之间的眼睛, 大多数人工晶体屈光度计算公式具有令人满意的屈光结果[12]。常用的第三代人工晶体计算公式在眼轴长度大于 26 mm 的眼睛中, 白内障术后屈光结果不准确[13]。在长眼轴眼睛中, 选择合适的公式增加准确度是必要的。

Barrett Universal II 公式具有独特的理论模型来计算有效透镜位置。作为一个理论公式, 它使用传统数学方法根据强制性数据(透镜因子或 A 常数、眼轴长度、角膜曲率、前房深度、目标屈光度)和可选数据(如晶状体厚度和角膜直径)计算 IOL 屈光度[14], 然而, 已证明即使没有 ACD 也可以使用公式来计算[15]。近年来, 计算机信息技术的迅猛发展推动了人工智能(Artificial Intelligence, AI)技术的兴起。作为一门交叉学科, AI 致力于通过计算机系统模拟人类认知功能, 包括学习、逻辑推理、知识归纳及决策制定等复杂思维过程。该技术体系涵盖多层次架构, 从基础算法到机器学习, 再到深度神经网络, 现已实现跨学科渗透, 在医疗健康领域展现出显著的应用价值。特别是在人工晶状体(IOL)屈光度计算领域, 研究者通过引入 AI 非线性建模方法, 有效解决了传统计算公式在处理复杂光学参数时的局限性, 由此衍生出 Kane 公式等新一代计算模型[16]。Kane 公式是一个组合公式, 它使用理论光学与回归和 AI 组件来进一步改进预测[17][18], 使用眼轴长度、角膜曲率、前房深度、晶状体厚度、中央角膜厚度和性别来进行预测[19], 考虑了已知会影响近视眼人工晶体屈光度计算的前房深度和晶状体厚度等因素[20]。作为新一代 AI 驱动的计算公式, Kane 公式通过融合传统光学理论与机器学习算法, 在 IOL 计算领域实现了三大突破: 首先, 其预测准确性超越传统公式, 尤其体现在极端眼轴病例; 其次, 针对高度远视合并白内障这一临床难点, 该公式表现出独特的计算优势; 更重要的是, 即使面对超长前房深度-晶状体厚度的复杂病例, 其屈光预测结果仍保持出色的稳定性[16]。研究表明可以使用许多不同的方法来评估所选公式的准确性, 大多数研究是基于比较不同公式的误差在 $\pm 0.50\text{D}$ 及 $\pm 1.00\text{D}$ 内的眼睛百分比[21]。有研究表明 Kane 公式是整个眼轴长度范围包括短眼轴($\text{AL} < 22.0\text{ mm}$)和长眼轴($\text{AL} > 26.0\text{ mm}$)中最准确的公式[19]。2019 年发表的报告称, Kane、Barrett Universal II 公式的误差显示出相当的结果[22]。在一项包括 846 只眼的回顾性研究中, Connell 等人报告 Kane 公式的 MedAE 最低(0.329), 预测误差在 $\pm 0.25\text{D}$ 、 $\pm 0.50\text{D}$ 和 $\pm 1.00\text{D}$ 范围内的眼睛百分比最高(分别为 52.4%、77.9%和 96.6%) [23]。在一项比较 14 种人工晶体计算公式在超长眼轴($\text{AL} > 30\text{ mm}$)中准确性的研究中, Kane 公式的 ME (0.43D)和 MedAE (0.34D)最小, 在 $\pm 0.50\text{D}$ 、 $\pm 0.75\text{D}$ 、 $\pm 1.00\text{D}$ 和 $\pm 2.00\text{D}$ 范围内的平均预测误差百分比最高[24]。由于许多研究表明三代公式在高度近视白内障患者中预测结果精确性较差, 我们选择目前应用较广泛的 Barrett Universal II 公式与新一代 Kane 公式进行比较。本研究发现在 $\geq 28\text{ mm}$ 长眼轴中, 预测目标在 $\pm 0.50\text{D}$ 和 $\pm 1.00\text{D}$ 范围内的比例 Kane 公式大于 Barrett Universal II 公式, 且在 $\geq 30\text{ mm}$ 的极端长眼轴中, Kane 公式的 MedAE 小于 Barrett Universal II 公式, 说明 Kane 公式在极端眼轴中预测的准确性优于 Barrett Universal II 公式。

尽管第五代人工晶体计算公式在长眼轴病例中表现出显著优势[25], 但不同研究中心的结论仍存在差异。本研究重点对比分析了 Kane 公式与 Barrett Universal II 公式这两类具有代表性的新型计算模型, 更大样本量及更多公式的精确度比较有待更深一步的研究。

利益冲突

所有作者均声明不存在利益冲突。

声明

该病例报道已获得病人的知情同意。

参考文献

- [1] Tan, Y., Liu, L., Li, J., Qin, Y., Sun, A. and Wu, M. (2021) Effect of Cataract Surgery on Vision-Related Quality of Life among Cataract Patients with High Myopia: A Prospective, Case-Control Observational Study. *Eye*, **36**, 1583-1589. <https://doi.org/10.1038/s41433-021-01697-6>
- [2] 刘建英, 李婧, 万修华. 合并高度近视的白内障的手术治疗进展[J]. 国际眼科纵览, 2023, 47(6): 524-530.
- [3] Chong, E.W. and Mehta, J.S. (2016) High Myopia and Cataract Surgery. *Current Opinion in Ophthalmology*, **27**, 45-50. <https://doi.org/10.1097/ico.0000000000000217>
- [4] 张弛, 叶子, 李朝辉. 高度近视白内障患者人工晶状体计算公式的研究进展[J]. 中华实验眼科杂志, 2022, 40(5): 466-469.
- [5] 刘尚, 许毓鹏, 许迅. 高度近视对眼部结构及视功能影响的研究现状与进展[J]. 中华眼底病杂志, 2023, 39(8): 690-695.
- [6] 戚梦莹, 陈茜, 曾庆延. 高度近视人群晶状体厚度和位置变化及其影响因素[J]. 中国实用眼科杂志, 2017, 35(3): 256-260.
- [7] 刘新敏, 李思珍, 王大博, 等. 近视眼房角及相关组织结构形态的生物测量和分析[J]. 中华实验眼科杂志, 2015, 33(6): 525-530.
- [8] Bernardes, J., Raimundo, M., Lobo, C. and Murta, J.N. (2021) A Comparison of Intraocular Lens Power Calculation Formulas in High Myopia. *Journal of Refractive Surgery*, **37**, 207-211. <https://doi.org/10.3928/1081597x-20201123-01>
- [9] Fuest, M., Plange, N., Kuerten, D., Schellhase, H., Mazinani, B.A.E., Walter, P., et al. (2021) Intraocular Lens Power Calculation for Plus and Minus Lenses in High Myopia Using Partial Coherence Interferometry. *International Ophthalmology*, **41**, 1585-1592. <https://doi.org/10.1007/s10792-020-01684-y>
- [10] Norrby, S. (2008) Sources of Error in Intraocular Lens Power Calculation. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, **34**, 368-376. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2007.10.031>
- [11] Bang, S., Edell, E., Yu, Q., Pratzner, K. and Stark, W. (2011) Accuracy of Intraocular Lens Calculations Using the IOL-Master in Eyes with Long Axial Length and a Comparison of Various Formulas. *Ophthalmology*, **118**, 503-506. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2010.07.008>
- [12] Chen, C., Xu, X., Miao, Y., Zheng, G., Sun, Y. and Xu, X. (2015) Accuracy of Intraocular Lens Power Formulas Involving 148 Eyes with Long Axial Lengths: A Retrospective Chart-Review Study. *Journal of Ophthalmology*, **2015**, 1-7. <https://doi.org/10.1155/2015/976847>
- [13] Haigis, W. (2009) Intraocular Lens Calculation in Extreme Myopia. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, **35**, 906-911. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2008.12.035>
- [14] Nemeth, G. and Modis, L. (2020) Accuracy of the Hill-Radial Basis Function Method and the Barrett Universal II Formula. *European Journal of Ophthalmology*, **31**, 566-571. <https://doi.org/10.1177/1120672120902952>
- [15] Savini, G., Di Maita, M., Hoffer, K.J., Næser, K., Schiano-Lomoriello, D., Vagge, A., et al. (2020) Comparison of 13 Formulas for IOL Power Calculation with Measurements from Partial Coherence Interferometry. *British Journal of Ophthalmology*, **105**, 484-489. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2020-316193>
- [16] 李鑫鑫, 李绍伟. 新型人工晶状体屈光度数计算公式的研究进展[J]. 中华眼科杂志, 2022, 58(7): 544-548.
- [17] Nemeth, G., Kemeny-Beke, A. and Modis, L. (2021) Comparison of Accuracy of Different Intraocular Lens Power Calculation Methods Using Artificial Intelligence. *European Journal of Ophthalmology*, **32**, 235-241. <https://doi.org/10.1177/1120672121994720>
- [18] Reitblat, O., Gali, H.E., Chou, L., Bahar, I., Weinreb, R.N., Afshari, N.A., et al. (2020) Intraocular Lens Power Calculation in the Elderly Population Using the Kane Formula in Comparison with Existing Methods. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, **46**, 1501-1507. <https://doi.org/10.1097/j.jcrs.0000000000000308>
- [19] Kane, J.X. and Chang, D.F. (2021) Intraocular Lens Power Formulas, Biometry, and Intraoperative Aberrometry. *Ophthalmology*, **128**, e94-e114. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2020.08.010>
- [20] Zhou, Y., Dai, M., Sun, L., Tang, X., Zhou, L., Tang, Z., et al. (2023) The Accuracy of Intraocular Lens Power Calculation Formulas Based on Artificial Intelligence in Highly Myopic Eyes: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *Frontiers in Public Health*, **11**, Article 1279718. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1279718>
- [21] Stoppyra, W., Langenbucher, A. and Grzybowski, A. (2023) Intraocular Lens Power Calculation Formulas—A Systematic Review. *Ophthalmology and Therapy*, **12**, 2881-2902. <https://doi.org/10.1007/s40123-023-00799-6>
- [22] Melles, R.B., Kane, J.X., Olsen, T. and Chang, W.J. (2019) Update on Intraocular Lens Calculation Formulas. *Ophthalmology*, **126**, 1334-1335. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2019.04.011>
- [23] Connell, B.J. and Kane, J.X. (2019) Comparison of the Kane Formula with Existing Formulas for Intraocular Lens Power

- Selection. *BMJ Open Ophthalmology*, **4**, e000251. <https://doi.org/10.1136/bmjophth-2018-000251>
- [24] Li, X., Song, C., Wang, Y., Wang, J., Tang, Q., Wu, Z., *et al.* (2024) Accuracy of 14 Intraocular Lens Power Calculation Formulas in Extremely Long Eyes. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, **262**, 3619-3628. <https://doi.org/10.1007/s00417-024-06506-w>
- [25] Stopyra, W. (2021) Comparison of the Accuracy of Six Intraocular Lens Power Calculation Formulas for Eyes of Axial Length Exceeding 25.0 mm. *Journal Français d'Ophthalmologie*, **44**, 1332-1339. <https://doi.org/10.1016/j.jfo.2021.04.009>