

高度近视并发性白内障术后屈光漂移及其相关因素分析

徐东艳, 刘胜男, 王 晶, 吴昌龙, 张 辉*

济南市第二人民医院眼科, 山东 济南

收稿日期: 2025年12月1日; 录用日期: 2025年12月26日; 发布日期: 2026年1月5日

摘 要

目的: 探讨高度近视并发性白内障患者术后屈光漂移的变化特征及其影响因素。方法: 回顾性收集高度近视并发性白内障患者资料, 详细记录其术后屈光漂移度数。通过比较术前与术后生物学测量参数的变化, 进一步对屈光漂移量与各相关指标进行相关性分析。结果: 高度近视并发性白内障术后普遍出现一定程度的远视漂移。屈光漂移程度与术前晶状体厚度呈负相关, 与前房深度的变化呈正相关。结论: 屈光漂移现象普遍存在于高度近视并发性白内障患者, 但随着生物测量技术的不断进步以及人工晶体度数计算公式的持续优化, 屈光漂移的程度有望逐步减轻。

关键词

高度近视并发性白内障, 屈光漂移, 人工晶体测算

Analysis of Refractive Drift and Associated Factors Following Surgery for Complicated Cataracts in Patients with High Myopia

Dongyan Xu, Shengnan Liu, Jing Wang, Changlong Wu, Hui Zhang*

Department of Ophthalmology, The Second People's Hospital of Jinan City, Jinan Shandong

Received: December 1, 2025; accepted: December 26, 2025; published: January 5, 2026

Abstract

Objective: To investigate the characteristics and influencing factors of postoperative refractive drift

*通讯作者。

文章引用: 徐东艳, 刘胜男, 王晶, 吴昌龙, 张辉. 高度近视并发性白内障术后屈光漂移及其相关因素分析[J]. 临床医学进展, 2026, 16(1): 255-260. DOI: 10.12677/acm.2026.161038

in patients with high myopia complicated by cataract. Methods: We retrospectively collected clinical data from patients with high myopia complicated by cataract who underwent surgical intervention. The magnitude of refractive drift after surgery was recorded and ocular biometric parameters were compared before surgery and postoperatively. Additionally, correlation analyses were conducted to evaluate the relationship between and various associated factors. **Results:** A hyperopic shift was commonly observed following cataract surgery in patients with high myopia. The degree of refractive shift was negatively correlated with preoperative lens thickness and positively correlated with the change in anterior chamber depth. **Conclusion:** Refractive shift is a prevalent phenomenon in patients with high myopia undergoing cataract surgery. However, with ongoing advancements in ocular biometry and continuous refinement of intraocular lens power calculation formulas, the extent of refractive deviation is expected to diminish progressively.

Keywords

High Myopia with Complicated Cataract, Refractive Drift, Intraocular Lens Calculation

Copyright © 2026 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

高度近视是指眼轴大于 26 mm 或屈光度数 $< -6\text{D}$ 的近视性疾病。据估计, 到 2050 年, 近视人口将占到世界总人口的 10% (约 925 百万), 而高度近视在中国、日本、韩国等东亚国家尤其高发[1]。相应地, 高度近视并发性白内障的发生率也日益增加。随着超声乳化技术的发展以及各种类型的人工晶状体的出现, 高度近视并发性白内障手术日益普遍。

相较于常规老年性白内障, 高度近视并发性白内障术后的屈光漂移现象普遍存在。尤其是随着各种各样的功能性人工晶体的出现, 对白内障术后目标屈光度的准确预算更加意义重大。因此我们设计本研究, 旨在了解高度近视并发性白内障术后屈光漂移情况, 并分析其相关因素, 以更好指导高度近视并发性白内障患者的人工晶状体度数选择, 提高此类患者的术后满意度。

2. 资料与方法

2.1. 研究对象

收集 2023 年 08 月至 2024 年 08 月期间, 济南市第二人民医院白内障科就诊并行手术诊疗的高度近视并发性白内障患者。就诊患者排除患有糖尿病、青光眼、眼表疾病、外伤以及既往曾行眼部手术等其他影响视力明显的患者。不能依从随访的患者被排除在外。

本研究通过了济南市第二人民医院伦理委员会审查, 所有参与的患者均签署了知情同意书。

2.2. 资料收集

1. 术前常规检查: 记录患者的性别、年龄、客观验光度数, 另外完善术前常规的眼压、B 超、最佳矫正视力、裂隙灯常规检查及散瞳下眼底检查, 排除除高度近视性脉络膜视网膜病变等影响视力的眼底疾病。通过 IOL Master 进行相关生物学测量并详细记录患者的眼轴、角膜曲率、前房深度和晶体厚度。应用 Barrett Universal II 公式进行人工晶状体的测算, 确定患者的目标屈光度。

2. 手术操作: 手术均由同一经验丰富的医师进行主刀。表面麻醉成功后, 常规消毒铺无菌洞巾, 主

切口及侧切口建立后前房注入粘弹剂,连续环形撕囊约 6 mm 大小,超声乳化及注吸皮质后,将人工晶体顺利植入囊袋内。

3. 术后检查:白内障术后常规于 1 天、1 周、1 月以及 3 月进行复查,每次复查时均行视力、客观验光以及裂隙灯检查。另外,在术后 3 月再次行 IOL Master 检查,测量并记录患者的眼轴、角膜曲率以及前房深度并进行详细记录。

4. 屈光度的检查:患者术前及术后均应用拓普康客观验光仪进行验光检测。为便于统计分析,对于验光单中的柱镜度数,将其转化为 1/2 球镜度数与球镜度数进行加减运算来确定实际屈光度。

实际屈光度与术前目标屈光度的差值定为屈光漂移的度数。根据数值的正负分别确定相应的远视和近视漂移。

2.3. 统计方法

采用 SPSS27.0 统计包进行统计分析,将白内障术前术后眼轴、曲率以及前房深度的对比采用配对 T 检验,将屈光漂移度数分别与术前眼轴、角膜曲率及前房深度进行相关性分析,另外将屈光漂移度数与术前、术后的眼轴变化以及前房深度变化再次进行相关性分析,结果均以 $P \leq 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

1. 基本资料:共有 26 人 38 眼纳入统计,男女比例为 12:14,平均年龄 57.1 ± 7.7 岁(35 岁~76 岁)。患者术前及术后的生物学测量指标显示,患者术前平均眼轴为 28.60 ± 2.23 mm (26.04~34.4 mm),其中 20 眼眼轴大于 28 mm。术前平均曲率为 44.38 ± 1.57 (41.75~47.89),术前平均前房深度为 3.69 ± 0.37 mm (3.00~4.63),术前平均晶体厚度为 4.24 ± 0.44 mm (3.02~5.08)。术后 3 月平均眼轴为 28.44 ± 2.24 mm (25.92~34.39 mm),平均曲率为 44.41 ± 1.58 (41.78~47.85),平均前房深度为 4.94 ± 0.29 mm (4.26~5.58 mm)。

2. 术前及术后生物学测量指标变化。相较于术前,术后 3 月患者的眼轴较术前缩短,平均为 0.16 ± 0.20 mm ($-0.05 \sim 1.26$ mm,其中 95%置信区间为 0.09~0.22),两者相比具有统计学差异($t = 4.765, P = 0.00$),术后曲率较术前变化并没有统计学差异($t = -1.351, P = 0.185$),术后 3 月前房深度较术前加深,前房平均加深 1.27 ± 0.42 mm (0.21~2.44 mm,其中 95%置信区间为 1.12~1.37),差异具有统计学意义($t = -2.154, P = 0.000$)。

3. 术前术后屈光漂移情况及其相关性分析。患者的目标屈光度设计情况均根据患者的生活习惯预留一定度数的近视,平均为 $-1.44 \pm 0.43D$ ($-0.99D$ 至 $-1.97D$)。术后患者普遍出现了一定的屈光度漂移,平均为 $0.64 \pm 0.43D$ ($-0.3D \sim 1.5D$,其中 95%置信区间为 0.46~0.74),其中 55.2%的眼睛(21 眼)发生了大于 0.5D 的偏移,且均为远视漂移。但 100%的眼睛屈光漂移 $\leq 1.5D$,92.1%的眼睛屈光漂移 $\leq 1D$ 。

屈光漂移度数与术前晶体厚度相关($r = -0.385, P = 0.017$),与前房深度变化相关($r = 0.328, P = 0.045$)。

4. 各生物学测量指标的相关性分析。术术前房深度与晶体厚度呈负相关($r = -0.466, P = 0.003$),而术后的前房深度变化与术前晶体厚度正相关($r = 0.62, P = 0.000$),前房深度变化与术术前房深度呈负相关($r = -0.558, P = 0.000$)。

4. 讨论

流行病学调查研究发现,高度近视在亚洲人群中的比例远高于其他地区,目前全球高度近视患者近 5 亿,中国就占了近 1 亿[2][3]。而相应地高度近视并发性白内障的人群也越来越高,且年轻化趋势越来越明显,高度近视并发性白内障已经成为影响 45~59 岁人群视力的主要原因[4]。

由于超乳技术以及人工晶状体技术的发展,高度近视甚至超高度近视合并白内障患者植入功能性人工晶体已不是绝对禁忌[5]。尽管如此,对于这类群体,目标屈光度的准确性仍是制约其应用高端人工晶

状态的一个原因[6]。因此,我们设计了本课题,旨在了解高度近视并发性白内障患者术后屈光漂移情况以及其生物学测量指标的变化,为临床工作提供一定指导。

本结果显示,纳入研究的38眼,眼轴全部大于26 mm,其中有20眼眼轴大于28 mm,属于超高度近视。术后所有眼睛的屈光漂移均在1.5D以内,且1D以内的屈光漂移占92.1%。我们的结论验证了生物学测量应用IOL master的准确性以及人工晶体测算公式的准确性。

随着手术技巧及设备的精进、功能型人工晶体的应用,高度近视合并白内障手术后屈光误差的主要来源是眼部生物学测量的准确性和IOL计算公式的优选。

精准的术前生物测量是确保白内障手术后获得理想屈光结果的关键因素。在本研究中,所有生物测量评估均采用IOLMaster 700完成。该设备是一种广泛应用的生物测量仪器,基于扫频源光学相干断层扫描(SS-OCT)技术,可实现从泪膜前表面至黄斑中心凹距离的精确测量。相较于传统的A型超声生物测量,该技术不受眼内混浊介质干扰,具有更高的测量重复性和准确性,其测量眼轴长度的精度可达0.01毫米[7][8]。

此外,IOL Master700可提供多种常用的人工晶状体(IOL)屈光度计算公式,涵盖第三代公式(如SRK/T、Hoffer Q)、第四代公式(如Haigis、Holladay 2)以及第五代公式(如Barrett Universal II)。对于眼轴长度正常的眼睛,第三代及以上公式均表现出较高的预测准确性和一致性[9]。然而,在高度近视的白内障患者中,常伴有特殊的眼部解剖特征,如后巩膜葡萄肿、悬韧带松弛及玻璃体液化等,这些因素会干扰眼轴长度(AL)与有效晶状体位置(ELP)之间的固有关系,导致IOL度数的精确计算仍面临显著挑战。

既往大量研究已证实,第三代公式SRK/T和第四代公式Haigis在长眼轴白内障患者中的屈光预测准确性优于其他传统公式[10][11]。然而,随着第五代公式(如Barrett Universal II等)的广泛应用,近期研究开始呈现出不同的结论。近年来,一项国内大样本研究显示,Chen等[12]对1054例眼轴长度 ≥ 26 mm的高度近视合并白内障患者进行分析,发现Barrett Universal II公式在术后屈光预测中的达标率分别为:ME ± 0.5 D达到61.76%,ME ± 1.0 D达到94.02%,表明该公式在高度近视患者中具有良好的预测准确性。本研究结果显示,92.1%的眼屈光偏移 ≤ 1.0 D,所有眼的屈光偏移均小于1.5D,与上述研究结果基本一致。此外,国外多项大样本研究也支持类似结论。Melles等[13]比较了18,501例患者使用不同人工晶状体度数计算公式的预测准确性,发现Barrett公式在整体人群中表现最优,尽管该研究仅纳入眼轴长度小于28 mm的患者,但其结果仍具代表性。Rong等[14]进一步在27只眼轴长度超过30 mm的高度近视眼中发现,Barrett公式的预测准确性优于Haigis公式。综合国内外大样本研究及本研究结果可见,Barrett公式在预测高度近视患者术后屈光状态方面表现出稳定且优异的准确性[15][16]。

本研究还发现,高度近视患者的眼轴屈光漂移与前房深度(ACD)及晶体厚度(LT)具有统计学相关性。具体而言,屈光漂移程度与术前晶体厚度呈负相关($r = -0.385$, $P = 0.017$),并与前房深度变化呈正相关($r = 0.328$, $P = 0.045$)。此外,术术前房深度与晶体厚度呈负相关($r = -0.466$, $P = 0.003$);术后前房深度的变化幅度与术前晶体厚度呈正相关($r = 0.62$, $P = 0.000$),而与术术前房深度呈负相关($r = -0.558$, $P = 0.000$)。上述结果提示,在高度近视患者中,术术前房深度普遍较深,晶体厚度普遍较薄,导致术后前房深度变化更为显著,进而影响有效晶状体位置(ELP)的预测准确性,增加术后屈光漂移的风险。值得注意的是,Barrett II公式在计算IOL屈光度时包含了ACD和LT等关键生物学参数,能够更全面地反映有效晶状体位置(ELP)对预测结果的准确性,这正是本研究中Barrett II公式表现出较高预测准确性的关键原因[17][18]。

我们在研究中还发现,高度近视合并白内障患者中,术后普遍存在一定的屈光漂移,且绝大部分表现为远视性屈光漂移。我们分析其原因可能如下:首先,植入的人工晶状体(IOL)襻因具有横向支撑作用,

可增加眼球的横径,相对引起视轴缩短;其次,白内障手术中通过超声乳化摘除晶状体后,前部屏障功能减弱,导致玻璃体前移,进而降低眼球后段巩膜的轴向张力,促使眼轴缩短,最终引发远视漂移。本研究结果支持上述机制:术后3个月,眼轴长度较术前缩短约 0.16 ± 0.20 mm,两者相比具有统计学差异 ($t = 4.765$, $P = 0.00$)。此外,高度近视患者常伴有眼球解剖结构的异常,主要表现为眼轴延长、晶状体囊袋扩大且位置相对靠后,以及玻璃体液化等。目前常用的人工晶状体(IOL)度数计算公式(如 SRK/T、Holladay、Haigis 等)所依赖的经验常数和理论模型多基于眼轴长度正常人群的数据构建。当这些公式应用于高度近视患者的“超大”囊袋结构时,可能系统性低估术后 IOL 的实际位置(即预测位置偏后),导致术前选择的 IOL 度数过度负向(更偏向近视化)。由于术后 IOL 实际位置较预测更靠前,最终引发远视漂移[17][18]。同时,高度近视患者常存在悬韧带松弛或脆弱,导致晶状体囊袋支撑力下降,力学行为难以预测。术中任何操作均可能引起囊袋-IOL 复合体前移,从而诱发远视漂移[19][20]。此外,该人群普遍存在玻璃体液化现象,当混浊晶状体被摘除后,液化的玻璃体无法为后囊膜及囊袋-IOL 复合体提供有效支撑,在重力或眼球运动影响下,复合体可能发生前向旋转或平移,进一步促使 IOL 前移,加剧远视漂移[21][22]。

当然,本研究存在一定的局限性。一方面,由于失访率较高,本研究纳入分析的病例样本有限,可能影响研究结果的统计效能,未来研究应增加样本量。另一方面,本研究中人工晶体测算只应用了一种 Barrett Universal II 计算公式,而 Olsen C 公式、Kane 公式以及近年来开发的基于人工智能的“全光学”公式(如 Hill-RBF, Kane, Pearl-DGS 等)亦常在临床中使用,应选择较多的 IOL 计算公式进行研究对比,以进一步提高研究结果的准确性。

5. 结论

总之,高度近视并发性白内障患者术后普遍存在一定的远视漂移,考虑与术后人工晶体的有效位置预测偏差有关。但是随着生物学测量指标的不断精确以及人工晶体测算公式的不断改进,远视漂移的度数有望逐渐降低。

基金项目

本论文属于济南市卫生健康委科技发展计划项目 2022-2-67。

参考文献

- [1] Holden, B.A., Fricke, T.R., Wilson, D.A., Jong, M., Naidoo, K.S., Sankaridurg, P., et al. (2016) Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*, **123**, 1036-1042. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2016.01.006>
- [2] Sun, J., Zhou, J., Zhao, P., Lian, J., Zhu, H., Zhou, Y., et al. (2012) High Prevalence of Myopia and High Myopia in 5060 Chinese University Students in Shanghai. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, **53**, 7504-7509. <https://doi.org/10.1167/iops.11-8343>
- [3] Wang, S.K., Guo, Y., Liao, C., Chen, Y., Su, G., Zhang, G., et al. (2018) Incidence of and Factors Associated with Myopia and High Myopia in Chinese Children, Based on Refraction without Cycloplegia. *JAMA Ophthalmology*, **136**, 1017-1024. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2018.2658>
- [4] Tang, Y., Wang, X., Wang, J., Huang, W., Gao, Y., Luo, Y., et al. (2015) Prevalence and Causes of Visual Impairment in a Chinese Adult Population: The Taizhou Eye Study. *Ophthalmology*, **122**, 1480-1488. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2015.03.022>
- [5] 竺向佳, 卢奕. 高度近视眼白内障患者可以合理使用多焦点人工晶状体[J]. 中华眼科杂志, 2021, 57(1): 23-27.
- [6] 李朝辉, 张弛, 叶子. 高度近视眼合并白内障患者植入多焦点人工晶状体切勿操之过急[J]. 中华眼科杂志, 2021, 57(1): 28-33.
- [7] Wang, H., Zhu, L., Pang, C. and Fan, Q. (2024) Repeatability Assessment of Anterior Segment Measurements in Myopic

- Patients Using an Anterior Segment OCT with Placido Corneal Topography and Agreement with a Swept-Source Oct. *BMC Ophthalmology*, **24**, Article No. 182. <https://doi.org/10.1186/s12886-024-03448-z>
- [8] Hashemi, H., Meraftab, M., Panahi, P. and Asgari, S. (2022) Biometry and Intraocular Power Calculation Using a Swept-Source Optical Coherence Tomography: A Repeatability and Agreement Study. *Indian Journal of Ophthalmology*, **70**, 2845-2850. https://doi.org/10.4103/ijo.ijo_249_22
- [9] Jeong, J., Song, H., Lee, J.K., Chuck, R.S. and Kwon, J. (2017) The Effect of Ocular Biometric Factors on the Accuracy of Various IOL Power Calculation Formulas. *BMC Ophthalmology*, **17**, Article No. 62. <https://doi.org/10.1186/s12886-017-0454-y>
- [10] 竺向佳, 何雯雯, 杜钰, 等三种人工晶状体计算公式对高度近视眼并发性白内障的预测误差比较[J]. 中华眼科杂志, 2017, 53(4): 260-265.
- [11] Doshi, D., Limdi, P., Parekh, N. and Gohil, N. (2017) A Comparative Study to Assess the Predictability of Different IOL Power Calculation Formulas in Eyes of Short and Long Axial Length. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, **11**, NC01-NC04. <https://doi.org/10.7860/jcdr/2017/22095.9136>
- [12] Chen, Y., Wei, L., He, W., Lu, Y. and Zhu, X. (2021) Comparison of Kane, Hill-RBF 2.0, Barrett Universal II, and Emmetropia Verifying Optical Formulas in Eyes with Extreme Myopia. *Journal of Refractive Surgery*, **37**, 680-685. <https://doi.org/10.3928/1081597x-20210712-03>
- [13] Melles, R.B., Holladay, J.T. and Chang, W.J. (2018) Accuracy of Intraocular Lens Calculation Formulas. *Ophthalmology*, **125**, 169-178. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2017.08.027>
- [14] Rong, X., He, W., Zhu, Q., Qian, D., Lu, Y. and Zhu, X. (2019) Intraocular Lens Power Calculation in Eyes with Extreme Myopia: Comparison of Barrett Universal II, Haigis, and Olsen Formulas. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, **45**, 732-737. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2018.12.025>
- [15] Jennings, E. and Hall, B. (2024) A Retrospective Study of Visual Outcomes When Using a Cloud-Based Surgical Planning Platform and the Barrett Universal II Formula. *Clinical Ophthalmology*, **18**, 2605-2609. <https://doi.org/10.2147/ophth.s481797>
- [16] Darcy, K., Gunn, D., Tavassoli, S., Sparrow, J. and Kane, J.X. (2020) Assessment of the Accuracy of New and Updated Intraocular Lens Power Calculation Formulas in 10,930 Eyes from the Uk National Health Service. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, **46**, 2-7.
- [17] Cooke, D.L. and Cooke, T.L. (2016) Comparison of 9 Intraocular Lens Power Calculation Formulas. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, **42**, 1157-1164. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2016.06.029>
- [18] Kim, J.W., Eom, Y., Yoon, E.G., Choi, Y. and Kim, H.M. (2021) Algorithmic Intraocular Lens Power Calculation Formula Selection by Keratometry, Anterior Chamber Depth and Axial Length. *Acta Ophthalmologica*, **100**, e701-e709. <https://doi.org/10.1111/aos.14956>
- [19] Lin, H., Zhang, J., Zhang, Y., Jin, A., Zhang, Y., Jin, L., et al. (2024) Capsular Tension Ring Implantation for Intraocular Lens Decentration and Tilt in Highly Myopic Eyes. *JAMA Ophthalmology*, **142**, 708-715. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2024.2215>
- [20] Lin, H., Zhang, J., Jin, A., Zhang, Y., Zhang, Y., Jin, L., et al. (2025) Capsular Tension Ring Implantation for Intraocular Lens Power Calculation in Highly Myopic Eyes: Secondary Analysis of a Randomized Clinical Trial. *JAMA Ophthalmology*, **143**, 373-381. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2025.0110>
- [21] Zhang, S., Penkova, A., Jia, X., Sebag, J. and Sadhal, S.S. (2024) Effective Prediction of Drug Transport in a Partially Liquefied Vitreous Humor: Physics-Informed Neural Network Modeling for Irregular Liquefaction Geometry. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, **138**, Article 109262. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2024.109262>
- [22] Schartmüller, D., Röggla, V., Schwarzenbacher, L., Meyer, E.L., Abela-Formanek, C., Leydolt, C., et al. (2024) Influence of a Capsular Tension Ring on Capsular Bag Behavior of a Plate Haptic Intraocular Lens: An Intraindividual Randomized Trial. *Ophthalmology*, **131**, 445-457. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2023.10.031>