

# 高度近视白内障患者术后人工晶状体偏心倾斜对高阶像差的影响

梁堂钰, 刘声统, 吴小花

**引用:** 梁堂钰, 刘声统, 吴小花. 高度近视白内障患者术后人工晶状体偏心倾斜对高阶像差的影响. 国际眼科杂志, 2026, 26(2):320-323.

**作者单位:** (542899) 中国广西壮族自治区贺州市人民医院眼科  
**作者简介:** 梁堂钰, 男, 本科, 副主任医师, 研究方向: 白内障及眼底疾病。  
**通讯作者:** 刘声统, 男, 本科, 副主任医师, 研究方向: 眼表疾病。  
lstxiaoxiao@163.com  
**收稿日期:** 2025-06-15      **修回日期:** 2025-12-26

**摘要**  
**目的:** 探讨高度近视白内障患者术后人工晶状体偏心倾斜对高阶像差(HOAs)的影响。  
**方法:** 回顾性分析我院收治的高度近视白内障患者 100 例 100 眼, 均给予超声乳化术+人工晶状体植入术治疗, 术后 3 mo 进行随访, 应用 Pentacam 三维眼前段分析仪测量人工晶状体的倾斜度与偏心量, 使用 i Trace 像差仪采集患者在 3.0 mm 与 5.0 mm 瞳孔下的 HOAs。采用 Pearson 线性分析人工晶状体偏心倾斜与 HOAs 的相关性。  
**结果:** 患者术后人工晶状体的倾斜度为  $1.49^{\circ} \pm 0.32^{\circ}$ , 偏心量为  $0.33 \pm 0.05$  mm, 倾斜度与偏心量呈正相关。在瞳孔直径为 3 mm 或 5 mm 时, 术后人工晶状体的倾斜度与总 HOAs ( $r = 0.351, P = 0.003; r = 0.287, P = 0.015$ )、总彗差 ( $r = 0.389, P = 0.002; r = 0.332, P = 0.005$ ) 成正相关性, 而与总球差 ( $r = 0.382, P = 0.235; r = 0.149, P = 0.207$ ) 无明显相关性。人工晶状体的偏心值与总 HOAs ( $r = 0.011, P = 0.930; r = -0.146, P = 0.215$ )、总彗差 ( $r = 0.023, P = 0.856; r = -0.102, P = 0.393$ )、总球差 ( $r = 0.085, P = 0.476; r = -0.165, P = 0.162$ ) 均无明显相关性。  
**结论:** 高度近视白内障患者术后人工晶状体的倾斜会对总 HOAs、总彗差造成影响, 从而影响患者术后视力。  
**关键词:** 高度近视; 白内障; 人工晶状体偏心倾斜; 高阶像差  
DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2026.2.24

## Effect of decentration tilt of intraocular lens on higher - order aberrations in patients with high myopic cataract after surgery

Liang Tangyu, Liu Shengtong, Wu Xiaohua

Department of Ophthalmology, Hezhou People's Hospital, Hezhou 542899, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China

**Correspondence to:** Liu Shengtong. Department of Ophthalmology, Hezhou People's Hospital, Hezhou 542899, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China. lstxiaoxiao@163.com  
Received:2025-06-15      Accepted:2025-12-26

### Abstract

- **AIM:** To investigate the effect of decentration tilt of intraocular lens on higher - order aberrations (HOAs) in patients with high myopic cataract after surgery.
- **METHODS:** Totally 100 patients (100 eyes) with high myopic cataract were retrospectively analyzed and treated with phacoemulsification and intraocular lens implantation. Then follow up was conducted 3 mo after surgery. The Pentacam 3D anterior segment analyzer was used to measure the tilt degree and decentration value of intraocular lens. The i-Trace aberration analyzer was used to collect HOAs from patients under 3.0 mm and 5.0 mm pupils. Pearson linearity was used to analyze the correlation of the decentration tilt of intraocular lens with HOAs.
- **RESULTS:** The tilt degree was  $1.49^{\circ} \pm 0.32^{\circ}$ , decentration value was  $0.33 \pm 0.05$  mm, and the tilt degree was positively related to decentration value of intraocular lens. When the pupil diameter was 3 mm or 5 mm, the postoperative tilt degree of intraocular lens was positively related to total HOAs ( $r = 0.351, P = 0.003; r = 0.287, P = 0.015$ ) and total coma ( $r = 0.389, P = 0.002; r = 0.332, P = 0.005$ ), while not correlated with total spherical aberration ( $r = 0.382, P = 0.235; r = 0.149, P = 0.207$ ). In addition, the decentration value of intraocular lens not correlated with total HOAs ( $r = 0.011, P = 0.930; r = -0.146, P = 0.215$ ), total coma ( $r = 0.023, P = 0.856; r = -0.102, P = 0.393$ ), and total spherical aberration ( $r = 0.085, P = 0.476; r = -0.165, P = 0.162$ ).
- **CONCLUSION:** The tilt of intraocular lens in high myopic cataract patients after surgery can affect total HOAs and total coma, thereby affecting their postoperative vision.
- **KEYWORDS:** high myopia; cataract; decentration tilt of intraocular lens; higher-order aberrations

**Citation:** Liang TY, Liu ST, Wu XH. Effect of decentration tilt of intraocular lens on high - order aberrations in patients with high myopic cataract after surgery. Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci), 2026, 26(2):320-323.

0 引言

高度近视易引起眼底的退行性改变,导致出现多种眼底疾病<sup>[1-3]</sup>。白内障是指由于晶状体混浊导致的视功能障碍,约占眼科门诊病例总数的7%-10%,是导致视力下降最常见的眼病之一<sup>[4]</sup>。临床上高度近视患者合并白内障越来越常见,此类患者发展到晚期可能会出现晶状体脱位等严重后果<sup>[5-6]</sup>。目前,临床中对于高度近视白内障患者多采用超声乳化手术和人工晶状体植入术进行治疗,以有效摘除混浊晶状体,提升患者视力。超声乳化术+人工晶状体植入术能够有效改善预后,但患者术后可能出现人工晶状体的偏心倾斜情况,导致术后视觉质量下降<sup>[7]</sup>。高阶像差(higher-order aberrations, HOAs)指的是眼睛存在光学缺陷,这些缺陷包括但不限于彗星像差<sup>[8]</sup>、不规则散光等,将导致眼睛无法将光线正常聚焦在视网膜上,影响视力。本研究分析了高度近视白内障患者术后人工晶状体偏心倾斜,以及其对HOAs的影响,以期为该病症临床诊治提供参考。

1 对象和方法

1.1 对象 回顾性研究,选取2021年3月至2024年3月在我院进行手术治疗的高度近视白内障患者100例100眼。纳入标准:(1)眼部相关检查确诊为白内障;(2)眼轴大于26 mm,屈光度在-8.0--20.0 D,无悬韧带松弛或脱离等问题;(3)屈光间质混浊患者,但是可以通过OCT得到比较清楚的影像,无其他相关眼底疾病;(4)均具备手术适应证;(5)均于我院完成白内障超声乳化吸除+人工晶状体植入术;(6)每例患者均纳入患眼,双眼均符合纳入标准者,随机纳入1眼。排除标准:(1)有青光眼、葡萄膜炎病史者;(2)有斜视和弱视者;(3)既往发生过视网膜脱落、视网膜裂孔和眼底出血者;(4)既往接受过内眼手术或进行过屈光操作患者;(5)恶性肿瘤患者;(6)有严重全身性疾病者,如高血压、糖尿病、心脏病、血液系统疾病等;(7)有眼睛损伤史者;(8)合并视觉障碍者;(9)临床资料缺失者。本研究开展前已获得伦理审批(批号:2023061016),所有参与者均知情同意。

1.2 方法

1.2.1 手术方法 由同一医师团队对患者入院后进行白内障超声乳化吸除+人工晶状体植入术治疗<sup>[9]</sup>。术前均行屈光检查,配合裂隙灯显微镜检查,排除手术禁忌证。所有入组病例眼角膜均呈透明状态,不伴前房反应,且排除其他眼部疾病对本研究结果的影响。手术方式为超声乳化吸出+人工晶状体植入术,手术体位为仰卧位,术前对眼周皮肤予以常规消毒,并予以丙美卡因滴眼液点眼,连续3次作眼表面麻醉。选择透明角膜缘隧道式切口,注入黏弹剂,进行连续环形撕囊处理,以原位乳化法处理软核,襞核法处理硬核。采用超声乳化仪设置超声能量为

5%-60%,时间为3-30 s,实施晶状体核乳化处理,通过配置的抽吸头将吸取残留晶状体皮质置入,将残余晶状体充分吸净。将人工晶状体置入,吸除黏弹剂后对切口予以密封。术后给予妥布霉素地塞米松眼膏涂抹1次,并予以敷贴与遮盖,术后第2 d配合普拉洛芬(每天4-6次,每次1滴)、妥布霉素地塞米松点眼(每天4-6次,每次1滴),术后第2 wk起,妥布霉素地塞米松用药次数减半,第4 wk起,妥布霉素地塞米松减为每日1次,普拉洛芬减为每日2次,治疗4 wk并最终安全停药,期间注意休息,避免做剧烈运动,若出现眼痛、头痛,应及时告知医师予以对应处理,同时做好感染预防。

1.2.2 术后人工晶状体偏心值与倾斜度测量 术后3 mo随访,给予复方托吡卡胺散瞳,用眼前节成像系统Pentacam对患眼进行扫描,获取25帧图像,选择其中的0°、39°、45°及135°这四帧图像。用图像分析的方法得出人工晶状体的偏心值与倾斜度<sup>[10]</sup>。

1.2.3 HOAs采集 术后3 mo测量并采集HOAs相关数据,在散瞳状态下进行,予复方托吡卡胺散瞳,使用i Trace波前像差仪检查3、5 mm瞳孔直径下的总HOAs、总球差、总彗差<sup>[11]</sup>。

统计学分析:采用SPSS 21.0软件进行处理。计量资料以均数±标准差表述;计数资料采用n(%)表示,行 $\chi^2$ 检验。采用Pearson相关分析法分析人工晶状体偏心和倾斜与HOAs的相关性。 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料 高度近视白内障患者100例100眼中男39例39眼,女61例61眼,年龄59-68(平均60.12±8.64)岁;白内障病程1-4(平均2.86±1.15)a;术前屈光度为-8.20±1.79 D,植入的人工晶状体平均屈光度为+15.56±2.84 D,术后最佳矫正视力为0.4-1.2,最佳矫正视力≥0.8者占86%(86眼)。

2.2 患者术后人工晶状体的倾斜度与偏心量 患者术后人工晶状体的倾斜度为1.49°±0.32°,偏心量为0.33±0.05 mm。人工晶状体的倾斜度与偏心量成正相关( $r=0.387, P=0.001$ )。

2.3 患者术后HOAs 患者术后瞳孔直径为3 mm时的总HOAs为0.12±0.04  $\mu\text{m}$ ,总彗差为0.09±0.03  $\mu\text{m}$ ,总球差为0.06±0.03  $\mu\text{m}$ 。患者术后瞳孔直径为5 mm时的总HOAs为0.37±0.12  $\mu\text{m}$ ,总彗差为0.27±0.09  $\mu\text{m}$ ,总球差为0.19±0.06  $\mu\text{m}$ 。

2.4 术后人工晶状体倾斜度和偏心量与HOAs相关性分析 当瞳孔直径为3 mm或5 mm时,术后人工晶状体的偏心值与总HOAs、总彗差、总球差均无相关性(均 $P>0.05$ )。术后人工晶状体的倾斜度与总HOAs、总彗差成正相关(均 $P<0.05$ ),而与总球差无相关性(均 $P>0.05$ ),见表1。

表1 患者术后人工晶状体倾斜度和偏心量与HOAs相关性分析

瞳孔直径(mm)	指标	总HOAs		总彗差		总球差	
		<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
3	偏心值	0.011	0.930	0.023	0.856	0.085	0.476
	倾斜度	0.351	0.003	0.389	0.002	0.382	0.235
5	偏心值	-0.146	0.215	-0.102	0.393	-0.165	0.162
	倾斜度	0.287	0.015	0.332	0.005	0.149	0.207

3 讨论

高度近视是指眼轴>26 mm 或度数在-6.00 D 以上的近视性疾病<sup>[12-13]</sup>。高度近视合并白内障是一种高致盲风险的复杂疾病,近年来许多研究指出高度近视与白内障的发生关系密切,且不同的白内障表型与高度近视的相关程度不同,高度近视患者更易发生核性及后囊下性白内障<sup>[14-15]</sup>。高度近视合并发生白内障在发病初期难以及时发现,且后期进展较为缓慢,疾病相互作用导致视力受到严重影响。且患者眼部发生明显病理性变化,包括巩膜薄化,巩膜后葡萄肿、周边视网膜性质改变,黄斑劈裂等,发病者晶状体多为轻度/中度混浊,主要表现为核性和后囊下混浊,严重时甚至会导致晶状体呈异常的黑褐色和棕色,部分患者还会发生晶状体不完全脱位或是悬韧带松弛<sup>[16]</sup>。目前,临床中对于高度近视白内障患者多采用超声乳化术联合人工晶状体植入术治疗,以改善晶状体混浊情况,促进视力恢复,避免疾病进展影响生活甚至致盲。但高度近视并发性白内障的囊袋稳定性较普通白内障差,术后容易造成人工晶状体的倾斜( $\geq 5^\circ$ )和偏心( $\geq 0.4$  mm),而较大程度的人工晶状体倾斜和偏心会对光学性能产生负面影响,进而导致患者术后视觉质量下降<sup>[17]</sup>。本研究结果中,患者术后人工晶状体的倾斜度与偏心量成正相关( $r=0.387, P=0.001$ )。与神经可塑性强的年轻患者不同,老年患者可能同时伴有其他神经性疾病,其大脑的适应性能力较差,即使偏心只有0.4 mm,其主观不适感也可能非常强烈<sup>[18-19]</sup>。

HOAs 通常包括球差、彗差等,导致光线不能准确聚焦在视网膜上,使图像出现模糊和变形,从而降低视觉质量<sup>[20]</sup>。目前,部分学者研究发现人工晶状体的偏心是诱导彗差的主要原因,若同时伴有倾斜,则会进一步加剧彗差的水平<sup>[21]</sup>。Taketani 等<sup>[22]</sup>对40例白内障术后患者人工晶状体偏心倾斜与HOAs的相关性进行分析,发现人工晶状体倾斜度与彗差成正相关,与总HOAs、球面像差无相关性;人工晶状体偏心值与总HOAs、总彗差、总球差均无相关性。Oshika 等<sup>[23]</sup>研究发现,在人工晶状体倾斜度为28.87°的患者中总彗差显著增大,而经对人工晶状体进行调整减轻倾斜度后,总彗差降低,且视物模糊症状得到好转。以上研究均表明,人工晶状体的偏心与倾斜会对总彗差产生影响。本研究通过对高度近视白内障患者术后人工晶状体偏心倾斜与HOAs的相关性分析,结果显示,当瞳孔直径为3 mm 或5 mm 时,术后人工晶状体的偏心值与总HOAs、总彗差、总球差均无相关性。分析原因可能为采用非球面人工晶状体这类低敏感性人工晶状体并通过精湛手术将偏心控制在小范围内的情况下,轻微的偏心值将不会导致视觉质量的显著下降,且纳入的病例数较少,可能引起结果出现偏倚。而术后人工晶状体的倾斜度与总HOAs、总彗差成正相关,与总球差无相关性,与既往相关报道结果相符。

人眼的球差与年龄存在密切相关性,青少年时期,年轻晶状体呈现负球差,能够有效补偿角膜的正球差,从而优化视网膜成像质量。随着年龄的增加,晶状体的蛋白质

会逐渐变性、凝聚,从而使晶状体的球差出现变化<sup>[24]</sup>。在年龄较大的老年人群中,晶状体的这一补偿能力逐渐丧失,植入传统球面人工晶状体不具备补偿作用,反而会引起球差与HOAs的增大<sup>[25]</sup>。本研究中,瞳孔直径为3 mm 或5 mm 时人工晶状体的偏心值和倾斜度与总球差均无明显相关性,原因可能为球差主要与植入的人工晶状体类型有关。近年来,非球面人工晶状体的出现解决了人工晶状体植入后球差增大的问题。非球面人工晶状体通过改良前表面或后表面的曲率来增加负性球差,以平衡角膜的正性球差,减小人眼总球面像差,提高对比敏感度,从而提高白内障患者术后的视觉质量。然而非球面人工晶状体偏心 and 倾斜对矫正像差功能存在明显影响,当其偏心值过大时,会导致非对称性像差较球面人工晶状体更大。Wang 等<sup>[26]</sup>临床研究表明,在瞳孔直径为5 mm 时,若需减小对HOAs的影响,需保证非球面人工晶状体偏心值<0.39 mm。结合上述研究分析,建议临床医师后续手术过程中应优化手术技术,包括人工晶状体植入技巧、精准囊袋处理、悬韧带稳定性评估等,以此减少偏心和倾斜,实现自理论分析到临床实践的跨越,为眼科医生提供参考方案。另外非球面人工晶状体在晶体光学区中央部分矫正球差以提升对比敏感度,同时让边缘部的光学特性趋于平缓,目的就是降低对偏心和倾斜的敏感性,防止彗差等有害像差的产生。

综上所述,本研究发现高度近视白内障患者术后人工晶状体的倾斜度与总HOAs及总彗差成正相关,而术后人工晶状体的偏心值与HOAs无相关,表明人工晶状体的倾斜会影响总HOAs和总彗差。但本研究仍存在不足之处,样本量有限,且来源同一地域,且均为非球面人工晶状体患者,数据具有一定局限,后续将增加样本量,扩大地域来源,纳入球面人工晶状体患者,进行大样本、多中心探究。

**利益冲突声明:**本文不存在利益冲突。

**作者贡献声明:**梁堂钰论文选题与修改,初稿撰写;吴小花文献检索,数据分析;刘声统选题指导,论文修改及审阅。所有作者阅读并同意最终的文本。

**参考文献**

[1] 孙敬文, 刘妍. 针对高度近视并发性白内障患者的人工晶体选择的多因素分析: 从患者和医生的双重视角. 航空航天医学杂志, 2024, 35(8): 905-908.

[2] 孟克青, 张武林, 董玮, 等. 超声乳化白内障吸出联合CTR植入对高度近视白内障术后囊袋稳定性的影响. 天津医药, 2024, 52(10): 1056-1060.

[3] Wen K, Zhang LJ, Cai Y, et al. Identification and characterization of extrachromosomal circular DNA in patients with high myopia and cataract. Epigenetics, 2023, 18(1): 2192324.

[4] 玛依努尔·于苏甫, 王宁利. “视觉2020”: 中国防治盲与眼健康工作进展. 中华医学杂志, 2020, 100(48): 3831-3834.

[5] 董玮, 孟克青, 许衍辉, 等. 白内障合并高度近视患者置入不同材质丙烯酸酯人工晶状体的临床疗效比较. 山东医药, 2023, 63(34): 63-66.

[6] 安庆宇, 邹海东, 马莹琰. 合并高度近视的白内障术后双眼视觉影响因素的研究进展. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2024,



26(1):72-77.

[7] 梁风, 张丛青, 谷新怡, 等. 高度近视合并白内障患者超声乳化吸除联合人工晶状体植入术后屈光误差的影响因素分析. 中国医药导报, 2024,21(18):132-134,143.

[8] 张守宽, 彭庆生, 张磊. 球差和彗差在角膜塑形镜控制近视中的作用. 国际眼科杂志, 2024,24(1):88-92.

[9] 江晓春, 董胜华, 吴彬. 白内障囊外摘除联合人工晶体植入治疗高度近视合并白内障患者的效果及对 CCT、SPEED 评分的影响. 临床和实验医学杂志, 2021,20(18):1998-2001.

[10] 郑凯文, 孟佳琪, 隗菱, 等. 近视眼植入连续视程与双焦点人工晶状体术后早期对偏心及倾斜耐受性的比较. 中华眼科杂志, 2022,58(7):513-520.

[11] 田靖, 廖萱, 兰长骏, 等. 白内障超声乳化手术前后角膜高阶像差的变化. 川北医学院学报, 2023,38(10):1392-1395.

[12] 隗菱, 卢奕, 竺向往. 高度近视并发性白内障相关机制研究进展. 中国眼耳鼻喉科杂志, 2020,20(2):124-127.

[13] 许博涵, 温晓英, 顾朝辉. 不同手术方式治疗中度长眼轴高度近视黄斑裂孔性视网膜脱离. 国际眼科杂志, 2025, 25(8):1330-1335.

[14] Bhandari S, Chew EY. Cataract surgery and the risk of progression of macular degeneration. Curr Opin Ophthalmol, 2023,34(1):27-31.

[15] 陶露莎, 高铃, 喻娟, 等. IOL Master 700 与 Lenstar LS900 对高度近视合并白内障患者术前生物测量及人工晶状体计算的比较. 国际眼科杂志, 2024,24(4):612-617.

[16] Shah R, Vlasak N, Evans BJW. High myopia: Reviews of myopia control strategies and myopia complications. Ophthalmic Physiol Opt,

2024, 44(6):1248-1260.

[17] 刘巧萍, 林为华, 廖国伟, 等. 三焦点人工晶状体植入后的倾斜度、偏心量与视觉质量的相关性研究. 世界最新医学信息文摘, 2022, 22(50):80-83.

[18] 徐逢, 穆建成, 杨宁, 等. 白内障术后人工晶状体位置的影响因素研究. 华西医学, 2025,40(6):937-943.

[19] 周紫曦. 高度近视白内障术后人工晶体偏心倾斜对高阶像差的影响. 锦州医科大学, 2024.

[20] 塔娜, 张丰菊. 不同类型非球面人工晶状体植入眼的波前像差的对比研究. 眼视光学杂志, 2009,11(2):97-101.

[21] Turuwhenua J. A theoretical study of intraocular lens tilt and decentration on perceptual image quality. Ophthalmic Physiol Opt, 2005, 25(6):556-567.

[22] Taketani F, Matuura T, Yukawa E, et al. Influence of intraocular lens tilt and decentration on wavefront aberrations. J Cataract Refract Surg, 2004,30(10):2158-2162.

[23] Oshika T, Kawana K, Hiraoka T, et al. Ocular higher-order wavefront aberration caused by major tilting of intraocular lens. Am J Ophthalmol, 2005,140(4):744-746.

[24] 刘文洁, 刘杰为, 王琪, 等. 年龄相关性白内障患者术前角膜球面像差分析. 中华实验眼科杂志, 2020,38(4):336-341.

[25] 方艳文, 卢奕, 汪琳, 等. 人工晶状体偏心 and 倾斜与高阶像差的相关性. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2010,12(4):251-255.

[26] Wang L, Koch DD. Effect of decentration of wavefront-corrected intraocular lenses on the higher-order aberrations of the eye. Arch Ophthalmol, 2005,123(9):1226-1230.