

高度近视眼患者白内障术前眼生物参数特征及角膜散光分布特点

谭叶辉¹,邵毅²,裴重刚¹,张桃¹,饶杰¹,彭梦颖¹,刘纯¹,张丽娟¹

引用: 谭叶辉,邵毅,裴重刚,等,高度近视眼患者白内障术前眼生物参数特征及角膜散光分布特点. 国际眼科杂志, 2025, 25(12):1919-1925.

基金项目: 江西省卫生健康委科技计划项目(No.202210443);江西省教育厅科学技术研究项目(No.GJJ210153);江西省重点研发计划项目(No.20203BBG73059)

作者单位:¹(330006)中国江西省南昌市,南昌大学第一附属医院眼科;²(200080)中国上海市,上海交通大学医学院附属第一人民医院眼科中心 国家眼部疾病临床医学研究中心

作者简介: 谭叶辉,毕业于中山大学中山眼科中心,博士,副主任医师,硕士研究生导师,研究方向:白内障、晶状体疾病与高度近视。

通讯作者: 谭叶辉. ndfy09526@ncu.edu.cn

收稿日期: 2025-05-15 修回日期: 2025-11-03

摘要

目的:评估高度近视眼患者白内障手术前眼球生物参数特征及角膜散光(CA)分布特点。

方法:前瞻性横断面研究,连续性纳入2022年1月至2024年12月在我院拟行白内障手术的高度近视眼[眼轴长度(AL) $\geq 26.00\text{ mm}$]患者695例695眼,将同期在我院行白内障手术的正常AL($22.00\text{ mm} \leq \text{AL} \leq 25.00\text{ mm}$)患者纳入对照组695例695眼。两组患者若双眼均合格仅选取右眼进行分析,术前均采用IOL Master 700进行双眼眼球生物参数测量,记录并收集两组患者的病历资料和眼球生物参数数据。

结果:两组患者性别、年龄、角膜直径、中央角膜厚度比较均无差异(均 $P>0.05$)。高度近视眼组患者AL的平均值为 $29.20 \pm 2.61\text{ mm}$,252眼(34.1%) $\text{AL} \geq 30.00\text{ mm}$ (超高度近视眼)。高度近视眼组患者前房深度(ACD)、晶状体厚度、玻璃体腔深度(VCD)、CA及AL/角膜曲率半径及VCD/AL的平均值分别为 3.45 ± 0.40 、 4.41 ± 0.47 、 $21.34 \pm 2.60\text{ mm}$ 、 $1.18 \pm 0.78\text{ D}$ 、 3.79 ± 0.38 及 0.73 ± 0.03 ,以上参数均大于对照组(均 $P<0.01$)。在高度近视眼组中,有350眼(50.4%) $\text{CA} \geq 1.00\text{ D}$,192眼(27.6%) $\text{CA} \geq 1.50\text{ D}$ 及94眼(13.5%) $\text{CA} \geq 2.00\text{ D}$,这些比例均高于对照组(32.8%,15.1%和6.6%;均 $P<0.001$)。高度近视眼组患者中有87眼(12.5%)合并扁平角膜,424眼(61.0%)合并中度散光,40眼(5.8%)合并高度散光,这些比例均高于对照组(6.0%,46.9%和2.9%;均 $P<0.001$)。高度近视眼组患者中ACD和ACD/AL均与AL呈负相关关系($r = -0.162$ 、 -0.661 ,均 $P<0.001$),但对照组患者ACD和ACD/AL均与AL呈正相关关系($r = 0.338$ 、 0.105 ,均 $P<0.01$)。高度近视眼组患者当患者年龄 ≥ 50 岁时,CA随年龄增加而增大($r = 0.197$, $P<0.001$),这一趋势与对照

组一致。

结论:高度近视眼患者白内障术前规范的眼生物参数数据有助于眼科医生精准计算人工晶状体(IOL)度数及选择合适的IOL类型。大多数高度近视眼患者在白内障手术过程中需要同时矫正CA。

关键词:高度近视;白内障;眼轴长度;前房深度;角膜散光
DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2025.12.04

Characteristics of ocular biometric parameters and distribution of corneal astigmatism before cataract surgery in cataract patients with high myopia

Tan Yehui¹, Shao Yi², Pei Zhonggang¹, Zhang Tao¹, Rao Jie¹, Peng Mengying¹, Liu Chun¹, Zhang Lijuan¹

Foundation items: Science and Technology Project of Jiangxi Provincial Health Commission (No. 202210443); Science and Technology Research Project of the Education Department of Jiangxi Province (No. GJJ210153); Key Research and Development Program of Jiangxi Province (No.20203BBG73059)

¹Department of Ophthalmology, the First Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang 330006, Jiangxi Province, China;

²Ophthalmic Center, Shanghai General Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200080, China

Correspondence to: Tan Yehui. Department of Ophthalmology, the First Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang 330006, Jiangxi Province, China. ndfy09526@ncu.edu.cn

Received:2025-05-15 Accepted:2025-11-03

Abstract

• AIM: To evaluate the characteristics of ocular biometric parameters and the distribution of corneal astigmatism (CA) in patients with high myopia before cataract surgery.

• METHODS: A prospective cross-sectional study was conducted, and 695 cataract patients (695 eyes) with high myopia [defined as an axial length (AL) $\geq 26.00\text{ mm}$] scheduled to undergo cataract surgery at our hospital from January 2022 to December 2024 were consecutively enrolled, another 695 cataract patients (695 eyes) with normal ALs ($22.00\text{ mm} \leq \text{AL} \leq 25.00\text{ mm}$) who underwent cataract surgery at our hospital during the same period were included in the control group. For patients with both eyes eligible, the right eye was used for analysis. Before cataract surgery, IOL Master 700 was used to measure the

ocular biometric parameters of both eyes for each patient in the two groups. The medical records and ocular biometric data in the two groups were recorded and collected.

• RESULTS: There were no statistically significant differences between the two groups in gender, age, corneal diameter, and central corneal thickness (all $P > 0.05$). In the high myopia group, the mean AL was 29.20 ± 2.61 mm, and 252 eyes (34.1%) had $AL \geq 30.00$ mm (extremely high myopia). The mean anterior chamber depth (ACD), lens thickness, vitreous chamber depth (VCD), CA, AL/corneal radius of curvature and VCD/AL in the high myopia group were 3.45 ± 0.40 , 4.41 ± 0.47 , 21.34 ± 2.60 mm, 1.18 ± 0.78 D, 3.79 ± 0.38 , and 0.73 ± 0.03 , respectively, which were all greater than those in the control group (all $P < 0.01$). In the high myopia group, 350 eyes (50.4%) had $CA \geq 1.00$ D, 192 eyes (27.6%) had $CA \geq 1.50$ D, and 94 eyes (13.5%) had $CA \geq 2.00$ D, which were all higher than those in the control group (32.8%, 15.1%, and 6.6%, respectively; all $P < 0.001$). In the high myopia group, 87 eyes (12.5%) had flat corneas, 424 eyes (61.0%) had moderate CA, and 40 eyes (5.8%) had high CA. These proportions were all higher than those in the control group (6.0%, 46.9%, and 2.9%, respectively; all $P < 0.001$). In the high myopia group, ACD and ACD/AL were negatively correlated with AL ($r = -0.162$ and -0.661 , respectively; all $P < 0.001$), while both ACD and ACD/AL in the control group were positively correlated with AL ($r = 0.338$ and 0.105 , respectively; both $P < 0.01$). In the high myopia group, CA increased with age when the patient's age was ≥ 50 years ($r = 0.197$, $P < 0.001$), which was consistent with the control group.

• CONCLUSION: The standardized ocular biometric data of cataract patients with high myopia before cataract surgery are helpful for ophthalmologists to accurately calculate the intraocular lens (IOLs) power and select the appropriate IOL type. The majority of high myopia patients need simultaneous correction of CA during cataract surgery.

• KEYWORDS: high myopia; cataract; axial length; anterior chamber depth; corneal astigmatism

Citation: Tan YH, Shao Y, Pei ZG, et al. Characteristics of ocular biometric parameters and distribution of corneal astigmatism before cataract surgery in cataract patients with high myopia. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2025, 25(12):1919–1925.

0 引言

随着超声乳化手术技术的不断提高,白内障手术已在高度近视眼中常规开展,但高度近视眼白内障由于其特殊的眼球解剖结构,如眼轴长、黄斑退行性改变及后巩膜葡萄肿等^[1-3],而且高度近视眼患者常固视不稳定^[4],与普通白内障患者比较,其眼球生物参数测量困难,特别是眼轴长度(axial length, AL)测量,从而导致人工晶状体(intraocular lens, IOL)度数计算准确性下降,术后远视误差发生率高^[4-6],同时高度近视眼患者白内障手术更具有挑战性,术中后囊膜破裂及视网膜脱离等并发症的发生率也远高于普通白内障患者^[3,6]。角膜散光(corneal

astigmatism, CA)已成为现代白内障手术后裸眼视力低下的主要原因,矫正残留的CA可明显提高患者的远、近视力及手术满意度^[7-8]。然而,对于高度近视眼白内障这一特殊群体,对其眼球生物参数及CA进行系统评估的研究少见,且为回顾性研究,高度近视眼患者白内障术前眼球生物参数特征及CA分布规律仍然不清楚。

新一代基于扫频光学相干断层扫描(SS-OCT)技术的生物测量仪(IOL Master 700)在核性白内障、后囊下型白内障(posterior subcapsular cataract, PSC)及极长AL眼白内障中较传统光学生物测量仪(IOL Master 500或Lenstar 900)更容易获取有效的眼球生物参数数据^[9-10],而且IOL Master 700对高度近视眼IOL度数计算较Lenstar 900具有更好的预测准确性,白内障术后屈光误差更小^[11]。高度近视眼白内障多为核性白内障和PSC,优势比分别为3.42和5.90,并与近视严重程度呈正相关^[3,12-13]。因此,对于高度近视眼白内障手术前眼球生物参数测量,基于SS-OCT的IOL Master 700具有明显优势,而且目前采用IOL Master 700测得的大规模白内障患者眼球生物参数数据缺乏。因此,本研究前瞻性应用IOL Master 700测量高度近视眼白内障患者手术前眼球生物参数,并同时记录患者的病历资料,以评估其眼球生物参数特征及CA分布规律。

1 对象和方法

1.1 对象 采用前瞻性横断面研究方法,连续性纳入2022年1月至2024年12月在我院行白内障摘除手术的高度近视眼($AL \geq 26.00$ mm)^[4,11,14]白内障患者695例695眼,将同期在我院行白内障手术的正常AL($22.00 \text{ mm} \leq AL \leq 25.00 \text{ mm}$)^[14]白内障患者695例695眼纳入对照组。纳入标准:(1)年龄 ≥ 18 岁;(2)汉族,具有中国国籍;(3)两组患者中若双眼均合格仅选取右眼进行分析。排除标准:(1)既往有眼部手术或眼部外伤史;(2)合并角膜或眼表疾病、葡萄膜炎、青光眼及晶状体脱位;(3)检查前2 wk内曾配戴过角膜接触镜;(4)IOL Master 700无法获取有效眼球生物参数数据。本研究取得医学伦理委员会审查批准(审批号:2021039),所有参与者均签署知情同意书,所有程序均遵循《赫尔辛基宣言》。

1.2 方法 所有患者均在白内障术前2 wk内进行常规眼科检查,包括视力、眼压、裂隙灯检查和瞳孔散大后眼底检查。由两名经验丰富的的眼科技术人员采用IOL Master 700测量每例患者双眼眼球生物参数,对每个参数均进行3次及以上的重复测量,并取平均值。角膜直径(corneal diameter, CD)定义为角膜水平方向上白到白的距离;前房深度(anterior chamber depth, ACD)为角膜前表面到晶状体前表面的距离;玻璃体腔深度(vitreous chamber depth, VCD)为晶状体后表面到黄斑部视网膜色素上皮的距离。IOL Master 700在两个相互垂直的子午线测量角膜曲率(K):平坦角膜曲率(K1)与陡峭角膜曲率(K2);IOL Master 700使用的角膜折射率为1.3375^[9-10,15]。角膜根据K分为3个亚型:扁平角膜($K < 42.00$ D),普通角膜($42.00 \text{ D} \leq K \leq 46.00 \text{ D}$)和陡峭角膜($K > 46.00 \text{ D}$)^[5]。CA为K2和K1之差,并根据散光大小将CA分为3种程度类型:低度散光(< 0.75 D),中度散光($0.75 \text{ D} \leq CA \leq 2.50$ D)和高度散光(> 2.50 D)^[8,16];同时根据散光轴位将CA分为3种轴位类型:顺规型(with the rule, WTR)散光(即角膜陡峭子午线位于 $90^\circ \pm 30^\circ$ 以内),逆规型(against the rule, ATR)散光(即角膜陡峭子午线位于 $180^\circ \pm 30^\circ$ 以

内)及斜向型散光(WTR 及 ATR 两型散光之外)^[8,15,17]。ACD 进一步分为 3 个亚组: ACD≤3.00 mm, 3.01 mm≤ACD≤3.49 mm 和 ACD≥3.50 mm^[18]。根据 AL 将高度近视眼患者分为 3 个亚组: 26.00 mm≤AL<28.00 mm, 28.00 mm≤AL<30.00 mm 和 AL≥30.00 mm(超高度近视眼)^[14]。

收集患者的病历资料,记录 AL、角膜屈光力(K1, K2 和 K)、CD、中央角膜厚度(central corneal thickness, CCT)、ACD、晶状体厚度(lens thickness, LT)、VCD 和 CA(包括散光大小和轴位)。

统计学分析:采用 SPSS 23.0 统计学软件进行数据分析。计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较采用独立样本 t 检验,多组间比较采用单因素方差分析,两两比较采用 SNK-q 检验。计数资料用 $n(\%)$ 表示,两组间比较采用 χ^2 检验。等级资料两组间比较采用 Mann-Whitney U 检验,多组间比较采用 Kruskal-Wallis H 检验,两两比较采用 Nemenyi 检验。采用 Pearson 相关系数评估各参数之间可能存在的相关性;采用 Jonckheere-Terpstra 检验对各参数与各年龄亚组、AL 亚组之间的趋势进行分析;采用线性回归模型对各 CA 程度类型所占百分比与各年龄亚组、AL 亚组之间的趋势进行分析。所有 P 值均为双侧,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料及眼球生物学参数比较 本研究共纳入高度近视眼组患者 695 例 695 眼,对照组患者 695

例 695 眼。两组患者性别、年龄、CD、CCT 比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。高度近视眼组患者 AL、ACD、LT、VCD、CA、AL/角膜曲率半径(corneal radius of curvature, CR)及 VCD/AL 的平均值均大于对照组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.01$),见表 1。在高度近视眼患者中,有 252 眼(34.1%) $AL \geq 30.00$ mm(超高度近视)。

2.2 两组患者角膜屈光力分布及角膜类型比较 高度近视眼组中 $40.0 D \leq K < 42.0 D$ 为 85 眼(12.2%),显著高于对照组(42 眼,6.0%);高度近视眼组中 $44.0 D \leq K < 46.0 D$ 为 248 眼(35.7%),显著低于对照组(296 眼,42.6%),差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。高度近视眼组中有 87 眼(12.5%) 合并扁平角膜,显著高于对照组(42 眼,6.0%),差异有统计学意义($P < 0.001$),见表 2。高度近视眼白内障患者比正常 AL 白内障患者更有可能发生扁平角膜{优势比 [$OR = 87 \times (695-42) / 428 \times (695-87)$] = 2.22}。

2.3 两组患者不同年龄间 ACD 比较 两组患者除 40-49 岁年龄亚组间 ACD 比较差异无统计学意义($P = 0.081$)外,其余各年龄亚组中高度近视眼组 ACD 平均值均大于对照组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.01$),见表 3。高度近视眼组中 91 眼(13.1%) $ACD \leq 3.00$ mm,显著低于对照组(212 眼,30.5%),差异有统计学意义($P < 0.001$); $3.01 \leq ACD \leq 3.49$ mm 中高度近视眼组 279 眼(40.1%),对照组(293 眼,42.2%),差异无统计学意义($P = 0.479$);高度近视眼组中 325 眼(46.8%) $ACD \geq 3.50$ mm,显著高于对照组(190 眼,27.3%),差异有统计学意义($P < 0.001$)。在高

表 1 两组患者一般资料及眼球生物学参数比较

参数	高度近视眼组($n=695$)		对照组($n=695$)		统计值	P
年龄($\bar{x} \pm s$,岁)	59.42±12.38		60.07±12.87		-0.958	0.338
性别(例,%)	男	335(48.2)	319(45.9)		0.739	0.420
	女	360(51.8)	376(54.1)			
AL($\bar{x} \pm s$,mm)		29.20±2.61	23.54±0.73	55.146	<0.001	
角膜屈光力($\bar{x} \pm s$,D)	K1	43.23±1.59	43.67±1.43	-5.401	<0.001	
	K2	44.42±1.72	44.56±1.47	-1.713	<0.001	
	K	43.82±1.61	44.12±1.41	-3.603	<0.001	
CD($\bar{x} \pm s$,mm)		11.90±0.48	11.88±0.44	1.024	0.306	
CCT($\bar{x} \pm s$,mm)		0.55±0.04	0.54±0.03	1.228	0.220	
ACD($\bar{x} \pm s$,mm)		3.45±0.40	3.22±0.42	10.606	<0.001	
LT($\bar{x} \pm s$,mm)		4.41±0.47	4.32±0.53	3.405	0.001	
VCD($\bar{x} \pm s$,mm)		21.34±2.60	16.01±0.74	52.015	<0.001	
CA($\bar{x} \pm s$,D)		1.18±0.78	0.89±0.64	7.592	<0.001	
AL/CR($\bar{x} \pm s$)		3.79±0.38	3.08±0.10	48.576	<0.001	
ACD/AL($\bar{x} \pm s$)		0.12±0.02	0.14±0.02	-18.139	<0.001	
VCD/AL($\bar{x} \pm s$)		0.73±0.03	0.68±0.02	42.569	<0.001	

注:对照组为同期在我院行白内障手术的正常 AL 患者。

表 2 两组患者角膜屈光力分布及角膜类型比较

分组	眼数	角膜屈光力						角膜类型		
		<40.0 D	≥40.0-≤42.0 D	≥42.0-≤44.0 D	≥44.0-≤46.0 D	≥46.0-≤48.0 D	≥48.0 D	扁平角膜	普通角膜	陡峭角膜
高度近视眼组	695	2(0.3)	85(12.2)	292(42.0)	248(35.7)	60(8.6)	8(1.2)	87(12.5)	540(77.7)	68(9.8)
对照组	695	0	42(6.0)	293(42.2)	296(42.6)	59(8.5)	5(0.7)	42(6.0)	590(84.9)	63(9.1)
χ^2		2.003	16.023	0.003	6.959	0.009	0.699	17.304	11.828	0.211
P		0.500	<0.001	1.000	0.01	1.000	0.579	<0.001	0.001	0.714

注:对照组为同期在我院行白内障手术的正常 AL 患者。

度近视眼组中,ACD 和 ACD/AL 均与 AL 呈负相关关系($r=-0.162$ 、 -0.661 ,均 $P<0.001$),但对照组 ACD 和 ACD/AL 均与 AL 呈正相关关系($r=0.338$ 、 0.105 ,均 $P<0.01$)。

2.4 两组患者 CA 分布及 CA 类型比较 在高度近视眼组中,有 576 眼(82.9%)CA ≥ 0.50 D,350 眼(50.4%)CA ≥ 1.00 D,192 眼(27.6%)CA ≥ 1.50 D 和 94 眼(13.5%)CA ≥ 2.00 D,这些比例均显著高于对照组[(486 眼,69.9%), (228 眼,32.8%), (105 眼,15.1%) 和 (46 眼,6.6%)],差异均有统计学意义(均 $P<0.001$)。当患者年龄 ≥ 40 岁,且 <80 岁时,高度近视眼组在各年龄亚组的 CA 均大于对照组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。在高度近视眼组中,有 424 眼(61.0%)合并中度散光,40 眼(5.8%)合并高度散光,均显著高于对照组[(326 眼,46.9%)和(20 眼,2.9%)],差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),见表 4。高度近视眼白内障比正常 AL 白内障更有可能合并中、高度散光($OR=2.03$)。此外,高度近视眼组有 271 眼(39.0%)合并 WTR 散光,低于对照组(310 眼,44.6%),差异有统计学意义($\chi^2=4.498$, $P=0.039$)。在高度近视眼组中,当患者年龄 ≥ 50 岁时,CA 随年龄增加而增大($r=0.197$, $P<0.001$),这一趋势与对照组一致($r=0.169$, $P<0.001$)。高度近视眼组 WTR 散光眼在 ≤ 39 岁年龄亚组中比例最高(26 眼,72.2%),在 ≥ 80 岁年龄亚组中比例最低

(6 眼,15.8%),但 ATR 散光眼在 ≥ 80 岁年龄亚组中比例最高(27 眼,71.1%),在 ≤ 39 岁年龄亚组中比例最低(6 眼,16.7%),同时 CA 轴位类型随着患者年龄增长由 WTR 散光向 ATR 散光转变,这一趋势与对照组一致,见图 1。

2.5 不同性别的高度近视眼白内障患者眼球生物参数比较 男性高度近视眼患者 CD、CCT 及 ACD 的平均值均大于高度近视眼女性患者,差异均有统计学意义(均 $P<0.001$),但男性高度近视眼患者 K 及 CA 的平均值均小于高度近视眼女性患者,差异均有统计学意义(均 $P<0.001$),而且女性高度散光眼的比例高于男性,差异有统计学意义($P=0.009$),见表 5。

2.6 不同年龄的高度近视眼白内障患者眼球生物参数 不同年龄的高度近视眼白内障患者眼球生物参数比较结果见表 6。高度近视眼患者 LT 随着患者年龄增长呈增大趋势($P<0.001$),其余参数及各 CA 程度类型所占百分比随患者年龄增长均无增大或减少趋势(均 $P>0.05$)。

2.7 不同 AL 的高度近视眼白内障患者眼球生物参数比较 不同 AL 的高度近视眼白内障患者眼球生物参数比较结果见表 7。LT 和 VCD 均随着 AL 增加呈增大趋势(均为 $P<0.001$),其余参数及各 CA 程度类型随 AL 增加均无增大或减少趋势(均 $P>0.05$)。

表 3 两组患者不同年龄间 ACD 比较

 $(\bar{x} \pm s, \text{mm})$

分组	眼数	≤ 39 岁	40~49 岁	50~59 岁	60~69 岁	70~79 岁	≥ 80 岁
高度近视眼组	695	3.62 ± 0.45	3.52 ± 0.40	3.45 ± 0.38	3.46 ± 0.39	3.36 ± 0.36	3.24 ± 0.41
对照组	695	3.28 ± 0.48	3.43 ± 0.37	3.30 ± 0.40	3.17 ± 0.40	3.06 ± 0.40	2.95 ± 0.36
<i>t</i>		3.149	1.751	3.665	7.230	6.288	3.464
<i>P</i>		0.002	0.081	<0.001	<0.001	<0.001	0.001

注:对照组为同期在我院行白内障手术的正常 AL 患者。

表 4 两组患者不同年龄间 CA 分布及 CA 程度类型比较

分组	眼数	CA ($\bar{x} \pm s, \text{D}$)					CA 程度类型(眼, %)			
		≤ 39 岁	40~49 岁	50~59 岁	60~69 岁	70~79 岁	≥ 80 岁	低度散光	中度散光	高度散光
高度近视眼组	695	1.30 ± 0.77	1.14 ± 0.72	0.99 ± 0.68	1.19 ± 0.72	1.37 ± 0.84	1.56 ± 1.25	231(33.2)	424(61.0)	40(5.8)
对照组	695	1.54 ± 0.91	0.91 ± 0.61	0.80 ± 0.60	0.72 ± 0.49	0.93 ± 0.60	1.19 ± 0.76	349(50.2)	326(46.9)	20(2.9)
统计值		0.678	2.579	2.738	7.288	4.808	1.613	41.197	27.812	6.967
<i>P</i>		0.214	0.011	0.006	<0.001	<0.001	0.111	<0.001	<0.001	0.012

注:对照组为同期在我院行白内障手术的正常 AL 患者。

表 5 不同性别的高度近视眼白内障患者眼球生物参数比较

分组	眼数	AL	K	CD	CCT	ACD	LT
		($\bar{x} \pm s, \text{mm}$)	($\bar{x} \pm s, \text{D}$)	($\bar{x} \pm s, \text{mm}$)			
男性	335	29.18 ± 2.81	43.25 ± 1.45	12.04 ± 0.45	0.55 ± 0.04	3.51 ± 0.40	4.40 ± 0.48
女性	360	29.23 ± 2.40	44.36 ± 1.56	11.77 ± 0.46	0.54 ± 0.03	3.39 ± 0.39	4.42 ± 0.45
统计值		-0.275	-9.734	7.586	4.295	4.021	-0.721
<i>P</i>		0.784	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.471

分组	眼数	VCD	CA	CA 程度类型(眼, %)		
		($\bar{x} \pm s, \text{mm}$)	($\bar{x} \pm s, \text{D}$)	低度散光	中度散光	高度散光
男性	335	21.27 ± 2.81	1.05 ± 0.65	127(37.9)	197(58.8)	11(3.3)
女性	360	21.42 ± 2.40	1.31 ± 0.87	104(28.9)	227(63.1)	29(8.1)
统计值		-0.750	-4.451	6.365	1.317	7.285
<i>P</i>		0.453	<0.001	0.013	0.276	0.009

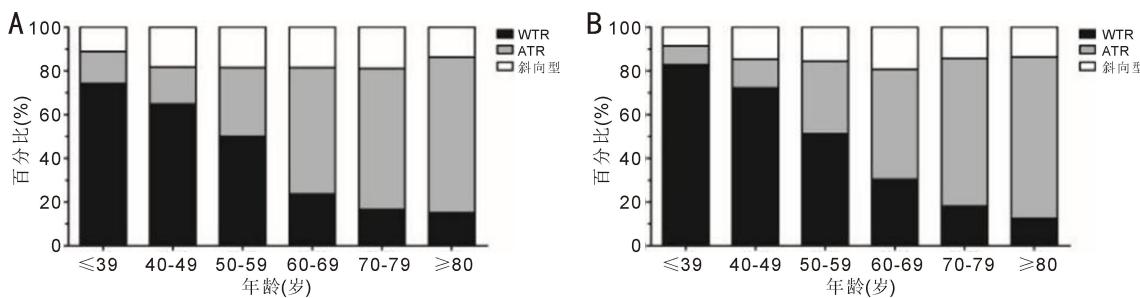


图1 两组患者CA轴位类型在各年龄亚组分布差异 A:高度近视眼组;B:对照组;CA:角膜散光;WTR:顺规型;ATR:逆规型。

表6 不同年龄的高度近视眼白内障患者眼球生物参数比较

分组	眼数	AL ($\bar{x} \pm s$, mm)	K ($\bar{x} \pm s$, D)	CD ($\bar{x} \pm s$, mm)	CCT ($\bar{x} \pm s$, mm)	ACD ($\bar{x} \pm s$, mm)	LT ($\bar{x} \pm s$, mm)
≤39岁组	36	29.35±3.02	43.21±1.39	12.13±0.53	0.54±0.03	3.62±0.45	4.00±0.52
40-49岁组	125	28.87±2.51 ^e	43.33±1.59	12.02±0.42	0.55±0.04 ^a	3.52±0.40	4.23±0.46 ^a
50-59岁组	184	29.82±2.80 ^c	44.61±1.51	11.98±0.46	0.55±0.04	3.45±0.38 ^a	4.38±0.42 ^{a,c}
60-69岁组	195	29.16±2.43 ^e	44.12±1.59 ^{a,c,e}	11.81±0.49 ^{a,c,e}	0.55±0.03	3.46±0.39 ^a	4.44±0.44 ^{a,c}
70-79岁组	117	28.85±2.36 ^e	44.32±1.61 ^{a,c,e}	11.79±0.46 ^{a,c,e}	0.54±0.03 ^{c,e}	3.36±0.36 ^{a,c,e,i}	4.64±0.41 ^{a,c,g}
≥80岁组	38	28.48±2.71 ^e	44.02±1.72 ^{a,c}	11.73±0.49 ^{a,c,e}	0.56±0.04 ^{a,k}	3.24±0.41 ^{a,c,e,i}	4.71±0.43 ^{a,c,e,g}
统计值		16.836	36.655	39.109	11.692	26.772	87.276
P		0.005	<0.001	<0.001	0.039	<0.001	<0.001

分组	眼数	VCD ($\bar{x} \pm s$, mm)	CA ($\bar{x} \pm s$, D)	CA程度类型(眼, %)		
				低度散光	中度散光	高度散光
≤39岁组	36	21.72±2.98	1.30±0.77	11(30.6)	22(61.1)	3(8.3)
40-49岁组	125	21.12±2.44 ^e	1.14±0.72	43(34.4)	77(61.6)	5(4.0)
50-59岁组	184	22.00±2.77 ^c	0.99±0.68 ^a	77(41.9)	99(53.8)	8(4.3)
60-69岁组	195	21.26±2.43 ^e	1.19±0.72 ^e	57(29.2) ^e	130(66.7)	8(4.1)
70-79岁组	117	20.85±2.38 ^e	1.37±0.84 ^{c,e,g}	34(29.0) ^e	71(60.7)	12(10.3)
≥80岁组	38	20.53±2.87 ^e	1.56±1.25 ^{c,e,g}	9(23.7) ^e	25(65.8)	4(10.5)
统计值		22.529	24.630	10.234	7.028	8.770
P		<0.001	<0.001	0.069	0.219	0.119

注:^aP<0.05 vs ≤39岁组; ^bP<0.05 vs 40-49岁组; ^cP<0.05 vs 50-59岁组; ^dP<0.05 vs 60-69岁组; ^eP<0.05 vs 70-79岁组; ^fP<0.05 vs ≥80岁组。

表7 不同AL的高度近视眼白内障患者眼球生物参数比较

分组	眼数	AL ($\bar{x} \pm s$, mm)	K ($\bar{x} \pm s$, D)	CD ($\bar{x} \pm s$, mm)	CCT ($\bar{x} \pm s$, mm)	ACD ($\bar{x} \pm s$, mm)	LT ($\bar{x} \pm s$, mm)
26.00 mm≤AL<28.00 mm组	295	26.86±0.56	43.59±1.55	11.96±0.46	0.55±0.03	3.49±0.38	4.33±0.49
28.00 mm≤AL<30.00 mm组	163	28.94±0.60 ^a	44.01±1.71 ^a	11.82±0.48 ^a	0.55±0.04	3.49±0.37	4.34±0.39
AL≥30.00 mm	237	32.31±1.66 ^{a,c}	43.99±1.58 ^a	11.89±0.49 ^a	0.54±0.03 ^a	3.36±0.42 ^{a,c}	4.56±0.46 ^{a,c}
统计值		604.461	10.775	9.287	13.850	18.161	40.057
P		<0.001	0.005	0.010	0.001	<0.001	<0.001

分组	眼数	VCD ($\bar{x} \pm s$, mm)	CA ($\bar{x} \pm s$, D)	CA程度类型(眼, %)		
				低度散光	中度散光	高度散光
26.00 mm≤AL<28.00 mm组	295	19.03±0.67	1.13±0.74	106(35.9)	174(59.0)	15(5.1)
28.00 mm≤AL<30.00 mm组	163	21.12±0.72 ^a	1.24±0.91	56(34.4)	97(59.5)	10(6.1)
AL≥30.00 mm	237	24.38±1.75 ^{a,c}	1.21±0.75	69(29.1)	153(64.6)	15(6.3)
统计值		589.406	1.946	2.873	1.917	0.432
P		<0.001	0.378	0.238	0.383	0.806

注:^aP<0.05 vs 26.00 mm≤AL<28.00 mm组; ^bP<0.05 vs 28.00 mm≤AL<30.00 mm组。

3讨论

在这项前瞻性研究中,我们采用基于SS-OCT的新型光学生物测量仪(IOL Master 700)提供了高度近视眼白内

障患者白内障术前眼球生物参数分布的规范数据。高度近视眼组的AL、ACD、LT、VCD、CA及AL/CR和VCD/AL均大于对照组(均P<0.01)。在高度近视眼组中,有12.5%

合并扁平角膜,46.8% 合并 ACD ≥ 3.50 mm,66.8% 合并中、高度散光,这些比例均显著高于对照组(分别为 6.0%,27.3% 和 49.8%; 均 $P < 0.001$)。

本研究中有约 1/3 的高度近视眼白内障患者 AL ≥ 30.00 mm,与既往研究报道的比例(38.2%)类似^[11],表明在接受白内障手术治疗的高度近视眼患者中,超高度近视眼极为常见。既往研究表明近视眼的角膜基质厚度和角膜硬度均较正视眼降低,且与近视严重程度呈负相关关系^[19-20]。在我们的研究中,高度近视眼组 K 的平均值小于对照组(43.82 ± 1.61 vs 44.12 ± 1.41 D, $P < 0.001$),而且高度近视眼组有 12.5% 的患者合并扁平角膜,这一比例显著高于对照组(6.0%, $P < 0.001$),表明高度近视眼白内障患者的角膜屈光力往往较低,在高度近视眼白内障患者中扁平角膜更常见。这与既往研究报道的 AL 与角膜屈光力呈负相关关系的结果一致^[21]。

高度近视眼组中 ACD 的平均值为 3.45 ± 0.40 mm, 显著高于对照组(3.22 ± 0.42 mm, $P < 0.001$), 这与既往其他研究的结果一致^[22], 也显著高于既往研究报道的单纯高度近视眼患者 ACD(3.20 ± 0.28 mm)^[23]。然而, 高度近视眼白内障患者 ACD 与 AL 呈负相关关系($r = -0.162$, $P < 0.001$), 同时 ACD/AL 与 AL 呈负相关关系($r = -0.661$, $P < 0.001$), 表明在高度近视眼白内障患者中 ACD 没有与 VCD 平行增长, 而且在超高度近视眼患者中, 由于多合并后巩膜葡萄肿, 随着 AL 的延长, 其 VCD 较 ACD 增长更快^[2,24]。

高度近视眼白内障患者 CA 平均为 1.18 ± 0.78 D, 显著大于正常 AL 白内障患者(0.89 ± 0.64 D, $P < 0.001$), 也大于年龄相关性白内障患者 CA(中国, 1.01 D^[16]; 英国, 1.06 D^[17])。此外, 绝大多数高度近视眼白内障患者(82.9%)CA ≥ 0.50 D(即为有临床意义的角膜散光^[17]), 也有相当一部分患者 CA ≥ 1.00 D(50.4%)及 CA ≥ 1.50 D(27.6%), 这些比例均高于正常 AL 白内障患者(分别为 69.9%, 32.8% 和 15.1%), 同时这些比例也高于英国学者报道的 ARC 患者中的相应比例(分别为 78%, 42% 和 21%)^[17]。

在高度近视眼白内障患者中,女性角膜比男性更陡峭,这与正常 AL 白内障患者表现一致,也与 ARC 患者一致^[15]。然而,高度近视眼白内障患者中女性比男性有更大的 CA,这与正常 AL 白内障患者表现不一致,也与既往研究报道的单纯高度近视眼患者^[23]及 ARC 患者^[21]均不一致(男性和女性患者 CA 比较均无显著差异,均为 $P > 0.05$),这一表现可能归因于高度近视眼角膜基质厚度和角膜硬度与近视严重程度呈负相关^[19-20]。在高度近视眼白内障患者中,当患者年龄 ≥ 50 岁时,CA 随患者年龄增长呈逐渐增大趋势($r = 0.197$, $P < 0.001$),同时高度近视眼白内障患者 ATR 散光的比例随患者年龄增加而升高,这与正常 AL 白内障患者表现一致,也与 ARC 患者一致^[15]。

本研究的局限性在于所有患者均来自同一家医院,不能完全代表国人高度近视眼白内障群体白内障术前角膜散光的患病情况及分布特点,而且样本量偏少,在今后的研究中,我们将进一步扩大样本量,并进行多中心及基于社区的人群研究,以获取高度近视眼白内障患者角膜散光分布的流行病学数据。

综上所述,本研究前瞻性采用 IOL Master 700 获取了高度近视眼白内障患者规范的眼球生物参数数据,系统评估了其白内障术前眼球生物参数特征及 CA 分布规律,并与正常 AL 白内障患者进行了对比分析,这些信息将有助于白内障手术医生为高度近视眼白内障患者精准计算 IOL 度数及选择合适的 IOL 类型和恰当的角膜切口。同时,我们的研究结果也对我国近视相关的公共卫生负担提出了新的挑战,随着年轻一代近视人群的变老,越来越多的高度近视眼患者(占该年龄群体的 10%-20%^[25])需要接受白内障手术,而对合并有长 AL, 深 ACD 及大 CA 的高度近视眼施行白内障手术将使这一问题变得更具挑战性。

利益冲突声明: 本文不存在利益冲突。

作者贡献声明: 谭叶辉论文选题与修改,初稿撰写,论文修改; 邵毅、裴重刚、张桃、饶杰、彭梦颖、刘纯、张丽娟文献检索,数据分析。所有作者阅读并同意最终的文本。

参考文献

- [1] Shi HK, Guo NJ, Zhao ZM, et al. Global prevalence of myopic macular degeneration in general population and patients with high myopia: a systematic review and meta-analysis. Eur J Ophthalmol, 2024, 34(3):631-640.
- [2] Ehongo A. Understanding Posterior Staphyloma in Pathologic Myopia: Current Overview, New Input, and Perspectives. Clin Ophthalmol, 2023, 17:3825-3853.
- [3] Elhusseiny AM, Salim S. Cataract surgery in myopic eyes. Curr Opin Ophthalmol, 2023, 34(1):64-70.
- [4] Zhu XJ, He WW, Du Y, et al. Effect of fixation stability during biometry measurements on refractive prediction accuracy in highly myopic eyes. J Cataract Refract Surg, 2017, 43(9):1157-1162.
- [5] Redden LD, Grubauer B, Hoffmann P, et al. Intraocular Lens Power Calculation – Comparing Big Data Approaches to Established Formulas. Am J Ophthalmol, 2025, 273:141-150.
- [6] Zhao KB, Zhang JS, Wan XH. Visual Outcomes and Complication Rates of Cataract Surgery in Asian High Myopic Patients: A Meta-Analysis and Systematic Review. Clin Ophthalmol, 2025, 19:2239-2248.
- [7] Schallhorn SC, Hettinger KA, Pelouskova M, et al. Effect of residual astigmatism on uncorrected visual acuity and patient satisfaction in pseudophakic patients. J Cataract Refract Surg, 2021, 47(8):991-998.
- [8] Tan QQ, Wen BW, Liao X, et al. Optical quality in low astigmatic eyes with or without cylindrical correction. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2020, 258(2):451-458.
- [9] Akman A, Asena L, Güngör SG. Evaluation and comparison of the new swept source OCT-based IOLMaster 700 with the IOLMaster 500. Br J Ophthalmol, 2016, 100(9):1201-1205.
- [10] Arriola-Villalobos P, Almendral-Gómez J, Garzón N, et al. Agreement and clinical comparison between a new swept-source optical coherence tomography-based optical biometer and an optical low-coherence reflectometry biometer. Eye, 2016, 31(3):437-442.
- [11] 陶露莎, 高玲, 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.
- [12] Pan CW, Cheung CY, Aung T, et al. Differential associations of myopia with major age-related eye diseases: the Singapore Indian Eye Study. Ophthalmology, 2013, 120(2):284-291.
- [13] Kanthan GL, Mitchell P, Rochtchina E, et al. Myopia and the long-term incidence of cataract and cataract surgery: the Blue Mountains

- Eye Study. Clin Exp Ophthalmol, 2014,42(4):347-353.
- [14] Tan YH, Liu LP, Li JB, et al. Effect of cataract surgery on vision-related quality of life among cataract patients with high myopia: a prospective, case-control observational study. Eye (Lond), 2022, 36(8):1583-1589.
- [15] Chen WR, Zuo CG, Chen CY, et al. Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery in Chinese patients. J Cataract Refract Surg, 2013,39(2):188-192.
- [16] Jun I, Kang DSY, Reinstein DZ, et al. Clinical outcomes of SMILE with a triple centration technique and corneal wavefront-guided transepithelial PRK in high astigmatism. J Refract Surg, 2018,34(3):156-163.
- [17] Day AC, Dhariwal M, Keith MS, et al. Distribution of preoperative and postoperative astigmatism in a large population of patients undergoing cataract surgery in the UK. Br J Ophthalmol, 2019,103(7):993-1000.
- [18] Ma S, Li C, Sun J, et al. Comparative Analysis of Eighteen IOL Power Calculation Formulas Using a Modified Formula Performance Index Across Diverse Biometric Parameters. Am J Ophthalmol, 2025, 273: 221-230.
- [19] Kim BJ, Ryu IH, Lee JH, et al. Correlation of sex and myopia with corneal epithelial and stromal thicknesses. Cornea, 2016,35(8):1078-1083.
- [20] Chen LF, Huang YY, Zhang XY, et al. Corneal biomechanical properties demonstrate anisotropy and correlate with axial length in myopic eyes. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2023,64(10):27.
- [21] Cui Y, Meng QL, Guo HK, et al. Biometry and corneal astigmatism in cataract surgery candidates from Southern China. J Cataract Refract Surg, 2014,40(10):1661-1669.
- [22] Tan YH, Shao Y, Liu LP, et al. A 10-year retrospective study on the prevalence and biometric characteristics of high myopia in Chinese cataract surgery candidates. Sci Rep, 2025,15(1):22698.
- [23] Li XR, Cheng WB, Hu LM, et al. Ocular biometric parameters among Han and Uyghur young adults with myopia in Xinjiang, China. Int J Ophthalmol, 2025,18(6):1105-1112.
- [24] Takahashi T, Yokoi-Igarashi T, Takahashi H, et al. Evaluating the Volume of Eyes With Pathologic Myopia Using 3D MRI. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2025,66(4):13.
- [25] Morgan IG, French AN, Ashby RS, et al. The epidemics of myopia: aetiology and prevention. Prog Retin Eye Res, 2018, 62: 134-149.

2024 版《中国科技期刊引证报告》核心版眼科期刊主要指标及排名 (以综合评价总分为序)

期刊名称	核心总被引频次		核心影响因子		综合评价总分	
	数值	排名	数值	排名	数值	排名
中华眼科杂志	2013	2	1.328	1	63.8	1
国际眼科杂志	2806	1	1.125	2	58.2	2
眼科新进展	1208	3	0.826	3	52.7	3
中国眼耳鼻喉科杂志	423	7	0.542	7	40.9	4
中华眼科医学杂志电子版	173	11	0.318	10	32.0	5
中华实验眼科杂志	924	4	0.614	5	30.2	6
中华眼底病杂志	684	6	0.549	6	29.1	7
临床眼科杂志	336	8	0.278	11	23.0	8
中华眼视光学与视觉科学杂志	764	5	0.767	4	22.9	9
眼科	292	9	0.323	9	19.8	10
中国斜视与小儿眼科杂志	236	10	0.385	8	13.4	11

摘编自 2024 版《中国科技期刊引证报告》核心版