

基于 CASIA2 评价白内障术后 3 种非球面人工晶状体囊袋内倾斜和偏心的研究

马继玲^{1,2,3}, 王晓明², 李琰², 穆廷潇², 靳琳³, 孔慧³, 杨乃甫^{1,2}, 党光福³

1. 山东中医药大学 眼科与视光医学院, 山东 济南 250105

2. 济南明水眼科医院 白内障科, 山东 济南 250200

3. 山东第一医科大学第一附属医院 眼科, 山东 济南 250014

摘要: **目的** 应用新型眼前节扫频光相干断层扫描仪 CASIA2 比较白内障术后 3 种不同非球面人工晶状体 (intraocular lens, IOL) 倾斜和偏心。 **方法** 回顾 2020 年 10 月至 2021 年 3 月于山东省千佛山医院行白内障超声乳化摘除联合 IOL 植入术的患者资料, 其中包括患者的年龄、性别、术前及术后 1 d 最佳矫正视力 (best corrected visual acuity, BCVA)、眼轴长度 (axial length, AL)、IOL 类型及度数等资料, 并分别于术后 1 d、7 d、30 d 应用 CASIA2 测量 IOL 在 2D 图像中水平和垂直方向的倾斜度和偏心量以及 3D 图像中的倾斜度、偏心量及其方向。 **结果** 患者 134 例 (157 眼), 其中男 52 例, 女 82 例, 年龄 45~86 岁, 平均 (67.86±8.26) 岁。分为 A (HOYA250) 组 56 眼 (右眼 31 只, 左眼 25 只)、B (RS60A) 组 63 眼 (右眼 34 只, 左眼 29 只)、C (ZCB00) 组 38 眼 (右眼 15 只, 左眼 23 只)。右眼结果显示, 术后 7 d 在 2D 图像中 A 组水平倾斜度大于 B 组 IOL 的水平倾斜度; 术后 1 d、7 d, A 组的水平偏心量均小于 B 组 IOL 的水平偏心量。术后 1 d 和 7 d, A 组的垂直倾斜度均大于 C 组 IOL 的垂直倾斜度, 以上差异均有统计学意义。在 3D 图像中术后 1 d、7 d, A 组的倾斜方向与 C 组 IOL 的倾斜方向差异均有统计学意义。A 组术后 7 d 的倾斜度大于术后 30 d 的倾斜度, 差异有统计学意义。术后 1 d、7 d 和 30 d, A 组的偏心量均分别小于 B 组 IOL 的偏心量, 差异均有统计学意义。A 组和 C 组术后 1 d 的偏心量均分别小于术后 30 d, 差异均有统计学意义。左眼结果显示: 在 3D 图像中, 术后 7 d、30 d, A 组的偏心量均小于 B 组 IOL 的偏心量, 差异均有统计学意义。C 组术后 1 d 的倾斜度小于术后 30 d 的倾斜度, 差异有统计学意义。术后 1 d、7 d 和 30 d, IOL 均出现向颞侧和颞下倾斜趋势, 偏心未表现出有偏向的趋势。 **结论** 3 种 IOL 在囊袋内存在不同程度的倾斜和偏心, 均出现向颞侧和颞下倾斜趋势, 偏心未表现出有偏向的趋势。

关键词: 白内障; 非球面人工晶体; 扫频源光学相干层析成像; 倾斜; 偏心

中图分类号: R776.1

文献标志码: A

文章编号: 1673-3770(2024)04-0076-10

引用格式: 马继玲, 王晓明, 李琰, 等. 基于 CASIA2 评价白内障术后 3 种非球面人工晶状体囊袋内倾斜和偏心的研究 [J]. 山东大学耳鼻喉眼学报, 2024, 38(4): 76-85. MA Jiling, WANG Xiaoming, LI Yan, et al. Evaluation of three different aspheric intraocular lens tilts and decentrations in capsular bags after cataract surgery based on CASIA2 [J]. Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University, 2024, 38(4): 76-85.

Evaluation of three different aspheric intraocular lens tilts and decentrations in capsular bags after cataract surgery based on CASIA2

MA Jiling^{1,2,3}, WANG Xiaoming², LI Yan², MU Yanxiao², JIN Lin³, KONG Hui³, YANG Naifu^{1,2}, DANG Guangfu³

1. School of Ophthalmology and Optometry, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250105, Shandong, China

2. Department of Cataract, Jinan Mingshui Eye Hospital, Jinan 250200, Shandong, China

3. Department of Ophthalmology, The First Affiliated Hospital of Shandong First Medical University, Jinan 250014, Shandong, China

Abstract: **Objective** Evaluation of tilt and decentration of 3 kinds of aspheric intraocular lens (IOL) after cataract surgery based on a new anterior segment swept-source optical coherence tomography CASIA2. **Methods** Retrospective case series. Clinical data of patients with cataracts who underwent phacoemulsification and IOL implantation between October 2020 and March 2021 were collected. Moreover, clinical data such as age, sex, best-corrected visual acuity (BCVA) before and on the first day after surgery, axial length (AL), and type and power of the IOL used were collected from all patients. CASIA2 was used to obtain clear images at 1, 7, and 30 days postoperatively. Horizontal and vertical tilt and decentration in two-dimensional (2D) images, and tilt, decentration, and orientation in three-dimensional (3D) images were assessed. SPSS26.0 software was used for statistical analysis. Additionally,

收稿日期: 2023-04-11

通信作者: 党光福. E-mail: dangguangfu@qq.com

$P < 0.05$ was considered statistically significant. **Results** In total, 134 patients (157 eyes) were enrolled. The patients comprised 52 males and 82 females, with an age range of 45-86 years and an average age of 67.86 ± 8.26 years. The eyes were divided into groups A (HOYA250), B (RS60A), and C (ZCB00). The study included 31, 34, and 15 right eyes, and 25, 29, and 23 left eyes. No significant differences were observed in ocular AL, IOL power, or frequency of BCVA improvement on day 1 after surgery among the three groups. On day 7 postoperatively, the horizontal tilt degree of group A was greater than that of group B in 2D images. On days 1 and 7 postoperatively, the horizontal decentration of group A was smaller than that of group B in 2D images; and on days 1 and 7 postoperatively, the vertical tilt degree of group A was larger than that of group C in 2D images, with a significant difference between the two groups. On days 1 and 7 postoperatively, significant differences in the orientation of the tilt between groups A and C group in 3D images were observed. The vertical decentration of group A 1 day postoperatively was significantly greater than that at 30 days postoperatively. On 1, 7, and 30 days postoperatively, the decentration of group A was significantly smaller than that of group B in the 3D images. No significant differences in the remaining intergroup and intragroup results were observed. Left eye results; on days 7 and 30 postoperatively, the decentration of group A was significantly lower than that of group B in 3D images. The tilt of group C 1 day postoperatively was significantly smaller than that at 30 days postoperatively. No significant differences in the remaining intergroup and intragroup results were identified. On days 1, 7, and 30 postoperatively, the three IOL groups demonstrated temporal and infratemporal trends; however, the tilt trend displayed no bias. **Conclusion** Different degrees of tilt and decentration of the three types of IOLs in the capsular bags were identified. The three types of IOLs demonstrated a tendency to tilt to the temporal and infratemporal sides, and decentration did not display a biased tendency.

Key words: Cataract; Aspheric intraocular lens; Optical coherence tomography; Tilt; Decentration

白内障手术已然发展成为精准屈光手术。现代 IOL 设计的视觉质量依赖于其在眼内的位置^[1]。IOL 倾斜和偏心常导致伪影、近视漂移、斜向散光等视觉紊乱症状,严重倾斜可导致散光和慧差增加^[2]。既往评价非球面 IOL 的倾斜和偏心,多以瞳孔轴作为参考轴,因瞳孔中心易受虹膜解剖结构变化而变化,具有一定的局限性,本研究应用以角膜地形轴为参考轴的新型眼前节相干断层扫描仪 CASIA2,其具有良好的精确性和重复性^[3]。本研究比较 3 种不同非球面 IOL 的倾斜和偏心。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2020 年 10 月至 2021 年 3 月植入 3 种不同的双瓣非球面 IOL 的白内障患者的临床资料。本研究经山东第一医科大学附属第一医院(山东省千佛山医院)医学伦理委员会审批通过, [批件号:YXLL-KY-2023(052 号)]。统计研究患者的年龄、性别等资料,将研究患者双眼分别分为 A (HOYA250) 组、B (RS60A) 组、C (ZCB00) 组, IOL 类型及其参数,见表 1。

纳入标准:白内障行超声乳化吸除联合 IOL 植入术患者;年龄 > 45 岁;无眼外伤及眼手术史;散瞳直径 ≥ 6 mm;眼压 (intraocular pressure, IOP): $10 \leq IOP \leq 21$ mmHg。

表 1 IOL 类型及其参数
Table 1 Types and parameters of IOLs

IOL 类型	样式 襱数	光学部 直径/mm	总长度/ mm	襱形状	推注 方式	材料	光焦度 范围/D
A	1 片式 双襱	6	12.5	改良 C 型襱	预装	光学部:疏水性丙烯酸酯襱;疏水性丙烯酸酯和聚甲基丙烯酸甲酯	6.00-30.00
B	1 片式 双襱	6	13	L 型 A 形状襱	非预装	光学部与襱:疏水性丙烯酸酯	0.00-34.00
C	1 片式 双襱	6	13	改良 C 型襱	非预装	光学部与襱:疏水性丙烯酸酯	6.00-30.00

排除标准:排除角膜疾病患者,如角膜白斑、圆锥角膜、球形角膜等;术中出现并发症,如后囊破裂或撕裂、悬韧带断裂;假性囊膜剥脱综合征、青光眼、视网膜色素变性等悬韧带异常的患者;术后并发症如眼内炎、黄斑囊样水肿或视网膜脱离的患者;合并精神异常、全身重大疾病等

不能配合者。

1.2 方法

1.2.1 手术

在表面麻醉后,行 3.0 mm 颞上方透明角膜主切口。在晶状体前囊居中位置做直径约 5 mm 连续环形撕囊,水分离后超声乳化吸除晶状体核,清除皮质

后完成后囊抛光。IOL 植入囊袋后,调整 IOL 位置使其居于中心位置。所有手术均由同一位熟练的白内障医师完成。

1.2.2 倾斜和偏心的测量

所有患者均使用 1%复方托吡卡胺滴眼液点眼散瞳,待瞳孔直径>6 mm,取坐立位。应用 CASIA2 Post-op cataract 模式。可直接得到 2D 图像中的水平与垂直方向上的倾斜度和偏心量,3D 图像中的倾斜度和偏心量及其各自的方向。

1.2.3 基于 CASIA2 的参数结果阐述

2D 图像中,倾斜度和偏心量是指在一个平面图中 IOL 中轴线(黄色虚线)和角膜地形图轴(蓝色虚线)的夹角,IOL 中心到角膜地形图轴轴线的距离。水平和垂直方向上,IOL 轴和 IOL 中心相对于角膜地形图轴位于右侧和上方时,资料

为正值,若位于左侧和下方则为负值。如图 1 右眼水平方向检查结果所示。故将双眼资料分开进行统计分析。3D 立体图中的倾斜度、偏心量及其各自的方向是指 IOL 扁平面的法线和角膜地形图视轴轴线的夹角与方位,IOL 中心到角膜地形图视轴轴线距离与方位,3D 图像中倾斜度和偏心量及其各自的方向,采用迪卡尔坐标系记录,取水平方向 0°-180°为 X 轴,垂直方向 90°-270°为 Y 轴,坐标点记录形式为:(倾斜度,倾斜方向)、(偏心量,偏心方向),如图 2 所示。因为坐标点在卡迪尔坐标系中的表示具有唯一性,为更直观表达结果,观察 IOL 倾斜度和偏心量及其各自的方向的分布情况,可将迪卡尔坐标系的坐标点转为极坐标系中的对应点表示出来。

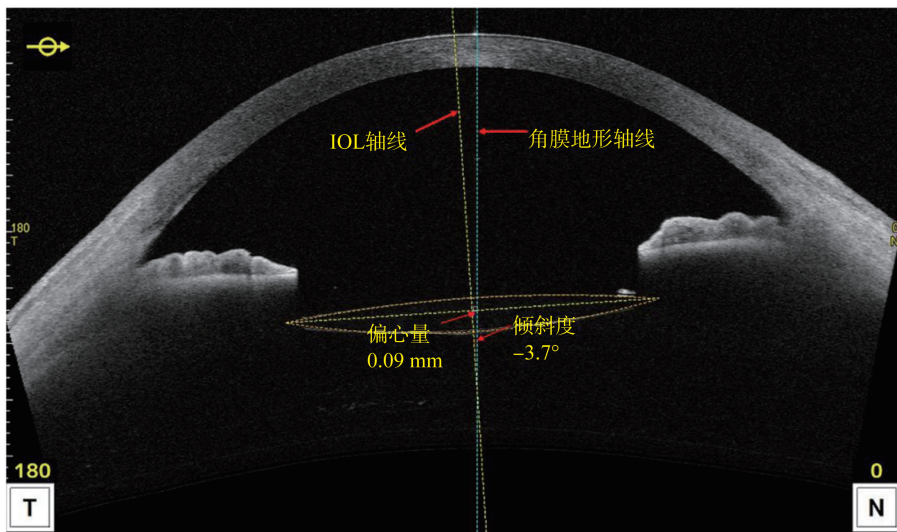


图 1 右眼 2D 图像水平方向检查结果中的倾斜度和偏心量
Figure 1 Horizontal tilt and decentration in the results of the right eye 2D image

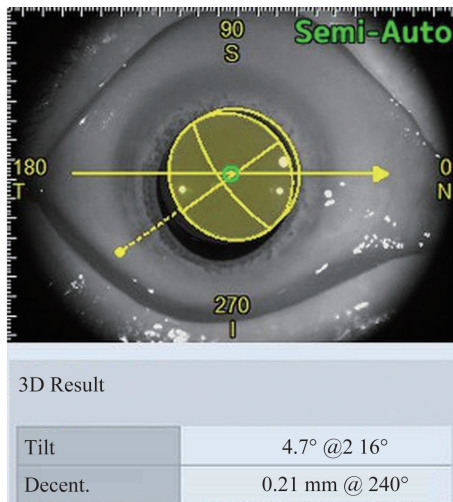


图 2 右眼 3D 图像检查结果中的倾斜和偏心及其各自的方向
Figure 2 The tilt and decentration and their orientations in the result of righteye 3D image

1.3 统计学处理

应用 PASS15.0 软件,根据预实验所得的右眼各组 3D 倾斜度的均值和标准差数据,基于“One-Way Analysis of Variance F-Tests”模块,设置 power 为 0.9,α 为 0.05,计算样本量为每组 15 例。计量资料中符合正态分布资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,非正态资料采用 $P_{50}(P_{25}, P_{75})$ 表示,计数资料采用频数(%)表示。对于 IOL 的倾斜度和偏心量等计量资料进行正态性检验和方差齐性检验,若服从正态分布和方差齐性检验,采用单因素方差分析进行组间比较,采用单因素重复测量方差分析进行组内比较。若计量资料不服从正态分布或方差不齐的计量资料,采用 Kruskal-Wallis H 检验进行组间比较,采用广义估计方程进行组内比较。计数资料应用 Fisher 精确检验。显著性用 P 值表示, $P < 0.05$ 为差异有统计学意

义。为避免 I 类错误,多组间的两两比较已针对多项检验通过 Bonferroni 矫正法调整。采用 SPSS26.0 软件进行统计分析,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 患者基本资料

本研究共收集 134 例(157 眼)患者的资料,其中男 52 例、女 82 例,年龄为 45~86 岁,平均(67.86±8.26)岁。患者的分组、眼数、AL 及 IOL

表 2 患者的分组、眼数、AL 及 IOL 度数资料

Table 2 Data of patients' group, eye number, AL, and IOL degree

组别	眼数/例		AL/mm		人工晶状体度数/D	
	右眼	左眼	右眼	左眼	右眼	左眼
A 组	31	25	23.39±1.21	23.36±0.81	21.21±2.22	20.80±1.65
B 组	34	29	23.63±2.19	23.85±2.38	21.76±5.10	20.83±6.35
C 组	15	23	23.47±1.46	23.21±1.15	20.60±2.85	22.00±2.86
F			0.159	1.098	0.511	0.610
P			0.853	0.339	0.602	0.546

2.3 IOL 在 2D 图像中水平方向上的倾斜度和偏心量

右眼术后 7 d A 组与 B 组 IOL 的水平倾斜度、术后 1 d 和 7 d A 组与 B 组的水平偏心量差异均有

度数资料见表 2。

2.2 术后第 1 天 BCVA 提高结果

右眼 A 组、B 组和 C 组术后第 1 天 BCVA 提高眼数分别为 23(74.2%)、31(91.2%)和 11(73.3%),各组间差异无统计学意义($\chi^2=4.070, P=0.144$)。左眼 A 组、B 组和 C 组术后第 1 天 BCVA 提高眼数分别为 23(92.0%)、23(79.3%)和 22(95.7%),各组间差异无统计学意义($\chi^2=3.281, P=0.214$)。

统计学意义($P<0.05$)。其余组间的水平倾斜度和水平偏心量差异均无统计学意义($P>0.05$)见表 3。左眼 3 个组间的水平倾斜度和水平偏心量差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 4。

表 3 右眼 3 个组患者术后不同时间点 2D 图像中水平方向上 IOL 的倾斜度和偏心量
Table 3 Horizontal tilt degree and decentration of IOL in 2D images at different time points of patients in 3 right eye groups after surgery

分组	水平倾斜度/°			水平偏心量/mm		
	术后 1 d	术后 7 d	术后 30 d	术后 1 d	术后 7 d	术后 30 d
A 组	-5.100 (-5.800, -4.200)	-5.135±1.206	-4.942±0.992	-0.059±0.102	-0.077±0.117	-0.102±0.125
B 组	-4.079±1.905	-4.250 (-5.250, -2.800)	-4.450 (-5.100, -2.875)	-0.200 (-0.260, -0.060)	-0.146±0.189	-0.185 (-0.273, -0.088)
C 组	-4.807±1.163	-4.760±1.304	-4.500±1.236	-0.080 (-0.170, -0.050)	-0.090 (-0.150, -0.050)	-0.110 (-0.160, -0.080)
F/Z	5.494	6.701	5.435	4.732	6.747	5.226
P	0.064	0.035	0.066	0.012	0.034	0.073

表 4 左眼 3 个组患者术后不同时间点 2D 图像中水平方向上 IOL 的倾斜度和偏心量
Table 4 Horizontal tilt degree and decentration of IOL in 2D images at different time points of patients in 3 left eye groups after surgery

分组	水平倾斜度/°			水平偏心量/mm		
	术后 1 d	术后 7 d	术后 30 d	术后 1 d	术后 7 d	术后 30 d
A 组	4.600 (4.300, 5.800)	4.700 (3.900, 5.500)	4.900 (3.450, 5.550)	0.019±0.124	0.024±0.120	0.046±0.122
B 组	4.800 (1.900, 5.600)	4.900 (1.100, 5.800)	4.700 (1.550, 5.700)	0.056±0.210	0.089±0.165	0.121±0.169
C 组	4.409±1.175	4.500 (4.000, 4.800)	4.730±1.115	0.010 (-0.040, 0.090)	0.017±0.145	0.060 (-0.050, 0.080)
F/Z	0.429	0.040	1.330	1.015	1.994	3.643
P	0.807	0.980	0.514	0.602	0.143	0.162

2.4 IOL 在 2D 图像中垂直方向上的倾斜度和偏心量

右眼术后 1 d 和 7 d A 组与 C 组的垂直倾斜度差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), 其余组间垂直倾斜

度和垂直偏心量差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 5。左眼 3 个组间的垂直倾斜度和垂直偏心量差异无统计学意义 (P 均 > 0.05) (表 6)。

表 5 右眼 3 个组患者术后不同时间点 2D 图像中垂直方向上 IOL 的倾斜度和偏心量
Table 5 Vertical tilt degree and decentration of IOL in 2D images at different time points of patients in 3 right eye groups after surgery

分组	垂直倾斜度/ $^{\circ}$			垂直偏心量/mm		
	术后 1 d	术后 7 d	术后 30 d	术后 1 d	术后 7 d	术后 30 d
A 组	-2.200 (-2.500, -1.000)	-1.787 \pm 1.089	-1.687 \pm 1.159	-0.080 (-0.120, 0.040)	-0.013 \pm 0.114	-0.001 \pm 0.110
B 组	-1.550 (-2.425, -0.175)	-1.203 \pm 1.444	-1.450 (-2.425, -0.650)	-0.046 \pm 0.126	-0.021 \pm 0.136	-0.050 (-0.125, 0.075)
C 组	-0.547 \pm 1.636	-0.813 \pm 1.385	-0.500 \pm 2.092	0.037 \pm 0.162	0.037 \pm 0.176	0.053 \pm 0.176
F/Z	7.759	3.220	2.640	3.563	0.965	1.311
P	0.021	0.045	0.267	0.168	0.385	0.519

表 6 左眼 3 个组患者术后不同时间点 2D 图像中垂直方向上 IOL 的倾斜度和偏心量
Table 6 Vertical tilt degree and decentration of IOL in 2D images at different time points of patients in 3 left eye groups after surgery

分组	垂直倾斜度/ $^{\circ}$			垂直偏心量/mm		
	术后 1 d	术后 7 d	术后 30 d	术后 1 d	术后 7 d	术后 30 d
A 组	-2.516 \pm 1.333	-2.228 \pm 1.329	-2.168 \pm 1.022	-0.040 \pm 0.076	-0.029 \pm 0.072	-0.034 \pm 0.100
B 组	-2.103 \pm 1.200	-1.924 \pm 1.119	-1.897 \pm 1.255	-0.064 \pm 0.152	-0.028 \pm 0.123	-0.047 \pm 0.155
C 组	-1.743 \pm 0.991	-1.400 (-2.500, -0.500)	-2.400 (-2.800, -0.100)	-0.050 \pm 0.135	-0.008 \pm 0.151	-0.030 \pm 0.135
F/Z	2.541	4.987	2.401	0.247	0.240	0.127
P	0.086	0.083	0.301	0.782	0.787	0.881

2.5 IOL 在 3D 图像中倾斜度和偏心量及其各自的方向

右眼术后 1 d、7 d 和 30 d A 组与 B 组的偏心量、术后 1 d 和 7 d A 组与 C 组 IOL 的倾斜方向均有统计学差异 ($P < 0.05$); A 组术后 7 d 与 30 d 的倾斜度、A 组与 C 组术后 1 d 与 30 d 的偏心量差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。其余组间与组内的倾斜

度和偏心量及其各自的方向差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 7、表 8。左眼术后 7 d 和 30 d A 组与 B 组的偏心量差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); C 组术后 1 d 与 30 d 的倾斜度差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。其余组间与组内的倾斜度和偏心量及其各自的方向差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 9、表 10。

表 7 右眼 3 个组患者术后不同时间点 3D 图像中 IOL 的倾斜度及其方向
Table 7 Tilt degree and it's orientation of IOL in 3D images at different time points of patients in 3 right eye groups after surgery

分组	术后 1 d		术后 7 d		术后 30 d	
	倾斜度/ $^{\circ}$	方向/ $^{\circ}$	倾斜度/ $^{\circ}$	方向/ $^{\circ}$	倾斜度/ $^{\circ}$	方向/ $^{\circ}$
A 组	5.300 (4.800, 6.200)	201.129 \pm 15.286	5.494 \pm 1.016	199.161 \pm 10.795	5.300 (4.900, 5.800)	218.903 \pm 111.152
B 组	4.715 \pm 1.786	199.500 (182.000, 209.500)	4.797 \pm 1.782	197.000 (179.500, 208.000)	4.900 (4.275, 5.625)	199.500 (188.000, 209.250)
C 组	5.100 \pm 1.140	186.330 \pm 19.010	5.073 \pm 1.176	188.867 \pm 17.582	4.753 \pm 0.930	193.667 \pm 19.178
F/Z	4.439	2.994	1.961	7.948	3.367	2.716
P	0.109	0.030	0.148	0.019	0.186	0.257

表8 右眼3个组患者术后不同时间点3D图像中IOL的偏心量及其方向

Table 8 Decentration and its orientation of IOL in 3D images at different time points of patients in 3 right eye groups after surgery

分组	术后1 d		术后7 d		术后30 d	
	偏心量/mm	方向/°	偏心量/mm	方向/°	偏心量/mm	方向/°
A组	0.145±0.051	211.000 (117.000, 227.000)	0.150 (0.100, 0.190)	178.226±66.868	0.169±0.089	179.355±71.503
B组	0.241±0.116	195.882±63.168	0.225 (0.148, 0.313)	185.735±57.604	0.285±0.157	190.000 (158.000, 222.750)
C组	0.197±0.114	159.867±41.800	0.160 (0.130, 0.320)	170.933±54.274	0.237±0.121	174.667±51.070
F/Z	8.084	5.157	9.037	0.331	6.740	0.153
P	0.001	0.063	0.011	0.719	0.002	0.858

表9 左眼3个组患者术后不同时间点3D图像中IOL的倾斜度及其方向

Table 9 Tilt degree and its orientation of IOL in 3D images at different time points of patients in 3 left eye groups after surgery

分组	术后1 d		术后7 d		术后30 d	
	倾斜度/°	方向/°	倾斜度/°	方向/°	倾斜度/°	方向/°
A组	5.684±1.268	331.000 (321.000, 345.000)	5.476±1.022	327.000 (320.000, 340.000)	5.252±1.038	333.000 (324.500, 341.500)
B组	4.734±1.769	328.000 (297.000, 340.500)	4.672±1.931	327.000 (294.000, 341.000)	5.400 (3.050, 6.400)	329.000 (312.000, 339.500)
C组	5.000 (4.300, 5.400)	336.000 (330.000, 347.000)	4.800 (4.400, 5.300)	334.000 (326.000, 349.000)	5.139±1.069	330.000 (326.000, 345.000)
F/Z	6.467	4.825	3.619	1.611	0.543	1.242
P	0.039	0.090	0.164	0.447	0.762	0.537

表10 左眼3个组患者术后不同时间点3D图像中IOL的偏心量及其方向

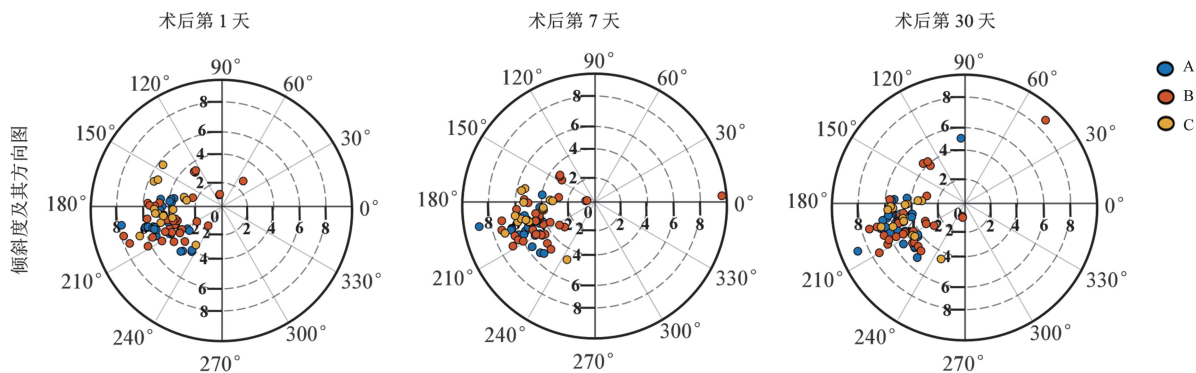
Table 10 Decentration and its orientation of IOL in 3D images at different time points of patients in 3 left eye groups after surgery

分组	术后1 d		术后7 d		术后30 d	
	偏心量/mm	方向/°	偏心量/mm	方向/°	偏心量/mm	方向/°
A组	0.138±0.071	205.000 (160.500, 308.500)	0.132±0.067	271.000 (168.500, 310.500)	0.143±0.056	271.000 (147.000, 312.000)
B组	0.213±0.122	236.000 (126.500, 315.00)	0.203±0.096	199.000 (113.000, 320.500)	0.217±0.104	245.000 (78.000, 321.500)
C组	0.130 (0.100, 0.210)	233.739±100.368	0.175±0.094	228.435±101.757	0.183±0.106	238.000 (134.000, 308.000)
F/Z	2.854	0.216	4.530	0.366	4.293	0.519
P	0.054	0.897	0.014	0.833	0.017	0.772

2.6 IOL 各组不同时间点 3D 图像中的倾斜和偏心及其各自方向的坐标

现向颞侧和颞下倾斜趋势,偏心未表现出有偏向的趋势。见图3、图4。

术后右眼的3个组和左眼的3个组,IOL 均出



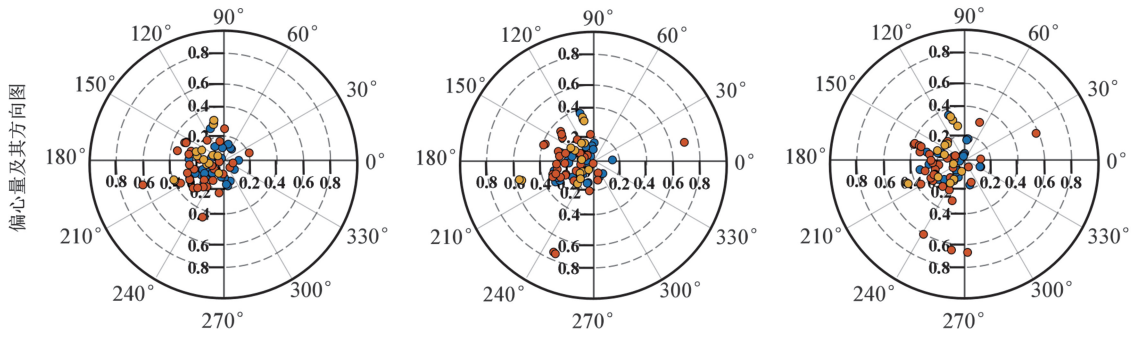


图 3 右眼 3 个组患者 3D 图上倾斜度、偏心量及其各自的方向的极坐标图

Figure 3 Polar diagrams of tilt and decentration and their orientation in 3D images of patients in right eye groups

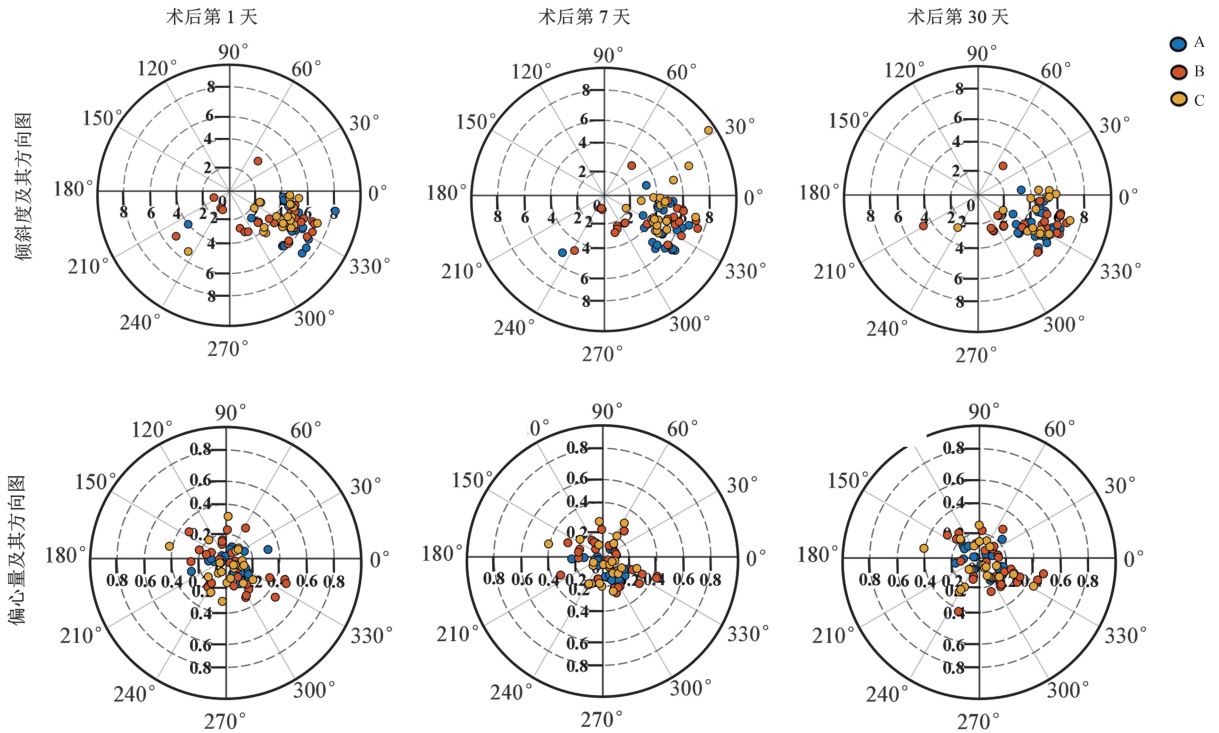


图 4 左眼 3 个组患者 3D 图上倾斜度、偏心量及其各自的方向的极坐标图

Figure 4 Polar diagrams of tilt and decentration and their orientation in 3D images of patients in left eye groups

3 讨论

人的眼球是一个欠规则的光学系统,晶状体位置相对于角膜顶点倾斜约 $(4.16 \pm 1.97)^\circ$, 偏心约 $(0.33 \pm 0.20) \text{ mm}^{[4]}$ 。IOL 植入术后亦存在约 $2^\circ \sim 3^\circ$ 的倾斜和 $0.2 \text{ mm} \sim 0.3 \text{ mm}$ 的偏心。虽然囊袋内正常植入的 IOL 倾斜和偏心一般不会引起注意,远低于影响视力的标准,但严重的倾斜和偏心可显著降低患者视觉质量,导致患者术后满意度下降^[5]。目前临床中应用的所有 IOL 均存在倾斜和偏心的问题,这可能与术前晶状体的倾斜和偏心有关^[6-7],低程度的倾斜和偏心一般不会引起注意,但较大程度的倾斜和偏心可能会导致患者满意度下降。Piers 等^[5]的模型眼研究结果表明,非球面 IOL 的倾斜或

偏心超过 10° 和 0.8 mm 时,成像质量下降,本研究所有患者的倾斜与偏心均小于 Piers 等的研究。

IOL 倾斜度是指 IOL 扁平面的中心法线与视轴的夹角,而偏心是指 IOL 的光学中心到视轴的垂直距离。模型眼模拟白内障术后的研究显示,IOL 的光学中心与视轴重合时,光学性能最好^[8]。因此,理论上来说,视轴是评价白内障术后 IOL 倾斜度和偏心量的最佳参考轴^[9]。视轴是连接注视点与第一、第二节点以及黄斑中央凹的线。注视时,从注视点反射的光线到达第一个节点,再沿着相同的方向从第二个节点与黄斑中心凹相交。为简化对视轴的理解,常将视轴直接描述为连接注视点与黄斑中心凹的直线^[10]。临床评价 IOL 倾斜度和偏心量需要一个固定的轴线作为参考。但现有仪器难以客

规定视轴,故将视轴作为参考轴较难实现。临床上对 IOL 倾斜和偏心评价中常用的轴包括瞳孔轴和角膜地形图轴等。Purking 法^[11]、UBM 法^[12]、Scheimpflug 原理法^[13]测量 IOL 倾斜和偏心是以瞳孔轴为参考轴,但因瞳孔中心位置存在较大变异,影响测量的准确性。Zhang 等^[14]比较了 IOL 相对于角膜地形图轴、瞳孔轴和光轴的倾斜度和偏心量,发现角膜地形图轴与术后矫正远视力最相关,是评价 IOL 倾斜和偏心的最可靠参考轴。本研究应用的测量仪器 CASIA2,它是基于眼前节扫频光相干断层扫描原理的新型眼前节分析仪,是以角膜地形图轴为参考轴,使用波长 1 310 nm 的扫描源激光、在 0.6 s 内完成清晰的眼前节 OCT 图像采集。由内置分析软件自动识别 IOL 轮廓并生成 IOL 倾斜和偏心的参考线,对 IOL 图像进行拟合轮廓处理后自动进行 2D 和 3D 分析,且具有方便、快速、非接触和分辨率高等优点,是 IOL 倾斜和偏心可靠、便捷的测量工具。

参考轴与术后前囊收缩^[15]、后囊膜混浊^[16]等中、远期影响^[17-18]可能是导致测量结果存在差异的原因。Fişuş 等^[19]用 Purking 测量仪对术后 2 年的 ZCB00 IOL 进行测定发现,倾斜为 5.0° ,偏心为 0.45 mm 。倾斜度与本研究结果接近,但偏心量大于本研究。钱玖林等^[20]应用 CASIA2 测量 ZCB00 IOL 术后 1 d、1 周、1 个月的倾斜度为 $(5.002 \pm 0.943)^\circ$ 、 $(4.881 \pm 1.218)^\circ$ 、 $(4.806 \pm 1.129)^\circ$,偏心量为 $(0.160 \pm 0.107)\text{ mm}$ 、 $(0.172 \pm 0.095)\text{ mm}$ 、 $(0.177 \pm 0.099)\text{ mm}$,与本研究结果较为接近。Liu 等^[13]应用本 Scheimpflug 原理法测得术后 3 个月 ZCB00 IOL 的倾斜度为 $(2.77 \pm 1.18)^\circ$,较本研究 3D 结果小,偏心量为 $(0.23 \pm 0.18)\text{ mm}$,较本研究 3D 结果稍微偏大。综上所述,一个具有明确的定义、固定的解剖定位的参考轴,相同的检测时间,可增加 IOL 的倾斜和偏心研究结果的可比性,更能体现相关研究的意义,推进倾斜和偏心相关研究进展。

影响 IOL 倾斜和偏心的因素有很多,还包括晶状体的倾斜与偏心、眼轴长度、前房深度、人工晶状体厚度、角膜直径等^[7,21-22]。在本研究 3D 图像中倾斜方向均为颞侧与颞下方,与之前研究结果一致^[3,7];Chen 等^[11]应用 Purking 测量仪对 IOL 术后 3 个月的位置进行评估,发现正视眼与远视眼有轻微的鼻侧偏心,大多数近视眼表现为颞侧偏心,本研究未发现偏心具有某种偏向趋势,可能与本研究未对患者眼轴长度和术前的屈光状态进行限制有关。另双眼主刀口位置、撕囊和前囊抛光均可影响 IOL

倾斜和偏心^[24-26]。Chang 等^[24]的研究认为术后 1 周,双眼上切口和颞侧切口操作对囊袋和晶状体悬韧带的的作用力的水平矢量均指向 X 轴上的鼻侧,右眼的偏心在水平矢量不像左眼被抵消,左眼在水平方向上具有较小的偏心。本研究选取的颞上主切口,同样存在指向 X 轴上的鼻侧水平矢量,除术后 7 d 时右眼 B 组的水平倾斜度小于左眼外,术后 1 周内,右眼的 2D 图像中,其余组的水平倾斜度和水平偏心量均值大于左眼,这与 Chang 等^[24]的研究结论分析具有较好的一致性。本研究,手术均由同一位医师施行,在一定程度上控制了撕囊差异的影响,使结果更具可比性。由于本研究缺失晶状体倾斜和偏心、人工晶状体厚度、角膜直径等的基线资料,未能分析其对结果的影响。在今后的研究中可进一步开展前瞻性研究,完善术前相关基线资料,延长观察时间,以观察 IOL 在囊袋内长期的倾斜与偏心。

IOL 的设计亦是重要的影响因素。在 3D 图像中, A 组的 IOL 偏心量小于 B 组,且在右眼术后 3 次测量时均存在统计学差异,左眼在术后 7 d 和 30 d 存在统计学差异,可能是与 A 组较小的总直径 (12.5 mm) 和预装式推入设计相关。B 组与 C 组的倾斜度和偏心量无统计学差异,且 C 组均值小于 B 组,可能与 C 组的 5° 襟成角三点式固定设计相关。IOL 直径与囊袋直径紧密匹配,或可降低倾斜与偏心。谢立信等^[27]的研究比较了不同襟长对 IOL 术后 1 周和 3 个月的偏心发现,直径 12.5 mm 的 IOL 具有比直径 12 mm 的 IOL 更小的偏心。方艳文等^[28]认为直径为 10.5 mm 的 IOL 因在囊袋内活动而出现较大偏心值。Modesti 等^[29]认为 IOL 尺寸过大也可引起 IOL 的倾斜增加。本研究纳入的 2 种直径 IOL 在囊袋内均未出现具有临床意义的倾斜与偏心,推测该两种 IOL 直径与囊袋的匹配度较好。

4 总结与展望

随着手术技术提高和测量设备改进,白内障手术已不再仅限于提高患者视力,人们对术后视觉质量提出了更高的要求。IOL 居中稳定性是保证良好视觉质量的基础,白内障术后 IOL 的倾斜和偏心已成为影响患者术后视觉质量和满意度的主要原因之一。本研究通过 CASIA2 对 3 种不同 IOL 的倾斜与偏心进行了测量,我们观察到 3D 图像中,3 种 IOL 在囊袋内存在不同程度的倾斜和偏心。对 IOL 偏心的研究中发现:均出现向颞侧和颞下倾斜趋势,偏心未表现出有偏向的趋势。CASIA2 系统的 3D 模式可较准确测量 IOL 植入术后倾斜度、偏心量以及

其方向,对白内障患者术前选择功能性 IOL 和术后 IOL 位置的随访具有指导意义,为实现白内障术后最佳视觉状态提供质量保障。

参考文献:

- [1] 黄子彦, 段国平. 不同类型人工晶状体植入术后倾斜和偏心影响视觉质量的研究现状[J]. 山东大学耳鼻喉眼学报, 2022, 36(6): 26-31. doi:10.6040/j.issn.1673-3770.0.2021.544
HUANG Ziyang, DUAN Guoping. Effects of tilt and decentration on visual quality after various intraocular lens implantations[J]. *Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University*, 2022, 36(6): 26-31. doi:10.6040/j.issn.1673-3770.0.2021.544
- [2] Hirschschall N, Buehren T, Bajramovic F, et al. Prediction of postoperative intraocular lens tilt using swept-source optical coherence tomography[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2017, 43(6): 732-736. doi:10.1016/j.jcrs.2017.01.026
- [3] Kimura S, Morizane Y, Shiode Y, et al. Assessment of tilt and decentration of crystalline lens and intraocular lens relative to the corneal topographic axis using anterior segment optical coherence tomography [J]. *PLoS One*, 2017, 12(9): e0184066. doi: 10.1371/journal.pone.0184066
- [4] Tsinopoulos IT, Tsaousis KT, Kymionis GD, et al. Comparison of anterior capsule contraction between hydrophobic and hydrophilic intraocular lens models[J]. *Albrecht Von Graefes Arch Fur Klin Und Exp Ophthalmol*, 2010, 248(8): 1155-1158. doi:10.1007/s00417-010-1373-2
- [5] Piers PA, Weeber HA, Artal P, et al. Theoretical comparison of aberration-correcting customized and aspheric intraocular lenses[J]. *J Refract Surg*, 2007, 23(4): 374-384. doi:10.3928/1081-597X-20070401-10
- [6] Li ZL, Zhu ZH, Li XY, et al. Age-related changes in crystalline lens tilt and decentration: swept-source OCT study[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2021, 47(10): 1290-1295. doi:10.1097/j.jcrs.0000000000000632
- [7] Gu XX, Chen XY, Yang GY, et al. Determinants of intraocular lens tilt and decentration after cataract surgery [J]. *Ann Transl Med*, 2020, 8(15): 921. doi: 10.21037/atm-20-1008
- [8] Lawu T, Mukai K, Matsushima H, et al. Effects of decentration and tilt on the optical performance of 6 aspheric intraocular lens designs in a model eye[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2019, 45(5): 662-668. doi:10.1016/j.jcrs.2018.10.049
- [9] Buehren T. The subject-fixated coaxially sighted corneal light reflex: a clinical marker for centration of refractive treatments and devices[J]. *Am J Ophthalmol*, 2015, 159(3): 611-612. doi:10.1016/j.ajo.2014.12.022
- [10] Chang DH, Waring GO 4th. The subject-fixated coaxially sighted corneal light reflex: a clinical marker for centration of refractive treatments and devices[J]. *Am J Ophthalmol*, 2014, 158(5): 863-874. doi:10.1016/j.ajo.2014.06.028
- [11] Chen YA, Hirschschall N, Maedel S, et al. Misalignment of a novel single-piece acrylic intraocular lens in the first three months after surgery[J]. *Ophthalmic Res*, 2014, 51(2): 104-108. doi:10.1159/000356694
- [12] 张小宝, 谭浅, 江海波, 等. 超声生物显微镜下两种非球面人工晶状体倾斜度和偏心量的比较[J]. 国际眼科杂志, 2014, 14(7): 1231-1235. doi:10.3980/j.issn.1672-5123.2014.07.14
ZHANG Xiaobao, TAN Qian, JIANG Haibo, et al. Comparison of tilt and decentration of two aspheric intraocular lens by ultrasonic biomicroscope [J]. *International Eye Science*, 2014, 14(7): 1231-1235. doi:10.3980/j.issn.1672-5123.2014.07.14
- [13] Liu YQ, Zhao JY, Hu YP, et al. Comparison of the visual performance after implantation of three aberration-correcting aspherical intraocular lens[J]. *Curr Eye Res*, 2021, 46(3): 333-340. doi: 10.1080/02713683.2020.1798467
- [14] Zhang F, Zhang J, Li W, et al. Correlative comparison of three ocular axes to tilt and decentration of intraocular lens and their effects on visual acuity[J]. *Ophthalmic Res*, 2020, 63(2): 165-173. doi:10.1159/000504716
- [15] Wang DD, Yu XY, Li ZL, et al. The effect of anterior capsule polishing on capsular contraction and lens stability in cataract patients with high myopia[J]. *J Ophthalmol*, 2018, 2018: 8676451. doi:10.1155/2018/8676451
- [16] Uzel MM, Ozates S, Koc M, et al. Decentration and tilt of intraocular lens after posterior capsulotomy[J]. *Semin Ophthalmol*, 2018, 33(6): 766-771. doi: 10.1080/08820538.2018.1443146
- [17] Fus M, Pitrova S. Evaluation of decentration, tilt and angular orientation of toric intraocular lens [J]. *Clin Ophthalmol*, 2021, 15: 4755-4761. doi:10.2147/OPHT.S346968
- [18] Xu J, Lin PM, Zhang SH, et al. Risk factors associated with intraocular lens decentration after cataract surgery [J]. *Am J Ophthalmol*, 2022, 242: 88-95. doi: 10.1016/j.ajo.2022.05.005
- [19] Fişuş AD, Hirschschall ND, Maedel S, et al. Capsular bag performance of a novel hydrophobic acrylic single-piece intraocular lens: two-year results of a randomised controlled trial [J]. *Eur J Ophthalmol*, 2021, 31(5): 2377-2382. doi:10.1177/1120672120960591
- [20] 钱玖林, 廖萱, 唐玉玲, 等. 非球面人工晶状体偏心 and 倾斜以及视觉质量的对比研究[J]. 中华眼科杂志, 2022, 58(7): 521-528. doi:10.3760/cma.j.cn112142-20211103-00518

- QIAN Jiulin, LIAO Xuan, TANG Yuling, et al. Comparative study of decentration, tilt and visual quality after implantation of aspherical intraocular lenses[J]. *Chinese Journal of Ophthalmology*, 2022, 58(7): 521-528. doi: 10.3760/cma.j.cn112142-20211103-00518
- [21] Meng JQ, He WW, Rong XF, et al. Decentration and tilt of plate-haptic multifocal intraocular lenses in myopic eyes[J]. *Eye Vis*, 2020, 7: 17. doi: 10.1186/s40662-020-00186-3
- [22] 王造文, 王尔茜, 陈有信. 超声乳化晶状体摘除联合人工晶状体植入治疗马凡综合征晶状体半脱位的长期观察[J]. *临床眼科杂志*, 2020, 28(2): 120-124. doi: 10.3969/j.issn.1006-8422.2020.02.006
- WANG Zaowen, WANG Erqian, CHEN Youxin. Long-term clinical effect observation of phacoemulsification and intraocular lens implantation for patients with lens subluxation secondary to Marfan syndrome[J]. *Journal of Clinical Ophthalmology*, 2020, 28(2): 120-124. doi: 10.3969/j.issn.1006-8422.2020.02.006
- [23] Uzel MM, Ozates S, Koc M, et al. Decentration and tilt of intraocular lens after posterior capsulotomy[J]. *Semin Ophthalmol*, 2018, 33(6): 766-771. doi: 10.1080/08820538.2018.1443146
- [24] Chang PY, Lian CY, Wang JK, et al. Surgical approach affects intraocular lens decentration[J]. *J Formos Med Assoc*, 2017, 116(3): 177-184. doi: 10.1016/j.jfma.2016.04.003
- [25] Findl O, Hirschschall N, Draschl P, et al. Effect of manual capsulorhexis size and position on intraocular lens tilt, centration, and axial position[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2017, 43(7): 902-908. doi: 10.1016/j.jcrs.2017.04.037
- [26] Rossi T, Ceccacci A, Testa G, et al. Influence of anterior capsulorhexis shape, centration, size, and location on intraocular lens position: finite element model[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2022, 48(2): 222-229. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000000711
- [27] 谢立信, 朱刚, 张元宏, 等. 囊袋内植入不同襟长人工晶体后偏心的研究[J]. *眼视光学杂志*, 1999, 1(4): 222-223. doi: 10.3760/cma.j.issn.1674-845X.1999.04.009
- XIE Lixin, ZHU Gang, ZHANG Yuanhong, et al. Measurement of posterior chamber intraocular lens decentration after intraocular implantation[J]. *Journal of Optometry & Ophthalmology*, 1999, 1(4): 222-223. doi: 10.3760/cma.j.issn.1674-845X.1999.04.009
- [28] 方艳文, 卢奕, 汪琳. 折叠式人工晶状体囊袋内植入后偏心与倾斜的临床研究[J]. *眼视光学杂志*, 2008, 10(4): 252-255. doi: 10.3760/cma.j.issn.1008-1801.2008.04.004
- FANG Yanwen, LU Yi, WANG Lin. Decentration and tilt of foldable intraocular lenses in the lens capsule[J]. *Chinese Journal of Optometry Ophthalmology and Visual Science*, 2008, 10(4): 252-255. doi: 10.3760/cma.j.issn.1008-1801.2008.04.004
- [29] Modesti M, Pasqualitto G, Appolloni R, et al. Preoperative and postoperative size and movements of the lens capsular bag: ultrasound biomicroscopy analysis[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2011, 37(10): 1775-1784. doi: 10.1016/j.jcrs.2011.04.035

(编辑:王磊)

(上接第 75 页)

- [17] 常虎林, 邓纪钊, 贾敏, 等. 多模式融合教学在心血管内科临床教学实践中的应用[J]. *心脏杂志*, 2021, 33(4): 460-462. doi: 10.12125/j.chj.201908053
- CHANG Hulin, DENG Jizhao, JIA Min, et al. An exploration of PBL combined with CBL and CP methods in clinical teaching of cardiovascular medicine[J]. *Chinese Heart Journal*, 2021, 33(4): 460-462. doi: 10.12125/j.chj.201908053
- [18] 郑铭, 青卉, 娄鸿飞, 等. 中国主要城市鼻-鼻窦炎患病率调查[J]. *中国耳鼻咽喉头颈外科*, 2017, 24(4): 185-190. doi: 10.16066/j.1672-7002.2017.04.006
- ZHENG Ming, QING Hui, LOU Hongfei, et al. Survey to the prevalence of rhinosinusitis in major cities in China[J]. *Chinese Archives of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 2017, 24(4): 185-190. doi: 10.16066/j.1672-7002.2017.04.006
- [19] 梁旭, 金鹏, 赵莉, 等. 鼻呼出一氧化氮对慢性鼻窦炎诊断的临床应用价值[J]. *山东大学耳鼻喉眼学报*, 2022, 36(3): 181-188. doi: 10.6040/j.issn.1673-3770.0.2021.535
- LIANG Xu, JIN Peng, ZHAO Li, et al. Role of nasal nitric oxide in diagnosis of chronic sinusitis[J]. *Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University*, 2022, 36(3): 181-188. doi: 10.6040/j.issn.1673-3770.0.2021.535
- [20] 朱玉, 朱新华. TH2 细胞因子在 2 型慢性鼻窦炎伴鼻息肉中的作用机制研究进展[J]. *山东大学耳鼻喉眼学报*, 2023, 37(5): 156-161. doi: 10.6040/j.issn.1673-3770.0.2022.258
- ZHU Yu, ZHU Xinhua. Research progress on the role of TH2 cytokines in Type2 chronic rhinosinusitis with nasal polyps[J]. *Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University*, 2023, 37(5): 156-161. doi: 10.6040/j.issn.1673-3770.0.2022.258

(编辑:李纬)