

应用新一代 AS-OCT 观察高度近视白内障术后人工晶状体与后囊膜贴附的研究

郑磊, 张国明, 孙良南, 赵燕华, 余斯民, 甘润, 刘欣华

引用: 郑磊, 张国明, 孙良南, 等. 应用新一代 AS-OCT 观察高度近视白内障术后人工晶状体与后囊膜贴附的研究. 国际眼科杂志 2021;21(7):1266-1270

基金项目: 深圳医疗卫生三名工程(No.SZSM201812091)

作者单位: (518040) 中国广东省深圳市, 暨南大学附属深圳市眼科医院

作者简介: 郑磊, 毕业于中山大学中山眼科中心, 博士, 主治医师, 研究方向: 眼底病。

通讯作者: 刘欣华, 毕业于中山大学中山眼科中心, 博士, 主任医师, 研究方向: 白内障. xhualiu@sohu.com

收稿日期: 2020-08-14 修回日期: 2021-06-02

摘要

目的: 利用新一代眼前节 OCT(AS-OCT) 定量检测和分析高度近视长眼轴患者白内障术后人工晶状体与后囊膜贴附情况。

方法: 采用回顾性病例观察研究设计。纳入 2019-10/12 于深圳市眼科医院接受晶状体囊外摘除, 经超声乳化吸出联合人工晶状体植入术的白内障患者 60 例 60 眼, 根据眼轴长度(axial length, AL) 分为两组: 高度近视长眼轴组(AL>26.00mm) 和正常眼轴组(AL: 22.00~24.5mm) 各 30 例 30 眼。分别于术后 1、7、30d 用 AS-OCT 测量两组白内障术后人工晶状体光学面与后囊膜之间围成的空间平面面积(AREAP) 和未贴附残留后囊膜的边长。采用 Kaplan-Meier 生存分析法分析两组术后不同时间点的人工晶状体与后囊膜贴附率, Log-Rank 检验法比较贴附率。

结果: 正常眼轴组术后 1、7、30d 的 AREAP 分别为 0.81 ± 0.37 、 0.33 ± 0.19 、 $0.14 \pm 0.06 \text{ mm}^2$, 未贴附后囊膜边长分别为 7.93 ± 3.03 、 3.95 ± 2.44 、 $1.26 \pm 0.08 \text{ mm}$, 人工晶状体光学面与后囊膜贴附率分别为 33%、67%、83%; 高度近视长眼轴组术后 1、7、30d 的 AREAP 分别为 3.29 ± 0.43 、 1.54 ± 0.66 、 $0.62 \pm 0.28 \text{ mm}^2$, 未贴附后囊膜的边长分别为 13.56 ± 4.02 、 8.13 ± 3.90 、 $3.78 \pm 2.51 \text{ mm}$, 人工晶状体光学面与后囊膜贴附率分别为 0%、7%、23%。两组术后各时间点 AREAP、未贴附后囊膜边长、人工晶状体光学面与后囊膜贴附率均有差异($P < 0.05$)。

结论: 高度近视长眼轴患者白内障术后人工晶状体与后囊膜之间残留更大的空间, 贴附需要更长时间。新一代 AS-OCT 可以清晰地显示晶状体后囊膜的影像, 有望成为研究晶状体相关疾病的有效检查设备。

关键词: 眼前节光学相干断层扫描; 人工晶状体; 后囊膜; 空间; 后发性白内障

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2021.7.28

Observation of intraocular lens and posterior capsular attachment after high myopia cataract operation by new generation of AS-OCT

Lei Zheng, Guo - Ming Zhang, Liang - Nan Sun, Yan-Hua Zhao, Si-Min Yu, Run Gan, Xin-Hua Liu

Foundation item: Shenzhen Sanming Project (No. SZSM201812091)

Shenzhen Eye Hospital, Affiliated Hospital of Jinan University, Shenzhen 518040, Guangdong Province, China

Correspondence to: Xin - Hua Liu. Shenzhen Eye Hospital, Affiliated Hospital of Jinan University, Shenzhen 518040, Guangdong Province, China. xhualiu@sohu.com

Received: 2020-08-14 Accepted: 2021-06-02

Abstract

• **AIM:** To quantify and evaluate the capsular adhesion to intraocular lens (IOL) in subjects with high myopia by the latest anterior segment optical coherence tomography (AS-OCT).

• **METHODS:** Retrospective case observation study was designed. Sixty eyes of 60 patients who received extra-capsular extraction combined with IOL implantation in Shenzhen Eye Hospital from October 2019 to December 2019 were divided into two groups by axial length (AL), of which 30 eyes were highly myopic (AL>26mm) and 30 eyes were emmetropic (22mm<AL<24.5mm). All eyes were examined by AS-OCT at 1, 7, and 30d after operation. The area between IOL and posterior capsule (AREAP) and residual side length of posterior capsule not adhesion were evaluated. Kaplan-Meier survival analyses of attachment rates were studied. The ratios of posterior capsule attached IOL of the two groups at different postoperative times were compared by Log-Rank.

• **RESULTS:** In the emmetropic group, the AREAP was (0.81 ± 0.37), (0.33 ± 0.19) and (0.14 ± 0.06) mm^2 at 1, 7, and 30d after operation, respectively. The residual side lengths of posterior capsule not adhesion were (7.93 ± 3.03), (3.95 ± 2.44) and (1.26 ± 0.08) mm. The ratios of posterior capsule attached to IOL were 33%, 67% and 83%. In the highly myopic group, the AREAP were (3.29 ± 0.43), (1.54 ± 0.66) and (0.62 ± 0.28) mm^2 at 1, 7, and 30d postoperatively, respectively. The residual side lengths of posterior capsule not adhesion were (13.56 ± 4.02), (8.13 ± 3.90) and (3.78 ± 2.51) mm. The ratios of posterior capsule

attached to IOL were 0, 7% and 23%. There were statistically significant differences between the two groups in AREAP, residual side lengths of posterior capsule not adhesion and the ratios of posterior capsule attached to IOL ($P<0.05$).

• **CONCLUSION:** There is more space between posterior capsule and IOL after cataract surgery in highly myopic patients. The new generation of AS-OCT can clearly display the image of the posterior capsule of the lens, which is expected to be an effective examination device for the study of lens-related diseases.

• **KEYWORDS:** anterior segment optical coherence tomography; intraocular lens; capsular; space; posterior capsule opacification

Citation: Zheng L, Zhang GM, Sun LN, *et al.* Observation of intraocular lens and posterior capsular attachment after high myopia cataract operation by new generation of AS-OCT. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2021;21(7):1266-1270

0 引言

后发性白内障 (posterior capsule opacification, PCO) 是白内障术后常见的并发症,人工晶状体 (intraocular lens, IOL) 植入后与后囊膜的及时贴附有助于预防 PCO 的发生^[1]。高度近视长眼轴患者的囊袋直径较正常眼轴者大, IOL 植入后可扩张空间相对更大,从而导致 IOL 与后囊膜贴附所需时间更长,发生 PCO 的概率更大^[2]。通过改进 IOL 的设计类型和材质、植入晶状体囊袋张力环 (capsular tension ring, CTR) 等方法被证实一定程度上可以促进 IOL 与后囊膜贴附,从而有助于预防 PCO 的发生^[3-4]。但受限于不能活体动态观察 IOL 与后囊膜的贴附情况,使得相关研究停滞不前,PCO 的发病率也并未得到明显降低。CASIA2-眼前节光相干断层扫描 (anterior segment optical coherence tomography, AS-OCT) 是最新一代的眼前节成像设备,相比第一代 AS-OCT 的扫描深度仅为 6mm, CASIA2-AS-OCT 的扫描深度可达 13mm,能够完整地显示从角膜到晶状体后表面,甚至部分前段玻璃体的影像 (图 1)。本研究即应用此最新一代的 AS-OCT 动态地观察了高度近视合并白内障患者术后 IOL 与后囊膜的贴附情况,以期能为进一步研究 PCO 的防治提供影像学工具的参考。

1 对象和方法

1.1 对象 采用回顾性病例观察研究设计。收集 2019-10/12 在深圳市眼科医院确诊为白内障需行晶状体囊外摘除,经超声乳化吸出联合 IOL 植入的患者。根据眼轴长度 (axial length, AL) 分为:正常眼轴组 (AL 22.00 ~ 24.5mm) 和高度近视长眼轴组 (AL>26.00mm)。其中,正常眼轴组纳入 30 例 30 眼,男 12 例,女 18 例,年龄 52~69 (平均 63.80 ± 4.02) 岁;高度近视长眼轴组纳入 30 例 30 眼,男 17 例,女 13 例,年龄 50~68 (平均 61.87 ± 4.75) 岁。纳入标准:(1)经确诊为白内障需行手术治疗;(2)患者及家属知情理解并能配合随访检查。排除标准:(1)存在糖尿病病史、既往眼部手术史、葡萄膜炎病史、眼外伤史;(2)散瞳后瞳孔直径小于 7mm;(3)白内障术后存在任何的并发症;(4)经裂隙灯检查前囊膜不能覆盖 IOL。本研究遵循《赫尔辛基宣言》,经深圳市眼科医院伦理委员会

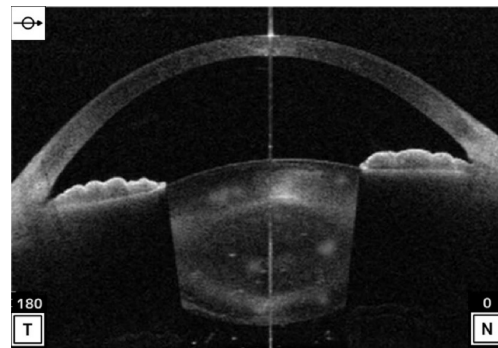


图 1 CASIA2-AS-OCT 的白内障患者眼前段结构显影 晶状体混浊灶呈现点状或片状的白色高密度影像,可以完整地显示晶状体前、后囊膜,呈光滑线状表现。

批准 (批文号:2019101206),所有受试者均自愿参与本研究,知晓研究目的和方法,并签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 研究方法 术前检查眼部基本情况由同一医生进行裂隙灯检查并评估;AL (mm)、角膜水平直径 (mm)、前房深度 (anterior chamber depth, ACD, mm)、IOL 屈光度数 (D) 由同一操作者使用 IOL Master 5.0 测量获得。

1.2.2 AS-OCT 检查方法 所有患者采取坐在暗室内,由同一名技师使用 CASIA2-AS-OCT,设备参数:扫描速度:50000 次 A 扫描/秒;扫描范围:深度 13mm,横向 16mm;分辨率:轴向 $<10\mu\text{m}$,横向 $<30\mu\text{m}$ 。每例患者散瞳后需进行横断面水平扫描和垂直扫描。检查完毕后选取图像居中、人工晶状体后表面及晶状体后囊膜高清显影、没有运动伪影的图片进行存储分析。所有的图片随机分配,由 3 名医师独立运用机器自带软件依据未贴附后囊膜的边缘进行连续勾勒轮廓,软件自动分析和计算出医生所勾勒获取的人工晶状体光学面与后囊膜之间围成的空间平面面积 (area between IOL and posterior capsule, AREAP) 和未贴附残留后囊膜边长的测量,见图 2。未贴附的后囊膜在人工晶状体后表面呈现为松弛的、波浪状的、白色高密度线状条带影,其与人工晶状体后光学面围成的暗区即为 AREAP。人工晶状体光学面与后囊膜贴附率 (%) = 人工晶状体后表面与后囊膜完全贴附眼数/各组总眼数。

1.2.3 白内障手术方法 术前复方托吡卡胺滴眼液滴眼充分散瞳,4g/L 盐酸奥布卡因表面麻醉后由同一名有经验的手术医生在 10:00~11:00 位做透明角膜切口,于 2:00 位透明角膜处做一辅助侧切口,连续环形撕囊获得前囊口直径约 5.5mm,水分离分层,采用 Infiniti 超声乳化仪,超声乳化吸除晶状体核及皮质, I/A 吸除剩余的皮质,彻底抛光前囊膜和后囊膜,囊袋内注入黏弹剂后植入一片式非球面 Rayner 920H IOL, I/A 吸除残余黏弹剂,尤其是人工晶状体与后囊膜之间的黏弹剂,调位钩将人工晶状体双襻调整至水平位,并确保人工晶状体居中,光学面边缘被前囊膜覆盖。

1.2.4 观察指标 分别于白内障术后 1、7、30d 使用 CASIA2-AS-OCT 检查两组术眼,计算 AREAP、未贴附后囊膜边长及人工晶状体与后囊膜贴附率。

统计学分析:采用 SPSS 25.0 软件进行统计分析。计量资料经 Kolmogorov-Smirnov 检验呈正态分布,以 $\bar{x}\pm s$ 表示。两个组年龄和术前 AL、角膜水平直径、ACD、IOL 屈光力的比较均采用独立样本 *t* 检验。性别构成比的比较

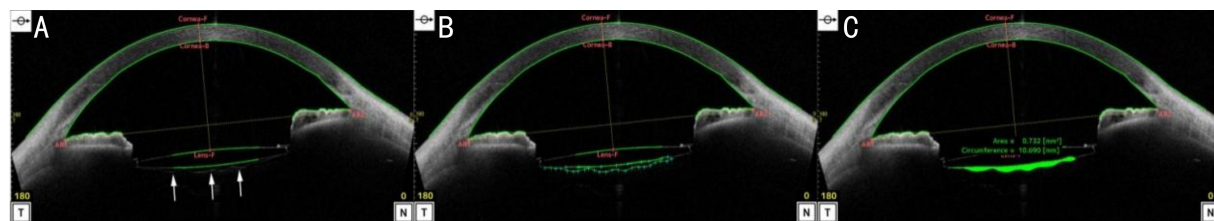


图2 CASIA2-AS-OCT的眼前段结构显影 A:与IOL光学面未贴附的晶状体后囊膜显影(白色箭头);B:勾勒未贴附的晶状体后囊膜的轮廓(绿色虚框);C:机器自带软件计算 AREAP(绿色实性填充)及未贴附残留后囊膜边长。

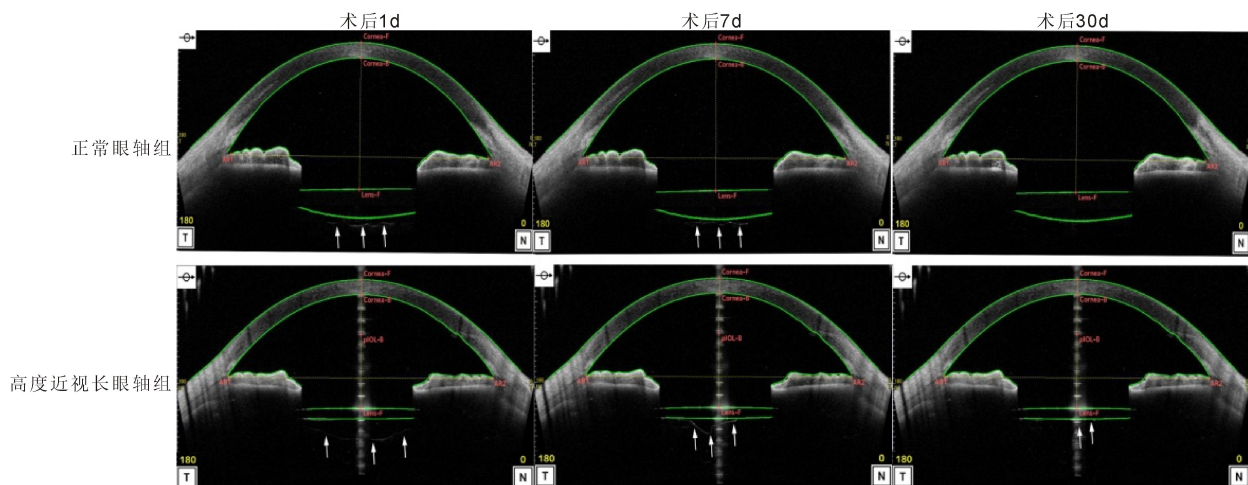


图3 术后不同时间点两组 IOL 与后囊膜贴附的动态演变 白色箭头:未贴附晶状体后囊膜。

表1 两组患者基线资料比较

组别	眼数	年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	AL ($\bar{x} \pm s$, mm)	角膜水平直径 ($\bar{x} \pm s$, mm)	ACD ($\bar{x} \pm s$, mm)	IOL 屈光力 ($\bar{x} \pm s$, D)	性别构成比 (男/女, 例)
正常眼轴组	30	63.80±4.02	23.14±0.63	11.70±0.45	3.19±0.14	21.24±1.35	12/18
高度近视长眼轴组	30	61.87±4.75	29.14±1.08	11.83±0.24	3.59±0.37	9.79±1.83	17/13
t/χ^2		1.701	-26.322	-1.354	-5.54	27.598	1.667
P		0.094	<0.01	0.183	<0.01	<0.01	0.196

采用 χ^2 检验。两组患者术后不同时间点 AREAP、未贴附后囊膜边长的比较采用重复测量两因素方差分析。采用 Kaplan-Meier 生存分析法分析两组术后不同时间点的人工晶状体与后囊膜贴附率, Log-Rank 检验法比较贴附率。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组基线资料的比较 正常眼轴组与高度近视长眼轴组的年龄、性别比、角膜水平直径比较, 差异均无统计学意义($P > 0.05$); AL、ACD、IOL 屈光力比较, 差异均有统计学意义($P < 0.01$), 见表 1。

2.2 两组术后不同时间点 AREAP 的比较 正常眼轴组和高度近视长眼轴组术后 AREAP 均表现为从术后 1d 至术后 30d 逐渐减少, 但高度近视长眼轴组的 AREAP 明显大于正常眼轴组; 高度近视组未贴附的后囊膜更为松弛、呈现脱垂、波浪状; 正常组未贴附后囊膜则呈紧绷状, 发生脱垂较少(图 3)。正常眼轴组和高度近视长眼轴组术后 1、7、30d AREAP 比较, 差异有统计学意义($F_{\text{组间}} = 9.292$, $P_{\text{组间}} = 0.021$; $F_{\text{时间}} = 1.874$, $P_{\text{时间}} = 0.003$), 见表 2。

2.3 两组术后不同时间点未贴附后囊膜边长的比较 正常眼轴组和高度近视长眼轴组术后未贴附后囊膜边长均表现为从术后 1d 至术后 30d 逐渐缩短, 但高度近视长眼轴组的未贴附后囊膜边长明显长于正常眼轴组(图 3)。

表2 两组术后不同时间点 AREAP 比较 ($\bar{x} \pm s$, mm²)

组别	眼数	术后 1d	术后 7d	术后 30d
正常眼轴组	30	0.81±0.37	0.33±0.19	0.14±0.06
高度近视长眼轴组	30	3.29±0.43	1.54±0.66	0.62±0.28

表3 两组术后不同时间点未贴附后囊膜边长比较 ($\bar{x} \pm s$, mm)

组别	眼数	术后 1d	术后 7d	术后 30d
正常眼轴组	30	7.93±3.03	3.95±2.44	1.26±0.08
高度近视长眼轴组	30	13.56±4.02	8.13±3.90	3.78±2.51

正常眼轴组和高度近视长眼轴组术后 1、7、30d 未贴附后囊膜边长比较, 差异有统计学意义($F_{\text{组间}} = 18.477$, $P_{\text{组间}} = 0.035$; $F_{\text{时间}} = 1.643$, $P_{\text{时间}} = 0.019$), 见表 3。

2.4 两组术后不同时间点人工晶状体与后囊膜贴附率比较 Kaplan-Meier 生存分析法计算两组从术后 1d 至术后 30d 的人工晶状体与后囊膜贴附率, 正常眼轴组的贴附率在术后第 1、7、30d 分别为 33%(10 眼)、67%(20 眼)、83%(25 眼); 高度近视长眼轴组的贴附率分别为 0(0 眼)、7%(2 眼)、23%(7 眼)。两组术后的人工晶状体与后囊膜贴附率用 Log-Rank 进行检验, 差异有统计学意义($\chi^2 = 26.64$, $P < 0.001$, 图 4), 正常眼轴组人工晶状体与后囊膜贴附率高。

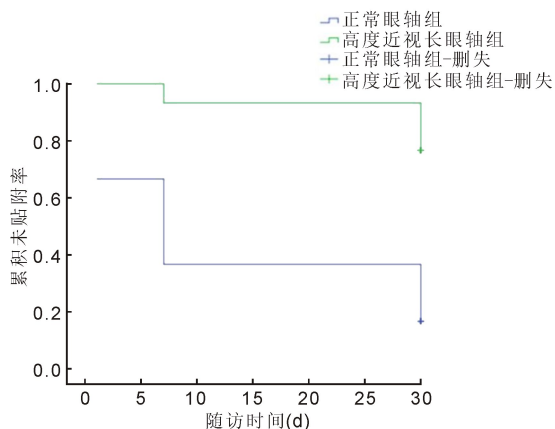


图4 两组患者白内障术后人工晶状体与后囊膜累积未贴附率Kaplan-Meier生存分析曲线图。

3 讨论

PCO是导致白内障术后视力下降的最常见原因,术后2~5a大约有20%~40%患者所抱怨的视觉质量不良是由PCO引起的,其在成人的发生率大约为8%~34.3%^[3,5-7]。高度近视长眼轴是PCO公认的发病危险因素之一^[8],在Vasavada等^[9]为期4a的观察中,高度近视白内障术后PCO的发生率高于正常眼轴组近乎2倍。其中的原因复杂多样,但大量的研究证实高度近视眼轴长、悬韧带弹性差、晶状体囊袋松弛,术后人工晶状体光学部与后囊膜之间的残留间隙大,容易造成晶状体上皮细胞(lens epithelial cells, LECs)移行、增殖,可能与高度近视患者的PCO高发密切相关^[10]。然而受限于目前大多数的AS-OCT所能提供的最大扫描深度仅为6mm,人们始终无法清晰窥探白内障术后IOL与后囊膜贴附情况。Elgohary等^[11]尝试使用一款OCT观察IOL与后囊膜的贴附,在每进行一次垂直和水平扫描时还需额外增加四个钟点位置的1.5~3mm深度的眼前段扫描,虽然最终可以粗略观察到晶状体后囊膜,但受限于OCT的分辨率不足导致所获得的图像清晰度欠缺,并且不同的IOL光学面材料的反光也会导致成像效果不理想。Zhao等^[12]也曾使用一台定制的OCT(扫描深度达到7.3mm)成功显影了IOL与后囊膜,并首次纳入了高度近视白内障患者,但受限于OCT扫描范围不足以及缺乏计算软件,他们的研究只能初步完成白内障术后IOL光学面与后囊膜贴附的定性分析,仍然无法精准定量两者之间的空间。同时由于他们所使用的OCT属于定制版,也限制了其进一步临床推广应用。本研究所采用的最新一代AS-OCT的最大扫描深度可达13mm,测量范围直径达16mm,拍摄范围从角膜到晶状体后表面,甚至部分前段玻璃体,从而可以直观、完整地显示白内障术后晶状体囊膜的情况,而借助于设备所携带的测量软件可以进一步定量IOL光学面与后囊膜之间残留的空间以及后囊膜的边长,这对于研究促进IOL与后囊膜贴附以及防治PCO的发生具有重要的应用价值。

在本研究中,我们发现新一代AS-OCT能够完整地显影晶状体的皮质、核以及囊袋,并且层次分明。而对于白内障混浊的部位和形状,则可以通过类似于B超的点状或片状的高密度影像得到体现,这可能将有助于我们术前充分评估白内障术中撕囊的难易、刻槽的深浅,甚至超声乳化所需能量大小等。而在白内障术后新一代AS-OCT

也可以清晰地显示人工晶状体的前后光学面及晶状体后囊膜,表现为三条高反射条带,通过机器自身携带的软件计算IOL后表面显影条带与后囊膜显影条带之间的面积可以间接反映IOL和后囊膜贴附的情况。由此,我们发现高度近视长眼轴患者白内障术后1、7d IOL与后囊膜之间的残留面积相对较大,虽然有逐渐缩小的趋势,但术后30d的后囊膜与IOL贴附率仍远低于正常眼轴人群。而根据经典的无空间无细胞无PCO理论,白内障术后早期IOL与后囊膜的快速贴附是可以延缓PCO发生的。高度近视患者术后IOL与后囊膜之间残留过多的空间有利于边缘的LECs发生移行和增殖,这或许是高度近视患者PCO高发的原因。在Zhao等^[12]的研究中发现,虽然高度近视患者白内障术前囊膜会很快贴附于IOL光学面,但后囊膜在术后1、7、28d与IOL的贴附率仅分别为0、5%、20%,与本研究结果相似。既往曾有研究认为囊膜的贴附时间与IOL光学面材料存在相关性^[13],但由于缺乏可以清晰成像晶状体后囊膜的设备,故此推断一直未能在活体内得到证实。本研究所使用的Rayner 920H IOL属于一款丙烯酸酯类人工晶状体, Hayashi等^[14]报道这类IOL与后囊膜贴附的所需时间平均为11d,但他们未纳入高度近视人群进行观察,所以并不具有充分的参考价值。而本研究和Zhao等的报道均表明高度近视患者IOL与后囊膜贴附所需的时间明显更长,分析其可能的原因:(1)高度近视患者的晶状体囊袋相对正常眼轴者更大, Katharina和Sueiras等报道囊袋直径与眼轴长度呈正相关,眼轴越长则晶状体囊袋直径越大^[2,15]。此外,IOL的厚度与它本身的屈光力呈正相关,这就意味着高度近视患者植入的是更薄的IOL^[16],从而导致IOL光学面与后囊膜之间残留的空间更大,不利于二者的贴附;(2)IOL后表面的凸度与屈光力成正相关,高度近视患者的IOL屈光力相对较小,后表面的凸度减少,变得更为平滑^[16],相对正常眼轴者与后囊膜的接触面积减少,贴附机会降低;(3) Ronkina等^[17]发现高度近视眼的晶状体后囊膜厚度相对更薄和长度更长,因此在超声乳化后囊膜的张力更弱,也不利于后囊膜向前与IOL光学面贴合。这与我们所观察到的高度近视组患者的囊袋更为松弛,未贴附的后囊膜径线更长相一致。综合这三种因素可能导致高度近视患者白内障术后自身晶状体后囊膜与IOL后表面之间残留的空间相对更大,贴附时间需更长。

针对高度近视白内障术后IOL与后囊膜之间残留过大间隙而导致PCO高发的现象,很多学者已经证实在此类患者白内障术中联合植入CTR可以降低PCO的发生率^[18-19]。其涉及的原因,主要是由于CTR植入后可以机械性地拉伸后囊膜,避免高度近视眼原本薄且张力弱的后囊膜进一步向后塌陷,而缩短了IOL光学部与晶状体后囊膜之间的距离,抑制了残留的LECs迁移。我们将在之后的研究中针对该类患者进行CTR植入研究,以期从影像学角度进一步证实其有效性。

综上所述,本研究通过最新一代的AS-OCT,清晰地显影了高度近视患者白内障术后IOL与后囊膜贴附的情况,并首次精确量化了IOL与后囊膜之间残留的空间,证实了高度近视长眼轴患者相对正常眼轴者在白内障术后IOL光学面不易与后囊膜贴附,这可能是导致高度近视患者白内障术后PCO高发的原因之一,为进一步研究降低

PCO 发生提供了良好的观察设备和影像学支持。但同时本研究也存在一定的不足,诸如纳入患者的病例数较少,观察时间较短无法统计 PCO 发生率等。在今后的工作中,我们将进一步扩大纳入的样本量,延长观察时间,并逐步对不同类型 IOL 与后囊膜的贴附以及 CTR 植入后促进 IOL 与后囊膜贴附等内容进行深入研究。

参考文献

- 1 Nibourg LM, Gelens E, Kuijjer R, *et al.* Prevention of posterior capsular opacification. *Exp Eye Res* 2015;136:100-115
- 2 Erb - Eigner K, Hirschall N, Hackl C, *et al.* Predicting lens diameter: ocular biometry with high-resolution MRI. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2015;56(11):6847-6854
- 3 Nanu RV, Ungureanu E, Istrate SL, *et al.* An overview of the influence and design of biomaterial of the intraocular implant of the posterior capsule opacification. *Rom J Ophthalmol* 2018;62(3):188-193
- 4 Hahn U, Krummenauer F, Schmickler S, *et al.* Rotation of a toric intraocular lens with and without capsular tension ring: data from a multicenter non - inferiority randomized clinical trial (RCT). *BMC Ophthalmol* 2019;19(1):143
- 5 Wormstone IM, Eldred JA. Experimental models for posterior capsule opacification research. *Exp Eye Res* 2016;142:2-12
- 6 Chen HC, Lee CY, Sun CC, *et al.* Risk factors for the occurrence of visual-threatening posterior capsule opacification. *J Transl Med* 2019;17(1):209
- 7 Smith AJO, Eldred JA, Wormstone IM. Resveratrol inhibits wound healing and lens fibrosis: a putative candidate for posterior capsule opacification prevention. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2019;60(12):3863
- 8 Wu S, Tong NT, Pan L, *et al.* Retrospective analyses of potential risk factors for posterior capsule opacification after cataract surgery. *J Ophthalmol* 2018;2018:9089285
- 9 Vasavada AR, Shah A, Raj SM, *et al.* Prospective evaluation of

- posterior capsule opacification in myopic eyes 4 years after implantation of a single-piece acrylic IOL. *J Cataract Refract Surg* 2009;35(9):1532-1539
- 10 Hara T, Hara T, Hashimoto T, *et al.* Posterior capsular opacification in highly myopic eyes with an endocapsular equator ring. *Jpn J Ophthalmol* 2016;60(5):373-376
- 11 Elgohary MA, Chauhan DS, Dowler JG. Optical coherence tomography of intraocular lens implants and their relationship to the posterior capsule: a pilot study comparing a hydrophobic acrylic to a plate-haptic silicone type. *Ophthalmic Res* 2006;38(3):116-124
- 12 Zhao YY, Li J, Lu WL, *et al.* Capsular adhesion to intraocular lens in highly myopic eyes evaluated *in vivo* using ultralong-scan-depth optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol* 2013;155(3):484-491
- 13 Sacu S, Findl O, Menapace R, *et al.* Influence of optic edge design, optic material, and haptic design on capsular bend configuration. *J Cataract Refract Surg* 2005;31(10):1888-1894
- 14 Hayashi H, Hayashi K, Nakao F, *et al.* Elapsed time for capsular apposition to intraocular lens after cataract surgery. *Ophthalmology* 2002;109(8):1427-1431
- 15 Sueiras VM, Moy VT, Ziebarth NM. Lens capsule structure assessed with atomic force microscopy. *Mol Vis* 2015;21:316-323
- 16 Schröder S, Langenbucher A. Relationship between effective lens position and axial position of a thick intraocular lens. *PLoS One* 2018;13(6):e0198824
- 17 Ronkina TI, Chabrova LS, Borisova LM, *et al.* The biomechanical properties of the crystalline lens capsule in emmetropia and myopia. *Ophthalmol Zhurnal* 1989(7):420-425
- 18 赵江月, 宁远, 马立威, 等. 囊袋张力环对高度近视眼患者后发性白内障的抑制作用观察. *国际眼科杂志* 2009;9(2):298-300
- 19 Halili I, Mutlu FM, Erdurman FC, *et al.* Influence of capsular tension ring on posterior capsule opacification in myopic eyes. *Indian J Ophthalmol* 2014;62(3):311-315