中山大学 中山眼科中心 ZHONGSHAN OPHTHALMIC CENTER, SUN YAT-SEN UNIVERSITY

全文收录于 Lighthouse Scholar

眼科学报

官网：journal.gzzoc.org.cn



doi: 10.12419/25041802
View this article at: https://doi.org/10.12419/25041802

• 综 述 •

视网膜色素变性并发性白内障围术期管理

余玟璐，潘玉珂，袁浩睿，张佳晴 综述，陈伟蓉，罗莉霞，谈旭华 审校

(中山大学中山眼科中心, 眼病防治全国重点实验室, 广东省眼科视觉科学重点实验室, 广州 510060)

文章亮点

1. 关键发现

• 通过总结视网膜色素变性并发性白内障患者的眼部特征及手术治疗的国内外研究现状，发现其常合并一系列解剖学异常，白内障手术难度加大。

2. 已知与发现

• 视网膜色素变性并发性白内障患者常合并有悬韧带松弛等解剖结构异常，易发生悬韧带离断、后囊膜混浊、人工晶状体位置异常等并发症，且该类患者术后视力预后差，难以准确预测。

3. 意义与改变

• 本综述系统总结了视网膜色素变性并发性白内障患者的围术期管理，为临床医生规范开展相关诊疗提供参考，并对未来发展方向进行了展望，具有重要的临床指导意义。

[摘　要]　视网膜色素变性 (retinitis pigmentosa, RP) 是一种以进行性感光细胞及色素上皮功能丧失为共同表现的遗传性视网膜变性疾病。其眼底检查存在一系列特征性改变，包括骨细胞样色素沉着、视网膜血管变细以及视盘颜色蜡黄等。其临床表现包括夜盲、视力下降、进行性视野缺损、视网膜电流图 (electroretinogram, ERG) 显著异常或无波型等。白内障是 RP 患者最常见的并发症，多表现为晶状体后囊下混浊，对视力影响较大，需要手术治疗。然而，由于 RP 患者常伴有晶状体悬韧带松弛或离断、前房浅、房角狭窄等解剖学异常，易合并闭角型青光眼，因此该类患者的白内障手术难度大、并发症发生率高、视功能预后差且难以准确预测。本文系统性总结了 RP 并发性白内障患者的临床特点，并

收稿日期(Received): 2025-04-21; **修订日期(Revised):** 2025-05-19; **接收日期(Accepted):** 2025-05-21

通信作者(Corresponding author): 谈旭华，Email: tanxh6@mail.sysu.edu.cn

基金项目(Foundation items): 国家自然科学基金 (82571189，82571188)；广东省自然科学基金 (2025A1515012910)；广州市重大疑难罕见病诊疗中心建设项目 (2024MDRD05)。This work was supported by the National Natural Science Funds of China (82571189， 82571188); the Natural Science Foundation of Guangdong Province (2025A1515012910); Construction Project of Guangzhou Diagnosis and Treatment Center for Major, Difficult, and Rare Diseases (2024MDRD05).

作者贡献声明: 1) 构思设计：余玟璐，谈旭华；2) 行政支持：罗莉霞，谈旭华；3) 提供研究材料：所有作者；4) 数据收集与汇总：余玟璐，袁浩睿，潘玉珂；5) 数据分析与解读：余玟璐，潘玉珂，袁浩睿，张佳晴；6) 稿件撰写：余玟璐；7) 稿件最终修订与同意：所有作者

Contributions: Conception and design: YU Wenlu, TAN Xuhua; Administrative support: LUO Lixia; TAN Xuhua; Provision of study materials: All authors; Collection and assembly of data: YU Wenlu, YUAN Haorui, PAN Yuke; Data analysis and interpretation; YU Wenlu, PAN Yuke, YUAN Haorui, ZHANG Jiaqing; Manuscript writing: YU Wenlu; Final approval of manuscript: All authors

电子全文

针对该类患者白内障手术的术前检查和评估、围术期手术并发症的防治、术后随访等方面进行综述，旨在为临床诊疗提供参考。

[关键词] 视网膜色素变性；白内障；围术期；超声乳化白内障吸除术
[中图分类号] R776.1，R774.13，R771.1 [文献标志码] A

引用本文: 余玟璐, 潘玉珂, 袁浩睿, 张佳晴, 陈伟蓉, 罗莉霞, 谈旭华. 视网膜色素变性并发性白内障围术期管理[J]. 眼科学报, 2026, 41(2): 123-132. DOI: 10.12419/25041802.

Perioperative management of cataract surgery in patients with retinitis pigmentosa

YU Wenlu, PAN Yuke, YUAN Haorui, ZHANG Jiaqing, CHEN Weirong, LUO Lixia, TAN Xuhua

(State Key Laboratory of Ophthalmology, Zhongshan Ophthalmic Center, Sun Yat-sen University, Guangdong Provincial Key Laboratory of Ophthalmology and Visual Science, Guangzhou 510060, China)

Abstract Retinitis pigmentosa (RP) is an inherited retinal degenerative disease. Typical fundus changes associated with RP are characterized by bone-spicule-shaped pigment deposits, attenuated retinal vessels, and a waxy-pale appearance of the optic nerve. These changes lead to a range of visual impairments, including night blindness, vision loss, progressive loss of the peripheral visual field. Cataract is one of the most frequently occurring complications in patients with RP. It typically presents posterior subcapsular opacification, which can severely affect vision and often necessitates surgical intervention. However, RP patients frequently exihibit anatomical abnormalities, such as zonular dialysis or dehiscence, a shallow anterior chamber, and a narrow anterior chamber angle. These abnormalities place them a higher risk of developing angle closure glaucoma. Performing phacoemulsification in these patients is highly challenging, as there is a high incidence of complications. Moreover, the prognosis for visual acuity is often poor and difficult to predict precisely. In this review, we provide a comprehensive summary of the clinical characteristics of RP patients. We also conduct a thorough review of the preoperative evaluation process, preventive strategies for surgical complications, and postoperative follow-up procedure for cataract patients with RP. Our aim is to offer practical guidance for clinical practice.

Keywords retinitis pigmentosa; cataract; perioperative period; phacoemulsification

Cite this article as: YU Wenlu, PAN Yuke, YUAN Haorui, ZHANG Jiaqing, CHEN Weirong, LUO Lixia, TAN Xuhua. Perioperative management of cataract surgery in patients with retinitis pigmentosa[J]. Yan Ke Xue Bao, 2026, 41(2): 123-132. DOI: 10.12419/25041802.

视网膜色素变性 (retinitis pigmentosa, RP) 是一组以进行性感光细胞与色素上皮细胞功能逐渐丧失为共同表现的遗传性视网膜疾病[1]。其主要临床表现为：夜盲、进行性视野缺损和视网膜电图 (electroretinogram, ERG) 显著异常或无波形，眼底通常呈现视网膜骨细胞样色素沉着及血管变细、视盘蜡黄等特征性改变。RP 在全球的发病率为 1/7 000 至 1/3 000 不等[2]，在我国约为 1/3 500[3]，该病的遗传方式以常染色体显性遗传、常染色体隐性遗传、X 染色体遗传为主，截至目前已发现

有 100 余种基因与 RP 相关[4]。

白内障是 RP 最常见的眼前段并发症[5]，表现为后囊下型白内障 (posterior subcapsular cataract, PSC)、前囊下型白内障[6]和核性白内障[7]等，其中以 PSC 最为常见[8]。相比于正常人群，RP 患者的晶状体前囊膜上存在孔隙或通道样结构，由于眼内炎症微环境的存在，退化的视网膜组织所产生的白细胞介素-2 (interleukin-2, IL-2)、IL-6、干扰素-γ (interferon-γ, IFN-γ) 等促炎因子通过异常的血-视网膜屏障扩散，促炎因子通过前囊膜上的孔隙进入晶状体并迁移至后极部，引起晶状体代谢紊乱，进而形成 PSC[9-11]。因此，RP 患者并发白内障的风险更高，发病年龄也更早。由于晶状体混浊多位于视轴中心，对视力影响较大，手术摘除白内障并植入人工晶状体 (intraocular lens, IOL) 是目前改善视功能最有效的治疗方法。

然而，由于 RP 患者常合并有悬韧带松弛等解剖结构异常，白内障手术难度较大，易发生悬韧带离断、后囊膜混浊 (posterior capsular opacification, PCO)、IOL 位置异常等并发症[12-13]，且此类患者视网膜感光细胞及色素上皮细胞进行性功能丧失，术后视力预后差，难以准确预测。因此，对于 RP 并发性白内障患者围术期进行规范化管理显得尤为重要。本文将从术前检查和评估、手术注意事项、术后随访及并发症的防治等方面对 RP 并发性白内障的围术期管理进行综述，以期为临床医师提供参考。

1　术前检查和评估

RP 并发性白内障患者的术前检查与普通白内障患者相比，需要重点关注角膜、晶状体悬韧带、房角以及眼底病变，以便更好地进行手术设计和视功能预测，避免术中和术后并发症的发生。

1.1　角膜的检查和评估

白内障术前对患者进行角膜的评估十分重要，可进行角膜内皮镜、角膜地形图等检查来评估角膜内皮细胞形态、角膜内皮细胞密度、角膜曲率和角膜散光等。Küçük 等[14]发现与健康人群相比，RP 患者角膜内皮细胞密度无明显差异，但角膜中央厚度 (central corneal thickness, CCT) 更薄，最大角膜曲率 (K_{max}) 更大，患圆锥角膜的风险更高。与年龄、性别、眼轴相匹配的 RP 患者中，其角膜直径更大[15]。且在 EYS 基因突变的 RP 患者中，其 CCT、角膜后表面陡峭轴的曲率低于其他基因型突变的 RP 患者，这提示不同致病基因的 RP 患者具有不同的角膜特征[16]。因此，术前有必要了解 RP 患者的角膜整体形态，进行全面评估。

1.2　悬韧带的检查和评估

由于 RP 患者眼内存在炎症微环境，在并发白内障患者中悬韧带异常的发生率较高[17]。Dikopf 等[18]的一项回顾性研究表明，在接受白内障手术的 RP 患者中，约有 18.8% 会出现悬韧带松弛或断裂。虽然超声生物显微镜 (ultrasound biomicroscopy, UBM) 与眼前节相干光层析成像术 (anterior segment-optical coherence tomography, AS-OCT) 可以用于评估悬韧带完整性，但由于检查分辨率有限，部分悬韧带纤维的异常在术前难以被完全检测，仅有 3.5% 的患者在术前发现悬韧带松弛或断裂，而术中实际发现的异常比率高达 10%。因此，临床医生有必要在术前借助裂隙灯、UBM、AS-OCT 等检查设备对悬韧带进行评估，并在术中谨慎操作，避免悬韧带的进一步损伤，减少术中后囊膜破裂、玻璃体脱出和术后囊袋收缩等并发症的发生率。

1.3　房角的检查和评估

既往研究发现，RP 患者的虹膜角膜角宽度窄于正常人[(31.6±9.2)° *vs* (35.9±7.7)°，*P*=0.025][14, 19]。且相比于普通老年性白内障患者，眼轴更短[(24.47±1.85)mm *vs* (25.74±2.01)mm，*P*=0.006]；晶状体更厚[(4.72±0.40)mm *vs* (4.32±0.52)mm，*P*<0.001]；前房更浅[(2.66±0.50) mm *vs* (3.01±0.54) mm，*P*=0.004][15]。窄房角是闭角型青光眼 (angle closure glaucoma, ACG) 发病的主要解剖学基础[20]，而白内障、晶状体脱位会进一步增加 RP 患者发生 ACG 的风险[21]。Pradhan 等[22]的研究显示，40 岁以上的 RP 患者中，合并 ACG 的占 3.8%，而非 RP 患者仅为 0.8%。并且此类患者中外周蛋白 2 (peripherin 2, PRPH2) 基因突变较为多见，这提示 RP 患者合并 ACG 可能与遗传因素有关[23-24]。与单纯 ACG 患者相比，伴有 ACG 的 RP 患者晶状体更厚[(4.905±0.692) mm *vs* (4.849±0.413) mm，*P*=0.025]，而前房深度、眼轴长度、晶状体相对位置无显著差异[25]。基于上述原因，为了避免 ACG

的发生导致 RP 患者的视力进一步损害，有必要借助房角镜、UBM、AS-OCT 等仪器对房角进行评估，必要时可尽早行白内障摘除手术，降低 ACG 发生的风险。

1.4 眼底病变的检查和评估

由于 RP 是一种以进行性感光细胞及色素上皮功能丧失为共同表现的遗传性视网膜疾病，常存在骨细胞样色素沉着、视网膜血管变细、视盘蜡黄等特征性眼底改变，应行眼底彩照、眼后节相干光层析成像术 (optical coherence tomography, OCT)、视野和 ERG 等检查以了解 RP 患者眼底病变的严重程度。同时，由于 RP 患者常合并 ACG，应评估是否合并有青光眼的特征性损害，如视盘形态改变和视网膜神经纤维层 (retinal nerve fiber layer, RNFL) 缺损等。

在眼底彩照检查的基础上，OCT 可用于评估视网膜各层组织，尤其是黄斑区的结构与形态的改变，可动态监测 RP 患者眼底病变的进展。临床上 RP 患者 OCT 通常表现为视网膜外层结构缺失或变薄、椭圆体带 (ellipsoid zone, EZ) 宽度缩短、RNFL 呈变薄的趋势、脉络膜更薄、黄斑囊样水肿 (cystoid macular edema, CME) 发生率更高[26]等。此外，Todorova 等[27]指出对于伴有 CME 的 RP 患者，其视网膜微血管结构及代谢功能改变更为明显。

相干光层析血管成像术 (optical coherence tomography angiography, OCTA) 是一种用于眼部血管成像的新技术，它既可以提供视网膜血管的形态信息，也可以提供眼底血管密度的定量测量[28]。Sugahara 等[29]的研究表明，RP 患者的视网膜浅层与深层中心凹旁血流密度分别为 (47.0±4.9)% 和 (52.4±5.5)%，明显低于年龄和眼轴长度匹配的健康眼，且深层中心凹旁血流密度和浅层中心凹无血管区面积与 RP 患者的视力相关。

因此，术前有必要完善 OCT 与 OCTA 检查，并结合视野、ERG 等检查综合评估 RP 患者视网膜病变的严重程度。

1.5 术后视功能预测

尽管大多数研究表明，RP 患者白内障术后视力显著改善[12, 18, 30-31]，但由于此类患者的视网膜感光细胞及色素上皮细胞进行性功能丧失，术后视力难以准确预测，目前已有一些新兴检测手段能为术后视力提供更可靠的预测依据。

RP 患者的视网膜病变常从赤道部开始，并向黄斑区进展，因此监测黄斑区的结构和功能是评估术后视力预测的重要参数。在一项针对白内障术后 RP 患者的回顾性研究中，Yoshida 等[13]发现 RP 并发白内障患者术后最佳矫正视力 (best corrected visual acuity, BCVA) 与术前中心视野 (10-2) 的平均偏差 (mean deviation, MD) 相关 (P<0.005)，中心视野较好的 RP 患者术后 BCVA 显著提高。同时，研究者发现对于 OCT 检查黄斑区 EZ 正常的患者，其术后 BCVA 明显优于 EZ 异常或不可见的患者 (P<0.000 1)，这提示术前中心视野的 MD 值与黄斑区 EZ 的完整性可以作为 RP 患者白内障术后视力预测的重要因素。此外，有多项研究指出黄斑区的外界膜 (external limiting membrane, ELM) 完整性及相对正常的黄斑中心凹厚度均为白内障术后视力结局的良好预测因子[32-34]。既往研究显示，RP 患者的 BCVA 与 OCTA 检测的视网膜浅层、深层毛细血管密度有关[35]，但术前 OCTA 检查在 RP 并发白内障患者术后视力预测中的作用尚未见报道，仍需进一步研究。

术前基线 BCVA 能够反映视网膜功能，是术后视功能预测的另一指标。Dikopf 等[18]的回顾性研究发现，视力好于 20/200 的患者，术后视力明显改善，但在术前视力低于 20/400 的患者中改善不明显，这可能与黄斑受累有关。目前已有多项研究得出了类似的观点，即良好的术前视力可以预测较好的术后视功能[36-37]。

综上所述，术后早期视力与术前中心视野的 MD 值、黄斑区 EZ 的宽度、黄斑中心凹厚度及术前视力均有一定的相关性，术前可根据这些检查指标评估患者手术预后,帮助患者建立合理的术后视力期望值。

2 手术处理策略

由于 RP 并发白内障患者多合并晶状体悬韧带异常、房角狭窄等解剖特点，此类患者的超声乳化白内障手术具有特殊性和复杂性。为了规避手术可能出现的并发症，应重视术中的潜在风险并做好预案。

2.1　悬韧带异常的处理

RP 患者常伴有晶状体悬韧带异常，其发生率约为 10%~18.8% 不等[18]。悬韧带的异常将会导致撕囊时产生囊膜皱褶、水分离后晶状体核旋转困难、核处理时晶状体囊袋不稳定等一系列操作困难，甚至发生后囊膜破裂、玻璃体脱出等术中并发症，且术后容易出现囊袋收缩、IOL 倾斜偏心、移位，甚至 IOL 脱位等并发症[38]。因此，术中可采取相应措施来减少并发症的发生，如使用虹膜拉钩增加囊袋的稳定性[39]，水分离、水分层、转核、核处理等操作需轻柔，减少对悬韧带的进一步损伤。

此外，囊袋内植入张力环 (capsular tension ring, CTR) 具有维持囊袋扩张、支撑薄弱区悬韧带的作用[40]。亦有研究表明，CTR 能阻止术后晶状体赤道部残留的上皮细胞增殖、分化和移行到后囊膜，进而减少 PCO 等并发症的发生[41]。目前，CTR 在 RP、假性囊膜剥脱综合征、高度近视等易合并悬韧带异常的疾病中得到了较广泛的应用[42-44]。既往有回顾性研究表明，RP 患者行白内障手术联合 CTR 植入后未发生囊袋收缩综合征 (capsule contraction syndrome, CCS)，而在未植入 CTR 组中 CCS 的发生率约为 4%~9%，且 CTR 组的 PCO 发生率低于对照组 (38% 与 50%)，IOL 倾斜、偏心和脱位等并发症在 CTR 组中也极少发生[45-46]。然而，Sudhir 等[47]曾报道过一例 RP 患者在联合 CTR 植入后，仍出现囊袋收缩的现象，且 IOL 向鼻侧移位，这也提示 CTR 可能不足以完全对抗囊膜收缩的向心力。因此，CTR 对 RP 患者术后 IOL 位置和远期并发症的影响，尚待大样本的前瞻性随机对照试验 (randomized controlled trial, RCT) 研究的长期随访结果进一步明确。

2.2　房角异常的处理

由于 RP 患者常合并有前房浅、房角窄、房角关闭、周边虹膜前粘连，易并发 ACG，应充分预估手术风险，制定合理的手术方案，避免并发症的发生。对于前房极浅的患者，术前可予甘露醇静脉滴注降低玻璃体腔压力，增加前房操作空间；术中应调整好灌注、流量和负压等参数，维持前房的稳定性，减少超声能量的使用，保护角膜内皮，避免后囊膜破裂等并发症的发生；对于房角关闭、周边虹膜粘连合并 ACG 的患者，必要时需进行房角分离、房角切开等操作。

2.3　减少视网膜光毒性

白内障手术存在视网膜光毒性损伤的风险，在合并视网膜病变的患者中损伤的发生率更高[48]。Yoshida 等[13]建议 RP 并发白内障患者手术过程中应降低 15% 的显微镜光照强度并尽量缩短手术时间，以减少对视网膜的损伤。此外，Davies 等[49]提出可以将显微镜光照强度进一步降低至 60%，并在每个手术步骤间隔遮盖光源，以最大程度地降低视网膜的光损伤。

3　术后随访及并发症的防治

与普通老年性白内障相比，RP 合并白内障患者术后并发症发生率较高，因此，有必要进行长期规律的术后随访，及时发现并处理并发症。

3.1　囊袋收缩综合征

CCS 是指 IOL 囊袋内植入后，以晶状体囊袋赤道部直径的缩小为特征，伴有晶状体前囊纤维化和撕囊面积缩小的一种综合征，常导致 IOL 偏心、倾斜甚至脱位等并发症的发生[50]。既往研究报道，RP 患者白内障术后 CCS 的发生率为 23.2%[13]，术后 2 周即可发生[51]。预防 CCS 的措施包括术中避免过小的撕囊口直径[52]、选择合适类型和材料的 IOL[53]、联合植入 CTR[54]和前囊膜抛光[50]等。当术后发生 CCS 时，掺钕钇铝石榴石 (neodymium yttrium aluminum garnet, Nd：YAG) 激光前囊膜松解是目前最常用的治疗方法[55]。对于 CCS 较为严重，Nd：YAG 激光无法达到治疗效果、IOL 明显偏位、眼球震颤或无法固视的患者，可手术行放射状切开松解或在原来撕囊口基础上再次撕囊扩大前囊口直径[56]。术后定期随访、早期发现与及时干预是治疗 CCS 的关键，以避免造成 IOL 倾斜、偏心和脱位等并发症引起视力严重下降。

3.2　IOL 倾斜偏心和脱位

RP 是白内障术后 IOL 晚期囊袋内脱位的危险因素之一[57]，这可能与晶状体悬韧带松弛、囊袋收缩等因素有关。Hayashi 等[58]的病例对照研究显示在 RP 并发白内障患者中，白内障术后的 IOL

倾斜、偏心随时间延长逐渐进展，且均高于对照组。以上结果表明，随着时间延长，RP 患者的悬韧带异常呈进行性进展，但该研究的随访时间较短且样本量仅为 47 例，RP 患者白内障术后 IOL 倾斜与偏心的进展和相关危险因素仍需要建立大样本的研究队列并进行长期随访来证实。

对于已发生晚期 IOL 脱位的 RP 患者，目前的治疗方法是 IOL 复位或置换。一期白内障手术中若联合 CTR 植入既可以预防囊袋收缩和 IOL 脱位，也可以对脱位的 IOL-CTR-囊袋复合体进行原位缝合固定。但 Ozturk 和 Gunduz[59]提出 CTR 植入会造成悬韧带的进一步损伤，增加晚期 CTR-囊袋复合体脱位的风险，这可能与患者眼部本身条件和手术操作等有关。因此，对于悬韧带进行性损伤的 RP 患者，CTR 能否有效稳定 IOL 位置、减少远期并发症的发生仍需要大样本的 RCT 研究和长期随访来证实。

3.3 黄斑囊样水肿

CME 是 RP 患者白内障术后常见的并发症，会引起患者视力进一步下降，其发生率约为 4%~21%[31, 45, 58, 60]，高于普通白内障患者术后 CME 的发生率 (0.95%~2.35%)[61-62]。一项大型回顾性多中心研究表明，RP 患者白内障术后发生 CME 的风险是普通人群的 4 倍[63]。男性、较早的手术年龄、合并糖尿病等是术后发生 CME 的危险因素[62, 64]。目前 RP 患者术后发生 CME 的发病机制尚未明确，可能与血-视网膜屏障破坏、视网膜色素上皮层功能异常、Müller 细胞功能障碍等因素有关[65]。术前局部使用非甾体抗炎药 (nonsteroidal anti inflammatory drugs, NSAIDs) 或联合类固醇药物可降低术后 CME 发生的风险[66]。此外，术后连续 3 个月使用 NSAIDs 与碳酸酐酶抑制剂，可降低复发风险[49, 66]。但药物治疗对 RP 患者白内障术后 CME 的远期效果仍不明确，需要进一步研究。

3.4 后囊膜混浊

PCO 是白内障术后常见的并发症之一。对于普通老年性白内障患者，术后 3 年的 PCO 发生率为 4.7%~18.6%，行 Nd：YAG 后囊膜切开率为 2.4%~12.6%[67]。而 RP 患者术后 6 个月和 3 年 PCO 的发生率高达 67.9% 和 83.9%，行 Nd：YAG 后囊膜切开的发生率分别为 21.7%~41.1%[13]。RP 患者白内障术后 PCO 发生率高的原因可能是由于 IL-1, IL-6 等炎性因子通过异常的血-眼屏障释放入房水，进而促进晶状体上皮细胞增殖、迁移[13]。由于 PCO 会严重影响术后视力和视觉质量，可考虑行 Nd：YAG 激光后囊膜切开以改善其视觉效果。

4 总结

综上所述，白内障是 RP 患者最为常见的并发症之一，对视力影响较大，需行白内障手术治疗。由于此类患者常伴有晶状体悬韧带松弛、前房浅、房角窄等解剖学异常，白内障手术存在一定挑战性，术后并发症多，视功能预后差，视力难以准确预测。因此，行白内障手术时应采取针对性的围术期管理，包括术前全面检查与评估，术中谨慎操作，做好手术预案应对潜在风险，术后密切随访各种并发症等，以提升 RP 患者白内障手术的安全性与有效性。而对于 RP 患者白内障术后 IOL 位置的长期稳定性及其影响因素，以及 CTR 植入能否有效降低 RP 患者白内障术后 IOL 倾斜、偏心和脱位等远期并发症，尚有待进一步研究。

声明

在论文撰写中无使用生成式人工智能。论文撰写的所有内容均由作者独立完成，并对出版物的真实性和准确性承担全部责任。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突。

开放获取声明

本文适用于知识共享许可协议 (Creative Commons)，允许第三方用户按照署名 (BY)-非商业性使用 (NC)-禁止演绎 (ND)(CC BY-NC-ND) 的方式共享，即允许第三方对本刊发表的文章进行复制、发行、展览、表演、放映、广播或通过信息网络向公众传播，但在这些过程中必须保留作者署名、仅限于非商业性目的、不得进行演绎创作。

参考文献

1. Dias MF, Joo K, Kemp JA, et al. Molecular genetics and emerging

therapies for retinitis pigmentosa: Basic research and clinical perspectives[J]. Prog Retin Eye Res, 2018, 63: 107-131. DOI: 10.1016/j.preteyeres.2017.10.004.

2. Liu W, Liu S, Li P, et al. Retinitis pigmentosa: progress in molecular pathology and biotherapeutical strategies[J]. Int J Mol Sci, 2022, 23(9): 4883. DOI: 10.3390/ijms23094883.
3. 中华医学会医学遗传学分会遗传病临床实践指南撰写组. 视网膜色素变性的临床实践指南[J]. 中华医学遗传学杂志, 2020, 37(3): 295-299. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-9406.2020.03.012.
Writing Group for Practice Guidelines for Diagnosis and Treatment of Genetic Diseases, Medical Genetics Branch of Chinese Medical Association. Clinical practice guide for retinitis pigmentosa[J]. Chin J Med Genet, 2020, 37(3): 295-299. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-9406.2020.03.012.
4. https://retnet.org/summaries#a-genes [Z].
5. Shintani K, Shechtman DL, Gurwood AS. Review and update: current treatment trends for patients with retinitis pigmentosa[J]. Optometry, 2009, 80(7): 384-401. DOI: 10.1016/j.optm.2008.01.026.
6. Hou M, Bao X, Liu L, et al. Retinitis pigmentosa-associated anterior subcapsular cataract: morphological features and visual performance[J]. Int Ophthalmol, 2021, 41(11): 3631-3639. DOI: 10.1007/s10792-021-01935-6.
7. Auffarth GU, Tetz MR, Krastel H, et al. Complicated cataracts in various forms of retinitis pigmentosa. Type and incidence[J]. Ophthalmologe, 1997, 94(9): 642-646. DOI: 10.1007/s003470050175.
8. Fujiwara K, Ikeda Y, Murakami Y, et al. Risk factors for posterior subcapsular cataract in retinitis pigmentosa[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2017, 58(5): 2534-2537. DOI: 10.1167/iovs.17-21612.
9. Okita A, Murakami Y, Shimokawa S, et al. Changes of serum inflammatory molecules and their relationships with visual function in retinitis pigmentosa[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2020, 61(11): 30. DOI: 10.1167/iovs.61.11.30.
10. Vinores SA, Küchle M, Derevjanik NL, et al. Blood-retinal barrier breakdown in retinitis pigmentosa: light and electron microscopic immunolocalization[J]. Histol Histopathol, 1995, 10(4): 913-923.
11. Hong Y, Li H, Sun Y, et al. A review of complicated cataract in retinitis pigmentosa: pathogenesis and cataract surgery[J]. J Ophthalmol, 2020, 2020: 6699103. DOI: 10.1155/2020/6699103.
12. Georgiou M, Shakarchi AF, Elhusseiny AM, et al. Cataract surgery outcomes in retinitis pigmentosa a comparative clinical database study[J]. Am J Ophthalmol, 2024, 262: 34-39. DOI: 10.1016/j.ajo.2024.01.037.
13. Yoshida N, Ikeda Y, Murakami Y, et al. Factors affecting visual acuity after cataract surgery in patients with retinitis pigmentosa[J]. Ophthalmology, 2015, 122(5): 903-908. DOI: 10.1016/j.ophtha.2014.12.003.
14. Küçük B, Yıldırım Y, Özsaygılı C. Anterior chamber characteristics assessed by rotating Scheimpflug imaging in patients with retinitis pigmentosa[J]. Arq Bras Oftalmol, 2019, 82(6): 507-510. DOI: 10.5935/0004-2749.20190096.
15. Iida M, Masuda Y, Ohira R, et al. Ocular shape of cataract with retinitis pigmentosa: case-control study[J]. J Cataract Refract Surg, 2025, 51(3): 229-235. DOI: 10.1097/j.jcrs.0000000000001582.
16. Sakai D, Yokota S, Maeda A, et al. Ocular biometry with swept-source optical coherence tomography-based optical biometer in Japanese patients with EYS-related retinitis pigmentosa: a retrospective study[J]. BMC Ophthalmol, 2022, 22(1): 51. DOI: 10.1186/s12886-022-02284-3.
17. He M, Wu T, Zhang L, et al. Correlation between neutrophil-to-lymphocyte ratio and clinical manifestations and complications of retinitis pigmentosa[J]. Acta Ophthalmol, 2022, 100(1): e278-e287. DOI: 10.1111/aos.14880.
18. Dikopf MS, Chow CC, Mieler WF, et al. Cataract extraction outcomes and the prevalence of zonular insufficiency in retinitis pigmentosa[J]. Am J Ophthalmol, 2013, 156(1): 82-88. e2. DOI: 10.1016/j.ajo.2013.02.002.
19. Horneber M, Gottanka J, Milam AH, et al. Alterations in anterior segment dimensions in eyes with retinitis pigmentosa[J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 1996, 234(2): 71-78. DOI: 10.1007/BF00695244.
20. Sun X, Dai Y, Chen Y, et al. Primary angle closure glaucoma: What we know and what we don't know[J]. Prog Retin Eye Res, 2017, 57: 26-45. DOI: 10.1016/j.preteyeres.2016.12.003.
21. Hung MC, Chen YY. Association between retinitis pigmentosa and an increased risk of primary angle closure glaucoma: a population-based cohort study[J]. PLoS One, 2022, 17(9): e0274066. DOI: 10.1371/journal.pone.0274066.
22. Pradhan ZS, Shroff S, Bansod A, et al. Prevalence of primary angle-closure disease in retinitis pigmentosa[J]. Indian J Ophthalmol, 2022, 70(7): 2449-2451. DOI: 10.4103/ijo.IJO_3189_21.

23. Liu X, Li J, Lin S, et al. Evaluation of the genetic association between early-onset primary angle-closure glaucoma and retinitis pigmentosa[J]. Exp Eye Res, 2020, 197: 108118. DOI: 10.1016/j.exer.2020.108118.
24. Wang DD, Gao FJ, Hu FY, et al. Clinical and genetic analysis of retinitis pigmentosa with primary angle closure glaucoma in the Chinese population[J]. Curr Eye Res, 2022, 47(9): 1339-1345. DOI: 10.1080/02713683.2022.2085303.
25. Xu J, Ouyang Z, Yang Y, et al. Ocular biometry in primary angle-closure glaucoma associated with retinitis pigmentosa[J]. J Ophthalmol, 2017, 2017: 9164846. DOI: 10.1155/2017/9164846.
26. Oh JK, Nuzbrokh Y, Lima de Carvalho JR Jr, et al. Optical coherence tomography in the evaluation of retinitis pigmentosa[J]. Ophthalmic Genet, 2020, 41(5): 413-419. DOI: 10.1080/13816810.2020.1780619.
27. Todorova MG, Scholl HPN, & Della Volpe Waizel M. The impact of macular edema on microvascular and metabolic alterations in retinitis pigmentosa[J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2021, 259(3): 643-652. DOI: 10.1007/s00417-020-04913-3.
28. Koutsiaris AG, Batis V, Liakopoulou G, et al. Optical Coherence Tomography Angiography (OCTA) of the eye: a review on basic principles, advantages, disadvantages and device specifications[J]. Clin Hemorheol Microcirc, 2023, 83(3): 247-271. DOI: 10.3233/CH-221634.
29. Sugahara M, Miyata M, Ishihara K, et al. Optical coherence tomography angiography to estimate retinal blood flow in eyes with retinitis pigmentosa[J]. Sci Rep, 2017, 7: 46396. DOI: 10.1038/srep46396.
30. Chan TCY, Lam SC, Mohamed S, et al. Survival analysis of visual improvement after cataract surgery in advanced retinitis pigmentosa[J]. Eye, 2017, 31(12): 1747-1748. DOI: 10.1038/eye.2017.164.
31. Jackson H. Outcome of cataract surgery in patients with retinitis pigmentosa[J]. Br J Ophthalmol, 2001, 85(8): 936-938. DOI: 10.1136/bjo.85.8.936.
32. Mao J, Fang D, Chen Y, et al. Prediction of visual acuity after cataract surgery using optical coherence tomography findings in eyes with retinitis pigmentosa[J]. Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina, 2018, 49(8): 587-594. DOI: 10.3928/23258160-20180803-06.
33. Sakai D, Takagi S, Hirami Y, et al. Use of ellipsoid zone width for predicting visual prognosis after cataract surgery in patients with retinitis pigmentosa[J]. Eye, 2023, 37(1): 42-47. DOI: 10.1038/s41433-021-01878-3.
34. Nakamura Y, Mitamura Y, Hagiwara A, et al. Relationship between retinal microstructures and visual acuity after cataract surgery in patients with retinitis pigmentosa[J]. Br J Ophthalmol, 2015, 99(4): 508-511. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2013-304819.
35. Giansanti F, Vicini G, Sodi A, et al. Optical coherence tomography angiography for the evaluation of retinal and choroidal vasculature in retinitis pigmentosa: a monocentric experience[J]. Diagnostics, 2022, 12(5): 1020. DOI: 10.3390/diagnostics12051020.
36. Chatterjee S, Agrawal D, Agrawal D, et al. Cataract surgery in retinitis pigmentosa[J]. Indian J Ophthalmol, 2021, 69(7): 1753-1757. DOI: 10.4103/ijo.ijo_2916_20.
37. Nguyen XTA, Thiadens AAHJ, Fiocco M, et al. Outcome of cataract surgery in patients with retinitis pigmentosa[J]. Am J Ophthalmol, 2023, 246: 1-9. DOI: 10.1016/j.ajo.2022.10.001.
38. Takimoto M, Hayashi K, Hayashi H. Effect of a capsular tension ring on prevention of intraocular lens decentration and tilt and on anterior capsule contraction after cataract surgery[J]. Jpn J Ophthalmol, 2008, 52(5): 363-367. DOI: 10.1007/s10384-008-0570-6.
39. Khojasteh H, Riazi-Esfahani H, Mirghorbani M, et al. Cataract surgery in patients with retinitis pigmentosa: systematic review[J]. J Cataract Refract Surg, 2023, 49(3): 312-320. DOI: 10.1097/j.jcrs.0000000000001101.
40. Menapace R, Findl O, Georgopoulos M, et al. The capsular tension ring: designs, applications, and techniques[J]. J Cataract Refract Surg, 2000, 26(6): 898-912. DOI: 10.1016/s0886-3350(00)00446-6.
41. Hara T, Hara T, Narita M, et al. Long-term study of posterior capsular opacification prevention with endocapsular equator rings in humans[J]. Arch Ophthalmol, 2011, 129(7): 855-863. DOI: 10.1001/archophthalmol.2011.38.
42. Yang S, Jiang H, Nie K, et al. Effect of capsular tension ring implantation on capsular stability after phacoemulsification in patients with weak zonules: a randomized controlled trial. CTR implantation in cataract patients with weak zonules[J]. BMC Ophthalmol, 2021, 21(1): 19. DOI: 10.1186/s12886-020-01772-8.
43. Hayashi K, Yoshida M, Manabe SI, et al. High-risk factors for

zonular complications during cataract surgery in eyes with pseudoexfoliation syndrome[J]. Br J Ophthalmol, 2024, 108(9): 1193-1199. DOI: 10.1136/bjo-2023-324832.

44. Celik E, Koklu B, Dogan E, et al. Indications and clinical outcomes of capsular tension ring implantation in phacoemulsification surgery at a tertiary teaching hospital: a review of 4316 cataract surgeries[J]. J Fr Ophtalmol, 2015, 38(10): 955-959. DOI: 10.1016/j.jfo.2015.05.007.
45. Bayyoud T, Bartz-Schmidt KU, Yoeruek E. Long-term clinical results after cataract surgery with and without capsular tension ring in patients with retinitis pigmentosa: a retrospective study[J]. BMJ Open, 2013, 3(4): e002616. DOI: 10.1136/bmjopen-2013-002616.
46. Chen CX, Wang JD, Zhang JS, et al. Effect of lens capsular tension ring on preventing capsular contraction syndrome in the surgery of retinitis pigmentosa combined with cataract: Retrospective case series[J]. Int J Clin Pract, 2021, 75(8): e14272. DOI: 10.1111/ijcp.14272.
47. Sudhir RR, Rao SK. Capsulorhexis phimosis in retinitis pigmentosa despite capsular tension ring implantation[J]. J Cataract Refract Surg, 2001, 27(10): 1691-1694. DOI: 10.1016/s0886-3350(01)00869-0.
48. Kleinmann G, Hoffman P, Schechtman E, et al. Microscope-induced retinal phototoxicity in cataract surgery of short duration[J]. Ophthalmology, 2002, 109(2): 334-338. DOI: 10.1016/s0161-6420(01)00924-1.
49. Davies EC, Pineda R 2nd. Cataract surgery outcomes and complications in retinal dystrophy patients[J]. Can J Ophthalmol, 2017, 52(6): 543-547. DOI: 10.1016/j.jcjo.2017.04.002.
50. Lin X, Ma D, Yang J. Exploring anterion capsular contraction syndrome in cataract surgery: insights into pathogenesis, clinical course, influencing factors, and intervention approaches[J]. Front Med, 2024, 11: 1366576. DOI: 10.3389/fmed.2024.1366576.
51. Jin-Poi T, Shatriah I, Khairy-Shamel ST, et al. Rapid anterior capsular contraction after phacoemulsification surgery in a patient with retinitis pigmentosa[J]. Clin Ophthalmol, 2013, 7: 839-842. DOI: 10.2147/OPTH.S42122.
52. Joo CK, Shin JA, Kim JH. Capsular opening contraction after continuous curvilinear capsulorhexis and intraocular lens implantation[J]. J Cataract Refract Surg, 1996, 22(5): 585-590. DOI: 10.1016/s0886-3350(96)80014-9.
53. Vanags J, Erts R, Laganovska G, et al. Anterior capsule opening contraction and late intraocular lens dislocation after cataract surgery in patients with weak or partially absent zonular support[J]. Medicina, 2021, 57(1): 35. DOI: 10.3390/medicina57010035.
54. Gimbel HV, Sun R. Role of capsular tension rings in preventing capsule contraction[J]. J Cataract Refract Surg, 2000, 26(6): 791-792. DOI: 10.1016/s0886-3350(00)00505-8.
55. Hayashi K, Hayashi H. Effect of anterior capsule contraction on visual function after cataract surgery[J]. J Cataract Refract Surg, 2007, 33(11): 1936-1940. DOI: 10.1016/j.jcrs.2007.06.068.
56. Xu DJ, Wu HJ, Zhang LJ. Application of capsular bag relaxation for capsular contraction syndrome[J]. Exp Ther Med, 2020, 20(2): 1115-1120. DOI: 10.3892/etm.2020.8773.
57. Hayashi K, Hirata A, Hayashi H. Possible predisposing factors for in-the-bag and out-of-the-bag intraocular lens dislocation and outcomes of intraocular lens exchange surgery[J]. Ophthalmology, 2007, 114(5): 969-975. DOI: 10.1016/j.ophtha.2006.09.017.
58. Hayashi K, Hayashi H, Matsuo K, et al. Anterior capsule contraction and intraocular lens dislocation after implant surgery in eyes with retinitis pigmentosa[J]. Ophthalmology, 1998, 105(7): 1239-1243. DOI: 10.1016/S0161-6420(98)97028-2.
59. Ozturk E, Gunduz A. Optimal timing of capsular tension ring implantation in pseudoexfoliation syndrome[J]. Arq Bras Oftalmol, 2021, 84(2): 158-162. DOI: 10.5935/0004-2749.20210024.
60. De Rojas JO, Schuerch K, Mathews PM, et al. Evaluating structural progression of retinitis pigmentosa after cataract surgery[J]. Am J Ophthalmol, 2017, 180: 117-123. DOI: 10.1016/j.ajo.2017.05.026.
61. Kusbeci T, Eryigit L, Yavas G, et al. Evaluation of cystoid macular edema using optical coherence tomography and fundus fluorescein angiography after uncomplicated phacoemulsification surgery[J]. Curr Eye Res, 2012, 37(4): 327-333. DOI: 10.3109/02713683.2011.635402.
62. Daien V, Papinaud L, Domerg C, et al. Incidence and characteristics of cystoid macular edema after cataract surgery[J]. Ophthalmology, 2016, 123(3): 663-664. DOI: 10.1016/j.ophtha.2015.10.009.
63. Antonio-Aguirre B, Swenor B, Canner JK, et al. Risk of cystoid macular edema after cataract surgery in retinitis pigmentosa: an

analysis of United States claims from 2010 to 2018[J]. Ophthalmol Retina, 2022, 6(10): 906-913. DOI: 10.1016/j.oret.2022.04.018.

64. Lim BX, Lim CH, Lim DK, et al. Prophylactic non-steroidal anti-inflammatory drugs for the prevention of macular oedema after cataract surgery[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2016, 11(11): CD006683. DOI: 10.1002/14651858.CD006683.pub3.

65. Strong S, Liew G, Michaelides M. Retinitis pigmentosa-associated cystoid macular oedema: pathogenesis and avenues of intervention[J]. Br J Ophthalmol, 2017, 101(1): 31-37. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2016-309376.

66. Wielders LHP, Schouten JSAG, Nuijts RMMA. Prevention of macular edema after cataract surgery[J]. Curr Opin Ophthalmol, 2018, 29(1): 48-53. DOI: 10.1097/ICU.0000000000000436.

67. Ursell PG, Dhariwal M, O'Boyle D, et al. 5 year incidence of YAG capsulotomy and PCO after cataract surgery with single-piece monofocal intraocular lenses: a real-world evidence study of 20, 763 eyes[J]. Eye, 2020, 34(5): 960-968. DOI: 10.1038/s41433-019-0630-9.

(责任编委: 陈晓云; 编辑: 殷秋霞)