

屈光性白内障围手术期精准诊疗的若干挑战

赵振波^{1,2,3}, 丁雨溪^{1,2}, 王换平², 程悦², 李栾², 张硕², 马立威^{1,2,3}

引用: 赵振波, 丁雨溪, 王换平, 等. 屈光性白内障围手术期精准诊疗的若干挑战. 国际眼科杂志, 2026, 26(10): 1742–1746.

基金项目: 辽宁省区研究所科研基金项目 (No. LNI2025X10); 爱尔眼科集团科研基金项目 (No. AIF2302D01); 湘江公益基金会技术创新与应用发展专项项目 (No. KY24003)

作者单位: ¹(230031) 中国安徽省合肥市, 安徽医科大学爱尔眼科医学中心; ²(110000) 中国辽宁省沈阳市, 沈阳爱尔卓越眼科医院; ³(110000) 中国辽宁省沈阳市, 沈阳爱尔眼科精准医疗研究所

作者简介: 赵振波, 毕业于中国医科大学, 硕士研究生, 主治医师, 研究方向: 屈光性白内障手术。

通讯作者: 马立威, 毕业于中国医科大学, 博士研究生, 主任医师, 博士研究生导师, 研究方向: 屈光性白内障手术、眼底。maliwei@aierchina.com

收稿日期: 2026-04-08 修回日期: 2026-08-17

摘要

现代白内障手术已彻底告别传统复明手术模式, 全面迈入以精准屈光矫正为核心的屈光性白内障手术 (RCS) 新时代, 其核心目标是为患者提供全程、清晰、舒适的个性化视觉体验。目前 RCS 诊疗技术迭代迅速, 但围术期全流程精准管控仍存在诸多亟待突破的瓶颈。术前阶段, 不同检测原理的眼生物测量设备检测一致性较差, 系统测量误差无法完全消除; 人工晶状体 (IOL) 个体化甄选高度依赖术者临床经验, 缺乏标准化量化决策体系, 难以实现精准个体化匹配。术中阶段, 连续环形撕囊质量受眼部解剖条件、术者操作水平等多重因素干扰, 稳定性难以保障; 各类智能化手术导航系统受术中眼部状态干扰, 临床应用效能未达理论预期。术后阶段, 现有 IOL 光学设计与材料存在固有局限性, 后发性白内障 (PCO) 的远期防控难题, 仍是制约患者长期优质视觉质量的核心因素。文章系统梳理 RCS 围术期术前、术中、术后各阶段的精准诊疗难点与挑战, 结合跨设备误差补偿模型、人工智能辅助决策、术前 VR 视觉模拟、智能化手术生态平台搭建等前沿技术方向, 针对性梳理解决方案与优化路径, 旨在为 RCS 精准诊疗的临床规范化开展、技术革新及相关科研研究提供参考与借鉴。

关键词: 屈光性白内障手术; 精准诊疗; 眼生物测量; 人工晶状体; 撕囊; 手术导航; 后发性白内障

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2026.10.10

Challenges in perioperative precision diagnosis and treatment of refractive cataract surgery

Zhao Zhenbo^{1,2,3}, Ding Yuxi^{1,2}, Wang Huanping², Cheng Yue², Li Luan², Zhang Shuo², Ma Liwei^{1,2,3}

Foundation items: Research Fund Project of Liaoning Provincial

Research Institute (No. LNI2025X10); Aier Eye Hospital Group Research Fund Project (No. AIF2302D01); Technology Innovation and Application Development Project of Xiangjiang Philanthropy Foundation (No. KY24003)

¹Aier Eye Medical Center of Anhui Medical University, Hefei 230031, Anhui Province, China; ²Shenyang Aier Excellence Eye Hospital, Shenyang 110000, Liaoning Province, China; ³Shenyang Aier Ophthalmology Institute of Precision Medicine, Shenyang 110000, Liaoning Province, China

Correspondence to: Ma Liwei. Aier Eye Medical Center of Anhui Medical University, Hefei 230031, Anhui Province, China; Shenyang Aier Excellence Eye Hospital, Shenyang 110000, Liaoning Province, China; Shenyang Aier Ophthalmology Institute of Precision Medicine, Shenyang 110000, Liaoning Province, China. maliwei@aierchina.com

Received: 2026-04-08 Accepted: 2026-08-17

Abstract

• Modern cataract surgery has completely moved beyond the traditional vision - restoring model and has fully entered a new era of refractive cataract surgery (RCS) centered on precise refractive correction. Its core objective is to provide patients with personalized visual experiences characterized by full - range, clear, and comfortable vision. Currently, although diagnostic and therapeutic technologies for RCS are rapidly evolving, there remain many bottlenecks in the precise management of the entire perioperative process that urgently need to be addressed. Preoperatively, the measurement consistency among ocular biometry devices based on different detection principles remains poor, and systematic measurement errors cannot be completely eliminated. Moreover, the individualized selection of intraocular lenses (IOLs) relies heavily on surgeons' clinical experience, lacking a standardized quantitative decision - making framework, which makes it difficult to achieve precise personalized matching. Intraoperatively, the quality of continuous curvilinear capsulorhexis is affected by multiple factors such as ocular anatomical characteristics and surgical proficiency, and its stability cannot be reliably ensured. Various intelligent surgical navigation systems are compromised by intraoperative ocular conditions, and their clinical performance fails to meet theoretical expectations. At the postoperative stage, existing IOL optical designs and materials have inherent limitations. The longterm prevention and control of posterior capsule opacification (PCO) remains a core factor restricting patients' long - term high - quality visual outcomes. This article systematically reviews the precise diagnostic and therapeutic challenges and core bottlenecks across the preoperative, intraoperative, and postoperative stages of

RCS. It further explores frontier technological directions—including cross - device error compensation models, artificial intelligence - assisted decision - making, preoperative VR - based visual simulation, and the construction of intelligent surgical ecosystem platforms—to delineate targeted solutions and optimization pathways. This review aims to provide references and insights for the standardized clinical implementation, technological innovation, and future research endeavors in precision diagnosis and treatment of RCS.

• **KEYWORDS:** refractive cataract surgery; precise diagnosis and treatment; ocular biometry; intraocular lens; capsulorhexis; surgical navigation; posterior capsular opacification

Citation: Zhao ZB, Ding YX, Wang HP, et al. Challenges in perioperative precision diagnosis and treatment of refractive cataract surgery. Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci), 2026, 26 (10): 1742–1746.

0 引言

人口老龄化加剧、国民生活质量提升及用眼需求升级,推动白内障手术从传统“复明手术”全面转向“屈光精准化手术”。相较于传统白内障手术仅以恢复基础视力为目标,屈光性白内障手术(refractive cataract surgery, RCS)以重建全程优质视觉为核心,追求术后远、中、近全程视力清晰、视觉舒适、无光学干扰,已成为目前治疗白内障的主流术式。RCS 是覆盖术前评估、术中操作、术后管控的系统性精准医疗工程,手术疗效与视觉质量高度依赖围术期每一个诊疗环节的精准实施。近年来,眼科数字化、智能化技术快速发展,为 RCS 精准化发展奠定了坚实基础。在生物测量领域,扫频光学相干断层扫描(swept-source optical coherence tomography, SS-OCT)、Scheimpflug 成像等新型检测设备,可一站式完成眼轴长度、角膜曲率、前房深度、眼内高阶像差等核心眼部参数采集,实现眼部解剖与屈光状态的精准量化评估^[1];在手术操作领域,主动液流控制超声乳化技术、飞秒激光辅助白内障手术(femtosecond laser assisted cataract surgery, FLACS)、数字化手术导航系统的临床普及,大幅提升了手术操作的精准度、可控性与可重复性;在人工晶状体(intraocular lens, IOL)领域,多焦点、景深延长型、散光矫正型等功能性 IOL 的持续迭代,为个体化屈光矫正提供了更多临床选择^[2-3]。尽管现有技术已显著提升 RCS 诊疗精度,但随着精准医疗理念的深化,临床对术后视觉质量的要求持续提高,围术期精准诊疗的各类短板与挑战日益凸显,且多环节问题相互叠加、制约。术前阶段,先进生物测量设备仍存在跨设备检测偏差,尚无统一质控标准;IOL 选型缺乏量化工具,经验化决策模式易导致晶状体错配。术中阶段,撕囊质量稳定性不足,手术导航系统临床适配性有限,难以完全满足精准屈光手术需求。术后阶段,功能性 IOL 的光学缺陷、材料长期稳定性不足、后发性白内障(posterior capsular opacification, PCO)等问题,持续影响患者长期视觉预后^[4-5]。整体而言,当前 RCS 围术期诊疗仍存在数据碎片化、决策经验化、流程非标准化等问题,缺乏全流程一体化的智能决策与管控体系。本文系统总结 RCS 术前、术中、术后各阶段精准诊疗的核心挑战,结合当

前眼科前沿智能化技术,梳理针对性解决策略与未来发展方向,为推动 RCS 精准诊疗的标准化、智能化、个体化发展提供理论与临床参考。

1 术前精准评估阶段的挑战

1.1 眼生物测量跨设备误差难以消除 精准的眼部生物参数测量是 RCS 术前规划、IOL 度数计算及选型的核心基础,直接决定术后屈光精准度与视觉质量。目前临床主要依托 SS-OCT、Scheimpflug 成像、光学干涉等不同原理生物测量设备,可快速获取全面眼部生物学参数,为术前精准评估提供了技术支撑。其中,基于 SS-OCT 原理的 IOL Master 700 眼轴检出率超 93.8%,展现出优异的稳定性与广泛的临床适应性,是临床眼轴测量的公认金标准^[6]; ARGOS、赛伟如意 MT900 等新型设备,对致密性白内障、硬核白内障等复杂病例的检测稳定性显著提升^[7]。Pentacam 可全面量化角膜形态、角膜高阶像差^[8],而国产 Scansys 设备等也崭露头角。iTrace 可精准分析全眼视觉质量与像差特征,为功能性 IOL 选型提供重要依据^[9]。

但临床实践中,不同原理、不同品牌生物测量设备的检测一致性与互换性较差,系统误差与随机误差无法完全规避,是制约术前精准评估的首要难题^[10-11]。导致测量偏差的核心因素包括:(1)设备检测原理、扫描模式、算法模型存在本质差异,参数定义与计算标准不统一;(2)操作者检测手法、对焦标准、质控意识存在个体差异;(3)患者眼表干涩、泪膜不稳定、固视不良、瞳孔异常等眼部状态,会显著干扰检测精度,在高龄、合并眼底病变、复杂白内障等高危人群中误差风险进一步升高^[12-13]。上述多重因素叠加,导致临床尚无统一的生物测量质控金标准,多设备数据无法通用,易造成 IOL 度数计算偏差,引发术后屈光漂移。

针对该问题,未来可通过构建跨设备测量误差补偿模型,实现不同设备检测数据的同质化校正与标准化转换,解决多设备数据不兼容问题^[14]。同时,临床需建立统一的术前生物测量标准化质控流程,规范检测体位、对焦标准、重复测量次数及异常数据剔除原则,整合多设备、多维度眼部参数综合研判,最大限度降低测量误差,保障术前手术方案的精准性。

1.2 IOL 个性化优选经验依赖度高 IOL 个体化精准匹配是实现 RCS 术后全程优质视觉的关键环节,核心原则是结合患者眼部解剖参数、角膜像差特征、瞳孔动力学特点,匹配其用眼习惯、生活场景及经济耐受度,选择适配的功能性 IOL。当前临床 IOL 选型、IOL 屈光力计算及效果预判仍以术者主观经验决策为主,缺乏客观、量化、标准化的辅助决策体系,个体决策差异大,错配风险较高,具体难点集中于三方面:(1)患者主观用眼需求难以量化。患者的夜间驾驶需求、近距离用眼时长、眩光耐受度、视觉偏好等个体化特征,目前无统一量化评估工具,术者无法将患者主观需求转化为客观的选型参考指标,导致 IOL 选型缺乏精准的需求导向依据。(2)IOL 光学匹配机制复杂且尚未完全明确。不同类型功能性 IOL 的光学设计、焦点分布、光能利用率存在显著差异,其与患者个体角膜像差、瞳孔大小、神经视觉适应能力的交互作用机制尚不清晰。尤其多焦点 IOL 的术后视觉效果高度依赖中枢神经融合功能,术前无法精准预判患者耐受性,极易引发术后眩光、光晕、对比敏感度下降等不良视觉症状^[15-16]。(3)缺乏术前视觉模拟与预期管理工具。患者无法直观感知不同 IOL 的

术后视觉效果,多为被动“盲选”;术者缺乏客观模拟数据辅助决策,仅依靠临床经验推断,进一步加剧 IOL 错配风险,该问题在低年资医师与基层医疗机构中尤为突出。

为破解 IOL 精准匹配难题,临床可构建多维度标准化辅助决策体系:(1)制定规范化术前用眼需求量化问卷,将患者生活场景、用眼习惯、视觉耐受度等主观指标转化为可量化评分,夯实决策基础^[17];(2)搭建 AI 智能辅助选型模型,依托海量术后优质病例数据,构建机器学习算法,输入患者眼部解剖、屈光、像差参数后,自动输出个体化 IOL 选型与度数优化建议,弥补经验短板^[18];(3)引入 VR 视觉模拟系统(如“视佳 VR 视觉模拟系统”Virtualens),术前让患者直观体验不同 IOL 植入后的远、中、近视觉效果及抗眩光能力,精准匹配患者需求,优化术前预期管理,降低术后视觉不良主诉发生率。

2 术中精准操作阶段的挑战

2.1 撕囊质量稳定性不足 理想的撕囊是 RCS 手术成功的重要前提,完美的前囊口应居中、正圆,全周遮盖人工晶状体光学面,前囊口连续平滑,能抵抗一定的放射性张力。这样可以保证人工晶状体在囊袋内的稳定性,最大限度减少有效晶状体位置(effective lens position,ELP)的偏差,维持屈光度稳定,减少偏心、倾斜、高阶像差的增加以及减少 PCO 的发生。

相对于复发性白内障手术而言,屈光性白内障手术对撕囊直径、连续性、完整性的要求更为严苛。目前临床主流撕囊方式分为手动连续环形撕囊(continuous circular capsulorhexis,CCC)与飞秒激光辅助囊膜切开术两类,两种术式均存在固有局限性,难以完全满足精准屈光手术需求。

手动 CCC 是临床经典术式,无需特殊设备、操作灵活,但高度依赖术者操作技巧与临床经验。术者需以瞳孔缘为参照手动完成囊膜环形撕裂,在瞳孔散大不均、前房偏浅、悬韧带松弛、角膜混浊、红光反射不佳、成熟期白内障、前囊纤维化等复杂眼部条件下,极易出现撕囊偏中心、形态不规则、囊膜撕裂等问题,即使高年资医师也难以保证操作的稳定性与一致性^[19-20]。

FLACS 可通过激光精准定位实现近乎圆形的截囊,具有精准性高、可重复性强、可预测性好的优势,尤其在复杂性白内障手术中展现出极大的应用价值^[21]。但 FLACS 的截囊亦并非完美,扫描电镜下,FLACS 截囊边缘呈邮票状或锯齿状不规则结构。术中患者眼球微动、角膜皱褶、激光负压对位偏差等,均会导致激光焦点偏移,引发囊膜切开不全、边缘撕裂等并发症^[22-23],同时,FLACS 存在严格的适应证与禁忌证,设备成本高、操作流程复杂,限制了其推广。临床需根据患者眼部解剖条件、手术难度及术者技术水平,个体化选择撕囊方式,通过规范操作、细化术中管控,最大限度提升撕囊质量。

2.2 手术导航应用效能未达预期 数字化手术导航是实现 RCS 术中精准操作的重要智能化工具,主流设备包括 VERION™、CALLISTO eye®、ORA™前像差导航系统。其中,VERION™与 CALLISTO eye®依托眼前节图像识别技术,通过捕捉虹膜纹理、结膜巩膜血管走行等解剖特征,实现术前生物测量数据的术中无缝传输,可完成切口定位、撕囊对位、散光 IOL 精准轴位矫正、多焦点 IOL 居中性校准等精准操作^[24],标记精度显著优于传统手动标记。ORA™系统可在无晶状体术中状态下实时检测眼内屈光

状态,动态修正屈光误差,尤其适用于角膜屈光术后、不规则角膜等复杂病例。多项临床研究证实,手术导航技术可有效降低术后 IOL 轴位偏移、残余散光,优化术后视觉质量^[25-26]。但在真实临床场景中,导航系统的应用效能常未达理论预期,局限性:(1)导航识别稳定性差,术中结膜水肿、出血、松弛、血管稀疏,以及术前飞秒激光负压吸引造成的眼表血管改变或出血,均会导致设备识别失败、信号失联、标记偏移;临床为规避导航误差,多采用“导航+手动标记”双重核对模式,大幅增加术者工作负荷,降低手术效率;(2)手术导航设备价格昂贵、操作逻辑特殊,术者学习曲线长,临床普及难度大。整体而言,现有手术导航系统的抗干扰能力、临床适配性仍有待优化。

3 术后精准管理阶段的挑战

3.1 IOL 光学设计与材料的固有局限性 功能性 IOL 的临床应用是实现 RCS 全程视觉重建的核心载体,但现有 IOL 在光学设计与材料性能上仍存在固有缺陷,无法完全复刻人眼自然视觉效果,是制约术后视觉质量提升的长期瓶颈^[4]。在光学设计层面,目前主流的多焦点 IOL 多基于衍射、折射光学设计,通过分割入射光线实现多焦点成像,不可避免会造成光能损失、对比敏感度下降。同时,该类设计易引发眩光、光晕、星芒、颞侧暗点等正负光学干扰症状,在夜间暗光环境下尤为明显,部分患者可出现持续性视觉不适,无法满足精细视觉需求。近年来研究聚焦于光学设计创新,力求在扩展视程与减少视觉干扰之间取得更优平衡,代表性的探索包括景深延长型(EDOF) IOL 的开发、多焦点设计的迭代(如五焦点 IOL),以及“视力改善型”单焦点 IOL 的推出^[27]。

在材料性能层面,传统 IOL 材料的长期稳定性不足,易出现术后光学性能衰变。疏水性丙烯酸酯 IOL 术后易出现微泡沉积,亲水性丙烯酸酯 IOL 存在远期钙化风险,硅胶 IOL 易吸附眼内代谢产物,上述问题均会导致 IOL 透光率下降、光学散射增加,逐步降低患者远期视觉质量^[28]。

目前新型 IOL 材料研发已取得阶段性突破,2025 年国内获批的交联聚异丁烯新型 IOL,实验室研究显示其闪烁密度远低于传统疏水性丙烯酸酯对照镜片(7.46 vs 142.42 MV/mm²),可有效规避微泡导致的光学质量下降^[29];Alcon Clareon 系列改性丙烯酸酯 IOL,将含水量精准控制在 1.5%,经长期随访证实,体内植入后光学稳定性优异,无明显闪烁与光散射问题^[30]。新型材料的迭代为解决 IOL 远期性能衰变问题提供了新路径,但长期临床安全性与有效性仍需大样本、长期随访研究验证。目前尚无单一材料能同时兼顾抗闪烁、抗钙化、抗吸附及优异生物相容性等全部需求,IOL 材料的综合性能优化仍有待持续探索。

3.2 PCO 仍是远期防控重点难题 PCO 是白内障术后常见的远期并发症之一。尽管手术技术、IOL 材料和设计的不断优化已使其发病率显著下降,最新流行病学数据显示术后 3 a PCO 发病率为 4.7%–18.6%,术后 5 a 为 7.1%–22.6%^[31]。PCO 一旦发生,将直接导致患者视物模糊、眩光、对比敏感度下降,彻底破坏功能性 IOL 的光学矫正效果,导致 RCS 精准屈光手术成效大幅折扣。确诊 PCO 的患者多需接受 YAG 激光后囊切开术,增加患者经济负担与心理压力,还可能诱发眼压升高、黄斑水肿等继发并发症。因此,PCO 的规范化防控仍是 RCS 术后精准管理的

核心重点。

目前临床 PCO 防控手段多样,但各有优劣、尚无统一最优方案:(1)精细化手术操作,彻底清除皮质残留、精准对位植入 IOL,从源头减少晶状体上皮细胞(LECs)残留;(2)囊膜抛光技术,新型液流抛光技术相较于传统机械抛光,创伤更小、清除效果更优^[32-33],但标准化操作流程尚未统一;(3)药物抑制 LEC 增殖,丝裂霉素、5-氟尿嘧啶等抗增殖药物可有效抑制细胞增殖,但眼内毒性、给药方式、剂量标准仍需优化^[34-35];(4)IOL 设计与材料改良,直角方边设计、表面改性、载药型 IOL 等新型设计可有效阻挡 LEC 迁移,但多数技术仍处于临床探索阶段,循证医学证据不足^[36];(5)术后规范抗炎治疗,通过减轻眼内炎症反应,抑制细胞增殖活化,降低 PCO 发生风险。临床需结合患者年龄、眼部条件、IOL 类型个体化制定综合防控方案。

4 展望

综合围术期挑战,RCS 精准诊疗的核心痛点是:数据碎片化、决策经验化、流程孤立,缺乏全流程标准化体系。未来趋势是从单一设备数字化升级为全流程智能化手术生态平台,实现数据流闭环与智能管控。目前以蔡司、爱尔康品牌为代表的智能化诊疗生态体系逐步崭露头角。

爱尔康 Alcon Vision Suite 聚焦术中精准操作与可视化升级,依托 ARGOS 生物测量仪完成术前数据采集与 IOL 智能推荐,将个体化手术方案实时传输至手术室终端;术中通过 LuxOR® Revalia™ 3D 数字显微镜,结合数字标记技术将散光轴位、切口位置等精准叠加于术野,实现散光矫正、IOL 植入的微米级精准对位。

蔡司 ZEISS Cataract Workflow 以数据流整合为核心,依托 FORUM® 大数据平台,实现 IOL Master 700 生物测量、EQ Workplace 智能术前规划、CALLISTO eye® 术中导航、ARTEVO 3D 手术可视化的无缝数据衔接。打破数据孤岛,实现手术规划与术中操作的精准匹配,提升 RCS 手术的标准化与可预测性。

两大平台已推动白内障手术进入“软件定义精准手术”的新阶段。未来行业竞争将转向全流程数据互联、智能决策、生态协同。同时,国产企业如图湃医疗在术中 OCT 导航等领域突破,有望打造本土化智能诊疗体系。

此外,随着 5G、云计算、AI 技术融合,术后智能随访、视觉质量动态预警、远程精准诊疗体系将逐步完善,实现 RCS 终身视觉质量管控,推动眼科医疗资源均质化。

5 结语

屈光性白内障手术的精准化进程,是现代眼科精准医疗的关键标志,其诊疗质量依赖于围术期每一个环节的精细化管理。当前 RCS 围术期精准诊疗仍面临生物测量误差、IOL 个体化匹配困难、术中撕囊操作稳定性不足、导航系统适配性有限、IOL 材料光学缺陷、PCO 远期防控困难等多重挑战,且各环节问题相互关联、相互制约。

依托人工智能、大数据分析、VR 虚拟模拟、IOL 光学设计与材料性研发、智能化手术平台等前沿技术,能够切实解决诊疗中的核心痛点,推动诊疗模式从“经验主导”向“数据驱动、智能决策、个体化定制”转型。未来,通过多学科技术的融合与创新,RCS 将构建涵盖术前、术中、术后精准评估、操作与管控的全流程标准化体系,最终为患者提供个性化、全程、稳定的优质视觉体验。这需要眼科

临床医师、科研人员与工程技术人员协同创新,推动 RCS 的迭代升级与规范发展。

利益冲突声明:所有作者声明无利益冲突。

作者贡献声明:赵振波论文选题与修改,初稿撰写;丁雨溪、王换平、程悦、李栎、张硕文献检索;马立威选题指导,论文修改及审阅。所有作者阅读并同意最终的文本。

参考文献

- [1]《白内障术前眼球生物学参数测量和应用专家共识(2023)》专家组,中国医药教育协会眼科影像与智能医疗分会,国际转化医学协会眼科专业委员会. 白内障术前眼球生物学参数测量和应用专家共识(2023). 中华实验眼科杂志, 2023,41(8):713-723.
- [2] 李美鑫,王静,李响,等. 屈光性白内障手术质效优化技术现状与进展. 实用临床医药杂志, 2024,28(6):143-148.
- [3] 中华医学会眼科学分会白内障及屈光手术学组,中国医师协会眼科医师分会白内障学组. 中国老视矫正型人工晶状体临床应用专家共识(2025). 中华眼科杂志, 2025,61(6):414-420.
- [4] 卢奕,竺向往. 屈光性白内障手术任重道远. 中华眼科杂志, 2022,58(7):481-486.
- [5] 俞阿勇. 屈光性白内障手术的若干挑战. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2017,19(2):65-70.
- [6] 赵振波,杨吉琨,韩冬,等. 散瞳提升致密性白内障人工晶状体计算精准度. 中国医科大学学报, 2026,55(8):749-753.
- [7] Porwolik M, Porwolik A, Mrukwa - Kominek E. Evaluation of selected biometric parameters in cataract patients—a comparison between argos® and IOLMaster 700®: two swept - source optical coherence tomography-based biometers. Medicina (Kaunas), 2024,60(7):1057.
- [8] 曹建雄,龙婷婷,谢梅芬,等. Pentacam 系统 K 值在角膜正常的白内障患者人工晶状体屈光力计算中的研究. 临床眼科杂志, 2026,34(1):12-16.
- [9] 路露,杨立东,赵俊,等. 基于 iTrace 系统分析晶状体功能失调指数在年龄相关性白内障病情评估及手术指导中的价值. 临床眼科杂志, 2020,28(1):52-57.
- [10] 李嘉钰,刘慧,李奇伟,等. 新型眼前节相干光层析成像仪测量角膜生物学参数的可重复性及其与眼前节三维分析仪的一致性研究. 中华眼科杂志, 2026,62(5):370-379.
- [11] Venkataraman AP, Domínguez-Vicent A, Selin P, et al. Precision of a new SS-OCT biometer to measure anterior segment parameters and agreement with 3 instruments with different measurement principles. J Cataract Refract Surg, 2024,50(5):486-491.
- [12] Hiraoka T, Asano H, Ogami T, et al. Influence of dry eye disease on the measurement repeatability of corneal curvature radius and axial length in patients with cataract. J Clin Med, 2022,11(3):710.
- [13] Donaldson K, Parkhurst G, Saenz B, et al. Call to action: treating dry eye disease and setting the foundation for successful surgery. J Cataract Refract Surg, 2022,48(5):623-629.
- [14] Yang JJ, Yang NJ, Xiang YY, et al. Ocular biometry agreement among ZW-30, IOLMaster 700, and Sirius in cataract patients. Sci Rep, 2026,16(1):12618.
- [15] 中华医学会眼科学分会白内障及人工晶状体学组. 中国多焦点人工晶状体临床应用专家共识(2019 年). 中华眼科杂志, 2019,55(7):491-494.
- [16] 王珏雪,万修华. 植入多焦点人工晶状体患者的神经适应性. 国际眼科纵览, 2022,46(4):289-296.
- [17] 王淑珍,谭爱荣,李占林,等. 视功能生存质量调查问卷在白内障研究中的应用. 河北北方学院学报(医学版), 2006,23(6):79-82.
- [18] 娄炜,陈子盎,章尧,等. 人工智能在人工晶状体屈光力计算的应用. 眼科学报, 2023,38(12):790-799.
- [19] Friedman NJ, Palanker DV, Schuele G, et al. Femtosecond laser

capsulotomy. J Cataract Refract Surg, 2011,37(7):1189-1198.

[20] 赵振波, 马立威, 韩冬, 等. 飞秒激光辅助白内障术后初期截囊性状分析及影响因素研究. 中国眼耳鼻喉科杂志, 2024,24(3):196-201.

[21] 刘奕志. 应当客观评价飞秒激光在白内障摘除手术中的应用. 中华眼科杂志, 2016,52(2):81-84.

[22] 董曙光, 郭凤飞, 孟旭霞, 等. 早期开展飞秒激光辅助白内障超声乳化手术前囊膜撕裂原因的回顾性分析. 山东大学耳鼻喉眼学报, 2023,37(1):110-114.

[23] 中华医学会眼科学分会白内障及人工晶状体学组. 我国飞秒激光辅助白内障摘除手术规范专家共识(2018年). 中华眼科杂志, 2018,54(5):328-333.

[24] 周星延, 王静, 赵江月, 等. 白内障手术导航系统研究进展. 中国眼耳鼻喉科杂志, 2017,17(2):101-104.

[25] Zhou FQ, Jiang W, Lin ZL, et al. Comparative meta-analysis of toric intraocular lens alignment accuracy in cataract patients: Image-guided system versus manual marking. J Cataract Refract Surg, 2019,45(9):1340-1345.

[26] 刘畅, 王梦宇, 张烨, 等. 手术导航系统自动角膜标记与裂隙灯显微镜辅助下手动角膜标记的一致性研究. 中华眼科杂志, 2025,61(6):434-441.

[27] Rampat R, Gatinel D. Multifocal and extended depth-of-focus intraocular lenses in 2020. Ophthalmology, 2021,128(11):e164-e185.

[28] 沈冰, 高彩凤, 齐虹. 屈光性白内障手术时代面临的机遇与挑战. 中华临床医师杂志(电子版), 2012,6(16):4567-4570.

[29] Zhao Y, Jin J, Yang F, et al. Evaluation of safety and stability after intraocular lens implantation using a novel material - crosslinked polyisobutylene: A preliminary study. J Cataract Refract Surg, 2025,51(9):756-761.

[30] Oshika T, Fujita Y, Inamura M, et al. Mid-term and long-term clinical assessments of a new 1-piece hydrophobic acrylic IOL with hydroxyethyl methacrylate. J Cataract Refract Surg, 2020,46(5):682-687.

[31] 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. Eye(Lond), 2020,34(5):960-968.

[32] 严宏, 陈颖. 白内障摘除手术中晶状体囊膜抛光技术及抑制PCO的探讨. 中华眼科杂志, 2021,57(7):492-494.

[33] 刘志强, 李宝玉, 冯蕾. 水流抛光后囊膜对减少后囊膜破损率的影响. 临床眼科杂志, 2025,33(2):139-142.

[34] Maloof A, Neilson G, Milverton EJ, et al. Selective and specific targeting of lens epithelial cells during cataract surgery using sealed-capsule irrigation. J Cataract Refract Surg, 2003,29(8):1566-1568.

[35] Zhang Q, Huang LH, Jin HY, et al. Air/fluid-dropping technique for intracapsular distilled water application: a Vitrectomy Approach for Selective Targeting of Lens Epithelial Cells. Retina, 2019,39(2):364-370.

[36] 翟欣然, 陈志敏, 许衍辉, 等. 新型人工晶状体在治疗后发性白内障中的研究进展. 国际眼科杂志, 2025,25(10):1611-1616.