

影响超声乳化吸除联合人工晶状体植入术后发生前房渗出的因素分析

兰 图¹, 刘 鹃¹, 谢丽萍²

引用: 兰图, 刘鹃, 谢丽萍. 影响超声乳化吸除联合人工晶状体植入术后发生前房渗出的因素分析. 国际眼科杂志, 2026, 26(10):1793-1799.

作者单位: (643000) 中国四川省自贡市第一人民医院¹眼科;²手术室
作者简介: 兰图, 男, 本科, 副主任医师, 研究方向: 眼底病。
通讯作者: 刘鹃, 女, 硕士, 副主任医师, 研究方向: 青光眼、白内障. 15883061771@163.com
收稿日期: 2026-05-09 **修回日期:** 2026-08-19

摘要

目的: 分析影响超声乳化吸除联合人工晶状体(IOL)植入术后发生前房渗出的因素。
方法: 回顾性分析 2021 年 6 月至 2025 年 6 月在我院接受超声乳化吸除联合 IOL 植入术的白内障患者临床资料。根据术后是否出现前房渗出分为渗出组和未渗出组。收集两组患者一般资料、基础疾病情况、术前检查结果、手术相关因素、术中并发症以及术后情况。分析影响超声乳化吸除联合 IOL 植入术后发生前房渗出的因素。
结果: 本研究共纳入接受超声乳化吸除联合 IOL 植入术的白内障患者患者 840 例 840 眼, 根据术后是否出现前房渗出分为渗出组(42 例 42 眼, 其中男 18 例, 女 24 例, 平均年龄 72.04 ± 7.84 岁) 和未渗出组(798 例 798 眼, 其中男 370 例, 女 428 例, 平均年龄 65.13 ± 9.25 岁)。单因素分析显示, 两组间年龄、白内障病程、糖尿病、术后眼压升高、术后激素滴眼液使用持续时间及晶状体核分级比较均有差异(均 $P < 0.05$)。限制性立方样条分析显示, 年龄、白内障病程、术后激素滴眼液使用持续时间与术后前房渗出风险的总体关联均有差异(均 $P < 0.001$), 非线性检验均无差异($P_{\text{for non-linearity}} > 0.05$), 二者呈线性关联。多因素 Logistic 回归分析表明, 年龄($OR = 1.096, 95\% CI: 1.053-1.141$)、白内障病程($OR = 1.074, 95\% CI: 1.042-1.107$)、糖尿病($OR = 2.630, 95\% CI: 1.269-5.453$)、术后眼压升高($OR = 4.311, 95\% CI: 1.851-10.041$)、术后激素滴眼液使用持续时间($OR = 2.082, 95\% CI: 1.479-2.930$)及晶状体核分级 $\geq IV$ 级($OR = 2.635, 95\% CI: 1.309-5.304$)是影响术后发生前房渗出的危险因素(均 $P < 0.05$)。基于上述因素构建列线图预测模型, 校准曲线提示模型预测概率与实际观测概率一致性良好; ROC 曲线分析显示, 模型预测术后前房渗出的 AUC 为 0.858($95\% CI: 0.801-0.916$), 灵敏度为 0.810, 特异度为 0.803。
结论: 超声乳化吸除联合 IOL 植入术后发生前房渗出受多因素影响, 年龄、白内障病程、糖尿病、术后眼压升高、术后激素滴眼液使用持续时间及晶状体核硬度是其危险因素。基于上述因素构建的列线图模型对术后发生前房渗出风

险具有较好的预测效能, 可为临床早期识别高危人群、制定个体化干预策略提供参考依据。
关键词: 超声乳化吸除; 人工晶状体植入; 前房渗出; 危险因素; 多因素分析
DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2026.10.19

Factors associated with anterior chamber exudation following phacoemulsification combined with intraocular lens implantation

Lan Tu¹, Liu Juan¹, Xie Liping²

¹Department of Ophthalmology; ²Operating Room, Zigong No. 1 People's Hospital, Zigong 643000, Sichuan Province, China
Correspondence to: Liu Juan. Department of Ophthalmology, Zigong No.1 People's Hospital, Zigong 643000, Sichuan Province, China. 15883061771@163.com
Received:2026-05-09 Accepted:2026-08-19

Abstract

- **AIM:** To investigate factors associated with anterior chamber exudation following phacoemulsification combined with intraocular lens (IOL) implantation.
- **METHODS:** Clinical data from patients with cataract who underwent phacoemulsification combined with IOL implantation at the hospital between June 2021 and June 2025 were retrospectively analyzed. Patients were divided into an exudation group and a non-exudation group according to the presence or absence of postoperative anterior chamber exudation. Demographic characteristics, underlying diseases, preoperative examination findings, surgery-related factors, intraoperative complications, and postoperative conditions were collected and compared between the two groups. Factors associated with anterior chamber exudation after phacoemulsification combined with IOL implantation were analyzed.
- **RESULTS:** A total of 840 cataract patients (840 eyes) who underwent phacoemulsification combined with IOL implantation were enrolled. According to the presence or absence of postoperative anterior chamber exudation, 42 patients (42 eyes) were assigned to the exudation group, including 18 men and 24 women, with a mean age of 72.04 ± 7.84 y; the remaining 798 patients (798 eyes) were assigned to the non-exudation group, including 370 men and 428 women, with a mean age of 65.13 ± 9.25 y. Univariate analysis showed significant between-group

differences in age, duration of cataract, diabetes mellitus, postoperative elevation of intraocular pressure, duration of corticosteroid eye-drop use, and lens nuclear grade (all $P < 0.05$). Restricted cubic spline analysis demonstrated significant overall associations of age, duration of cataract, and duration of corticosteroid eye-drop use with the risk of postoperative anterior chamber exudation (all $P < 0.001$). No significant non-linear associations were observed ($P_{\text{for non-linearity}} > 0.05$), indicating linear relationships. Multivariable Logistic regression analysis showed that age ($OR = 1.096$, 95% CI : 1.053–1.141), duration of cataract ($OR = 1.074$, 95% CI : 1.042–1.107), diabetes mellitus ($OR = 2.630$, 95% CI : 1.269–5.453), postoperative elevation of intraocular pressure ($OR = 4.311$, 95% CI : 1.851–10.041), duration of corticosteroid eye-drop use ($OR = 2.082$, 95% CI : 1.479–2.930), and lens nuclear grade $\geq IV$ ($OR = 2.635$, 95% CI : 1.309–5.304) were risk factors for postoperative anterior chamber exudation (all $P < 0.05$). A nomogram prediction model was developed based on these factors. The calibration curve showed good agreement between the predicted and observed probabilities. ROC curve analysis showed that the AUC of the model for predicting postoperative anterior chamber exudation was 0.858 (95% CI : 0.801–0.916), with a sensitivity of 0.810 and a specificity of 0.803.

• **CONCLUSION:** Anterior chamber exudation following phacoemulsification combined with IOL implantation is influenced by multiple factors. Age, duration of cataract, diabetes mellitus, postoperative elevation of intraocular pressure, longer duration of corticosteroid eye-drop use, and greater lens nuclear hardness are risk factors. The nomogram developed using these factors demonstrates good predictive performance for postoperative anterior chamber exudation and may facilitate the early identification of high-risk patients and the development of individualized intervention strategies.

• **KEYWORDS:** phacoemulsification; intraocular lens implantation; anterior chamber exudation; risk factors; multivariable analysis

Citation: Lan T, Liu J, Xie LP. Factors associated with anterior chamber exudation following phacoemulsification combined with intraocular lens implantation. *Guoji Yanke Zazhi* (Int Eye Sci), 2026, 26(10): 1793–1799.

0 引言

白内障是全球范围内主要的致盲眼病之一,随着人口老龄化进程加快,其发病率逐年升高。超声乳化吸除联合人工晶状体(intraocular lens, IOL)植入术作为当前治疗白内障的主要手术方式,具有切口小、手术时间短、安全性高等优点,已广泛应用于临床。然而,尽管手术技术与设备不断革新,术后发生前房渗出仍是常见的术后并发症之一,可引起术后视力恢复缓慢、眼内炎症加重、眼压波动等不良后果,严重者甚至可导致 IOL 偏位或移位,影响患者术后视觉质量及预后^[1]。前房渗出主要表现为前房内可见蛋白质样絮状物、纤维素样渗出物或细胞沉着,其发生机制与术中组织损伤、血-房水屏障破坏、术后炎症反应、

个体免疫应答差异等多种因素相关^[2]。目前国内外对于影响超声乳化吸除术后发生前房渗出的因素尚无统一认识,相关研究多集中于单一因素分析,缺乏系统评估和多因素分析。随着超声乳化技术和 IOL 材料的不断发展,对影响术后发生前房渗出因素的探讨具有重要临床意义。既往研究表明,患者年龄、基础疾病状况(如糖尿病、高血压等)、手术技术(如超声能量使用、手术时间等)、术后炎症控制等因素均可能与术后发生前房渗出相关。然而,这些因素的相对权重及相互作用在不同研究中结果不一致,临床预防策略尚缺乏明确指导。术后发生前房渗出不仅可能延长患者康复过程,增加随访频次和用药负担,还可能增加其他并发症(如黄斑水肿、眼压升高等)的发生风险,影响患者术后视力恢复和满意度。因此,系统分析影响术后发生前房渗出的因素,建立有效的预测模型,对于临床医师识别高风险人群、制定个体化预防策略、改善患者预后具有重要临床价值。

1 对象和方法

1.1 对象 回顾性分析 2021 年 6 月至 2025 年 6 月在我院接受超声乳化吸除联合 IOL 植入术的白内障患者临床资料。纳入标准:(1)年龄 ≥ 50 岁;(2)诊断为年龄相关性白内障并接受超声乳化吸除联合 IOL 植入术治疗;(3)临床资料完整,随访时间 ≥ 3 mo。排除标准:(1)有严重眼部基础疾病史,如葡萄膜炎、视网膜病变、青光眼等;(2)既往有眼部手术史;(3)术中或术后发生严重并发症导致无法完成随访;(4)合并免疫系统疾病或长期使用免疫抑制剂;(5)术后随访不规律或资料不完整者。根据术后是否出现前房渗出分为渗出组和未渗出组。本研究取得医学伦理委员会审查批准,因回顾性研究,豁免患者知情同意。

1.2 方法

1.2.1 样本量计算方法 依据多因素 Logistic 回归分析的变量数 (EPV) 原则,本研究拟纳入 6 个主要自变量进入回归模型,按照 $EPV \geq 5$ 计算,至少需要前房渗出事件为 30 例。既往研究显示,超声乳化吸除联合 IOL 植入术后前房渗出发生率约为 4.4%^[3]。据此采用公式: $n = \text{所需事件数} / \text{预期事件发生率}$,向上取整后,所需总样本量至少为 682 例。本研究实际纳入 840 例患者,预计可获得约 $840 \times 4.4\% = 37$ 例前房渗出事件,本研究实际观察到 42 例前房渗出病例,实际事件数满足多因素 Logistic 回归分析的样本量要求。

1.2.2 手术方法 所有患者术前均行详细眼科检查。术前 1 d 使用左氧氟沙星滴眼液和普拉洛芬滴眼液点眼,每次 1 滴,每天 4 次,两种滴眼液用药间隔不少于 5 min。所有手术均由 3 名经验丰富的医师完成,均行标准超声乳化吸除联合 IOL 植入术,盐酸奥布卡因滴眼液 (0.4%) 和结膜下利多卡因 (2%) 复合麻醉。手术采用透明角膜切口,使用连续环形撕囊法完成前囊膜切开。进行超声乳化,使用 INFINITI 系统,超声能量 30%–60%,真空 250–400 mmHg。I/A 抽吸皮质后植入折叠式 IOL 至囊袋内。

1.2.3 术后用药及随访 术后 1 d 使用左氧氟沙星滴眼液,每次 1 滴,每天 4 次,持续 1 wk;同时使用妥布霉素地塞米松滴眼液,每次 1 滴,每天 4 次,随后依据前房炎症反应、角膜水肿、眼压变化及患者症状逐周递减。当前房无明显渗出、炎症细胞明显减少或消失、眼压平稳且无活动性眼部炎症时停药。对炎症反应较重、前房渗出持续存在

或高风险患者,在监测眼压的基础上延长妥布霉素地塞米松眼液使用时间,并联合使用普拉洛芬滴眼液,每次1滴,每天4次,根据炎症控制情况停药。激素滴眼液使用持续时间定义为从术后第1d开始使用至完全停药的总周数,依据医嘱记录、门诊复诊记录及患者用药记录综合判定。术后随访3 mo,于术后1 d,1 wk,1,3 mo,记录最佳矫正视力、眼压、裂隙灯显微镜检查、前房炎症、IOL位置及相关并发症。

1.2.4 临床资料提取 本研究数据来源于医院电子病历系统、手术麻醉记录系统、超声乳化治疗仪记录系统、门诊随访系统、医学影像归档与通信系统及用药医嘱系统。资料提取前制定标准化数据提取表,明确所有变量的定义、赋值规则与记录规范;由2名经统一培训并考核合格的研究人员按照提取表独立完成数据提取,提取内容包括:(1)一般资料:年龄、性别、白内障病程、既往病史、基础疾病(高血压、糖尿病、冠心病、高脂血症);(2)术前检查指标:最佳矫正视力(以LogMAR视力记录)、眼压(采用非接触式眼压计测量);(3)围手术期相关因素:手术时长、超声能量参数(超声乳化时间、平均超声能量)、IOL材质、IOL设计、术中使用黏弹剂类型、术中并发症(后囊膜破裂、晶状体核坠入玻璃体腔、角膜内皮损伤)、超声乳化累积释放能量(AECP)、晶状体核分级(采用Emery-Little分级系统^[4]评估,分为I-V级,统计分析时合并为<IV级、≥IV级)、术后1 wk,1 mo最佳矫正视力与眼压(术后眼压>21 mmHg定义为眼压升高)、经OCT检查术后黄斑水肿情况、非甾体类抗炎药(NSAIDs)使用情况及用药时长。数据提取完成后执行双人交叉核对;对存在分歧或存疑的记录,共同回溯原始病历、手术记录及随访资料进行核实;经核对仍无法达成一致的内容,由第3名高年资眼科医师复核后最终判定,保障数据提取的准确性与一致性。(4)缺失数据处理:本研究以初筛符合纳入标准的912例患者为基数统计整体缺失与失访情况;因核心变量(术后前房渗出结局、关键手术参数、主要基线指标)资料缺失排除31例,因随访时长不足3 mo或失访排除41例,最终纳入统计分析共840例,整体缺失与失访率为7.9%。纳入最终分析的840例样本中,所有核心变量均无缺失;非核心变量单变量缺失率均低于2%,整体缺失水平较低。缺失数据采用分层策略处理:1)核心变量:存在缺失的病例直接排除,不纳入建模分析,确保研究核心数据完整性;2)非核心变量的少量缺失数据:优先通过原始病历、手术记录、随访档案交叉核对回溯补全;经核实仍无法补全者,采用链式方程多重插补法进行填补,设置插补次数为5次,合并5组插补数据集的分析结果用于最终统计,以减少样本信息损失,规避均值替代等简单填补方法带来的统计偏差。

前房渗出判定标准:在暗室环境下采用裂隙灯显微镜进行检查,使用1-2 mm窄光束从颞侧约45°角投射,观察前房深部、瞳孔区、IOL前表面及虹膜表面情况。阳性判定标准为前房内可见蛋白质样絮状物、纤维素样渗出物、片状或膜样纤维蛋白沉积,或伴有明显炎性细胞沉着;透明或半透明皮质残留、随体位变化移动的晶体皮质碎片、后囊膜破裂导致的皮质悬浮等假性渗出物不计入前房渗出^[5]。诊断时间窗为术后1 d,1 wk、1,3 mo,任一随访时点出现符合上述标准的前房渗出即判定为阳性,并记录首次出现时间和最高程度。前房渗出程度按裂隙灯表现分

级:0级为未见渗出;I级为少量散在点片状或絮状渗出,未遮挡瞳孔区;II级为较明显絮状或片状纤维素样渗出,可累及瞳孔区或IOL前表面,但未形成致密膜样结构;III级为大量纤维素样渗出或膜样沉积,影响瞳孔区观察或伴明显炎症反应^[5]。分组分析以是否发生前房渗出为主要结局变量,程度分级用于描述渗出严重程度及辅助判定临床危害。为提高分组客观性,前房渗出判定由2名具有经验的眼科医师在不知晓患者基线资料、手术参数及术后用药情况的条件下,依据裂隙灯记录及必要时前节照相资料独立完成。两名医师判断不一致时,由第3名高年资眼科医师复核并形成最终判定。采用Kappa检验评价两名观察者对前房渗出有无及程度分级判定的一致性,Kappa≥0.75认为一致性较好,0.40-0.74认为一致性一般,<0.40认为一致性较差。本研究中2名医师测量的Kappa值为0.86,具有较好的一致性。

统计学分析:使用SPSS 26.0软件进行数据分析。计量资料以均数±标准差表示,组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料以 $n(\%)$ 表示,组间比较采用 χ^2 检验或Fisher确切概率法。采用单因素分析筛选影响术后前房渗出的相关因素,通过限制性立方样条分析连续变量与术后前房渗出的关联,经多因素Logistic回归确定其危险因素,计算各危险因素的优势比(OR)及95%置信区间(95%CI);基于危险因素构建列线图预测模型,采用似然比卡方检验评估回归方程的总有效性,使用Hosmer-Lemeshow检验评估模型拟合优度。通过Cox & Snell R^2 和Nagelkerke R^2 评估模型解释变异的程度。通过校准曲线及受试者工作特征(ROC)曲线评价模型效能。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 影响术后发生前房渗出的单因素分析结果 本研究共纳入接受超声乳化吸除联合IOL植入术的白内障患者患者840例840眼,根据术后是否出现前房渗出分为渗出组42眼和未渗出组798眼,两组间年龄、白内障病程、糖尿病、术后眼压升高、术后激素滴眼液使用持续时间以及晶状体核分级比较差异均有统计学意义($P<0.05$),见表1。

2.2 限制性立方样条分析 为检验连续变量进入多因素模型前的线性假设,采用限制性立方样条分析年龄、白内障病程及术后激素滴眼液使用持续时间与术后前房渗出风险之间的关系。结果显示,年龄与术后前房渗出风险的总体关联具有统计学意义($\chi^2=24.704, P<0.001$),非线性检验未见统计学意义($P_{\text{for non-linearity}}=0.342$);白内障病程与术后前房渗出风险的总体关联具有统计学意义($\chi^2=27.172, P<0.001$),非线性检验未见统计学意义($P_{\text{for non-linearity}}=0.145$);术后激素滴眼液使用持续时间与术后前房渗出风险的总体关联具有统计学意义($\chi^2=19.892, P<0.001$),非线性检验未见统计学意义($P_{\text{for non-linearity}}=0.898$)。提示上述连续变量与术后前房渗出的logit风险近似呈线性关系,故后续多因素Logistic回归分析中仍以连续变量形式纳入模型,见图1。

2.3 多因素 Logistic 回归分析影响术后发生前房渗出的因素 为进一步分析影响术后发生前房渗出的因素,在RCS分析提示连续变量线性假设基本满足的基础上,对单因素分析中有统计学差异且具有临床意义的变量进

表 1 影响术后发生前房渗出的单因素分析结果

变量		渗出组 (n = 42)	未渗出组 (n = 798)	t/χ ² /Fisher	P
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)		72.04±7.84	65.13±9.25	4.752	<0.001
性别 (例, %)	男	18(42.86)	370(46.36)	0.198	0.657
	女	24(57.14)	428(53.64)		
白内障病程($\bar{x} \pm s$, mo)		32.84±14.33	24.60±11.47	4.477	<0.001
基础疾病 (例, %)	高血压	19(45.24)	261(32.71)	2.820	0.093
	糖尿病	16(38.10)	148(18.55)	9.705	0.002
	冠心病	9(21.43)	107(13.41)	2.156	0.142
	高脂血症	15(35.71)	203(25.44)	2.192	0.139
手术时长($\bar{x} \pm s$, min)		16.82±4.21	15.93±3.86	1.450	0.148
超声乳化时间($\bar{x} \pm s$, s)		43.26±11.35	40.88±10.72	1.398	0.162
平均超声能量($\bar{x} \pm s$, %)		28.64±7.92	27.91±7.46	0.616	0.538
植入 IOL 材质(眼, %)	亲水性丙烯酸酯	5(11.90)	75(9.40)	0.073	0.787
	疏水性丙烯酸酯	37(88.10)	723(90.60)		
植入 IOL 类型(眼, %)	单焦点	39(92.86)	736(92.23)		0.888
	多焦点	2(4.76)	46(5.76)		
	散光矫正型	1(2.38)	16(2.01)		
术中使用黏弹剂类型(眼, %)	凝聚型	25(59.52)	501(62.78)		0.854
	分散型	13(30.95)	226(28.32)		
	复合型	4(9.52)	71(8.90)		
术中并发症(眼, %)	后囊膜破裂	2(4.76)	13(1.63)		0.170
	晶状体核掉入玻璃体	1(2.38)	1(0.13)		
	角膜内皮损伤	3(7.14)	23(2.88)		
最佳矫正视力($\bar{x} \pm s$, LogMAR)	术前	0.91±0.29	0.84±0.27	1.632	0.103
	术后 1 wk	0.34±0.17	0.31±0.15	1.255	0.210
	术后 1 mo	0.19±0.11	0.18±0.10	0.628	0.530
眼压($\bar{x} \pm s$, mmHg)	术前	17.48±3.16	16.82±3.41	1.227	0.220
	术后 1 wk	17.86±4.02	17.21±3.86	1.062	0.289
	术后 1 mo	16.58±3.05	16.21±2.91	0.801	0.423
术后眼压升高(眼, %)		11(26.19)	79(9.90)	9.432	0.002
术后黄斑水肿(眼, %)		3(7.14)	17(4.27)		0.073
术后非甾体抗炎药(NSAIDs)使用(眼, %)		18(42.86)	428(53.63)	1.861	0.173
术后激素滴眼液使用持续时间($\bar{x} \pm s$, wk)		4.62±1.05	3.89±1.03	4.473	<0.001
超声 AECP (眼, %)	>7.25%×min	14(33.33)	190(23.81)	1.968	0.161
	≤7.25%×min	28(66.67)	608(79.19)		
晶状体核分级(眼, %)	≥Ⅳ级	20(47.62)	198(24.81)	10.800	0.001
	<Ⅳ级	22(52.38)	600(75.19)		

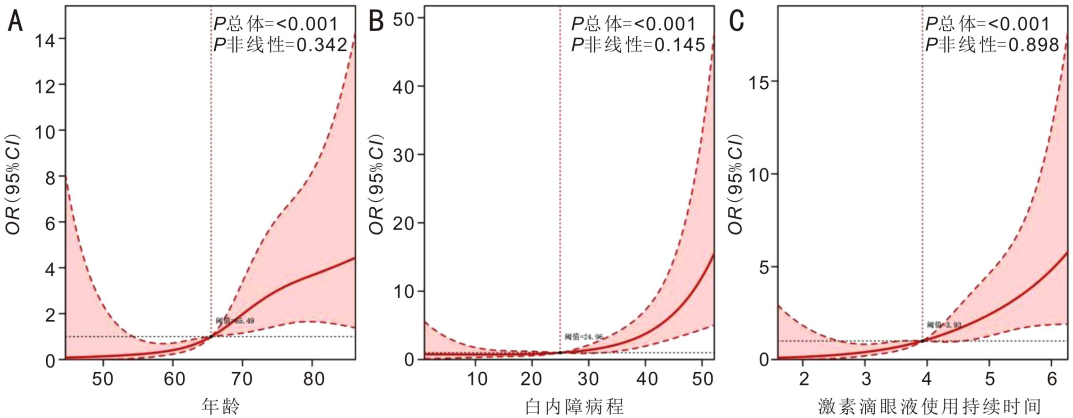


图 1 限制性立方样条分析 A:年龄与术后发生前房渗出风险分析;B:白内障病程与术后发生前房渗出风险分析;C:术后激素滴眼液使用持续时间与术后发生前房渗出风险分析。

行多因素 Logistic 回归分析,变量赋值见表 2。多因素 Logistic 回归分析结果显示,年龄、白内障病程、糖尿病、术后眼压升高、术后激素滴眼液使用持续时间以及晶状体核分级 $\geq$ Ⅳ级是影响术后发生前房渗出的因素(均 $P<0.05$),见表 3。

2.4 回归方程的统计学检验 Logistic 回归模型的方程为: $\text{logit}(P) = -15.288 + 0.092 \times \text{年龄} + 0.071 \times \text{白内障病程} + 0.967 \times \text{糖尿病} + 1.461 \times \text{术后眼压升高} + 0.733 \times \text{术后激素滴眼液使用持续时间} + 0.969 \times \text{晶状体核分级}$ 。回归方程的总有效性检验结果显示,似然比卡方值为 88.933,自由度为 6, $P<0.001$,表明该模型具有统计学意义。Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验的卡方值为 6.423,自由度为 8, $P=0.600(>0.05)$,表明预测模型与实际观测值拟合良好。模型的 Cox & Snell R^2 为 0.100,Nagelkerke R^2 为 0.307。

2.5 列线图模型的构建与验证 基于多因素 Logistic 回归分析筛选出的影响因素构建术后发生前房渗出风险列线图模型,见图 2。该列线图通过为每个影响因素赋值并计算总得分,估算出个体术后发生前房渗出的概率。采用 Bootstrap 法进行内部验证,重复抽样次数为 1 000 次,校准曲线结果显示,列线图预测概率与实际观测概率一致性较好,见图 3。ROC 曲线分析显示,该模型预测术后前房渗出的 AUC 为 0.858,95%CI 为 0.801-0.916,灵敏度为 0.810,特异度为 0.803,进一步验证了模型具有良好的预测准确性,见图 4。

3 讨论

本研究纳入 840 例接受超声乳化吸除联合 IOL 植入术的白内障患者,术后前房渗出发生率为 5.0%,略低于王飞等^[6]报道的 6.03%。这一结果可能与本研究纳入的患者年龄相对较低、合并全身疾病比例较少有关。多因素 Logistic 回归分析显示,年龄、白内障病程、糖尿病、术后眼压升高、术后激素滴眼液使用持续时间及晶状体核分级 $\geq$ Ⅳ级是术后前房渗出的危险因素。现就各危险因素展开以下分析:(1)年龄:渗出组患者平均年龄 72.04 ± 7.84 岁,较未渗出组 65.13 ± 9.25 岁高出近 7 岁,多因素分析中年龄 OR 值为 1.096(95%CI:1.053-1.141),提示年龄每增加 1 岁,术后前房渗出风险约增加 9.6%。限制性立方样条分析进一步证实年龄与术后前房渗出风险呈线性正相关,非线性检验无统计学意义。高龄患者血-房水屏障功能减退,角膜内皮细胞密度下降,术后炎症反应消退延迟,房水蛋白浓度及纤维蛋白析出风险随之升高^[7]。Erichsen 等^[8]研究表明,年龄超过 70 岁的白内障患者术后前房炎症值显著高于年轻患者,其机制与老年患者房水中白介素-6、肿瘤坏死因子- α 等炎性介质基线水平偏高及血-房水屏障通透性增加有关。Ma 等^[9]进一步发现,糖尿

病患者中年龄增长与术后前房炎症反应加重存在协同效应,提示高龄合并糖尿病的患者应列为重点监测对象。对此,临床工作中对 70 岁以上患者应加强术后前房炎症监测,必要时提前启动或强化抗炎方案。(2)白内障病程:渗出组平均白内障病程 32.84 ± 14.33 mo,较未渗出组 24.60 ± 11.47 mo 延长约 8 mo,多因素分析中白内障病程 OR 值为 1.074(95%CI:1.042-1.107),限制性立方样条分析提示二者呈线性关联。病程延长往往意味着晶状体核硬度增加、成熟度加重,术中需消耗更多超声能量,前房内液流扰动时间延长,虹膜及小梁网机械性损伤概率上升。Briceno-Lopez 等^[10]报道,成熟及过熟期白内障术后角膜水肿及前房反应发生率显著高于未成熟期,其机制与硬核白内障术中超声能量累积释放及机械操作难度增加直接相关。本研究将白内障病程纳入多因素分析,在控制晶状体核分级后仍入选,提示病程除反映核硬度外,还可能涉及长期视觉剥夺状态下虹膜血管通透性改变、血-房水屏障慢性损伤等机制,这一发现既往研究较少关注。临床实践中应鼓励患者及时就诊,避免白内障过度成熟引发的手术难度增加和并发症风险上升。(3)糖尿病:渗出组糖尿病患者比例 38.10%,为未渗出组 18.55% 的 2.1 倍,多因素分析中糖尿病 OR 值为 2.630(95%CI:1.269-5.453),是效应较强的危险因素之一。糖尿病患者微血管病变累及眼部,血-房水屏障通透性增高,房水中白介素-6、肿瘤坏死因子- α 等炎性介质基线水平即高于非糖尿病患者,术后炎症反应放大效应更为显著。刘彦章等^[11]检测糖尿病性白内障患者房水及血清炎症因子发现,糖化血红蛋白水平与房水白介素-6 浓度呈正相关,血糖控制不佳者术后前房渗出发生率明显升高。Hou 等^[12]在一项全国性队列研究中亦证实,糖尿病患者白内障术后眼内炎及前房炎症并发症风险高于非糖尿病患者,其效应值随糖尿病病程延长而递增。因此,临床实践中应重视糖尿病患者术前血糖管理,建议糖化血红蛋白控制在 7.0% 以下再行手术,术后加强抗炎治疗并密切随访前房炎症变化。(4)术后眼压升高:渗出组术后眼压升高比例 26.19%,为未渗出组 9.90%

表 2 各研究变量及赋值方法

变量	名称	赋值
X1	年龄	实际年龄(岁)
X2	白内障病程	实际病程(mo)
X3	糖尿病	0=否;1=是
X4	术后眼压升高	0=否;1=是
X5	术后激素滴眼液使用持续时间	实际使用时间(wk)
X6	晶状体核分级	0=<Ⅳ级;1= $\geq$ Ⅳ级
Y	术后前房渗出	0=否;1=是

表 3 多因素 Logistic 回归分析影响术后发生前房渗出的因素

变量	β	SE	Wald χ^2	P	OR	95%CI
年龄	0.092	0.021	19.969	<0.001	1.096	1.053-1.141
白内障病程	0.071	0.015	21.213	<0.001	1.074	1.042-1.107
糖尿病	0.967	0.372	6.758	0.009	2.630	1.269-5.453
术后眼压升高	1.461	0.431	11.473	<0.001	4.311	1.851-10.041
术后激素滴眼液使用持续时间	0.733	0.174	17.665	<0.001	2.082	1.479-2.930
晶状体核分级 $\geq$ Ⅳ级	0.969	0.357	7.361	0.007	2.635	1.309-5.304
常量	-15.288	1.909	64.148	<0.001	-	-

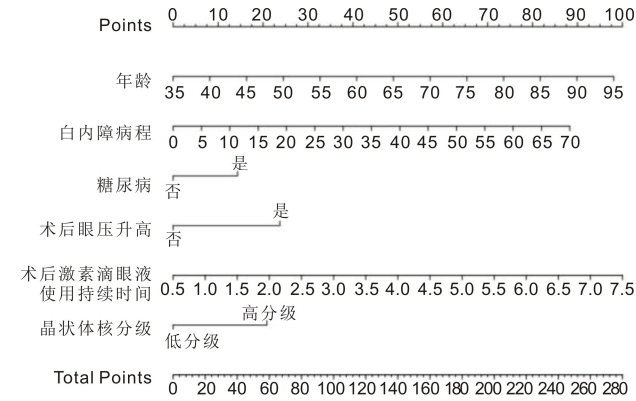


图2 术后发生前房渗出风险列线图模型。

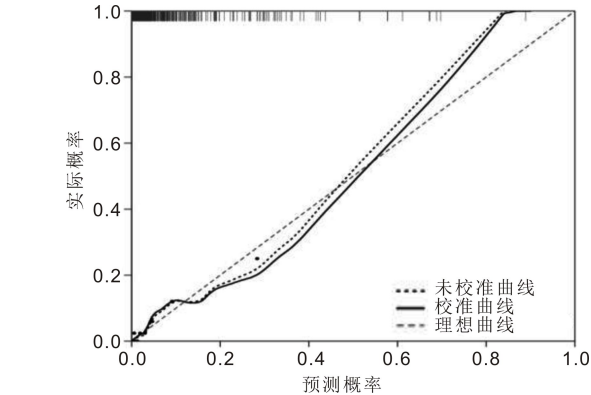


图3 列线图模型校准曲线。

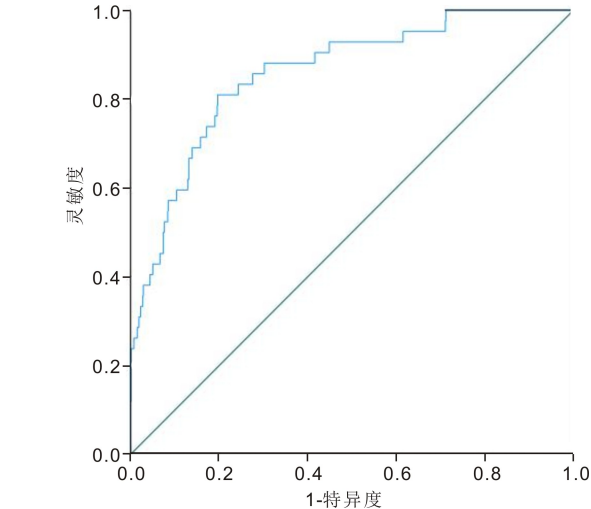


图4 列线图模型 ROC 曲线。

的2.6倍,多因素分析中术后眼压升高OR值为4.311(95%CI:1.851-10.041),是所有危险因素中效应最强者。这一关联具有双向性:前房渗出物阻塞小梁网可导致房水外流受阻,引起眼压升高;而术后早期眼压升高又通过机械牵拉破坏血-房水屏障,促进炎性因子渗出,形成恶性循环。张丽娜等^[13]分析原发性闭角型青光眼白内障联合术后眼压再升高时发现,术后早期炎症反应与眼压升高存在相互促进关系,与本研究推测一致。但Simsek等^[14]在对无并发症白内障术后炎症反应的定量评估中,未发现术后眼压与前房闪辉值存在显著关联,分析原因可能与该研究纳入人群均为无并发症病例、眼压升高发生率极低(<5%)有关,统计效能不足。因此,临床工作中,建议术后第1d即应监测眼压,对眼压超过21mmHg者及时给予

降眼压处理,同时加强抗炎治疗,打断炎症-眼压升高的恶性循环。(5)术后激素滴眼液使用持续时间:渗出组术后激素滴眼液平均使用4.62±1.05wk,较未渗出组3.89±1.03wk延长近0.7wk,多因素分析中OR值为2.082(95%CI:1.479-2.930),限制性立方样条分析提示二者呈线性关联。前房渗出越严重或持续时间越长的患者,临床医师倾向于延长激素治疗时间。因此该变量应视为炎症严重程度的间接标志,而非致病因素。这一推断与临床实际相符,也提示对于术后炎症反应较重或恢复较慢的患者,在规范监测眼压的前提下合理延长抗炎治疗具有必要性,但需避免过度使用导致激素性高血压等并发症。对此,临床建议术后1d开始使用妥布霉素地塞米松滴眼液,初始每日4次,依据前房炎症反应、角膜水肿及眼压变化逐周递减,当前房无明显渗出、炎症细胞明显减少时停药。(6)晶状体核分级≥Ⅳ级:渗出组Emery-Little分级≥Ⅳ级比例47.62%,为未渗出组24.81%的近2倍,多因素分析中OR值为2.635(95%CI:1.309-5.304)。硬核白内障术中超声乳化时间延长,累积释放能量增加,角膜内皮、虹膜及小梁网热损伤及机械性损伤概率上升,前列腺素、白介素等炎性介质释放增多,血-房水屏障开放程度加重。Yalçınkaya Çakır等^[2]比较不同核硬度白内障术后前房闪辉值发现,Emery-Little分级≥Ⅳ级者术后前房闪辉值显著高于低硬度核,与本研究结果一致。本研究未能证实超声AACP为危险因素,可能与AACP与晶状体核分级、手术时间存在较强共线性有关,提示单一能量指标难以完全反映术中组织损伤程度,晶状体核硬度、操作复杂度及个体炎症易感性共同决定了术后前房反应。临床实践中,对于硬核白内障患者,术中应采用合理的核碎裂技术,控制超声能量使用,缩短超声时间,减少组织损伤。

本研究构建的列线图模型AUC为0.858(95%CI:0.801-0.916),灵敏度0.810,特异度0.803,校准曲线显示预测概率与实际观测概率一致性良好,Hosmer-Lemeshow检验P=0.600,模型拟合度可接受。与卓传华等^[7]构建的列线图模型(AUC=0.832)相比,本研究预测效能略优,可能与纳入变量更全面(涵盖术后眼压、激素使用时长等术后因素)及样本量较大有关。但模型灵敏度与特异度尚处于中等水平,提示仍有优化空间,后续可通过纳入术中实时参数(如超声能量曲线、前房液流动力学指标)进一步提升预测精度。该模型可直接应用于临床术前评估,对高危患者进行个体化风险量化,指导围手术期管理方案制定。

然而,本研究仍存在一定局限性:(1)本研究为单中心回顾性研究,数据均来源于医院电子病历与临床随访资料,研究对象纳入、围术期诊疗方案及随访依从性均受临床实际诊疗流程影响,难以完全规避回顾性研究固有的选择偏倚与信息偏倚,结果外推性存在一定局限。(2)研究仅纳入术后随访满3mo且资料完整的病例,可能遗漏术后渗出症状较轻、自行缓解后未规范复诊的患者,或对前房渗出发生率及危险因素识别产生偏差;同时部分术中操作参数、术后用药依从性及全身炎症指标等信息记录不够完善,未纳入分析,仍存在残余混杂可能。(3)本研究所所有手术均由3名经验丰富的眼科主刀医师完成,其手术年资为6-12a,年手术量均超过300例,且均遵循统一的手术步骤、超声能量设定原则及术后管理流程,可在一定程度上减少术者差异所致偏倚。然而,本研究未将术者作为

独立变量纳入分析,也未开展基于术者的分层分析或敏感性分析,因而无法完全排除术者经验、操作习惯及技术细节差异对术后前房渗出风险的潜在影响。(4)目前国内聚焦该结局的大样本多中心研究相对匮乏,不同研究间纳入人群、手术方案及结局判定标准存在明显异质性,本研究所得危险因素效应值难以与既往研究进行直接横向对标。后续可开展多中心、前瞻性队列研究,统一前房炎症评估标准与随访流程,细化术中操作参数与炎症相关指标采集,进一步验证本研究结论,构建更具临床普适性的风险预测模型。

本研究针对现有研究局限作出了创新性拓展。当前针对超声乳化联合 IOL 植入术后发生前房渗出的研究多局限于危险因素的简单筛选与罗列,鲜有探讨连续暴露因素与结局的剂量反应关系,且缺乏可直接应用于临床的个体化风险量化工具。本研究引入限制性立方样条明确连续变量的关联特征,在此基础上筛选危险因素并构建可视化列线图预测模型,实现了术后前房渗出风险的个体化量化评估,为临床分层精准防控提供了方法学支撑。基于上述分析策略,本研究系统明确了超声乳化吸除联合 IOL 植入术后发生前房渗出的危险因素,构建了预测效能良好的风险评估模型,对临床工作具有以下指导意义:(1)针对高龄、糖尿病、白内障病程长等高风险患者,应进行充分术前评估和个体化手术策略制定。对于糖尿病患者,建议术前严格控制血糖,必要时咨询内分泌科医师优化治疗方案。(2)对于硬核白内障患者,术中应采用合理的核碎裂技术,控制超声能量使用,缩短超声时间,减少组织损伤。(3)术后早期应密切监测眼压变化,发现眼压升高及时处理,防止炎症-眼压升高的恶性循环。对于高风险患者,术后应加强抗炎治疗,可考虑糖皮质激素与 NSAIDs 联合使用,延长随访时间,密切观察前房炎症变化。(4)本研究建立的预测模型可用于术前评估患者发生前房渗出的风险,有针对性地制定预防方案,提高手术成功率和患者满意度。总之,超声乳化吸除联合 IOL 植入术后前房渗出是多因素共同作用的结果,临床医师应全面评估患者风险,个体化制定手术和抗炎方案,积极防治前房渗出,以期获得最佳手术效果和患者满意度。

利益冲突声明:本文不存在利益冲突。
作者贡献声明:兰图论文选题与修改,初稿撰写;谢丽萍文献检索,数据分析;刘鹏选题指导,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] 谢梅傲,代敏,王英,等. 超声乳化吸除联合人工晶体植入术治疗白内障的疗效及术后前房渗出的影响因素分析. 现代生物医学进展, 2022,22(6):1098-1101,1078.
[2] Yalçinkaya Çakır G, Altan Ç,Çakır İ. Anterior chamber flare and choroidal vascular index as inflammatory markers after uncomplicated phacoemulsification surgery. Int Ophthalmol, 2024,44(1):35.
[3] Miyake K, Maekubo K, Miyake Y, et al. Pupillary fibrin membrane. A frequent early complication after posterior chamber lens implantation in Japan. Ophthalmology, 1989,96(8):1228-1233.
[4] Emery JM, Little JH. Phacoemulsification and Aspiration of Cataracts: Surgical Techniques, Complications and Results. St. Louis: C. V. Mosby, 1979:45-48.
[5] Jabs DA, Nussenblatt RB, Rosenbaum JT, et al. Standardization of uveitis nomenclature for reporting clinical data. Results of the First International Workshop. Am J Ophthalmol, 2005,140(3):509-516.
[6] 王飞,史强,董晓敏. 超声乳化白内障吸除联合 IOL 植入术后前房深度变化及前房渗出影响因素. 河北医学, 2020, 26(9):1528-1532.
[7] 卓传华,李仕永,季婷婷,等. 年龄相关性白内障患者术后发生前房渗出的危险因素及列线图模型构建. 国际眼科杂志, 2026, 26(1):96-102.
[8] Erichsen JH, Forman JL, Holm LM, et al. Effect of anti-inflammatory regimen on early postoperative inflammation after cataract surgery. J Cataract Refract Surg, 2021,47(3):323-330.
[9] Ma MM, Wang MQ, Zhang XM, et al. Effects of a fortified balanced salt solution and Ringer's lactate solution on anterior chamber inflammation after phacoemulsification in diabetes. J Cataract Refract Surg, 2024,50(4):352-359.
[10] Briceno-Lopez C, Burguera-Giménez N, García-Domene MC, et al. Cornealedema after cataract surgery. J Clin Med, 2023, 12(21):6751.
[11] 刘彦章,尹晓艳,陈悦,等. 糖尿病性白内障患者房水和血清炎症相关因子的变化及其与糖代谢相关性研究. 临床和实验医学杂志, 2023,22(21):2300-2303.
[12] Hou CH, Lee JS, Lin KK, et al. Risk and dose-response relationship of diabetes mellitus for endophthalmitis after cataract surgery in anationwide cohort study in Taiwan. Clin Exp Ophthalmol, 2023, 51(7):692-703.
[13] 张丽娜,杨潇远,闫媛媛,等. PACG 白内障联合房角分离术后眼压再升高临床分析. 中华眼视光学与视觉科学杂志(中英文), 2025,27(3):184-190.
[14] Simsek M, Cakir GY, Koser E, et al. Quantitative evaluation of inflammation after phacoemulsification surgery: anterior chamber flare and choroidal vascular index. Jpn J Ophthalmol, 2025,69(5):813-822.