

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2026.04.048

白内障患者术后发生干眼症的危险因素分析及风险预测模型构建

杨娜娜, 朱冬升, 孙玉娴

(安徽医科大学第一附属医院东城院区 眼科, 安徽合肥 231600)

【摘要】目的 分析白内障患者术后发生干眼症的危险因素,并构建风险预测模型。**方法** 选取2026年1月至2026年3月于安徽医科大学第一附属医院东城院区行白内障超声乳化吸除联合人工晶体(intraocular lens, IOL)植入术的86例患者,根据术后1个月内是否发生干眼症分为干眼组(40例)、非干眼组(46例)。收集患者术前基线资料、眼部相关检查指标、手术相关参数及术后用药情况,对糖尿病史和高血压史按病情严重程度分层(糖尿病史分为无、控制良好、控制不佳;高血压史分为无、1级、2级及以上)。采用多因素 Logistic 回归分析筛选独立危险因素,据此建立术后发生干眼症风险预测模型。**结果** 术后干眼症总发生率为46.51%(40/86)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,年龄 ≥ 65 岁、糖尿病史控制不佳、超声乳化累积消散能量(cumulative dissipated energy, CDE) ≥ 12.00 是白内障术后发生干眼症的独立危险因素。基于上述3项独立危险因素构建的预测模型的曲线下面积(area under the curve, AUC)为0.85,敏感度为82.50%,特异度为78.26%;Hosmer-Lemeshow 检验显示, $\chi^2 = 5.890, P = 0.663$ 。**结论** 年龄 ≥ 65 岁、糖尿病史控制不佳、超声乳化CDE ≥ 12.00 是白内障术后干眼症的独立危险因素,本研究构建的预测模型可有效预判术后干眼症的发生风险,能为临床针对性干预提供量化参考依据。

【关键词】 白内障; 干眼症; 危险因素; 预测模型**【中图分类号】** R779.66**【文献标志码】** A

文章编号: 1674-1242 (2026) 04-0224-05

Analysis of risk factors for dry eye syndrome in patients with cataract after surgery and construction of risk prediction model

YANG Nana, ZHU Dongsheng, SUN Yuxian

(Department of Ophthalmology, Dongcheng Branch, The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 231600, Anhui, China)

【 Abstract 】 Objective To analyze the risk factors for dry eye syndrome in patients after cataract surgery, and to construct a risk prediction model. **Methods** A total of 86 patients who underwent phacoemulsification and intraocular lens (IOL) implantation at Dongcheng Branch, The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University from January 2026 to March 2026 were selected. According to whether dry eye symptoms occurred within one month after the surgery, they were divided into the dry eye group (40 cases) and the non-dry eye group (46 cases). The preoperative data, ocular-related examination indicators, surgical parameters, and postoperative medication usage of the patients were collected. The severity of diabetes history and hypertension history was stratified (diabetes history was classified as no, well controlled, poorly controlled; hypertension history was classified as no, grade 1, grade 2 and above). Multivariate Logistic regression analysis was used to screen independent risk factors. Based on this, a risk prediction model for dry eye syndrome after surgery was established. **Results** The incidence of dry eye after surgery was 46.51% (40/86). Multivariate Logistic regression analysis showed that age ≥ 65 years, history of diabetes (with poor control), and cumulative dissipated energy (CDE) of phacoemulsification ≥ 12.00 were independent risk factors for dry eye after cataract surgery. The predictive model constructed based on these three independent risk factors had an area under the curve (AUC) of 0.85, a sensitivity of 82.50%, and a specificity of 78.26%. **Conclusion** Age ≥ 65 years, history of diabetes (with poor control), and cumulative dissipated energy (CDE) of phacoemulsification ≥ 12.00 are the independent risk factors for dry eye syndrome after cataract surgery. The predictive model constructed in this study can effectively predict the risk of postoperative dry eye syndrome, and can provide a quantitative reference basis for targeted clinical intervention.

【 Key words 】 Cataract; Dry eye syndrome; Risk factors; Prediction model

收稿日期: 2026-04-01。

作者简介: 杨娜娜, 本科, 中级, 研究方向: 白内障。E-mail: 13965125436@163.com。

白内障是全球范围内的最常见的致盲性眼病,超声乳化白内障吸除联合人工晶体(intraocular lens, IOL)植入术是目前最有效的治疗方式,临床疗效显著,但术后干眼症是该术式较常见的并发症,会对患者的术后视觉质量与眼部舒适度造成明显影响^[1]。相关研究显示^[2],白内障术后干眼症发生率为20%~55%,部分患者可持续数月至数年,甚至发展为慢性干眼症,对患者生活质量与术后视功能恢复带来显著负面影响。目前国内外学者已针对白内障术后干眼症的危险因素开展了多项探索,但不同研究结论存在一定异质性^[3],且针对中国人群、基于近期临床数据的预测模型研究相对有限,因此本研究对此展开分析。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本研究为回顾性病例对照研究。选取2026年1月至2026年3月于安徽医科大学第一附属医院东城院区眼科行白内障超声乳化吸除联合IOL植入术的患者。研究期间共完成该类手术158例,经纳入与排除标准后排除72例,最终纳入86例患者(86眼)。纳入标准:①确诊为年龄相关性白内障,符合白内障手术指征;②首次接受白内障超声乳化手术;③术前无眼表疾病及干眼症病史;④手术顺利;⑤术后随访资料完整。排除标准:①术前已诊断为干眼症或接受过干眼症治疗;②合并严重眼部疾病;③既往有眼部外伤史;④术前3个月内佩戴角膜接触镜;⑤合并自身免疫性疾病、干燥综合征、甲状腺相关眼病等可能影响泪膜稳定的全身性疾病;⑥长期使用影响泪膜稳定性的全身或局部药物;⑦术中使用其他特殊设备或术式。所有临床资料通过电子病历系统回顾性收集,术前检查、手术记录及术后随访数据均由专科医师在统一培训后按标准化流程录入;术后干眼症的判定由2名主治医师独立完成,意见不一致时协商一致。本研究经安徽医科大学第一附属医院东城院区伦理委员会批准(批件号:2026018)。

1.2 手术方法及围手术期处理

所有手术均由同一组经验丰富的高年资医师完成,术前常规行眼部清洁,使用复方托吡卡胺滴眼液散大瞳孔,采用表面麻醉方式实施手术,术式为透明角膜切口白内障超声乳化吸除联合后房型IOL植

入术。

1.3 观察指标与评价标准

1.3.1 基线资料

通过电子病历系统收集年龄、性别、体重指数(body mass index, BMI)等基线信息。糖尿病史分层:无糖尿病史;合并糖尿病且糖化血红蛋白(glycated hemoglobin A1c, HbA1c) < 7.0% 且病程 < 10 年为“控制良好”;合并糖尿病且 HbA1c ≥ 7.0% 或病程 ≥ 10 年为“控制不佳”。高血压史分层:无高血压史;1 级高血压(收缩压 140 ~ 159 mmHg 和/或舒张压 90 ~ 99 mmHg);2 级及以上高血压(收缩压 ≥ 160 mmHg 和/或舒张压 ≥ 100 mmHg, 或既往有高血压史,服用降压药但血压未达标)。

1.3.2 眼部相关检查

术前检查包括 LogMAR 视力表测定视力,非接触式眼压计测量眼压、非接触式角膜内皮显微镜测定角膜内皮细胞计数;使用 IOL Master 700 型人工晶状体光学生物测量仪测量眼轴长度和前房深度,术前行眼部 B 超检查排除玻璃体视网膜膜疾病,黄斑光学相干断层扫描(optical coherence tomography, OCT)观察黄斑区形态及厚度,行扫描激光眼底检查排查有无糖尿病视网膜病变、黄斑变性等眼底病变。

1.3.3 手术相关参数

术中记录超声乳化累积消散能量(cumulative dissipated energy, CDE)、术中冲洗液用量、角膜切口长度、超声乳化时间,术后记录用药种类及糖皮质激素使用时间。

1.3.4 术后干眼症诊断标准

诊断标准参考干眼症诊断标准^[4]制订:患者术后1个月内,排除其他原因引起的眼表异常后,出现干涩、异物感、烧灼等至少1项眼部主观症状,且同时满足≥2项客观指标阳性:①泪膜破裂时间(tear film breakup time, BUT) ≤ 5 s;②泪液分泌试验(Schirmer I test, S I t) ≤ 10 mm/5 min;③角膜荧光素(fluorescein, FL)评分 ≥ 3 分;④眼表疾病指数(ocular surface disease index, OSDI)评分 ≥ 13 分,即可诊断术后干眼症。据此将入组患者分为干眼组和非干眼组。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行数据分析。计量资料若符合正态分布,以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比

较行独立样本 t 检验;若不符合正态分布,以中位数(P_{25}, P_{75})表示,组间比较行 Mann-Whitney U 检验。计数资料以例(%)表示,组间比较行 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法(分层后任意理论频数 <5)。有序多分类变量(糖尿病史分层、高血压史分层),组间比较采用趋势 χ^2 检验或秩和检验。将单因素分析 $P < 0.10$ 及临床重要变量纳入多因素 Logistic 回归模型,采取逐步向前法筛选独立危险因素,报告比值比(odds ratio, OR)及 95% 置信区间(95% confidence interval, 95% CI);采用受试者操作特征(receiver operator characteristic, ROC)曲线、曲线下面积(area under the

curve, AUC)及 Hosmer-Lemeshow 检验分别评价模型的区分度、校准度,并通过 Bootstrap 重抽样法($B=200$ 次)完成内部验证。采用似然比检验分析变量交互效应, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组基线资料比较

共纳入 86 例患者,术后 1 个月内干眼症发生率 46.51%(40/86)。两组在年龄、糖尿病史分层、超声乳化 CDE、角膜切口长度方面比较,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);高血压史分层及术后用药使用率差异比较,均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。(表 1)。

表 1 白内障术后干眼组与非干眼组单因素分析[$\bar{x} \pm s$, 例(%), 中位数(P_{25}, P_{75})]

变量	干眼组 ($n=40$)	非干眼组 ($n=46$)	$t/\chi^2/Z$	P
年龄(岁)	71.45 $\pm$ 7.32	65.63 $\pm$ 9.85	3.081	0.009
性别(男/女, 例)	17/23	21/25	0.122	0.732
BMI(kg/m ²)	24.56 $\pm$ 2.87	24.12 $\pm$ 2.95	0.701	0.488
糖尿病史分层			8.453	0.009
无	18 (45.00)	30 (65.22)		
控制良好	8 (20.00)	11 (23.91)		
控制不佳	14 (35.00)	5 (10.87)		
高血压史分层			1.781	0.413
无	22 (55.00)	28 (60.87)		
1 级	10 (25.00)	12 (26.09)		
2 级及以上	8 (20.00)	6 (13.04)		
术前 LogMAR 视力	0.56 $\pm$ 0.23	0.52 $\pm$ 0.21	0.842	0.401
术前眼压(mmHg)	14.32 $\pm$ 2.56	14.05 $\pm$ 2.48	0.503	0.621
术前角膜内皮细胞计数(个/mm ²)	2456.78 $\pm$ 312.45	2512.34 $\pm$ 298.67	-0.851	0.401
术前眼轴长度(mm)	23.45 $\pm$ 1.23	23.52 $\pm$ 1.18	-0.271	0.792
术面前房深度(mm)	3.12 $\pm$ 0.34	3.18 $\pm$ 0.31	-0.862	0.393
超声乳化 CDE(%·s)	14.32 $\pm$ 4.18	10.56 $\pm$ 3.89	4.323	<0.001
超声乳化时间(s)	52.34 $\pm$ 18.45	46.78 $\pm$ 16.32	1.490	0.143
角膜切口长度(mm)	2.68 $\pm$ 0.21	2.51 $\pm$ 0.19	3.971	<0.001
术中冲洗液用量(ml)	98.56 $\pm$ 15.34	94.23 $\pm$ 14.67	1.341	0.182
术后用药类别				
抗生素滴眼液	40 (100)	46 (100)	—	—
糖皮质激素滴眼液	38 (95.00)	44 (95.65)	0.021	0.891
非甾体抗炎药滴眼液	25 (62.50)	28 (60.87)	0.022	0.882
人工泪液/润滑剂	30 (75.00)	26 (56.52)	3.251	0.071
其他(如抗青光眼药)	2 (5.00)	3 (6.52)	—	1.000*
糖皮质激素使用时长(d)	14.00 (10.00, 14.00)	14.00 (14.00, 14.00)	1.230	0.223

注: BMI: 体重指数; CDE: 累积消散能量; *采用 Fisher 确切概率法。

2.2 多因素 Logistic 回归分析

将单因素分析中 $P < 0.10$ 的变量(年龄、糖尿病史分层、超声乳化 CDE、角膜切口长度)以及临床关注变量(高血压史分层)纳入多因素 Logistic 回归模型,糖尿病史分层和高血压史分层作为分类分层变量,均以“无

相关病史”为参照设置哑变量纳入模型。多因素 Logistic 回归分析结果显示,年龄 ≥ 65 岁、糖尿病史控制不佳、超声乳化 CDE ≥ 12.00 是白内障术后发生干眼症的独立危险因素(均 $P < 0.05$),糖尿病史控制良好、高血压史分层均未进入最终模型(均 $P > 0.05$)(表 2)。

表2 白内障术后干眼症多因素 Logistic 回归分析结果

变量	β	标准误	Wald χ^2	P	OR (95%CI)
年龄 ≥ 65 岁	1.17	0.41	8.21	<0.001	3.21 (1.45 ~ 7.11)
糖尿病史					
控制良好	0.45	0.56	0.65	0.421	1.57 (0.52 ~ 4.73)
控制不佳	1.35	0.51	7.01	<0.001	3.86 (1.42 ~ 10.48)
超声乳化CDE ≥ 12.00	0.97	0.41	5.60	0.021	2.65 (1.18 ~ 5.95)
常量	-2.34	0.38	38.15	<0.001	—

注: CDE: 累积消散能量; OR: 比值比; 95%CI: 95%可信区间。

2.3 预测模型构建与评价

基于上述独立危险因素,构建白内障术后干眼症预测模型: $\text{Logit}(P) = -2.34 + 1.17 \times X_1 + 1.35 \times X_2 + 0.97 \times X_3$ (X_1 : 年龄 ≥ 65 岁=1; X_2 : 糖尿病史控制不佳=1; X_3 : CDE ≥ 12 =1)。采用ROC曲线评价模型的预测效能,结果显示AUC=0.86(95%CI: 0.78 ~ 0.94),

敏感度为82.50%,特异度为78.26%,提示模型具有良好的区分度(图1); Hosmer-Lemeshow 检验显示, $\chi^2 = 5.890$, $P = 0.663$,提示模型校准度良好。采用Bootstrap法(B=200次)进行内部验证,校正后AUC为0.83(95%CI: 0.74 ~ 0.91),较表观AUC(0.86)下降约0.03,提示模型存在轻微乐观偏倚,校正后仍具备良好区分度。

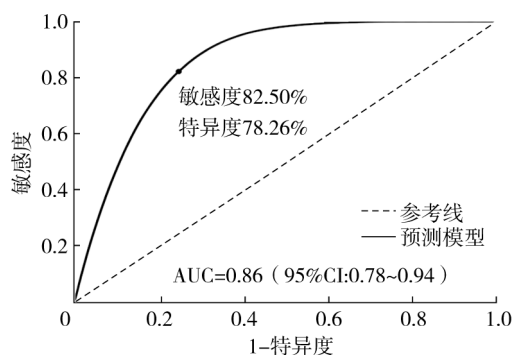


图1 白内障术后干眼症风险预测模型的ROC曲线

注: ROC: 受试者操作特征; AUC: 曲线下面积。

2.4 交互效应分析

为探讨变量间的潜在交互效应,以多因素Logistic回归最终模型(年龄 ≥ 65 岁、糖尿病史控制不佳、CDE ≥ 12.00)为基础,分别引入年龄 $\times$ 糖尿病史控制不佳和CDE $\geq 12.00 \times$ 糖尿病史控制不佳两个乘积项。似然比检验结果显示,年龄 $\times$ 糖尿病史控制不佳交互项($P = 0.681$)及CDE $\times$ 糖尿病史控制不佳交互项($P = 0.430$)均未达到统计学意义,提示未发现上述变量间存在显著的交互效应。因此,最终模型未

包含交互项。

3 讨论

白内障术后干眼症是影响患者术后满意度的常见并发症。本研究中86例白内障术后患者干眼症发生率为46.51%(40/86),与文献报道基本一致^[5-7]。年龄 ≥ 65 岁、糖尿病史控制不佳、超声乳化CDE ≥ 12.00 是术后发生干眼症的独立危险因素,而糖尿病史控制良好及高血压史分层均未显示与术后干眼症显著相关,提示糖尿病对眼表的影响主要取决于血糖控制水平,而非单纯患病。基于上述变量构建的预测模型AUC为0.86,具备较好预测价值。近年来国内外已报道多项白内障术后干眼症预测模型。师学伟^[8]等研究显示,糖尿病、角膜结膜炎病史、结膜松弛分级 $\geq$ Ⅲ级、晶状体核硬度分级 $\geq$ Ⅳ级及3.0 mm透明角膜切口为术后干眼独立危险因素,模型AUC为0.836。另一项纳入376例患者的列线图模型提示,角膜塑形镜佩戴史、糖尿病、睑板腺分泌减少、睑脂粘度增加及结膜松弛分级升高为预测因子,AUC为0.761^[9]。相较上述模型,本研究模型AUC达0.86,区分度更优,可能与纳入术中超声乳化CDE这一量化参数有关。同时本研究对糖尿病进行细化分层,仅控制不佳的糖尿病史进入最终模型,可为术前血糖管理提供参考。模型指标获取简便,无需特殊检查,适合基层医院推广。

随着年龄增长,泪腺发生退行性改变、腺泡细胞减少,泪液分泌量下降;睑板腺导管角化、腺体萎缩,泪膜脂质分泌异常、稳定性降低^[10]。对高龄白内障手术患者,术前应充分告知术后干眼风险,术后及时干预。血糖控制不佳($\text{HbA1c} \geq 7.0\%$ 或病程 ≥ 10 年)的糖尿病患者,高血糖可导致角膜周围神经病变,诱导氧化应激和晚期糖基化终末产物(advanced glycation end products, AGEs)堆积,损伤睑板腺、改变泪膜成分。本研究显示,血糖控制良好的糖尿病患者术后干眼风险无显著升高,提示术前严格控糖、术

后加强眼表保护,有助于降低术后干眼发生。术中超声乳化CDE ≥ 12.00 是独立危险因素,高能量超声可诱发角膜基质炎症、释放炎症介质,破坏眼表稳态^[1]。术中需在确保手术安全的前提下,优化参数、减少超声能量输出。角膜切口长度仅在单因素分析中有统计学意义,但未进入多因素模型,考虑与切口长度和CDE存在共线性、本研究切口长度范围较窄有关,受样本量限制,未对切口长度进行分层亚组,有待扩大样本进一步验证。本研究显示人工泪液使用率组间差异接近统计学意义,考虑为干眼症状促进人工泪液使用,而非人工泪液使用增加干眼风险。解读该指标时需谨慎,后续可采用时间依赖性协变量、倾向性评分匹配控制混杂偏倚。本研究未发现年龄与糖尿病、CDE与糖尿病存在显著交互效应,提示危险因素以独立累加效应为主,而非协同增强;但样本量限制导致交互项检验效能不足,需更大样本研究验证。

综上,年龄 ≥ 65 岁、糖尿病史血糖控制不佳、超声乳化CDE ≥ 12.00 是白内障术后干眼症的独立危险因素,基于上述变量构建的预测模型可用于术后干眼风险预判,为临床个体化干预提供参考。本研究存在局限性:属于单中心研究、样本量有限,模型外推效能有待验证;随访仅至术后1个月,无法评估干眼远期预后。后续可开展前瞻性、多中心、大样本研究,优化预测模型,并探索术后干眼的个体化治疗策略。

参考文献

- [1] KHOJASTEH H, RIAZA-ESFAHAUN H, MIRGHORBANI M, *et al.* Cataract surgery in patients with retinitis pigmentosa: systematic review[J]. J Cataract Refract Surg, 2023, 49(3):312-320.
- [2] 高浩溟, 杨立良, 魏霞. 泪液中炎症因子表达水平与白内障术后干眼症发生的相关性研究[J]. 新疆医科大学学报, 2025, 48 (4): 471-476.
- [3] 黄希帆, 何敏. 白内障术后并发干眼症的危险因素研究进展[J]. 安徽医药, 2025, 29 (5): 856-861.
- [4] 亚洲干眼协会中国分会, 海峡两岸医药卫生交流协会眼科专业委员会眼表与泪液病学组, 中国医师协会眼科医师分会眼表与干眼学组. 中国干眼专家共识: 检查和诊断(2020年)[J]. 中华眼科杂志, 2020, 56 (10): 741-747.
- [5] 武鼎慧, 郭跃先, 徐小强. 清热润目汤雾化熏蒸联合玻璃酸钠滴眼液治疗阴虚湿热证老年性白内障术后干眼的临床疗效[J]. 湖南中医药大学学报, 2025, 45 (4): 687-692.
- [6] 杨军, 魏瑞华, 田芳. 白内障术后干眼的机制研究进展[J]. 天津医药, 2021, 49 (9): 1000-1004.
- [7] TA H, MCCANN P, XIAO M, *et al.* Dry eye post-cataract surgery: a systematic review and meta-analysis[J]. BMC Ophthalmol, 2025, 25(1):18.
- [8] 师学伟, 田学敏, 贾雍. 白内障合并急性闭角型青光眼患者联合手术的临床疗效及术后干眼症的影响因素分析[J]. 中华眼外伤职业眼病杂志(中英文), 2025, 47 (11): 822-829.
- [9] XU H Y, LANG S K, JIANG H. Risk factors and nomogram-based prediction of dry eye disease following intraocular lens implantation in cataract patients[J]. BMC Ophthalmol, 2025, 25(1):533.
- [10] 谢晓燕, 杜红彦, 张瑜, 等. 年龄相关性白内障超声乳化术后干眼发生因素的Meta分析[J]. 深圳中西医结合杂志, 2026, 36 (5): 19-22, I0006, I0007.
- [11] 马晓昀, 于欢, 王青夏, 等. 白内障超声乳化术中3种不同长度切口的角膜缘松解术在白内障合并角膜散光患者治疗中的临床应用[J]. 中华保健医学杂志, 2025, 27 (2): 303-306.