

# 糖尿病性白内障超声乳化术后黄斑水肿风险预测模型构建

刘 兵,秦 洁,段继云,刘倩倩,宋邦建

引用:刘兵,秦洁,段继云,等. 糖尿病性白内障超声乳化术后黄斑水肿风险预测模型构建. 国际眼科杂志, 2025, 25 (10): 1650-1655.

作者单位:(276800) 中国山东省日照市中心医院眼科  
作者简介:刘兵,男,毕业于山东第一医科大学,本科,主治医师,研究方向:白内障、斜弱视。  
通讯作者:宋邦建,男,毕业于滨州医学院,本科,副主任医师,研究方向:白内障、眼底病. XLJ0708@126.com  
收稿日期:2025-04-19 修回日期:2025-09-01

## 摘要

**目的:**基于糖尿病性白内障(DC)患者白内障超声乳化术后黄斑水肿(ME)风险因素,构建 ME 风险列线图预测模型。

**方法:**回顾性收集 2022 年 1 月至 2024 年 12 月于我院接受白内障超声乳化术的 1 751 例 1 751 眼 DC 患者资料,根据术后是否发生 ME,将患者分为 ME 组(138 例)、N-ME 组(1 613 例)。通过单因素和 Logistic 多元回归分析,确定 DC 患者白内障超声乳化术后 ME 的危险因素,构建列线图风险预测模型,绘制受试者工作特征曲线(ROC)、校正曲线、Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验评估模型的区分度和校准度,采用决策曲线评估模型的临床收益率。

**结果:**ME 组患者年龄、糖尿病病程、胰岛素治疗占比、视网膜病变占比、最佳矫正视力(BCVA)、黄斑中心凹视网膜厚度(CSMT)、黄斑容积、糖化血红蛋白(HbA1c)、血管内皮生长因子(VEGF)均高于 N-ME 组(均  $P<0.05$ )。经 Logistic 多元回归分析,糖尿病病程、视网膜病变、BCVA、CSMT、黄斑容积、HbA1c、VEGF 是 DC 患者白内障超声乳化术后 ME 发生的危险因素(均  $P<0.05$ )。基于危险因素构建列线图风险预测模型,ROC 曲线提示模型区分度良好[训练集的 AUC 为 0.998(95%CI:0.997-1.000),验证集的 AUC 为 0.999(95%CI:0.997-1.000)],校正曲线、Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验提示模型的拟合度较高(训练集: $R^2=0.917$ ,  $\chi^2=0.806$ ,  $P=0.999$ ;验证集: $R^2=0.900$ ,  $\chi^2=0.675$ ,  $P=1.000$ )。决策曲线显示,模型在 0.00-1.00 阈值概率范围内具有较高的净收益率。

**结论:**糖尿病病程、视网膜病变、BCVA、CSMT、黄斑容积、HbA1c、VEGF 是 DC 患者白内障超声乳化术后 ME 的危险因素,基于此构建的列线图风险预测模型在预测 DC 患者白内障超声乳化术后 ME 风险有较好的区分度和一致性。

**关键词:**糖尿病性白内障;白内障超声乳化术;黄斑水肿;列线图;预测模型

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2025.10.18

## Construction of risk prediction model for macular edema after phacoemulsification in diabetic cataract patients

Liu Bing, Qin Jie, Duan Jiyun, Liu Qianqian, Song Bangjian

Department of Ophthalmology, Rizhao Central Hospital, Rizhao 276800, Shandong Province, China  
**Correspondence to:** Song Bangjian. Department of Ophthalmology, Rizhao Central Hospital, Rizhao 276800, Shandong Province, China. XLJ0708@126.com  
Received:2025-04-19 Accepted:2025-09-01

## Abstract

• **AIM:** To construct a risk nomogram prediction model of macular edema (ME) based on the risk factors of ME after phacoemulsification in diabetic cataract (DC) patients.

• **METHODS:** A retrospective collection of data was conducted on 1 751 DC patients (1 751 eyes) who underwent cataract phacoemulsification surgery in the hospital from January 2022 to December 2024. Based on whether they developed ME after surgery, the patients were divided into the ME group ( $n=138$ ) and the N-ME group ( $n=1 613$ ). By conducting univariate and Logistic multiple regression analysis, the risk factors for postoperative ME in DC patients undergoing phacoemulsification were identified. A nomogram of risk prediction model was constructed, and the receiver operating characteristic (ROC) curve, calibration curve, Hosmer-Lemeshow goodness of fit test were plotted to evaluate the discrimination and calibration of the model. The decision curve was used to evaluate the clinical return on investment of the model.

• **RESULTS:** Age, course of diabetes, proportion of insulin treatment, proportion of retinopathy, best corrected visual acuity (BCVA), central subfield macular thickness (CSMT), macular volume, glycated hemoglobin (HbA1c), vascular endothelial growth factor (VEGF) in the ME group were higher than those in the N-ME group (all  $P<0.05$ ). Multivariate Logistic regression analysis showed that diabetes course, retinopathy, BCVA, CSMT, macular volume, HbA1c and VEGF were the risk factors for ME after phacoemulsification in DC patients (all  $P<0.05$ ). A nomogram of risk prediction model was constructed based on risk factors, and the

ROC curve suggested good model differentiation [AUC of training set was 0.998 (95% CI: 0.997–1.000), and AUC of validation set was 0.999 (95% CI: 0.997–1.000)], set:  $R^2 = 0.917$ ,  $\chi^2 = 0.806$ ,  $P = 0.999$ ; verification set:  $R^2 = 0.900$ ,  $\chi^2 = 0.675$ ,  $P = 1.000$ ). The decision curve showed that the model had a high net return rate within the probability range of 0.00–1.00 threshold.

• **CONCLUSION:** Diabetes course, retinopathy, BCVA, CSMT, macular volume, HbA1c and VEGF are risk factors for ME after cataract phacoemulsification in DC patients. The nomogram of risk prediction model based on this construction has good differentiation and consistency in predicting the risk of ME after cataract phacoemulsification in DC patients.

• **KEYWORDS:** diabetic cataract; cataract phacoemulsification; macular edema; nomogram; prediction model

**Citation:** Liu B, Qin J, Duan JY, et al. Construction of risk prediction model for macular edema after phacoemulsification in diabetic cataract patients. Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci), 2025, 25(10):1650–1655.

0 引言

糖尿病是临床常见疾病,患者房水中血糖水平显著高于正常人,导致晶状体内葡萄糖增多,且难以正常转换为6-磷酸葡萄糖,会转化为无法透过晶状体囊膜的山梨醇,并在晶状体中大量聚集,最终引发糖尿病性白内障(DC)<sup>[1]</sup>。白内障超声乳化术是目前治疗DC的常用方法,能帮助患者改善视力,但手术会增加房水内促炎因子和促血管生成因子水平,破坏血-视网膜屏障并形成水肿,使术后发生黄斑水肿(ME),一旦患者发生ME,不仅影响手术效果,还将对患者视力造成不可逆损伤,甚至增加失明风险<sup>[2]</sup>。因此,评估DC患者白内障超声乳化术后ME风险,对尽早制定、实施干预措施十分重要。虽然现阶段关于白内障超声乳化术后ME的影响因素研究较多,但仍缺乏可直观评估发生风险的方法<sup>[3-4]</sup>。列线图风险预测模型是一种根据多因素模型中各个自变量偏回归系数的大小,对各个自变量进行赋分,并将其相加得到总分,可以直观、准确地评估个体结局的风险系数<sup>[5]</sup>。鉴于上述背景,本研究通过分析DC患者白内障超声乳化术后ME发生风险的影响因素,并构建列线图风险预测模型,以期指导临床对ME的早期风险预测,识别高风险患者群体,及早预防。

1 对象和方法

**1.1 对象** 回顾收集2022年1月至2024年12月于我院完成白内障超声乳化术治疗的1751例DC患者资料。纳入标准:(1)均为糖尿病引起的继发性白内障,且符合DC的诊断标准<sup>[6]</sup>;(2)于我院成功完成白内障超声乳化术;(3)单眼患病;(4)患者临床资料、手术资料、随访资料等资料均保存完整。排除标准:(1)既往有眼部手术史;(2)既往有眼部外伤史;(3)眼部伴有炎症者;(4)伴有病毒性结膜炎;(5)术前伴有ME、黄斑变性;(6)高度近视者;(7)伴有干眼;(8)伴有免疫性全身疾病;(9)无糖尿病的白内障患者。根据术后是否发生ME(术后后极部有明显视网膜增厚或硬性渗出即为ME<sup>[7]</sup>),将患者分为ME组

(138眼)、N-ME组(1613眼)。本研究取得医学伦理委员会审查批准(批准号:2023023001),所有参与者均签署知情同意书。

1.2 方法

**1.2.1 手术方法** 术前完善血压、心电图、视力、眼压等各项检查,择期手术。进入手术室后,实施眼球表面麻醉,常规消毒铺巾,开睑并冲洗结膜囊。于角膜缘约11:00位做透明角膜切口,长约2.8mm,并于约1:00位做辅助切口,潜行剥离至角膜缘内1mm,形成3–4mm长的巩膜隧道,穿刺前房,连续环形撕囊后,行核上水分离、层间水分离,将晶状体核破碎成小块,逐一乳化吸出,再抽吸皮质,后囊膜抛光。注入黏弹剂在前房内,将人工晶状体植入囊袋内,并将其调位于瞳孔中心,水密切口。手术结束后,在结膜囊内涂少许妥布霉素地塞米松眼膏,盖无菌纱布及眼罩。

**1.2.2 资料收集方法** 收集患者的资料,包括性别、年龄、体质指数、吸烟史:是指每天吸烟 $\geq 0.5$ 包;饮酒史:是指每周饮酒 $\geq 250$  mL;糖尿病病程:是指自首次被诊断为糖尿病至接受白内障超声乳化术的时间;高血压史:是指治疗前是否存在被诊断为高血压;高血脂史:是指治疗前是否存在被诊断为高血脂;胰岛素治疗:是指治疗前是否存在经皮下注射胰岛素;用药规律:是指在治疗前6mo期间,是否存在超过3d的停药或自我调节剂量;晶状体核硬度:核呈黄色或淡棕黄色为Ⅲ级,核呈深黄色或淡琥珀色为Ⅳ级;视网膜病变:是指视网膜有出血、渗出等变化;最佳矫正视力(BCVA)、黄斑中心凹视网膜厚度(CSMT)、黄斑容积、舒张压、收缩压、空腹血糖、糖化血红蛋白(HbA1c)、甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST)、碱性磷酸酶(ALP)、C反应蛋白(CRP)、白介素-6(IL-6)、血管内皮生长因子(VEGF)。

**1.2.3 眼部检查方法** 采用标准对数视力表检测患者的BCVA(以最小分辨角的对数表示),采用光学相干断层扫描,进行黄斑区5线高清扫描,检查患者的CSMT、黄斑容积。

统计学分析:采用SPSS 25.0统计软件对数据分析。计量资料经Shapiro-Wilk正态性检验,符合正态分布以平均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )描述,采用独立样本 $t$ 检验。计数资料以眼数(%)描述,二分类资料或样本构成比资料采用 $\chi^2$ 检验。采用Logistic多元回归分析DC患者白内障超声乳化术后ME发生风险的影响因素,采用R软件和rms程序包绘制列线图风险预测模型。采用受试者工作特征曲线(ROC)评价模型的区分度,采用校正曲线、Hosmer-Lemeshow拟合优度检验评价模型的校准度,采用决策曲线分析评价模型的临床收益情况。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

**2.1 两组术前临床资料比较** ME组与N-ME组间性别、体质指数、吸烟史等临床资料比较,差异无统计学意义(均 $P > 0.05$ );ME组年龄、糖尿病病程、胰岛素治疗占比、视网膜病变占比、BCVA、CSMT、黄斑容积、HbA1c、VEGF均高于N-ME组,差异有统计学意义(均 $P < 0.05$ ),见表1。

表 1 ME 组和 N-ME 组的术前临床资料比较

临床资料	ME 组( 138 眼)	N-ME 组( 1 613 眼)	$t/\chi^2$	$P$
性别( 例, %)			0.183	0.669
男	75( 54.35)	907( 56.23)		
女	63( 45.65)	706( 43.77)		
年龄( $\bar{x}\pm s$ , 岁)	72.36±6.72	69.87±10.12	2.837	0.005
体质量指数( $\bar{x}\pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	24.42±2.04	24.16±2.19	1.346	0.179
吸烟史( 例, %)			2.538	0.111
有	54( 39.13)	524( 32.49)		
无	84( 60.87)	1089( 67.51)		
饮酒史( 例, %)			2.237	0.135
有	61( 44.20)	609( 37.76)		
无	77( 55.80)	1004( 62.24)		
糖尿病病程( $\bar{x}\pm s$ , a)	12.36±2.01	9.55±3.18	10.206	<0.001
高血压史( 例, %)			0.585	0.444
有	89( 64.49)	987( 61.19)		
无	49( 35.51)	626( 38.81)		
高血脂史( 例, %)			0.480	0.488
有	53( 38.41)	572( 35.46)		
无	85( 61.59)	1041( 64.54)		
胰岛素治疗( 例, %)			13.174	<0.001
有	84( 60.87)	723( 44.82)		
无	54( 39.13)	890( 55.18)		
用药规律( 例, %)			1.725	0.189
是	50( 36.23)	677( 41.97)		
否	88( 63.77)	936( 58.03)		
晶状体核硬度( 例, %)			1.762	0.184
Ⅲ级	92( 66.67)	1161( 71.98)		
Ⅳ级	46( 33.33)	452( 28.02)		
视网膜病变( 例, %)			36.840	<0.001
有	115( 83.33)	917( 56.85)		
无	23( 16.67)	696( 43.15)		
手术时间( $\bar{x}\pm s$ , min)	23.98±1.78	24.30±2.19	1.670	0.095
超声能量( $\bar{x}\pm s$ , %)	12.62±3.65	12.90±3.05	1.018	0.309
术后并发症( 眼, %)			2.488	0.477
无	102( 73.91)	1258( 77.99)		
角膜出血	25( 18.12)	245( 15.19)		
前房出血	9( 6.52)	102( 6.32)		
其他	2( 1.45)	8( 0.50)		
BCVA( $\bar{x}\pm s$ , LogMAR)	0.80±0.19	0.75±0.14	2.606	0.010
CSMT( $\bar{x}\pm s$ , μm)	239.87±20.37	173.26±26.99	35.815	<0.001
黄斑容积( $\bar{x}\pm s$ , mm <sup>3</sup> )	12.37±1.26	10.26±1.39	17.240	<0.001
舒张压( $\bar{x}\pm s$ , mmHg)	80.23±8.36	79.15±10.64	1.162	0.245
收缩压( $\bar{x}\pm s$ , mmHg)	128.19±10.95	127.14±12.38	0.968	0.333
空腹血糖( $\bar{x}\pm s$ , mmol/L)	6.63±1.57	6.42±1.66	1.432	0.152
HbA1c( $\bar{x}\pm s$ , %)	7.92±0.75	7.21±0.81	9.860	<0.001
TG( $\bar{x}\pm s$ , mmol/L)	2.21±0.35	2.15±0.41	1.668	0.096
TC( $\bar{x}\pm s$ , mmol/L)	5.29±1.02	5.16±0.95	1.534	0.125
HDL-C( $\bar{x}\pm s$ , mmol/L)	1.77±0.24	1.80±0.29	1.181	0.238
LDL-C( $\bar{x}\pm s$ , mmol/L)	3.16±0.75	3.10±0.83	0.821	0.412
ALT( $\bar{x}\pm s$ , U/L)	36.48±7.67	35.83±8.42	0.876	0.381
AST( $\bar{x}\pm s$ , U/L)	39.87±5.81	40.75±6.66	1.504	0.133
ALP( $\bar{x}\pm s$ , U/L)	77.16±10.87	76.24±9.32	1.098	0.273
CRP( $\bar{x}\pm s$ , mg/L)	5.42±1.19	5.23±1.36	1.590	0.112
IL-6( $\bar{x}\pm s$ , pg/mL)	132.68±16.20	129.96±18.74	1.653	0.099
VEGF( $\bar{x}\pm s$ , pg/mL)	193.87±39.17	125.37±43.95	17.718	<0.001

**2.2 白内障超声乳化术后 ME 发生的危险因素分析** 将术后 ME 发生情况(水肿=1,未水肿=0)作为因变量,将年龄、糖尿病病程、胰岛素治疗(有=1,无=0)、视网膜病变(有=1,无=0)、BCVA、CSMT、黄斑容积、HbA1c、VEGF 作为自变量,进行多因素 Logistic 回归分析,结果显示,糖尿病病程、视网膜病变、BCVA、CSMT、黄斑容积、HbA1c、VEGF 是 DC 患者白内障超声乳化术后 ME 发生的危险因素(均  $P<0.05$ ),见表 2。

**2.3 白内障超声乳化术后 ME 列线图风险预测模型** 将糖尿病病程、视网膜病变、BCVA、CSMT、黄斑容积、HbA1c、VEGF 作为预测因子构建白内障超声乳化术后 ME 的列线图风险预测模型,见图 1。

**2.4 列线图模型的验证与评价** 列线图模型整合临床指标,可为临床提供个性化的 DC 患者白内障超声乳化术后

ME 风险量化工具,辅助临床治疗决策。采用 R 软件包将 1 751 例数据按 3:1 的比例,分为 1 314 例训练集、437 例验证集,经 ROC 曲线分析模型的区分度(图 2),结果显示训练集的 AUC 为 0.998(95% CI:0.997–1.000),验证集的 AUC 为 0.999(95% CI:0.997–1.000),提示模型的区分度良好。采用校正曲线、Hosmer–Lemeshow 拟合优度检验评价模型的校准度,校正曲线(图 3)结果显示,训练集的 C-index 为 0.998,验证集的 C-index 为 0.999,提示模型的预测发生概率与实际发生概率一致性较高, Hosmer – Lemeshow 拟合优度检验结果显示,提示模型预测结局发生情况与实际情况基本一致(训练集:  $R^2 = 0.917$ ,  $\chi^2 = 0.806$ ,  $P = 0.999$ ; 验证集:  $R^2 = 0.900$ ,  $\chi^2 = 0.675$ ,  $P = 1.000$ )。采用决策曲线评估模型的临床收益情况,结果显示该模型在 0.00–1.00 阈值概率范围内具有较高的净收益率(图 4)。

表 2 白内障超声乳化术后 ME 危险因素的回归分析

指标	$\beta$	SE	Wald $\chi^2$	P	OR	95%CI
年龄	-0.034	0.032	1.109	0.292	0.967	0.907–1.030
糖尿病病程	0.403	0.101	15.813	<0.001	1.497	1.227–1.825
胰岛素治疗	-1.099	0.613	3.213	0.073	0.333	0.100–1.108
视网膜病变	2.056	0.692	8.816	0.003	7.813	2.011–30.351
BCVA	3.423	1.697	4.067	0.044	30.647	1.101–853.189
CSMT	0.129	0.017	55.067	<0.001	1.137	1.099–1.177
黄斑容积	1.440	0.263	29.919	<0.001	4.220	2.519–7.069
HbA1c	1.411	0.423	11.142	0.001	4.099	1.790–9.386
VEGF	0.038	0.008	21.830	<0.001	1.038	1.022–1.055

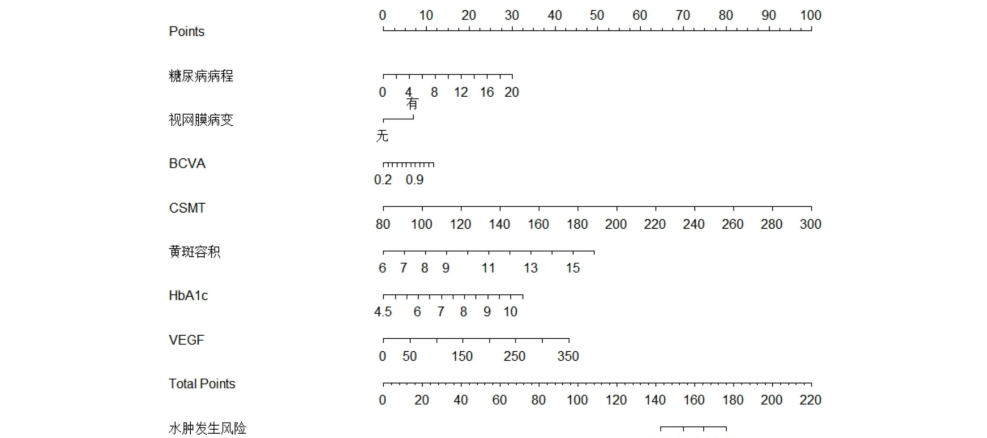


图 1 白内障超声乳化术后 ME 的列线图风险预测模型。

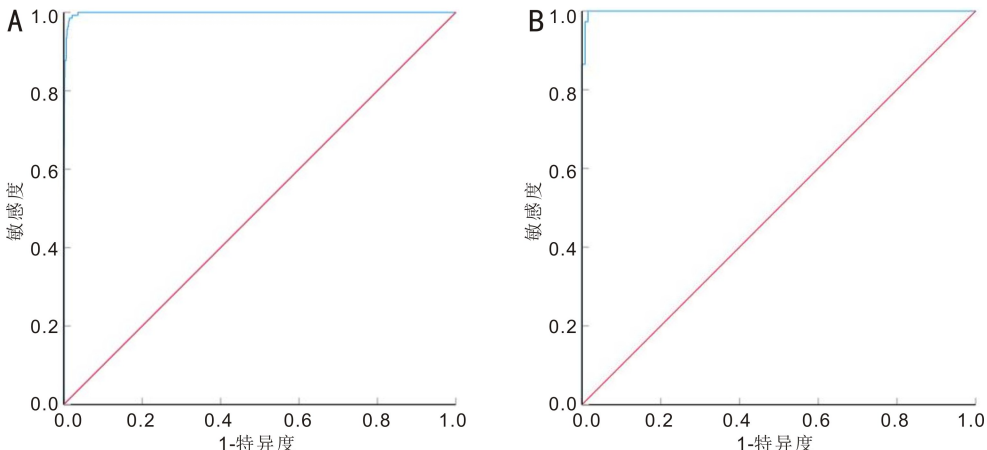


图 2 列线图风险预测模型的 ROC 曲线 A:训练集;B:验证集。



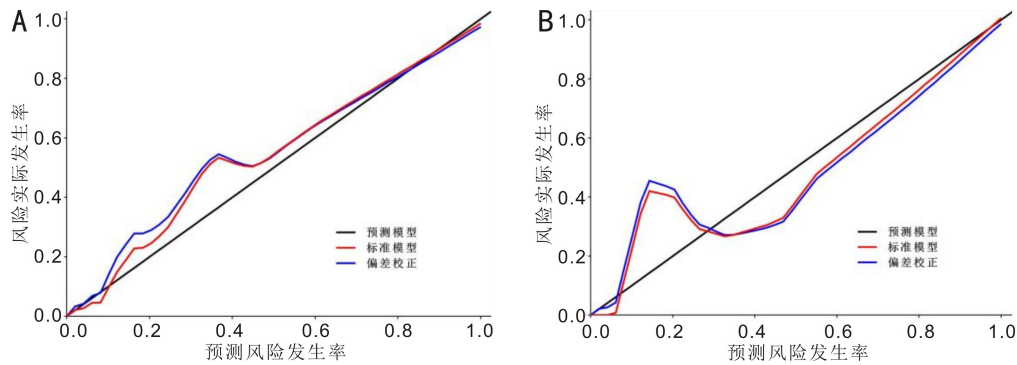


图 3 列线图风险预测模型的校正曲线 A:训练集;B:验证集。

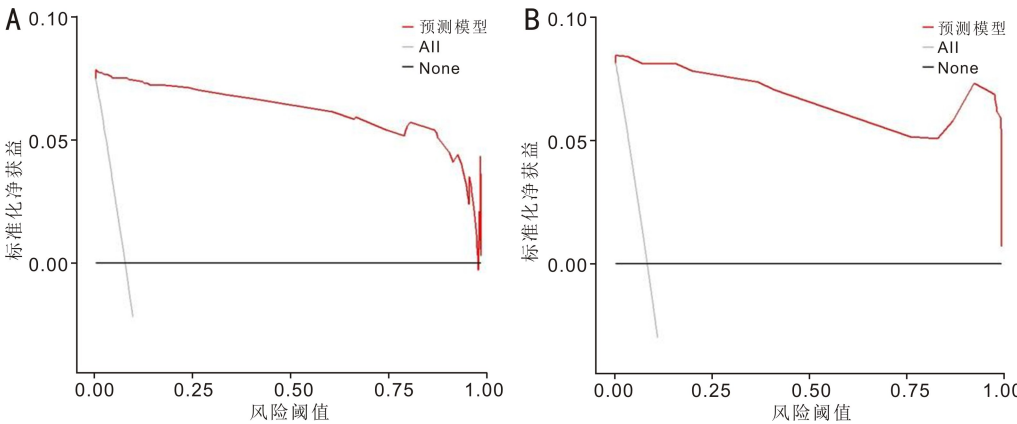


图 4 列线图风险预测模型的决策曲线 A:训练集;B:验证集。

3 讨论

目前,糖尿病患者中的白内障发生率有所增加,正常的晶状体是透明的、无血管,以房水作为主要营养来源,但高血糖状态会改变房水成分和晶状体囊渗透性,使晶状体蛋白变性、水肿,纤维间出现水裂、空泡,造成晶状体由透明变混浊,阻碍光线进入眼内,导致患者视物模糊<sup>[8]</sup>。白内障超声乳化术作为世界公认的、先进且成熟的手术方式,可通过超乳探头将混浊的晶状体和皮质击碎并吸出,随后植入人工晶状体,帮助患者重见光明,但患者术后可能发生 ME<sup>[9]</sup>。隋文婕等<sup>[10]</sup>研究发现,170 例 DC 患者中,有 11.76% (20/170) 患者在白内障超声乳化术后并发 ME,本研究经分析 1 751 例经白内障超声乳化术治疗的 DC 患者资料发现,有 138 例患者术后并发 ME,发生率为 7.88%,略低于上述研究。不过,田琳等<sup>[11]</sup>研究指出,62 例糖尿病患者中有 40.32% (25/62) 患者在术后并发 ME,可见 DC 患者在白内障超声乳化术后的 ME 发生率可能受到多种因素综合影响,不同地区、不同级别的医疗机构间的发生率差异较大,提示或可通过系统分析其影响因素,并构建预测模型,优化临床管理方案,进一步降低 ME 发生风险。

本研究对比了不同 ME 发生情况患者的临床资料,并进一步通过 Logistic 多元回归分析发现,糖尿病病程、视网膜病变、BCVA、CSMT、黄斑容积、HbA1c、VEGF 是 DC 患者白内障超声乳化术后 ME 的危险因素。马爽等<sup>[12]</sup>、张沫等<sup>[13]</sup>研究也认为,糖尿病病程、合并糖尿病视网膜病变是患者术后发生 ME 的危险因素。随着糖尿病病程的延长,患者体内高糖状态会导致组织出现缺血缺氧现象,使血管内物质渗透到组织间,提高视网膜损伤风险,从而引发 ME。同时,血管受损导致血管通透性增加,加之手术会进

一步刺激视网膜内环境,加剧局部缺氧状况,在这两种因素的共同作用下,极易加剧血-视网膜内屏障受损,导致视网膜外液体渗漏,最终引发 ME<sup>[14]</sup>。此外,术前视网膜病变也可能伴有血-视网膜屏障功能受损,因此也会增加术后 ME 风险。对此,建议临床询问病史时,应重点记录其糖尿病病程,并检查是否存在视网膜病变,重点关注伴有危险因素患者的术后 ME 发生情况。

BCVA 是指镜片矫正后的视力,可以直接反映是否存在屈光不正或器质性病变,其水平越高,意味着 DC 患者在术前已存在轻微黄斑病变,但手术创伤和炎症反应会加剧亚临床病变,增加术后 ME 风险,同时 BCVA 较高的患者,其全身疾病引起的血管内皮功能愈加异常,更容易发生 ME,李明等<sup>[15]</sup>研究也发现,BCVA 升高与 DC 患者手术治疗后发生 ME 有关。CSMT、黄斑容积是量化黄斑病变的关键参数,前者可评估黄斑中心凹区视网膜的垂直厚度,其厚度增加提示 ME、黄斑前膜等病变,而后者是指黄斑区视网膜的三维体积,容积增加多见于 ME 或出血<sup>[16]</sup>。黎昌江等<sup>[17]</sup>研究指出,白内障超声乳化术导致的 CSMT、黄斑容积增高,或许是术后发生 ME 的危险因素,与本研究结果一致。同时,上述研究还发现,重度 DR 患者在术后更容易出现黄斑增厚、容积增大的情况,对此,建议临床术前应重点监测患者的 BCVA 水平,并在术后尽早检测 CSMT、黄斑容积,以预测 ME 发生风险。

HbA1c 可以反映检测前的 2-3 mo 的血糖控制情况,其水平越高意味可能存在血糖控制不佳的情况,当其水平较高时会通过激活多元醇通路及晚期糖基化终产物途径,破坏血-视网膜屏障紧密连接蛋白,增加患者术后并发 ME 的风险。国外有研究指出,血糖的长期稳定性对新发增殖性糖尿病视网膜病变和糖尿病 ME 的发生和进展十

分重要<sup>[18]</sup>。有研究发现,VEGF 是 DC 患者术后发生 ME 的危险因素<sup>[19]</sup>。VEGF 作为一种具有高度生物活性的功能性糖蛋白和核心验证因子,可以刺激血管内皮细胞增殖,诱导血管形成,同时还可提高血管通透性并诱导白细胞黏附,协同促进液体渗漏,因此,VEGF 水平越高,血管内液体渗漏的风险越高,更加容易引发 ME<sup>[20]</sup>。对此,提示临床在术前应控制患者血糖水平,并重视 VEGF 的检查。

本研究基于影响 DC 患者白内障超声乳化术后 ME 的危险因素构建了列线图风险预测模型,并同时进行了内部、外部验证,结果显示,ROC 曲线提示模型的区分度良好,校正曲线、Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验提示模型的拟合度较高,决策曲线结果显示该模型在 0.00-1.00 阈值概率范围内具有较高的净收益率。因此,该列线图风险预测模型可识别 DC 患者白内障超声乳化术后 ME 的发生风险,为临床提前评估与预防、降低术后 ME 风险提供参考。

综上所述,糖尿病病程、视网膜病变、BCVA、CSMT、黄斑容积、HbA1c、VEGF 是 DC 患者白内障超声乳化术后 ME 的危险因素,基于此构建的列线图风险预测模型在预测 DC 患者白内障超声乳化术后 ME 风险具有较好的区分度和一致性。不过,本研究纳入的研究对象均为本院病例,存在一定的地域局限性,且为确保样本量充足,实施手术的医疗团队有所不同,可能影响术后 ME 发生。不仅如此,本研究纳入的变量可能不够全面,因此,还需进行多中心研究,纳入更多变量,以进一步完善模型,保证其应用价值。

**利益冲突声明:**本文不存在利益冲突。

**作者贡献声明:**刘兵论文选题与修改,初稿撰写;秦洁文献检索,数据分析;段继云、刘倩倩初稿撰写;宋邦建选题指导,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] Braithwaite T, Verlander NQ, Peto T, et al. National Eye Survey of Trinidad and Tobago (NESTT): prevalence, causes and risk factors for presenting vision impairment in adults over 40 years. *Br J Ophthalmol*, 2020,104(1):74-80.

[2] Avetisov KS, Yusef NY, Smirnova TV, et al. Morphological and functional condition of the macula after different types of phaco cataract surgeries. *Vestn Oftalmol*, 2020,136(1):4-16.

[3] 吴琼,李妍,党冠星,等.血清 sE-sel、HIF-1 $\alpha$ 、MCP-1 与糖尿病患者白内障超声乳化术后黄斑水肿的关系研究. *现代生物医学进展*, 2023,23(24):4746-4750.

[4] 吴姜雪.糖尿病患者白内障超声乳化术后黄斑水肿发生情况及危险因素分析.蚌埠医学院,2020.

[5] 惠延年.统计学预测模型列线图在眼科的应用. *国际眼科杂志*, 2023,23(7):1061-1063.

[6] 中华医学会糖尿病学分会视网膜病变学组.糖尿病相关眼病防治多学科中国专家共识(2021年版). *中华糖尿病杂志*, 2021,13(11):1026-1042.

[7] 中华医学会糖尿病学分会.中国糖尿病防治指南(2024版). *中华糖尿病杂志*, 2025,17(1):16-139.

[8] Han XT, Wu CF, Yan XX, et al. Are smoking intensity and cessation related to cataract surgical risk in diabetic patients? Findings from the 45 and Up Study. *Eye*, 2020,34(2):383-391.

[9] Patel SB, Snyder ME, Riemann CD, et al. Combined phacoemulsification surgery with multifocal intraocular lens implantation and pars Plana Vitrectomy for symptomatic vitreous opacities. *Retin Cases Brief Rep*, 2021,15(6):724-729.

[10] 隋文婕,唐于荣,万丽.视网膜病变对糖尿病性白内障患者行白内障超声乳化术后黄斑水肿发生的影响及相关因素分析. *中国医师杂志*, 2022,24(1):59-63.

[11] 田琳,赵军民.糖尿病患者白内障超声乳化术后发生黄斑水肿危险因素分析. *临床眼科杂志*, 2023,31(6):535-538.

[12] 马爽,杨炜,赵新荣.2型糖尿病患者白内障术后黄斑水肿相关因素分析. *中国社区医师*, 2022,38(5):54-56.

[13] 张沫,何沛原.老年糖尿病视网膜病变患者激光治疗后黄斑水肿发生及其影响因素. *中国老年学杂志*, 2022,42(1):90-93.

[14] 张祖嫣,王峰,苏颖.眼底激光联合雷珠单抗治疗对糖尿病视网膜病变及静脉阻塞引起黄斑水肿患者视力的影响. *临床和实验医学杂志*, 2023,22(6):609-613.

[15] 李明,徐方,许之娟.糖尿病性白内障患者术后黄斑水肿的影响因素分析. *国际眼科杂志*, 2025,25(1):140-143.

[16] Lee YH, Kim YC. Clinical characteristics of branch retinal vein occlusion with increased retinal haemorrhage during treatment for macular oedema. *Sci Rep*, 2020,10(1):10272.

[17] 黎昌江,洪娟,王兆堰,等.糖尿病视网膜病变患者行白内障超声乳化术的效果及术后并发黄斑水肿的危险因素. *当代医药论丛*, 2022,20(10):5-9.

[18] Hsieh YT, Hsieh MC. Fasting plasma glucose variability is an independent risk factor for diabetic retinopathy and diabetic macular oedema in type 2 diabetes: an 8-year prospective cohort study. *Clin Exp Ophthalmol*, 2020,48(4):470-476.

[19] 李明,郝艳洁,刘文武.糖尿病性白内障患者房水中 ANGPTL4 及 HIF-1 $\alpha$  水平对术后发生黄斑水肿的预测效能. *国际眼科杂志*, 2024,24(12):1895-1899.

[20] 江立.房水 ES、VEGF 和 PDGF 水平与 2 型糖尿病合并白内障术后黄斑水肿的临床研究. *检验医学与临床*, 2022,19(13):1799-1803.