

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2024.11.004
文章编号: 1005-8982 (2024) 11-0020-07

眼科疾病专题·论著

列线图构建原发性闭角型青光眼患者术后发生恶性青光眼的模型及验证*

董晓敏¹, 杨建玲²

(1. 西安交通大学第一附属医院 眼科, 陕西 西安 716000;
2. 西安凤城医院 眼科, 陕西 西安 710016)

摘要: **目的** 探讨原发性闭角型青光眼患者术后恶性青光眼的发生率及其危险因素, 建立列线图模型并进行验证。**方法** 选取2015年6月—2023年6月在西安交通大学第一附属医院眼科接受治疗的3389例原发性闭角型青光眼患者2100眼作为研究对象。术后6个月内出现恶性青光眼的97例(42眼)作为发生组, 未出现恶性青光眼的3292例(2058眼)作为未发生组。收集两组患者的性别、年龄、合并糖尿病、高血压等一般资料; 比较两组患者的术前晶状体厚度、前房深度、相对晶状体位置(LOWE系数)、高血压情况、房角结构、眼轴长度、青光眼类型等; 采用多因素一般Logistic回归模型分析术后发生恶性青光眼的危险因素; 绘制列线图模型, 并采用受试者工作特征(ROC)曲线评估模型的区分度; 使用Bootstrap方法进行1000次重复采样, 以验证列线图模型的预测效能。**结果** 发生组年龄 < 50 岁、术前持续高血压、房角结构完全关闭占比均高于未发生组($P < 0.05$), 晶状体厚度低于未发生组($P < 0.05$), 眼轴长度短于未发生组($P < 0.05$), 前房深度浅于未发生组($P < 0.05$)。多因素一般Logistic回归分析结果显示, 术前眼压高[$\hat{OR} = 24.179(95\% \text{ CI}: 1.724, 339.108)$]、房角结构完全关闭[$\hat{OR} = 59.427(95\% \text{ CI}: 4.173, 846.224)$]、急性青光眼:[$\hat{OR} = 15.507(95\% \text{ CI}: 1.063, 226.222)$]是术后发生恶性青光眼的危险因素($P < 0.05$); 年龄大[$\hat{OR} = 0.022(95\% \text{ CI}: 0.001, 0.692)$]、晶状体厚[$\hat{OR} = 0.037(95\% \text{ CI}: 0.003, 0.493)$]、眼轴长度长[$\hat{OR} = 0.506(95\% \text{ CI}: 0.264, 0.971)$]和前房深度深[$\hat{OR} = 0.0004(95\% \text{ CI}: 0.000, 0.963)$]是术后发生恶性青光眼的保护因素($P < 0.05$)。模型评估显示, ROC曲线下的面积为0.979, 约登指数为0.871, 敏感性为89.3%(95% CI: 0.790, 0.960), 特异性为97.8%(95% CI: 0.850, 0.980), 显示出良好的区分能力。校准曲线进一步证实了模型的高精确度, Bootstrap方法显示均方误差为0.032。**结论** 本研究建立的原发性闭角型青光眼术后恶性青光眼是否发生的预测模型是可行的, 在手术过程中应给予有这些危险因素的患者特别关注, 以降低术后恶性青光眼的发生风险。

关键词: 原发性闭角型青光眼; 恶性青光眼; 列线图; 眼轴长度; 高血压

中图分类号: R775.2

文献标识码: A

Construction and validation of a nomogram model for postoperative malignant glaucoma in primary angle-closure glaucoma*

Dong Xiao-min¹, Yang Jian-ling²

(1. Department of Ophthalmology, The First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 716000, China; 2. Department of Ophthalmology, Xi'an Fengcheng Hospital, Xi'an, Shaanxi 710016, China)

Abstract: Objective To investigate the incidence and risk factors of malignant glaucoma in patients with

收稿日期: 2024-03-20

* 基金项目: 陕西省重点研发计划(No. 2022SF-434)

[通信作者] 杨建玲, E-mail: caibing@163.com; Tel: 18628569816

primary angle-closure glaucoma after surgery, to establish and validate a nomogram model. **Methods** Select 3,389 patients (2,100 eyes) with primary angle closure glaucoma who received treatment in the ophthalmology department of a certain hospital from June 2015 to June 2023 as the research subjects. 42 eyes with malignant glaucoma within 6 months after surgery were selected as the occurrence group, and 2,058 eyes without malignant glaucoma were selected as the non occurrence group. Data on gender, age, comorbidity such as diabetes and hypertension, and preoperative factors like lens thickness, anterior chamber depth, LOWE coefficient, high intraocular pressure, chamber angle structure, axial length, and type of glaucoma were collected and compared. Univariate and multivariate logistic regression analyses were conducted to explore the risk factors for malignant glaucoma. A nomogram model was constructed using R software version 4.3.0 and its discrimination ability was assessed using the Receiver Operating Characteristic (ROC) curve. The model's predictive performance was validated with 1000 bootstrap resamples. **Results** The proportion of patients in the incidence group who were under 50 years old, had sustained preoperative high intraocular pressure, complete closure of the angle structure, thin lens thickness, short axial length, and shallow anterior chamber depth was higher than that in the non incidence group ($P < 0.05$). A multivariate general logistic regression analysis showed that, high preoperative intraocular pressure [$\hat{OR} = 24.179$ (95% CI: 1.724, 339.108)], complete closure of angle structure [$\hat{OR} = 59.427$ (95% CI: 4.173, 846.224)], and acute glaucoma [$\hat{OR} = 15.507$ (95% CI: 1.063, 226.222)] were the risk factors for postoperative malignant glaucoma ($P < 0.05$); Age [$\hat{OR} = 0.022$ (95% CI: 0.001, 0.692)], lens thickness [$\hat{OR} = 0.037$ (95% CI: 0.003, 0.493)], long axial length [$\hat{OR} = 0.506$ (95% CI: 0.264, 0.971)], and deep anterior chamber depth [$\hat{OR} = 0.0004$ (95% CI: 0.000, 0.963)] are protective factors for postoperative malignant glaucoma ($P < 0.05$). Model evaluation shows that the area under the ROC curve is 0.979, the Jordan index is 0.871, the sensitivity is 89.3% (95% CI: 0.790, 0.960), and the specificity is 97.8% (95% CI: 0.850, 0.980), demonstrating good discrimination ability. The calibration curve further confirms the high accuracy of the model, and Bootstrap self validation shows a mean square error of 0.032 through 1000 resampling. **Conclusion** The predictive model for postoperative malignant glaucoma in primary angle-closure glaucoma developed in this study is feasible. Patients with these risk factors should be given special attention during surgery to reduce the risk of developing malignant glaucoma.

Keywords: primary angle-closure glaucoma; malignant glaucoma; nomogram; axial length; high intraocular pressure

原发性闭角型青光眼特征是房角狭窄或闭锁, 导致房水排出受阻, 进而引发眼内压升高^[1-2]。手术干预可以解除房角闭锁, 是治疗原发性闭角型青光眼, 降低眼内压的重要方法^[3]。术后恶性青光眼是一种严重的并发症, 可能导致眼内压急剧升高, 甚至可能引起视神经损伤和视力丧失。恶性青光眼不仅使患者承受极大的身心痛苦, 也给治疗医师带来挑战^[4]。因此, 深入研究原发性闭角型青光眼患者手术后发展为恶性青光眼的危险因素, 对预防和早期诊断恶性青光眼具有重要意义^[5]。本研究通过回顾性分析原发性闭角型青光眼患者手术前后的临床特征, 构建基于列线图的恶性青光眼发生风险评估模型, 并对其进行验证, 有助于识别高风险患者, 从而采取预防措施或进行早期干预。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性选取 2015 年 6 月—2023 年 6 月西安交通

大学第一附属医院眼科收治的 3 389 例(2 100 眼)原发性闭角型青光眼患者作为研究对象。术后 6 个月内出现恶性青光眼的 97 例(42 眼)作为发生组, 未出现恶性青光眼的 3 292 例(2 058 眼)作为未发生组, 比较两组患者的临床特征。采用统一的数据录入模板和标准操作流程, 以减少人为错误; 对数据录入的完整性进行定期审核, 缺失或异常数据进行追踪和更正; 考虑到病历系统更新或更改可能导致的数据兼容性问题, 对比较早期的数据进行额外的验证和调整; 识别和调整潜在的混杂因素, 如病程长短、既往治疗历史等。本研究获得医院医学伦理委员会的批准, 并严格遵循相关的伦理指南和患者隐私保护规定。

1.2 纳入标准与排除标准

纳入标准: ①符合《我国原发性青光眼诊断和治疗专家共识(2014 年)》^[6]中原发性闭角型青光眼的诊断标准; ②患者接受过治疗原发性闭角型青光眼的手术, 如虹膜切除术或激光周边虹膜切开

术；③患者的医疗记录完整，包括手术记录、术前和术后的眼科检查结果；④有术后至少6个月的随访资料，包括术后恶性青光眼的发生情况。排除标准：①排除开角型青光眼、继发性青光眼等；②排除严重心血管疾病、肝肾功能严重障碍等；③以前有眼部手术或严重眼部损伤史；④术前已有严重视力损害，如因其他原因导致的高级别视力丧失。

1.3 方法

1.3.1 资料收集 包括患者的年龄、性别、病程、合并症、临床症状等信息。

1.3.2 术前眼部参数 ①晶状体厚度：采用上海朗逸医疗器械有限公司提供的光学相干断层扫描(optical coherence tomography, OCT)进行测量。②前房深度：同样采用OCT进行测量，从角膜内皮到晶状体前表面的距离。③房角结构：通过角膜内皮显微镜(深圳创兴天下科技有限公司)进行观察和评估房角的开放程度和结构。④眼轴长度：采用光学生物测量仪IOL Master 700(济南欧莱宝生物技术有限公司)测量从角膜前表面到视网膜的距离。⑤相对晶状体位置(LOWE系数)：采用Reichert PSL型手持裂隙灯(美国Reichert Technologies公司)进行测量。

1.4 统计学方法

数据分析采用SPSS 26.0和R 4.3.0统计软件。计数资料以构成比或率(%)表示，比较用 χ^2 检验；计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示，比较用 t 检验；影响因素的分析采用多因素一般Logistic回归模型；绘制列线图 and 受试者工作特征(receiver operator characteristic, ROC)曲线。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 原发性闭角型青光眼术后恶性青光眼发生的单因素分析

发生组和未发生组的年龄构成、术前眼压构成、房角结构构成、青光眼类型构成、晶状体厚度、眼轴长度、前房深度的比较，经 χ^2 或 t 检验，差异均有统计学意义($P < 0.05$)；发生组年龄 < 50 岁、术前持续高眼压、房角结构完全关闭占比高于未发生组($P < 0.05$)，晶状体厚度低于未发生组($P < 0.05$)，眼轴长度短于未发生组($P < 0.05$)，前房深度浅于未发生组($P < 0.05$)。两组的性别构成、病程构成、合并糖尿病构成、合并高血压构成和相对晶状体位置(LOWE系数)比较，差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表1。

表 1 原发性闭角型青光眼术后恶性青光眼发生的单因素分析

组别	眼数	男/女/例	年龄 眼(%)		病程 眼(%)		合并糖尿病 眼(%)	
			≥ 50 岁	< 50 岁	< 3 个月	≥ 3 个月	是	否
发生组	42	54/43	8(20.24)	34(79.76)	22(53.57)	20(47.61)	6(15.47)	36(84.52)
未发生组	2 058	2 447/845	1 317(64.44)	741(35.55)	1 049(51.11)	1 009(48.89)	267(13.33)	1 791(86.67)
χ^2/t 值		0.172	24.958		0.039		0.107	
P 值		0.677	0.000		0.842		0.743	

组别	合并高血压 眼(%)		术前眼压 眼(%)		房角结构 眼(%)		青光眼类型 眼(%)	
	是	否	持续高眼压	高眼压缓解	完全关闭	不完全关闭	急性	慢性
发生组	4(10.71)	38(89.28)	34(83.33)	8(16.67)	36(86.90)	6(13.09)	12(29.76)	30(70.23)
未发生组	82(4.44)	1 976(95.56)	679(33.33)	1 379(66.67)	308(15.56)	1 750(84.44)	1 317(64.44)	741(35.56)
χ^2/t 值	1.476		32.594		63.324		14.482	
P 值	0.224		0.000		0.000		0.000	

组别	晶状体厚度/(mm, $\bar{x} \pm s$)	眼轴长度/(mm, $\bar{x} \pm s$)	LOWE系数 ($\bar{x} \pm s$)	前房深度/(mm, $\bar{x} \pm s$)
发生组	4.18 \pm 0.46	20.36 \pm 2.17	0.18 \pm 0.02	1.81 \pm 0.31
未发生组	4.87 \pm 0.52	22.36 \pm 2.68	0.19 \pm 0.02	2.20 \pm 0.45
χ^2/t 值	4.588	9.454	2.706	5.789
P 值	0.000	0.000	0.107	0.000

2.2 原发性闭角型青光眼术后恶性青光眼发生的多因素分析

以术后是否发生恶性青光眼(否=0,是=1)为因变量,以年龄、术前眼压、房角结构、青光眼类型、晶状体厚度、眼轴长度和前房深度为自变量,进行多因素一般 Logistic 回归分析($\alpha=0.05$),结果显示:术前眼压高[OR=24.179(95% CI:1.724,339.108)]、房角结构完全关闭[OR=59.427(95% CI:

4.173,846.224)]、急性青光眼[OR=15.507(95% CI:1.063,226.222)]是术后发生恶性青光眼的危险因素($P < 0.05$);年龄大[OR=0.022(95% CI:0.001,0.692)]、晶状体厚[OR=0.037(95% CI:0.003,0.493)]、眼轴长度长[OR=0.506(95% CI:0.264,0.971)]和前房深度深[OR=0.0004(95% CI:0.000,0.963)]是术后发生恶性青光眼的保护因素($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 原发性闭角型青光眼术后发生恶性青光眼影响因素的多因素一般 Logistic 回归分析参数

自变量	b	S _b	Waldχ ²	P 值	OR	95% CI	
						下限	上限
年龄	-3.808	1.755	4.706	0.030	0.022	0.001	0.692
术前眼压	3.185	1.347	5.589	0.018	24.179	1.724	339.108
房角结构	4.085	1.355	9.086	0.003	59.427	4.173	846.224
青光眼类型	2.741	1.367	4.019	0.045	15.507	1.063	226.222
晶状体厚度	-3.293	1.319	6.231	0.013	0.037	0.003	0.493
眼轴长度	-0.681	0.333	4.194	0.041	0.506	0.264	0.971
前房深度	-5.587	2.831	3.894	0.048	0.0004	0.000	0.963
常量	37.153	14.432	6.628	0.010	-	-	-

2.3 原发性闭角型青光眼术后发生恶性青光眼的预测列线图模型构建

列线图模型构建时考虑了年龄、术前眼压、房角结构、青光眼类型、晶状体厚度、眼轴长度和前房深度(见图 1)。评估原发性闭角型青光眼术

后发生恶性青光眼的预测模型的 ROC 曲线见图 2。ROC 曲线下面积为 0.979,约登指数为 0.871,敏感性为 89.3%(95% CI:0.790,0.960),特异性为 97.8%(95% CI:0.850,0.980),表明模型有较好的区分能力。

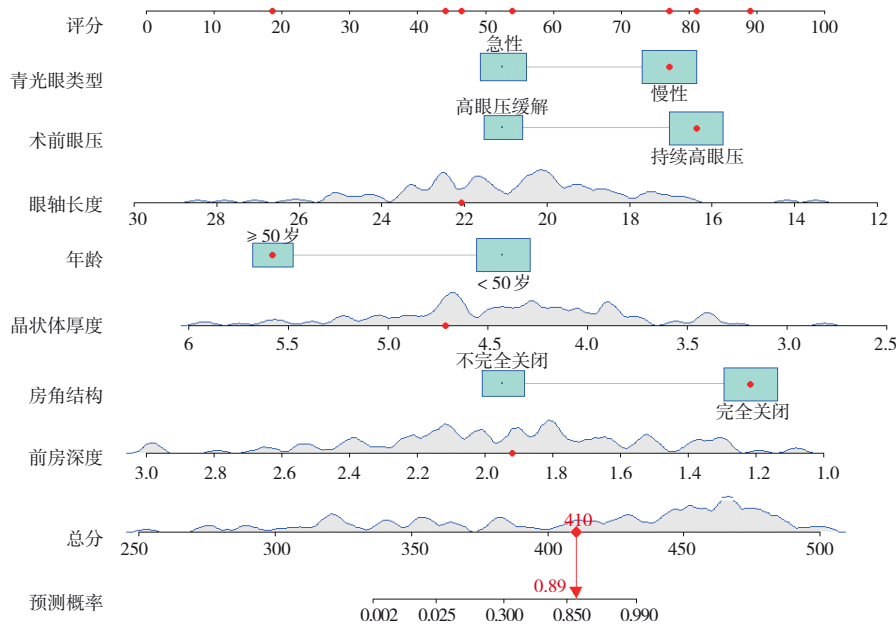


图 1 原发性闭角型青光眼术后发生恶性青光眼的列线图模型

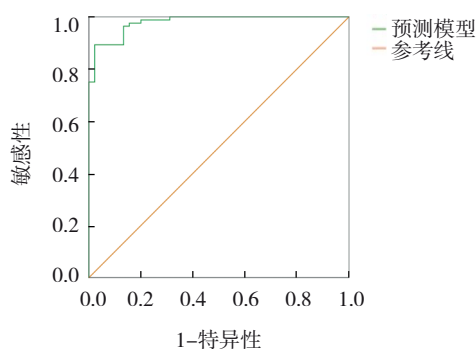
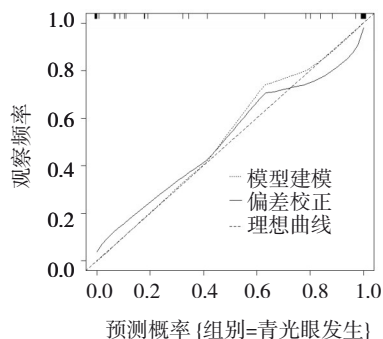


图2 列线图模型预测原发性闭角型青光术后发生恶性青光眼的ROC曲线

2.4 预测原发性闭角型青光术后发生恶性青光眼的列线图模型验证

预测原发性闭角型青光术后发生恶性青光眼的列线图模型的校准曲线见图3,包括表现(Apparent)、偏差校正后(Bias-corrected)和理想(Ideal)的预测概率。Bootstrap法用于自校验模型,通过1 000次重抽样,得到的均方误差(mean absolute error, MAE)为0.032,说明模型的预测风险与实际发生风险具有较好的一致性。



B = 1 000 repetitions, boot Mean absolute error = 0.032 (n = 64)

图3 列线图模型预测原发性闭角型青光术后发生恶性青光眼的校准曲线

3 讨论

恶性青光眼是一种严重的眼病,通常发生在原发性闭角型青光眼的手术后。其主要特征是眼内压升高,如果不及时治疗,可能会导致视力丧失^[7-8]。恶性青光眼的发生机制复杂,与术后炎症、眼内压力控制不当等因素有关^[9]。原发性闭角型青光眼患者通常前房角狭窄,使房水流动受阻,难以正常流出^[10-13]。治疗这种类型的青光眼,常用的手术方法包括激光周边虹膜切除术或房水流出道

手术。这些手术可以有效缓解眼内压,但在某些情况下可能会引发恶性青光眼^[14-15]。为了更好地预防恶性青光眼的发生,构建一个原发性闭角型青光眼术后恶性青光眼发生的模型是非常重要的。这种模型可以帮助医生了解哪些患者在手术后更容易发展为恶性青光眼,从而采取预防措施。此外,验证这种模型的必要性在于其能够提高术后的安全性和效果,减少并发症的发生。

本研究结果表明,年龄、术前持续高眼压、青光眼类型、眼轴长度、前房深度、晶状体厚度和房角完全关闭等因素与恶性青光眼的发生有关,表明这些因素可能对恶性青光眼的发生具有促进作用。线海燕等^[16]的研究也得出了相似结论。多因素一般Logistic回归分析结果进一步揭示,年龄、术前持续高眼压、慢性青光眼、晶状体厚、前房深度深、眼轴长度长和房角完全关闭是恶性青光眼的独立危险因素。这意味着即使在考虑其他潜在混杂因素的情况下,这些因素仍对恶性青光眼的发生有显著影响。随着年龄的增长,眼睛的排水系统可能会受损,导致眼内压力升高^[17]。老化的眼睛组织可能对高眼压更敏感,增加了恶性青光眼的风险。李利君^[18]发现年龄 ≤ 50 岁、慢性青光眼类型、持续高眼压、房角结构完全关闭、晶体厚度 < 4.5 mm、眼轴长度 < 22 mm是原发性闭角型青光术后恶性青光眼的主要危险因素。长期的高眼压会对视神经造成持续的压迫和损伤,从而增加了恶性青光眼的风险^[19-22]。高眼压还可能导致眼内组织结构改变,加剧病情。长期的青光眼会导致眼内压力逐渐上升,并可能逐步损伤视神经。这种慢性损伤可能使眼睛对进一步的压力变化更加敏感。晶状体的厚度增加会占用眼内空间,尤其在瞳孔扩大时,可能导致前房角阻塞,影响眼内液体的正常流动,从而引起眼压升高^[23-24]。眼轴过长或过短都可能影响眼内液体的排流,导致眼内压力异常。房角是眼内液体排出的主要通道,一旦完全关闭,眼内液体排出受阻,会迅速导致眼内压力升高,引起恶性青光眼^[25]。眼轴过长或过短都可能影响眼内液体的排流,导致眼内压力异常。房角是眼内液体排出的主要通道,一旦完全关闭,眼内液体排出受阻,会迅速导致眼内压力升高,

引起恶性青光眼。本研究列线图预测模型的曲线分析显示, 模型在预测原发性闭角型青光眼术后恶性青光眼发生风险方面的 ROC 曲线下面积达到了 0.979, 表明模型具有出色的区分能力。Bootstrap 验证结果显示模型的偏差校准曲线与理想曲线吻合良好, 进一步证实了模型的可靠性和稳定性。

综上所述, 术前眼压高、房角结构完全关闭、急性青光眼是术后发生恶性青光眼的危险因素; 年龄大、晶状体厚、眼轴长度长和前房深度深是术后发生恶性青光眼的保护因素; 本研究构建原发性闭角型青光眼术后恶性青光眼发生的预测列线图模型有较好的区分能力, 模型的预测风险与实际发生风险具有较好的一致性。

参 考 文 献 :

- [1] MAHESHWARI D, PILLAI M R, KANDURI S, et al. Comparative study of surgical outcomes of twin-site phacotrabeculectomy with mitomycin C in primary open-angle glaucoma versus primary angle-closure glaucoma[J]. *Indian J Ophthalmol*, 2023, 71(11): 3528-3533.
- [2] WANG Y, DONG X X, HOU X W, et al. Risk factors for primary angle-closure glaucoma: a systematic review and meta-analysis of 45 studies[J]. *Optom Vis Sci*, 2023, 100(9): 606-613.
- [3] 刘子田, 陈子东, 邴宥慈, 等. 新型冠状病毒 Omicron 变异株流行期间原发性闭角型青光眼就诊情况单中心研究[J]. *中华眼科杂志*, 2023, 59(10): 838-845.
- [4] MANSOORI T. Qualitative ultrasound biomicroscopy in glaucoma[J]. *Indian J Ophthalmol*, 2023, 71(6): 2630-2631.
- [5] SINGHAL D, TRIPATHY K, TEWARI R, et al. Comment on: hypotonous malignant glaucoma following glaucoma drainage device implantation[J]. *Indian J Ophthalmol*, 2022, 70(1): 341-342.
- [6] 中华医学会眼科学分会青光眼学组. 我国原发性青光眼诊断和治疗专家共识(2014年)[J]. *中华眼科杂志*, 2014, 50(5): 382-383.
- [7] 田丹丹, 李晶明, 宋艳敏, 等. 巩膜睫状体光凝术治疗恶性青光眼睫状环阻滞解除后高眼压[J]. *国际眼科杂志*, 2021, 21(2): 348-350.
- [8] 戴敏, 郑志坤, 李亚娣, 等. 虹膜周边前后节沟通术在恶性青光眼患者治疗中的应用[J]. *眼科新进展*, 2020, 40(1): 34-37.
- [9] SUPAKONTANASAN W, SUWAN Y, NILPHATANAKORN S, et al. Twenty-four-hour intraocular pressure in chronic primary angle-closure disease[J]. *J Glaucoma*, 2023, 32(10): 854-859.
- [10] ZHANG H, ZHANG Y, ZHANG S, et al. Zonulopathy identified during cataract extraction in patients with primary angle closure disease[J]. *J Glaucoma*, 2023, 32(9): 783-791.
- [11] FANG Y X, DUAN X M, CHEN L, et al. Combination of trabeculectomy and primary Pars plana vitrectomy in the successful treatment of angle-closure glaucoma with BEST1 mutations: self-controlled case series[J]. *Ophthalmol Ther*, 2022, 11(6): 2271-2284.
- [12] 唐莉, 原慧萍, 唐广贤, 等. Schlemm管手术是否适用于原发性闭角型青光眼的治疗[J]. *中华实验眼科杂志*, 2022, 40(4): 340-344.
- [13] 段晓明, 康梦田, 唐妍, 等. 原发性闭角型青光眼合并视网膜色素变性的临床特征分析[J]. *首都医科大学学报*, 2022, 43(6): 948-952.
- [14] EL MATRI K, GOUIDER D, LIMAIE M R, et al. Management of a bilateral post-uveitic complex glaucoma with pupillary block, rupture of the anterior lens capsule, and malignant glaucoma following laser peripheral iridotomies: case report and literature review[J]. *J Curr Ophthalmol*, 2022, 34(2): 260-263.
- [15] LIN H S, WANG J B, FAN S J, et al. Design and methodology of a multi-centre clinical trial of low dose laser cycloplasty for the treatment of malignant glaucoma in China[J]. *Ophthalmic Epidemiol*, 2022, 29(5): 523-530.
- [16] 线海燕, 王卓为. 原发性闭角型青光眼术后恶性青光眼发生的危险因素分析[J]. *国际眼科杂志*, 2018, 18(1): 156-158.
- [17] 胡尊霞, 司马晶, 曹加国, 等. 晶状体超声乳化术联合房角镜直视下房角分离术治疗晚期原发性闭角型青光眼[J]. *眼科新进展*, 2021, 41(9): 870-873.
- [18] 李利君. 原发性闭角型青光眼术后恶性青光眼发生的相关因素分析[J]. *河南外科学杂志*, 2022, 28(3): 99-101.
- [19] LAZZARO C, van STEEN C, GHIRELLI G, et al. A latanoprost cationic emulsion (STN1013001) vs. other latanoprost formulations (latanoprost) in open angle glaucoma/ocular hypertension and ocular surface disease: an Italian cost-utility analysis[J]. *Expert Rev Pharmacoecon Outcomes Res*, 2023, 23(2): 251-265.
- [20] HOU W B, FENG J, CHEN J, et al. Analysis of the optic nerve head microcirculation using optical coherence tomography angiography and the upstream macrocirculation using color doppler imaging in low-tension and high-tension glaucoma patients[J]. *Ophthalmic Res*, 2023, 66(1): 579-589.
- [21] GEDIK S, GULSEREN O. Effectiveness of selective laser trabeculoplasty and its safety on corneal endothelium in patients with primary open angle glaucoma and ocular hypertension[J]. *Niger J Clin Pract*, 2022, 25(12): 2046-2052.
- [22] WANG T, ZHANG Y R, CHI M L, et al. A novel fixed-combination timolol-netarsudil-latanoprost ophthalmic solution for the treatment of glaucoma and ocular hypertension[J]. *Asian J Pharm Sci*, 2022, 17(6): 938-948.
- [23] Bhomaj P, Madhavani A. Management of malignant glaucoma

following cataract surgery in a nanophthalmic eye: a case report[J]. *Indian J Ophthalmol Case Rep*, 2022, 2(4): 894-896.

- [24] NAZ R, GUL F, ZAHOOR S, et al. Interactive effects of hydrogen sulphide and silicon enhance drought and heat tolerance by modulating hormones, antioxidant defence enzymes and redox status in barley (*Hordeum vulgare* L.)[J]. *Plant Biol(Stuttg)*, 2022, 24(4): 684-696.
- [25] WANG Y, HOU Z J, WANG H Z, et al. Comparison of ocular axis and corneal diameter between entropion and non-entropion eyes in children with congenital glaucoma[J]. *World J Clin*

Cases, 2021, 9(18): 4637-4643.

(张蕾 编辑)

本文引用格式: 董晓敏, 杨建玲. 列线图构建原发性闭角型青光眼患者术后发生恶性青光眼的模型及验证[J]. *中国现代医学杂志*, 2024, 34(11): 20-26.

Cite this article as: DONG X M, YANG J L. Construction and validation of a nomogram model for postoperative malignant glaucoma in primary angle-closure glaucoma[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2024, 34(11): 20-26.