

开角型青光眼并发认知功能障碍的影响因素及决策树模型构建

吴刚, 翁亚冬, 黄程华

引用: 吴刚, 翁亚冬, 黄程华. 开角型青光眼并发认知功能障碍的影响因素及决策树模型构建. 国际眼科杂志, 2026, 26(4): 718-723.

基金项目: 浙江省医药卫生科技计划项目 (No.2023XY078)

作者单位: (324000) 中国浙江省衢州市第二人民医院眼科

作者简介: 吴刚, 男, 本科, 副主任医师, 研究方向: 青光眼与白内障。

通讯作者: 吴刚. miq197071@163.com

收稿日期: 2025-09-25 修回日期: 2026-02-27

摘要

目的: 探讨开角型青光眼患者并发认知功能障碍的影响因素, 并构建决策树模型。

方法: 回顾性研究。收集 2022 年 2 月至 2024 年 11 月在本院治疗的开角型青光眼患者的临床资料, 根据患者入院时蒙特利尔认知评估量表 (MoCA) 评估结果分为认知功能障碍组和认知功能正常组。比较两组患者临床资料。采用 Logistic 回归模型分析开角型青光眼患者并发认知功能障碍的影响因素, 同时基于两组临床资料利用决策树 CHAID 算法分析构建决策树模型, 并采用受试者工作特征 (ROC) 曲线比较两种模型的预测效能。

结果: 本研究共纳入开角型青光眼患者 179 例, 根据患者入院时 MoCA 评估结果分为认知功能障碍组 107 例 (男 59 例、女 48 例, 年龄 ≥ 60 岁者 66 例) 和认知功能正常组 72 例 (男 34 例、女 38 例, 年龄 ≥ 60 岁者 28 例)。认知功能障碍发生率为 59.8% (107/179)。认知功能障碍组年龄 ≥ 60 岁、受教育程度初中及以下、高血压、睡眠障碍和疾病中/晚期占比均高于认知功能正常组 (均 $P < 0.05$)。Logistic 回归分析显示, 年龄 ≥ 60 岁、受教育程度初中及以下、高血压、睡眠障碍、疾病中/晚期均为开角型青光眼患者并发认知功能障碍的危险因素 (均 $P < 0.05$)。采用决策树 CHAID 算法构建的决策树模型共 4 层, 11 个节点, 输出疾病严重程度、年龄、睡眠障碍、受教育程度、高血压共 5 个风险变量, 其中疾病严重程度是首层风险变量。ROC 曲线显示, 决策树模型和 Logistic 回归模型预测开角型青光眼患者并发认知功能障碍的曲线下面积分别为 0.849、0.842, 二者预测价值比较无差异 ($P > 0.05$)。

结论: 疾病严重程度、年龄、睡眠障碍、受教育程度、高血压是开角型青光眼患者并发认知功能障碍的影响因素, 且由决策树 CHAID 算法分析构建的决策树模型对认知功能障碍具有良好的预测价值。

关键词: 开角型青光眼; 认知功能障碍; 影响因素; 决策树模型

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2026.4.28

Influencing factors of cognitive dysfunction in open angle glaucoma patients and construction of a decision tree model

Wu Gang, Weng Yadong, Huang Chenghua

Foundation item: Zhejiang Provincial Medical and Health Science and Technology Program (No.2023XY078)

Department of Ophthalmology, the Second People's Hospital of Quzhou, Quzhou 324000, Zhejiang Province, China

Correspondence to: Wu Gang. Department of Ophthalmology, the Second People's Hospital of Quzhou, Quzhou 324000, Zhejiang Province, China. miq197071@163.com

Received: 2025-09-25 Accepted: 2026-02-27

Abstract

• **AIM:** To analyze the influencing factors of cognitive dysfunction in patients with open angle glaucoma, and construct a risk prediction decision tree model.

• **METHODS:** Retrospective study. The clinical data of patients with open angle glaucoma treated in the hospital from February 2022 to November 2024 were collected, and patients were divided into a cognitive dysfunction group and a cognitive function normal group according to the evaluation results of the Montreal Cognitive Assessment Scale (MoCA) at the time of admission, and the clinical data of the two groups were compared. The influencing factors of cognitive dysfunction in patients with open angle glaucoma were analyzed through Logistic regression model, and the decision tree model was analyzed and constructed based on the clinical data of the two groups through the decision tree CHAID algorithm, and the predictive performance of two models was compared using receiver operating characteristic (ROC) curves.

• **RESULTS:** The total of 179 patients with open angle glaucoma were included in this study, and were divided into a cognitive dysfunction group of 107 cases (59 males and 48 females, with 66 cases aged ≥ 60 y) and a cognitive function normal group of 72 cases (34 males and 38 females, with 28 cases aged ≥ 60 y) according to the MoCA assessment results at the time of patient admission. The incidence of cognitive dysfunction was 59.8% (107/179). The proportion of age ≥ 60 y, education level of junior high school or below, hypertension, sleep disorders, and middle/late stage diseases in the cognitive dysfunction group were higher than those in the cognitive

function normal group (all $P < 0.05$). Logistic regression analysis showed that age ≥ 60 y, education level of junior high school or below, hypertension, sleep disorders, and middle/late stage disease were all risk factors for cognitive dysfunction in patients with open angle glaucoma (all $P < 0.05$). The risk prediction decision tree model constructed using the decision tree CHAID algorithm included 4 layers and 11 nodes, and it outputted 5 risk variables: disease severity, age, sleep disorders, education level, and hypertension. Among them, the disease severity was the first layer risk variable. The ROC curve showed that the area under curve for predicting cognitive dysfunction in patients with open angle glaucoma using the risk prediction decision tree model and logistic regression model was 0.849 and 0.842 respectively, and there was no statistically significant difference in the predictive value between the two models ($P > 0.05$).

• **CONCLUSION:** The disease severity, age, sleep disorders, education level, and hypertension are influencing factors for cognitive dysfunction in patients with open angle glaucoma, and the risk prediction decision tree model analyzed and constructed by the decision tree CHAID algorithm has good predictive value for cognitive dysfunction.

• **KEYWORDS:** open angle glaucoma; cognitive dysfunction; influencing factor; decision tree model

Citation: Wu G, Weng YD, Huang CH. Influencing factors of cognitive dysfunction in open angle glaucoma patients and construction of a decision tree model. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2026,26(4):718-723.

0 引言

开角型青光眼是一种常见的视神经受损疾病,以视野缺损、眼压升高、视盘改变等为主要临床表现,且该病症无法彻底治愈,患者临床预后较差^[1]。认知功能障碍是开角型青光眼患者的常见并发症之一,不仅影响患者视力测试结果的准确性,伴随的记忆损害、执行能力下降等症状还会增加开角型青光眼患者日常生活的困难程度^[2-3]。因此,明确影响开角型青光眼患者发生认知功能障碍的相关因素对指导临床防治十分重要。既往也有研究显示青光眼和认知功能障碍之间存在密切的联系^[4],可能与二者均存在颅内压变化、脑血流异常等多种相似发病机制有关,但目前对开角型青光眼患者并发认知功能障碍的相关报道较少,且缺乏便捷的风险预测工具。决策树模型是一种通过树状逻辑来判断结局事件的统计学工具,能将各影响因素整合成类似于流程图的树状结构模型,具有便于理解、可解释性强、诊断快速精确等优点,在医学研究中已被广泛应用于疾病筛查、预后预测、风险评估等^[5]。鉴于此,本研究通过分析开角型青光眼患者并发认知功能障碍的影响因素,并构建决策树模型,以期临床预测提供便捷的工具。

1 对象和方法

1.1 对象 根据 Logistic 回归模型构建常用经验准则:为确保模型稳定,避免过拟合,纳入结局事件的病例数与最

终纳入模型的自变量数之比应 ≥ 10 ,而计划纳入模型的自变量个数由预试验确定,预试验通过对可能相关的临床因素进行初步 Logistic 回归分析,获得了 8 个候选变量(年龄、受教育程度、高血压、脑血管疾病、睡眠障碍、抑郁、疾病严重程度、视神经纤维层厚度),则发生结局事件的病例数应 ≥ 80 例,并根据康峰等^[6]研究报道的青光眼患者认知功能损害发生率 61.67%,计算出本研究至少需纳入 130 例患者。

回顾性研究。收集 2022 年 2 月至 2024 年 11 月在本院治疗开角型青光眼患者的临床资料。根据蒙特利尔认知评估量表(MoCA)^[7]的评估结果将开角型青光眼患者分为两组:认知功能障碍组为 MoCA 得分 < 26 分,认知功能正常组为 MoCA 得分 ≥ 26 分(若患者受教育年限 < 12 a 则界定为 25 分)。纳入标准:(1)符合开角型青光眼诊断标准^[8];(2)年龄 18-75 岁;(3)最佳矫正视力 > 0.3 ;(4)病历资料完整;(5)若患者双眼均符合筛选标准则按随机数字表法纳入 1 眼,若仅有 1 眼符合则纳入该眼^[9]。排除标准:(1)既往有眼科手术史;(2)由其他原因导致的痴呆、精神行为异常;(3)由白内障、神经系统疾病、外伤等导致的视野缺损;(4)存在肺、肾、肝等器官的严重疾病;(5)合并恶性肿瘤;(6)继发性青光眼;(7)开角型青光眼发病前已存在认知功能障碍;(8)妊娠或哺乳期女性。本研究取得医学伦理委员会审查批准(批准号:院准字 2024-015 号),伦理委员会豁免获取参与者知情同意,研究过程中所有参与者数据均进行去标识化处理。

1.2 方法 临床资料:收集患者年龄、性别、体质质量指数(BMI)、吸烟、饮酒、受教育程度、高血压、高脂血症、糖尿病、脑血管疾病、睡眠障碍、焦虑、抑郁、降眼压药物使用史、认知相关干预史、疾病严重程度^[10](早期:视野缺损 ≥ -6 dB;中期: -12 dB \leq 视野缺损 < -6 dB;晚期:视野缺损 < -12 dB)、眼压、视神经纤维层厚度、眼轴长度、中央角膜厚度、等效球镜度数。其中睡眠功能障碍采用匹兹堡睡眠质量指数^[11]判定,即总分 ≥ 8 分为有睡眠障碍;焦虑采用汉密尔顿焦虑量表^[12]判定,即总分 ≥ 14 分为患者具有临床意义的焦虑;抑郁采用汉密尔顿抑郁量表(24 项)^[13]判定,即总分 ≥ 20 分为具有临床意义的抑郁。

统计学分析:采用 SPSS 26.0 软件分析数据,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 描述,两组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料以 $n(\%)$ 描述,采用 χ^2 检验;采用 Logistic 回归模型分析影响开角型青光眼患者并发认知功能障碍的因素;采用 CHAID 算法构建决策树模型,模型终止规则为当候选分裂变量与结局变量之间的关联性卡方检验 $P < 0.05$ 时执行分裂,若当前所有节点候选分裂变量与结局变量之间的关联性卡方检验的 P 值 ≥ 0.5 时则停止分裂,模型终止;采用受试者工作特征(ROC)曲线验证该模型对开角型青光眼患者并发认知功能障碍的预测效能,并采用 DeLong 检验对决策树模型和 Logistic 回归模型的曲线下面积(AUC)进行比较。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者临床资料比较 本研究共纳入开角型青光眼患者 179 例,根据患者入院时蒙特利尔认知评估量表(MoCA)评估结果分为认知功能障碍组 107 例和认知功能正常组 72 例。认知功能障碍发生率为 59.8%(107/179)。

两组患者性别、BMI、吸烟、饮酒、高脂血症、糖尿病、脑血管疾病、焦虑、抑郁、降眼压药物使用史、认知相关干预史、眼压、视神经纤维层厚度、眼轴长度、中央角膜厚度、等效球镜度数比较差异均无统计学意义($P>0.05$)。认知功能障碍组年龄 ≥ 60 岁、受教育程度初中及以下、高血压、睡眠障碍和疾病中/晚期占比均高于认知功能正常组,差异均有统计学意义($P<0.05$),见表1。

2.2 Logistic 回归模型分析影响开角型青光眼患者并发认知功能障碍的因素 将表1中有统计学意义的指标和临床干预手段设为自变量并赋值:年龄(< 60 岁=0, ≥ 60 岁=1)、受教育程度(高中/中专及以上=0,初中及以下=1)、高血压(无=0,有=1)、睡眠障碍(无=0,有=1)、疾病严重程度(早期=0,中/晚期=1)、降眼压药

物使用史(无=0,有=1)、认知相关干预史(无=0,有=1),并将开角型青光眼患者认知功能障碍的发生情况设为因变量(认知功能正常=0,认知功能障碍=1),将上述变量进行 Logistic 回归分析,结果显示年龄 ≥ 60 岁、受教育程度初中及以下、高血压、睡眠障碍、疾病中/晚期均为开角型青光眼患者并发认知功能障碍的危险因素($P<0.05$),见表2。

2.3 构建开角型青光眼患者并发认知功能障碍的决策树模型 筛选单因素分析中有统计学意义的指标并采用CHAID算法构建决策树模型。该模型共4层,11个节点,输出疾病严重程度、年龄、睡眠障碍、受教育程度、高血压共5个风险变量。决策树模型显示,疾病严重程度位于决策树首层,且当患者处于疾病中/晚期并存在睡眠障碍时,

表1 两组患者临床资料比较

指标		认知功能障碍组($n=107$)	认知功能正常组($n=72$)	χ^2/t	P
年龄(例,%)	<60岁	41(38.3)	44(61.1)	8.967	0.003
	≥ 60 岁	66(61.7)	28(38.9)		
性别(例,%)	男	59(55.1)	34(47.2)	1.081	0.298
	女	48(44.9)	38(52.8)		
BMI(例,%)	<18.5 kg/m ²	18(16.8)	14(19.4)	2.589	0.274
	18.5-24.00 kg/m ²	39(36.5)	33(45.8)		
	>24.00 kg/m ²	50(46.7)	25(34.7)		
吸烟(例,%)	有	37(34.6)	20(27.8)	0.917	0.338
	无	70(65.4)	52(72.2)		
饮酒(例,%)	有	33(30.8)	18(25.0)	0.721	0.396
	无	74(69.2)	54(75.0)		
受教育程度(例,%)	初中及以下	56(52.3)	24(33.3)	6.288	0.012
	高中/中专及以上	51(47.7)	48(66.7)		
高血压(例,%)	有	42(39.3)	15(20.8)	6.728	0.009
	无	65(60.7)	57(79.2)		
高脂血症(例,%)	有	28(26.2)	14(19.4)	1.083	0.298
	无	79(73.8)	58(80.6)		
糖尿病(例,%)	有	14(13.1)	6(8.3)	0.979	0.323
	无	93(86.9)	66(91.7)		
脑血管疾病(例,%)	有	20(18.7)	10(13.9)	0.712	0.399
	无	87(81.3)	62(86.1)		
睡眠障碍(例,%)	有	45(42.1)	13(18.1)	11.319	0.001
	无	62(57.9)	59(81.9)		
焦虑(例,%)	是	43(40.2)	23(31.9)	1.256	0.262
	否	64(59.8)	49(68.1)		
抑郁(例,%)	是	39(36.5)	18(25.0)	2.599	0.107
	否	68(63.5)	54(75.0)		
疾病严重程度(例,%)	早期	32(29.9)	41(56.9)	13.028	<0.001
	中/晚期	75(70.1)	31(43.1)		
降眼压药物使用史(例,%)	有	43(40.2)	34(47.2)	0.869	0.351
	无	64(59.8)	38(52.8)		
认知相关干预史(例,%)	有	11(10.3)	9(12.5)	0.214	0.644
	无	96(89.7)	63(87.5)		
眼压($\bar{x}\pm s$, mmHg)		16.43 \pm 3.24	15.68 \pm 3.06	1.553	0.122
视神经纤维层厚度($\bar{x}\pm s$, μ m)		68.83 \pm 12.84	72.04 \pm 13.68	1.597	0.112
眼轴长度($\bar{x}\pm s$, mm)		26.14 \pm 5.08	25.07 \pm 4.86	1.406	0.162
中央角膜厚度($\bar{x}\pm s$, μ m)		532.57 \pm 96.14	540.14 \pm 98.02	0.513	0.609
等效球镜度数($\bar{x}\pm s$, D)		-3.01 \pm 0.56	-2.89 \pm 0.54	1.426	0.156

认知功能障碍的发生率可达 91.18%, 此类患者为本研究开角型青光眼患者中并发认知功能障碍的最高危人群, 且该决策树模型预测开角型青光眼患者并发认知功能障碍的准确率、灵敏度、特异度分别为 85.47%、87.85%、81.94%, 见图 1, 表 3。根据决策树模型分类规则进一步建立开角型青光眼患者并发认知功能障碍的分层筛查路径

图, 见图 2。
 2.4 开角型青光眼患者并发认知功能障碍的决策树模型评价 ROC 曲线显示, 决策树模型和 Logistic 回归模型预测开角型青光眼患者并发认知功能障碍的 AUC 分别为 0.849、0.842, 二者预测价值比较差异无统计学意义 ($Z=0.179, P=0.858$), 见表 4, 图 3。

表 2 Logistic 回归模型分析影响开角型青光眼患者并发认知功能障碍的因素

影响因素	B	SE	Wald χ^2	OR	95% CI	P
年龄 ≥ 60 岁	1.041	0.359	8.408	2.832	1.401-5.724	0.004
受教育程度初中及以下	0.870	0.350	6.179	2.387	1.202-4.740	0.015
高血压	0.933	0.357	6.830	2.542	1.263-5.118	0.011
睡眠障碍	1.118	0.365	9.382	3.059	1.496-6.255	0.001
疾病中/晚期	1.273	0.373	11.648	3.572	1.719-7.419	<0.001
降眼压药物使用史	0.107	0.096	1.242	1.113	0.922-1.343	0.559
认知相关干预史	0.098	0.095	1.064	1.103	0.916-1.329	0.573
常数项	-3.882	0.671	33.471			<0.001

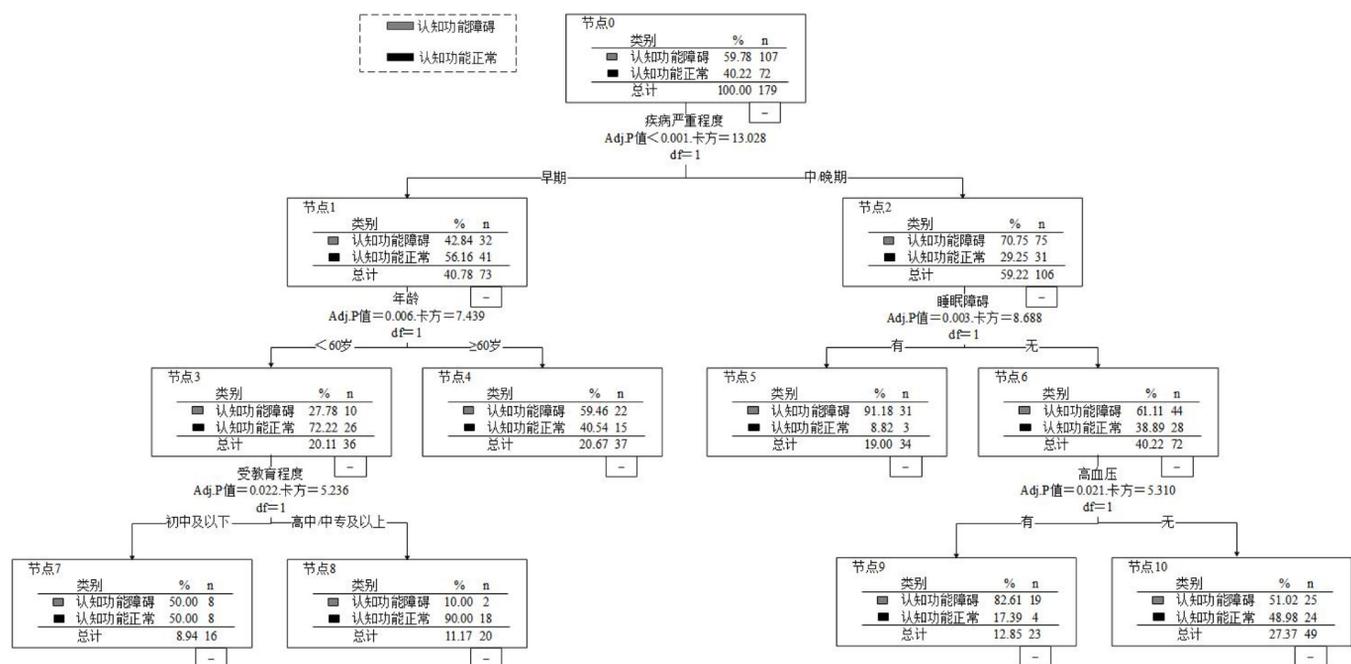


图 1 开角型青光眼患者并发认知功能障碍的决策树模型。

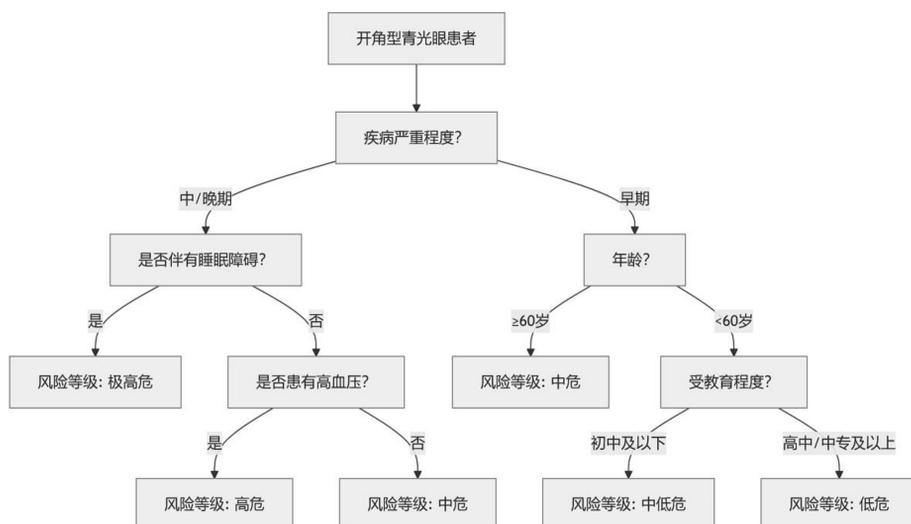


图 2 决策树模型的分层筛查路径图。

表3 决策树模型分类性能的混淆矩阵

分类	预测认知障碍	预测认知功能正常	合计
实际认知障碍	94	13	107
实际认知功能正常	13	59	72
合计	107	72	179

表4 决策树模型和 Logistic 回归模型对开角型青光眼患者并发认知功能障碍的预测效能

指标	灵敏度(%)	特异度(%)	AUC	95%CI	P
决策树	87.85	81.94	0.849	0.788-0.898	<0.001
Logistic 回归	85.05	83.33	0.842	0.780-0.892	<0.001

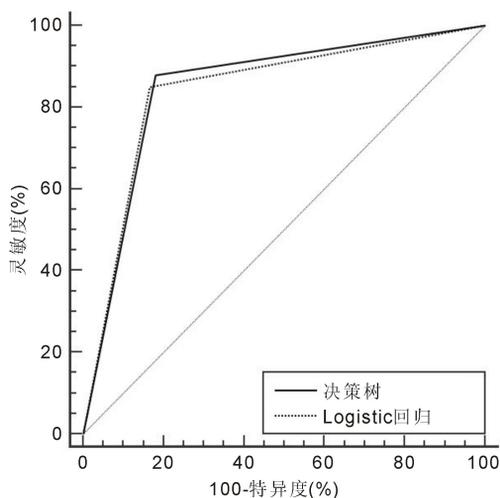


图3 决策树模型和 Logistic 回归模型预测开角型青光眼患者并发认知功能障碍的 ROC 曲线。

3 讨论

近年来,随着人口老龄化的加剧和电子产品的过度使用,青光眼的发病率在全球范围内均呈逐年上升的趋势,其中开角型青光眼是最常见的青光眼类型,占全部青光眼患者的70%以上^[14]。开角型青光眼与认知功能障碍存在一定关联,有50%以上的开角型青光眼患者均存在不同程度的认知功能障碍,进而加剧了此类患者在日常生活和工作中的不便^[15]。因此,分析开角型青光眼患者并发认知功能障碍的影响因素并构建风险预测模型,对快速筛选高危患者并及时建立相应干预措施十分重要。

本研究 Logistic 回归结果中,年龄 ≥ 60 岁、受教育程度初中及以下、高血压、睡眠障碍、疾病中/晚期均是开角型青光眼患者并发认知功能障碍的危险因素。上述结果与国内外多项研究相互印证,例如,McCoskey 等^[16]研究显示原发性开角型青光眼患者更严重的视野缺损与更低的 MoCA 评分相关,本研究结果与其报道相似,其机制可能为疾病中/晚期的开角型青光眼患者视野缺损较为严重,而视野是机体传递视觉信息的主要渠道,长期视野的缺损可能会造成大脑处理视觉相关信息的功能下降,进而影响患者注意力、记忆力、视空间功能等认知能力;另外视野缺损严重的患者在进行阅读、工作等日常活动时需要更高的认知负荷来补偿视野缺损造成的影响,长此以往,可能会造成认知资源的过度消耗,造成认知功能下降。Bai 等^[17]研究也报道认知功能障碍的患病风险随着年龄的增长而增加,这与本研究结论相似,分析原因为随着年龄的增长,大脑结构也会出现一定变化,导致患者认知功能随之下

降,且年龄增长还会导致脑血管功能下降,血管自动调节能力变差,从而易导致血管性神经退行性病变^[18]。Filler 等^[19]研究强调受教育程度低是认知功能障碍和痴呆的危险因素,这与本研究结果高度相似,长期的高水平教育会刺激大脑突触连接和脑结构改变,使患者拥有更高的神经元和认知储备,而受教育程度低的患者上述储备不足,使得大脑神经和认知功能会更早的发生退化^[20]。在合并症方面,Pearson 等^[21]研究显示,睡眠障碍与认知功能障碍之间存在显著的相关性;而 Hainsworth 等^[22]则阐述了高血压能通过影响脑小血管血流来参与认知功能障碍和痴呆的发生发展。本研究结论与上述报道均相关,可能机制为睡眠能促进脑神经重塑,而长期的睡眠障碍会持续阻碍大脑突触连接和强化,进而影响患者的记忆、学习等认知功能,除此之外,睡眠障碍还会损伤患者神经元和神经递质功能,进而影响神经间的信号传导,造成认知功能降低;而大脑的正常生理和认知功能高度依赖于持续的血液供给,高血压引起的血压波动会导致脑血流灌注不足,造成脑组织的缺血、缺氧,进而易导致认知功能障碍。

本研究利用决策树 CHAID 算法构建开角型青光眼患者并发认知功能障碍的决策树模型,该模型共4层,包含11个节点,输出了年龄、受教育程度、高血压、睡眠障碍、疾病严重程度共5个风险变量,且输出的风险变量与 Logistic 回归得出的影响因素相同。在决策树模型中,疾病严重程度占据该模型首层,说明疾病严重程度是该决策树模型中最重要的风险预测因子,当开角型青光眼患者处于疾病中/晚期且合并睡眠障碍时,决策树模型显示此类患者并发认知功能障碍的概率可达91.18%,而此类患者也是模型中最易并发认知功能障碍的人群,建议临床对此类高危患者提供睡眠卫生教育如固定就寝事件、睡前1h禁用电子产品等,并与内科医生协作,必要时可通过降压药物将高血压患者血压控制在正常范围内,以尽可能降低认知功能障碍的发生风险。此外,本研究构建的决策树模型还能体现出各风险变量间的交互关系,即模型中疾病早期的开角型青光眼患者并发认知功能障碍主要与年龄、受教育程度这两项基线指标存在交互关系,而疾病中/晚期的开角型青光眼患者并发认知功能障碍多与睡眠障碍、高血压这两项合并症存在交互关系。上述分析表明本研究构建的决策树模型中各风险变量间的路径清晰,临床可根据开角型青光眼患者的数据资料方便、快捷地得出不同患者并发认知功能障碍的风险概率,有助于临床快速筛选和监测高危患者。

本研究 ROC 曲线结果中,决策树模型和 Logistic 回归模型预测开角型青光眼患者并发认知功能障碍的 AUC 值

分别为0.849、0.842,两模型的预测价值比较无显著差异,说明本研究构建的决策树模型与多因素 Logistic 回归模型的预测效能相当。Logistic 回归模型能通过具体的 OR 值和 95% CI 展示出各影响因素与开角型青光眼患者并发认知功能障碍的关联强度,进而量化研究结果中的影响因素^[23]。而决策树模型能通过输出树状结构图的方式将各风险变量以百分比的形式呈现,并能直观地显示不同风险变量的协同或叠加作用关系,以便于临床实现不同高危患者的快速分类,进而有助于对不同类别的高危患者分别防控^[24]。在实际使用时,医师可根据上述两种模型各自的特点配合使用,进而对高危患者进行更为合理、充分的分析,以为开角型青光眼患者认知功能障碍的临床防控提供数据支持。与何高均等^[25]聚焦于青光眼疾病本身的病理进程与严重程度相比,本文将研究焦点从眼内局部病理延伸至眼-脑共病风险预测,从而实现从眼病诊疗到全身风险管理的临床路径革新,使得临床对此类患者的管理目标更为全面。因此,本研究创新性的将青光眼研究由传统的眼压控制、视神经保护等延伸至中枢神经系统功能,建立了“眼-脑”关联的新视角,并通过构建决策树模型实现了此类患者认知障碍风险的可视化、分层化和路径化,从而增加了本研究结果的临床可用性,对指导临床精准干预具有重要意义。

综上所述,年龄、受教育程度、高血压、睡眠障碍、疾病严重程度是开角型青光眼患者并发认知功能障碍的影响因素,且利用决策树 CHAID 算法构建的决策树模型对认知功能障碍的预测效能良好,有助于临床快速识别不同类型的高危患者。但本研究仍存在一定局限性,具体表现在本研究为单中心研究,样本代表性受限且缺乏来自其他独立中心的外部数据验证,从而限制了研究结论的普适性,在后续会开展多中心验证研究,从而进一步优化模型的临床适用性。

利益冲突声明:本文不存在利益冲突。

作者贡献声明:吴刚论文设计,试验实施,论文撰写与修改;翁亚冬文献检索,数据分析;黄程华研究指导,论文审阅及资金支持。所有作者阅读并同意最终的文本。

参考文献

[1] George R, Panda S, Vijaya L. Blindness in glaucoma: primary open-angle glaucoma versus primary angle-closure glaucoma—a meta-analysis. *Eye (Lond)*, 2022,36(11):2099–2105.

[2] Singh A, Ansari VA, Ansari TM, et al. Consequence of dementia and cognitive impairment by primary nucleation pathway. *Horm Metab*, 2023,55(5):304–314.

[3] Mullany S, Xiao L, Qassim A, et al. Normal-tension glaucoma is associated with cognitive impairment. *Br J Ophthalmol*, 2022,106(7):952–956.

[4] Xu Y, Phu J, Aung HL, et al. Frequency of coexistent eye diseases and cognitive impairment or dementia: a systematic review and meta-analysis. *Eye*, 2023,37(15):3128–3136.

[5] Luo X, Wen X, Zhou M, et al. Decision-tree-initialized dendritic neuron model for fast and accurate data classification. *IEEE Trans Neural Netw Learn Syst*, 2022,33(9):4173–4183.

[6] 康峰, 王彬. 正常眼压青光眼患者认知功能损害的危险因素分析. *中国现代药物应用*, 2017,11(15):75–76.

[7] Jia X, Wang Z, Huang F, et al. A comparison of the Mini-Mental State Examination (MMSE) with the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) for mild cognitive impairment screening in Chinese middle-aged

and older population: a cross-sectional study. *BMC Psychiatry*, 2021, 21(1):485.

[8] 中华医学会眼科学分会青光眼学组, 中国医师协会眼科医师分会青光眼学组. 中国青光眼指南(2020年). *中华眼科杂志*, 2020, 56(8):573–586.

[9] 汪星朦, 孙兴怀, 戴毅, 等. 原发性开角型青光眼与正常眼压性青光神经功能损伤及其结构特征研究. *中华眼科杂志*, 2018, 54(11):811–819.

[10] 黄海荔, 王楷迪, 孙兴怀. 原发性青光眼晚期患者视野缺损的相关因素分析. *中华眼科杂志*, 2022,58(1):22–27.

[11] 路桃影, 李艳, 夏萍, 等. 匹兹堡睡眠质量指数的信度及效度分析. *重庆医学*, 2014,43(3):260–263.

[12] Donzuso G, Cerasa A, Gioia MC, et al. The neuroanatomical correlates of anxiety in a healthy population: differences between the State-Trait Anxiety Inventory and the Hamilton Anxiety Rating Scale. *Brain Behav*, 2014,4(4):504–514.

[13] Parker G, Hadzi-Pavlovic D. Do Hamilton depression scale items have the capacity to differentiate melancholic and non-melancholic depressive sub-types? *J Affect Disord*, 2020,274:1022–1027.

[14] Manz KC, Mocek A, Höer A, et al. Epidemiology and treatment of patients with primary open angle glaucoma in Germany: a health claims data analysis. *J Glaucoma*, 2024,33(8):549–558.

[15] Lee SH, Han JW, Lee EJ, et al. Cognitive impairment and Lamina cribrosa thickness in primary open-angle glaucoma. *Trans Vis Sci Tech*, 2020,9(7):17.

[16] McCoskey M, Addis V, Goodyear K, et al. Association between primary open-angle glaucoma and cognitive impairment as measured by the Montreal cognitive assessment. *Neurodegener Dis*, 2018,18(5–6):315–322.

[17] Bai W, Chen P, Cai H, et al. Worldwide prevalence of mild cognitive impairment among community dwellers aged 50 years and older: a meta-analysis and systematic review of epidemiology studies. *Age Ageing*, 2022,51(8):afac173.

[18] Romay MC, Knutsen RH, Ma FY, et al. Age-related loss of Notch3 underlies brain vascular contractility deficiencies, glymphatic dysfunction, and neurodegeneration in mice. *J Clin Invest*, 2024, 134(2):e166134.

[19] Filler J, Georgakis MK, Dichgans M. Risk factors for cognitive impairment and dementia after stroke: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Healthy Longev*, 2024,5(1):31–44.

[20] Gu HL, Yao XY, Diao C, et al. Global cognitive function is associated with sex, educational level, occupation type, and speech recognition rate in older Chinese adults: a single-center, prospective, cross-sectional study. *BMC Geriatr*, 2022,22(1):947.

[21] Pearson O, Uglik-Marucha N, Miskowiak KW, et al. The relationship between sleep disturbance and cognitive impairment in mood disorders: a systematic review. *J Affect Disord*, 2023,327:207–216.

[22] Hainsworth AH, Markus HS, Schneider JA. Cerebral small vessel disease, hypertension, and vascular contributions to cognitive impairment and dementia. *Hypertension*, 2024,81(1):75–86.

[23] Brusco MJ, Steinley D, Watts AL. A comparison of logistic regression methods for Ising model estimation. *Behav Res Methods*, 2023,55(7):3566–3584.

[24] Hou JW, Jiang H, Han Y, et al. Lifestyle influence on mild cognitive impairment progression: a decision tree prediction model study. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 2024,20:271–280.

[25] 何高均, 徐小凤, 李明江. 基于房水中 IL-6 和 IL-2 水平构建 POAG 患者视神经损伤严重程度的决策树模型. *国际眼科杂志*, 2025,25(3):384–389.