

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2025.01.004
文章编号: 1005-8982 (2025) 01-0021-06

脑卒中专题·论著

血浆纤维蛋白原联合 microRNA-29a 预测创伤性脑损伤后脑积水患者预后的价值*

丁杰¹, 孟凡磊², 吴杰³, 邵璞⁴

(1.天津市泰达医院 急诊科, 天津 300457; 2.天津医科大学第二医院 神经外科, 天津 300211; 3.北京优联医院 神经外科, 北京 100023; 4.北京大望路急诊抢救医院 神经外科, 北京 100021)

摘要: **目的** 分析血浆纤维蛋白原(FIB)联合 microRNA-29a(miR-29a)预测创伤性脑损伤后脑积水患者预后的价值。**方法** 回顾性分析2020年5月—2024年3月天津市泰达医院87例行脑室-腹腔分流术治疗的创伤性脑损伤后脑积水患者的病历资料。术后3个月,根据患者预后情况分为预后良好组(58例)与预后不良组(29例)。对比两组的临床资料、FIB水平、miR-29a基因相对表达量,采用多因素一般Logistic回归模型分析创伤性脑损伤后脑积水患者预后不良的影响因素。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析FIB、miR-29a及二者联合对创伤性脑损伤后脑积水患者预后不良的预测价值。**结果** 87例患者中,预后不良发生率为33.33%(29/87),预后良好率为66.67%(58/87)。预后不良组脑积水严重程度、环池消失及美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分均高于预后良好组($P < 0.05$)。预后不良组FIB水平高于预后良好组($P < 0.05$)。预后不良组miR-29a基因相对表达量低于预后良好组($P < 0.05$)。多因素一般Logistic回归分析结果显示:脑积水严重程度[OR = 4.289(95% CI: 1.885, 9.756)]、环池消失[OR = 4.559(95% CI: 2.004, 10.370)]、NIHSS评分[OR = 3.927(95% CI: 1.727, 8.934)]、FIB水平[OR = 3.561(95% CI: 1.565, 8.100)]、miR-29a基因相对表达量[OR = 0.365(95% CI: 0.160, 0.830)]为创伤性脑损伤后脑积水患者预后不良的危险因素($P < 0.05$)。ROC曲线分析结果显示,FIB、miR-29a及二者联合预测创伤性脑损伤后脑积水患者预后不良的敏感性分别为79.31%(95% CI: 0.597, 0.913)、86.21%(95% CI: 0.674, 0.955)和89.66%(95% CI: 0.715, 0.973);特异性分别为84.48%(95% CI: 0.721, 0.922)、82.76%(95% CI: 0.701, 0.910)和93.10%(95% CI: 0.825, 0.978);曲线下面积分别为0.799(95% CI: 0.696, 0.879)、0.842(95% CI: 0.747, 0.912)、0.908(95% CI: 0.826, 0.961)。**结论** 血浆FIB、miR-29a对预测创伤性脑损伤后脑积水患者预后具有重要价值,且二者联合的预测价值更高。

关键词: 创伤性脑损伤; 脑积水; 纤维蛋白原; microRNA-29a; 预后; 预测价值

中图分类号: R651.15

文献标识码: A

Prognostic value of plasma fibrinogen combined with microRNA-29a levels in hydrocephalus after traumatic brain injury*

Ding Jie¹, Meng Fan-lei², Wu Jie³, Shao Pu⁴

(1. Department of Emergency, Tianjin Teda Hospital, Tianjin, 300457, China; 2. Department of Neurosurgery, The Second Hospital of Tianjin Medical University, Tianjin, 300211, China; 3. Department of Neurosurgery, Beijing Youlian Hospital, Beijing, 100023, China; 4. Department of Neurosurgery, Beijing Dawang Road Emergency Rescue Hospital, Beijing, 100021, China)

收稿日期: 2024-08-03

* 基金项目: 天津市卫生健康科技项目(No: TJWJ2022QN065)

Abstract: Objective To analyze the value of plasma fibrinogen (FIB) combined with microRNA-29a (miR-29a) level in predicting the prognosis of hydrocephalus after traumatic brain injury. **Methods** The medical records of 87 patients with post-traumatic brain injury hydrocephalus treated by ventriculoperitoneal shunt from May 2020 to March 2024 were retrospectively analyzed. Three months after operation, according to the prognosis, patients were divided into good prognosis group and poor prognosis group. The clinical data, FIB and miR-29a levels of the two groups were compared, and the influencing factors of poor prognosis in patients with hydrocephalus after traumatic brain injury were analyzed. The predictive value of FIB, miR-29a and their combination on the poor prognosis of patients with hydrocephalus after traumatic brain injury were analyzed. **Results** Among 87 patients, the incidence of poor prognosis was 33.33% (29/87). The severity rate, annulus disappearance rate and National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) score of the poor prognosis group were higher than good prognosis group ($P < 0.05$). The level of FIB in poor prognosis group was higher than good prognosis group ($P < 0.05$), and the level of miR-29a in poor prognosis group was lower than that in good prognosis group ($P < 0.05$). Logistic regression analysis showed that the severity of hydrocephalus [$\hat{OR} = 4.289$ (95% CI: 1.885, 9.756)], disappearance of cisterna annulus [$\hat{OR} = 4.559$ (95% CI: 2.004, 10.370)], NIHSS score [$\hat{OR} = 3.927$ (95% CI: 1.727, 8.934)], FIB level [$\hat{OR} = 3.561$ (95% CI: 1.565, 8.100)], miR-29a level [$\hat{OR} = 0.365$ (95% CI: 0.160, 0.830)] was a risk factor for poor prognosis in patients with hydrocephalus after traumatic brain injury ($P < 0.05$). ROC curve results showed that the sensitivity of FIB, miR-29a level and their combined curve to predict poor prognosis of hydrocephalus patients after traumatic brain injury were 79.31% (95% CI: 0.597, 0.913) and 86.21% (95% CI: 0.674, 0.955) and 89.66% (95% CI: 0.715, 0.973); The specificity was 84.48% (95% CI: 0.721, 0.922), 82.76% (95% CI: 0.701, 0.910) and 93.10% (95% CI: 0.825, 0.978), respectively. The area under the curve was 0.799 (95% CI: 0.696, 0.879), 0.842 (95% CI: 0.747, 0.912) and 0.908 (95% CI: 0.826, 0.961), respectively. **Conclusion** Plasma FIB and miR-29a levels have important value in predicting the prognosis of patients with hydrocephalus after traumatic brain injury, and the combined value is higher.

Keywords: traumatic brain injury; hydrocephalus; fibrinogen; microRNA-29a; prognosis; predictive value

脑积水为创伤性脑损伤患者常见的一种并发症,主要病理表现为脑室扩张、脑脊液吸收障碍等,能够出现脑萎缩、头痛等不良症状,影响患者神经功能,甚至威胁患者生命安全^[1-3]。目前,创伤性脑损伤后脑积水患者多行脑室-腹腔分流术治疗,但有研究指出,对于临床资料相似的患者,手术预后、神经功能缺损改善及分流效果仍存在一定的差异,表明其他因素可能与疾病进展密切相关^[4]。因此,寻求有效的生物学指标对预测创伤性脑损伤后脑积水患者预后具有重要价值。纤维蛋白原(Fibrinogen, FIB)与机体凝血、止血过程密切相关^[5]。已有研究证实,FIB为脑出血、脑梗死发生的独立危险因素,且影响患者预后^[6]。MicroRNA通过特异性结合靶基因mRNA来调节mRNA和蛋白表达,与细胞凋亡、增殖、分化、生长等病理过程密切相关^[7]。有研究指出,microRNA-29(miR-29a)可参与缺血性脑损伤的生理病理过程^[8]。目前,血浆FIB联合miR-29a预测创伤性脑损伤后脑积水患者预后的效能尚不清楚。本研究探讨二者与创伤性脑损伤后脑积水患者预后的关系,期望为临床评估创伤性脑

损伤后脑积水患者预后不良风险提供一定的科学依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析2020年5月—2024年3月天津市泰达医院87例行脑室-腹腔分流术治疗的创伤性脑损伤后脑积水患者的病历资料。纳入标准:①临床诊断为创伤性脑损伤^[9];②CT证实存在脑积水;③年龄 ≥ 18 岁;④病历资料完整;⑤腰穿或者腰大池脑脊液释放实验有效;⑥行脑室-腹腔分流术。排除标准:①合并血液系统疾病;②合并恶性肿瘤;③合并急慢性感染;④既往有神经系统疾病史;⑤患精神系统疾病;⑥有肢体功能障碍史;⑦肝肾功能严重不全。本研究经医院医学伦理委员会批准,患者均签署知情同意书。

1.2 研究方法

1.2.1 治疗方法 患者全身麻醉,行脑室-腹腔分流术,通过可调压的分流管,从侧脑室额角或三角部刺入,使阀门与分流管连接,经皮下隧道引流到

腹腔肝脏膈面。根据脑室变化与临床表现改变分流阀力。

1.2.2 预后评估 术后3个月,通过格拉斯哥预后扩展量表(Glasgow outcome scale extended, GOSE)^[10]对患者预后进行评估,GOSE评分1~4分记为预后不良,5~8分记为预后良好。根据患者预后评分情况分为预后不良组与预后良好组。

1.2.3 免疫比浊法检测血浆FIB水平 术后1周,采集患者静脉血4 mL,3 000 r/min离心血清与血浆15 min,半径13.5 cm。通过免疫比浊法检测血浆FIB水平,试剂盒购自美国Fisher公司。

1.2.4 实时荧光定量聚合酶链反应(quantitative real-time polymerase chain reaction, qRT-PCR)检测 miR-29a 基因相对表达量 通过TRIzol试剂盒提取血清中总RNA,通过逆转录试剂盒将总RNA逆转录为cDNA,试剂盒购自北京百奥莱博科技有限公司。以cDNA为模板,采用Light Cycler 480 System型PCR仪(美国罗氏公司)行qRT-PCR。反应条件:93℃预变性5 min,91℃变性49 s,71℃退火37 s,69℃延伸39 s,共43个循环。反应体系:10 μL 2×SYBR Green Mater Mix、7 μL双蒸水、1 μL模板、正反向引物各1 μL。miR-29a正向引物:5'-ATGACTGATTTC TTTTGTC-3',引物长度21 bp;miR-29a反向引物:5'-ATAACCGATTCAGATGCTG-3',引物长度21 bp。U6正向引物:5'-TGCGGGTCTCGCTTCGGCAGC-3',引物长度23 bp;U6反向引物:5'-GTGCAGGTCCTCGA GGT-3',引物长度18 bp。以U6为内参,采用 $2^{-\Delta\Delta Ct}$ 法计算miR-29a基因相对表达量。

1.2.5 资料收集 包括年龄、性别、确诊至手术时间、饮酒史、体质质量指数(body mass index, BMI)、吸

烟史、合并基础疾病、受伤原因、术后并发症、脑积水严重程度、美国国立卫生研究院卒中量表(National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS)、术后颅骨修补、环池消失、有无脑挫伤、有无硬膜下出血、有无硬膜下积液等。

1.3 统计学方法

数据分析采用SPSS 23.0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±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 预后结果

87例患者中,预后不良发生率为33.33%(29/87),预后良好率为66.67%(58/87)。

2.2 两组临床资料比较

预后不良组与预后良好组脑积水严重程度、环池消失及NIHSS评分的比较,经 t 或 χ^2 检验,差异均有统计学意义($P < 0.05$);预后不良组严重程度、环池消失及NIHSS评分均高于预后良好组;预估不良组与预后良好组的年龄、性别、确诊至手术时间、饮酒史、BMI、合并基础疾病、受伤原因、术后并发症、术后颅骨修补、脑挫伤、硬膜下出血、硬膜下积液的比较,经 t 或 χ^2 检验,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表1。

2.3 两组FIB水平、miR-29a基因相对表达量比较

预后良好组与预后不良组的FIB水平、miR-29a

表1 两组临床资料比较

组别	<i>n</i>	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	男/女/例	确诊至手术时间/(d, $\bar{x} \pm s$)	饮酒史 例(%)	BMI/(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	吸烟史 例(%)
预后良好组	58	44.27 ± 9.56	32/26	30.23 ± 6.15	28(48.28)	23.02 ± 2.45	23(39.66)
预后不良组	29	45.71 ± 8.43	18/11	31.52 ± 6.87	13(44.83)	23.51 ± 2.79	11(37.93)
t/χ^2 值		0.688	0.376	0.887	0.092	0.839	0.024
<i>P</i> 值		0.493	0.540	0.378	0.761	0.404	0.877

组别	合并基础疾病 例(%)				受伤原因 例(%)		
	糖尿病	高血压	冠心病	高脂血症	高处坠落	暴力伤	交通事故
预后良好组	11(18.97)	14(24.14)	8(13.79)	10(17.24)	9(15.52)	15(25.86)	34(58.62)
预后不良组	5(17.24)	8(27.59)	3(10.34)	4(13.79)	4(13.79)	6(20.69)	19(65.52)
t/χ^2 值	0.038	0.122	0.208	0.170		0.404	
<i>P</i> 值	0.845	0.727	0.745	0.766		0.853	

续表 1

组别	术后并发症 例(%)		脑积水严重程度 例(%)		NIHSS 评分 ($\bar{x} \pm s$)	术后颅骨修补 例(%)	
	有	无	轻中度	重度		是	否
预后良好组	19(32.76)	39(67.24)	45(77.59)	13(22.41)	9.17 ± 2.32	21(36.21)	37(63.79)
预后不良组	8(27.59)	21(72.41)	10(34.48)	19(65.52)	12.65 ± 3.47	11(37.93)	18(62.07)
<i>t</i> / χ^2 值	0.242		15.447		5.559	0.025	
<i>P</i> 值	0.623		0.000		0.000	0.875	

组别	环池消失 例(%)		脑挫伤 例(%)		硬膜下出血 例(%)		硬膜下积液 例(%)	
	是	否	有	无	有	无	有	无
预后良好组	10(17.24)	48(82.76)	12(20.69)	46(79.31)	15(25.86)	43(74.14)	16(27.59)	42(72.41)
预后不良组	16(55.17)	13(44.83)	5(17.24)	24(82.76)	8(27.59)	21(72.41)	6(20.69)	23(79.31)
<i>t</i> / χ^2 值	13.275		0.146		0.030		0.487	
<i>P</i> 值	0.000		0.702		0.864		0.485	

基因相对表达量比较,经 *t* 检验,差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); 预后不良组 FIB 水平高于预后良好组, 预后不良组 miR-29a 基因相对表达量低于预后良好组。见表 2。

表 2 两组 FIB 水平、miR-29a 基因相对表达量比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	FIB/(g/L)	miR-29a 基因相对表达量
预后良好组	58	3.21 ± 0.43	0.94 ± 0.25
预后不良组	29	3.97 ± 0.56	0.71 ± 0.18
<i>t</i> 值		7.009	4.410
<i>P</i> 值		0.000	0.000

2.4 影响因素的多因素一般 Logistic 回归分析

以创伤性脑损伤后脑积水患者预后不良为因变量(否=0,是=1),以脑积水严重程度(轻中度=0,重度=1)、环池消失(否=0,是=1)、NIHSS 评分(赋值为实测值)、FIB(赋值为实测值)、miR-29a(赋值为实测值)为自变量,进行多因素一般 Logistic 回

归分析,结果显示:脑积水严重程度 [$\hat{O}R = 4.289$ (95% CI: 1.885, 9.756)]、环池消失 [$\hat{O}R = 4.559$ (95% CI: 2.004, 10.370)]、NIHSS 评分 [$\hat{O}R = 3.927$ (95% CI: 1.727, 8.934)]、FIB 水平 [$\hat{O}R = 3.561$ (95% CI: 1.565, 8.100)]、miR-29a 水平 [$\hat{O}R = 0.365$ (95% CI: 0.160, 0.830)]为创伤性脑损伤后脑积水患者预后不良的危险因素 ($P < 0.05$)。见表 3。

2.5 FIB、miR-29a 及二者联合对创伤性脑损伤后脑积水患者预后不良的预测价值

ROC 曲线分析结果显示,FIB、miR-29a 及二者联合预测创伤性脑损伤后脑积水患者预后不良的敏感性分别为 79.31% (95% CI: 0.597, 0.913)、86.21% (95% CI: 0.674, 0.955) 和 89.66% (95% CI: 0.715, 0.973); 特异性分别为 84.48% (95% CI: 0.721, 0.922)、82.76% (95% CI: 0.701, 0.910) 和 93.10% (95% CI: 0.825, 0.978); 曲线下面积分别为 0.799 (95% CI: 0.696, 0.879)、0.842 (95% CI: 0.747, 0.912)、0.908 (95% CI: 0.826, 0.961)。见表 4 和图 1。

表 3 影响创伤性脑损伤后脑积水患者预后不良的多因素一般 Logistic 回归分析参数

自变量	<i>b</i>	<i>S_b</i>	Wald χ^2	<i>P</i> 值	$\hat{O}R$	95% CI	
						下限	上限
脑积水严重程度	1.456	0.523	7.750	0.000	4.289	1.885	9.756
环池消失	1.517	0.485	9.783	0.000	4.559	2.004	10.370
NIHSS 评分	1.368	0.429	10.169	0.000	3.927	1.727	8.934
FIB	1.270	0.357	12.655	0.000	3.561	1.565	8.100
miR-29a	-1.008	0.413	5.957	0.000	0.365	0.160	0.830

表 4 FIB、miR-29a 及二者联合预测创伤性脑损伤后脑积水患者预后不良的效能分析

因素	最佳截断值	敏感性/%	95% CI		特异性/%	95% CI		P 值	曲线下面积	95% CI	
			上限	下限		上限	下限			上限	下限
FIB	4.08 g/L	79.31	0.597	0.913	84.48	0.721	0.922	0.000	0.799	0.696	0.879
miR-29a	0.67	86.21	0.674	0.955	82.76	0.7011	0.910	0.000	0.842	0.747	0.912
二者联合	-	89.66	0.715	0.973	93.10	0.825	0.978	0.000	0.908	0.826	0.961

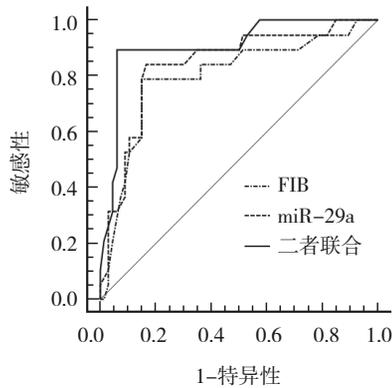


图 1 FIB、miR-29a 及二者联合预测创伤性脑损伤后脑积水患者预后不良的 ROC 曲线

3 讨论

研究表明,创伤性脑损伤后脑积水常见特征为脑脊液吸收障碍、脑室扩张等,会损伤患者神经功能,增加病死风险,临床多采用脑室-腹腔分流术治疗^[11]。该术式通过分流管调控引流量,把脑室内多余的脑脊液分流到腹腔腹膜,进而改善患者临床症状,保护神经功能^[12-13]。然而临床研究发现,并非所有接受脑室-腹腔分流术的患者均可获益,预后不良风险仍然较高^[4]。寻找有效的生物学标志物用以预测创伤性脑损伤后脑积水患者预后不良风险有助于临床拟定干预策略与改善预后。

本研究对 87 例创伤性脑损伤后脑积水患者随访 3 个月后的结果显示,预后不良发生率为 33.33%,表明采用脑室-腹腔分流术治疗创伤性脑损伤后脑积水患者,预后不良风险仍然较高。张爱军等^[14]研究结果显示,创伤性脑损伤后脑积水患者 3 个月内预后不良发生率为 34.58% (37/107),与本研究结果相似。本研究结果表明,脑积水严重程度、环池消失、NIHSS 评分、FIB、miR-29a 为创伤性脑损伤后脑积水患者预后不良的影响因素。既往已有研究证实,脑积水严重程度、NIHSS 评分为创伤性脑损伤后脑积水患者预后不良的影响因素^[15],该结果与本研究结果相符。环池是否存在能够反映脑干的功能

与病理变化,环池消失代表脑干可能发生移位,能够诱发多种并发症,使预后不良风险升高^[16]。FIB 主要在肝脏合成,为纤维蛋白的前体,具有凝血功能^[17]。TOH 等^[18]研究指出,FIB 与 NIHSS 评分呈正相关,提示 FIB 水平越低,患者神经功能缺损越轻,预后越好。创伤性脑损伤后脑积水患者通常凝血功能活跃,FIB 水平明显升高,会损伤患者的血脑屏障,且 FIB 水平升高会加速脑脊液循环阻塞,使预后不良风险增加^[19]。王如海等^[20]研究证实,在中型创伤性脑损伤中,FIB 为患者早期神经功能恶化发生的影响因素,与本研究报道相似。张丹丹等^[21]研究证实,入院时 FIB 水平高可增加重型创伤性脑损伤患者静脉血栓栓塞的风险。相关研究表明,miR-29a 高表达有助于大鼠神经干细胞突起生长^[22]。既往研究指出,在重型创伤性脑损伤患者中,发病 24 h 血清 miR-29a 表达较低,48 h 后表达逐渐升高,提示 miR-29a 可能与重型创伤性脑损伤的发生关系密切^[23]。临床研究发现,miR-29a 和水通道蛋白 4 的 3'UTR 区存在结合靶点,miR-29a 高表达能够下调水通道蛋白 4 水平,进而减轻星形胶质细胞损伤^[24]。宋婷等^[25]研究指出,miR-29a 与 NIHSS 评分关系密切,呈负相关,并且 miR-29a 低表达提示创伤性脑损伤患者预后不良风险更高。叶樱泽等^[26]研究结果显示,脑缺血再灌注损伤患者水通道蛋白 4 高表达,miR-29a 低表达;miR-29a 可通过负向调控水通道蛋白 4 表达来改善脑缺血再灌注损伤,从而减轻患者脑水肿。本研究首次联合 FIB、miR-29a 评估创伤性脑损伤后脑积水患者预后,结果显示,二者联合具有更高的预测价值。

综上所述,血浆 FIB、miR-29a 对预测创伤性脑损伤后脑积水患者预后具有重要价值,且二者联合的预测价值更高。

参 考 文 献 :

[1] ZHUO J W, ZHANG W W, XU Y N, et al. Nomogram for

- predicting post-traumatic hydrocephalus after decompressive craniectomy for traumatic brain injury[J]. *Rev Assoc Med Bras* (1992), 2022, 68(1): 37-43.
- [2] 徐楚楚, 殷鹏展, 张超, 等. 入院 24 h 内全脑 CT 灌注指标对动脉瘤性蛛网膜下腔出血患者发生分流依赖性脑积水的预测价值[J]. *中华医学杂志*, 2024, 104(9): 674-681.
- [3] 孙连杰, 冯冠军, 帕尔哈提·热西提, 等. 动脉瘤性蛛网膜下腔出血患者分流依赖性脑积水的预测因素和预测评分[J]. *国际脑血管病杂志*, 2023, 31(2): 151-156.
- [4] LINDFORS M, VEHVILÄINEN J, BENDEL S, et al. Incidence and risk factors of posttraumatic hydrocephalus and its association with outcome following intensive care unit treatment for traumatic brain injury: a multicenter observational study[J]. *J Neurosurg*, 2023, 139(5): 1420-1429.
- [5] 张世瑶, 陈培培, 李莉, 等. 老年营养风险指数联合血浆纤维蛋白原与白蛋白比值对放疗老年直肠癌患者的预后价值[J]. *中国现代医学杂志*, 2023, 33(2): 6-12.
- [6] XU Y F, WANG J J, MAO L L, et al. Expression of p53, bax and bcl-2 and predictive value of fibrinogen, D-dimer, and mean platelet volume in patients with acute cerebral infarction after intravenous thrombolysis[J]. *Cell Mol Biol (Noisy-le-grand)*, 2022, 68(10): 171-177.
- [7] LIU X, LV X H, LIU Z Z, et al. MircoRNA-29a in astrocyte-derived extracellular vesicles suppresses brain ischemia reperfusion injury via TP53INP1 and the NF- κ B/NLRP3 axis[J]. *Cell Mol Neurobiol*, 2022, 42(5): 1487-1500.
- [8] WANG S Y, LI N, MENG X G. Silencing of the circ-Arhgap5 RNA protects neuronal PC12 cells against injury and depends on the miR-29a-3p/Rock1 axis[J]. *Metab Brain Dis*, 2023, 38(4): 1285-1296.
- [9] 中华医学会创伤学分会神经损伤专业组. 创伤性脑损伤患者气道雾化吸入治疗中国专家共识[J]. *中华创伤杂志*, 2020, 36(6): 481-485.
- [10] 书国伟, 张珏, 费智敏. 脑电双频指数早期评估急性脑损伤预后的可行性研究[J]. *中国临床医学*, 2019, 26(5): 750-753.
- [11] JIANG B, OZKARA B B, CREEDEN S, et al. Validation of a deep learning model for traumatic brain injury detection and NIRIS grading on non-contrast CT: a multi-reader study with promising results and opportunities for improvement[J]. *Neuroradiology*, 2023, 65(11): 1605-1617.
- [12] SVEDUNG WETTERVIK T, LEWÉN A, ENBLAD P. Post-traumatic hydrocephalus - incidence, risk factors, treatment, and clinical outcome[J]. *Br J Neurosurg*, 2022, 36(3): 400-406.
- [13] 王华伟, 周剑云, 王月, 等. 不同角度电动起立床训练对脑外伤致脑积水患者脑室-腹腔分流术后意识障碍及日常生活活动能力的影响[J]. *中国医刊*, 2024, 59(7): 797-800.
- [14] 张爱军, 鲁友明, 陈鑫, 等. RDW TGF- β 1 FIB 与创伤性脑损伤后脑积水患者术后神经功能缺损的关系及预测预后的 ROC 分析[J]. *中国实用神经疾病杂志*, 2021, 24(13): 1117-1123.
- [15] 孙硕, 施辉, 周辉. 创伤性脑损伤后脑积水患者预后的影响因素[J]. *中华创伤杂志*, 2018, 34(11): 1025-1029.
- [16] 江南凯, 黄常坚, 李荣卓, 等. 骑跨横窦硬膜外血肿的临床特征手术方式及预后分析[J]. *中国实用神经疾病杂志*, 2024, 27(9): 1141-1145.
- [17] TOGASHI Y, MIYASHITA D, TSUNO T, et al. Abdominal aortic calcification is associated with fibrosis-4 index and low body mass index in type 2 diabetes patients: a retrospective cross-sectional study[J]. *J Diabetes Investig*, 2022, 13(11): 1861-1872.
- [18] TOH E M S, JOSEPH RAVI P R, MING C, et al. Risk of liver fibrosis is associated with more severe strokes, increased complications with thrombolysis, and mortality[J]. *J Clin Med*, 2023, 12(1): 356.
- [19] CHEN T G, CHEN S M, WU Y, et al. A predictive model for postoperative progressive haemorrhagic injury in traumatic brain injuries[J]. *BMC Neurol*, 2022, 22(1): 16.
- [20] 王如海, 王绅, 张敏, 等. 中型创伤性脑损伤患者早期神经功能恶化的危险因素及其预警效能分析[J]. *中华创伤杂志*, 2023, 39(11): 1006-1013.
- [21] 张丹丹, 丁唱, 欧阳朝威, 等. 重型创伤性脑损伤患者发生静脉血栓栓塞的危险因素分析[J]. *中华创伤杂志*, 2022, 38(4): 346-353.
- [22] WAN J M, LIU H Z, LI J C, et al. PEG-SH-GNPs-SAPNS@miR-29a delivery system promotes neural regeneration and recovery of motor function after spinal cord injury[J]. *J Biomater Sci Polym Ed*, 2023, 34(15): 2107-2123.
- [23] ZHENG Y Y, PAN C F, CHEN M L, et al. miR-29a ameliorates ischemic injury of astrocytes *in vitro* by targeting the water channel protein aquaporin 4[J]. *Oncol Rep*, 2019, 41(3): 1707-1717.
- [24] 曾利敏, 鲁召辉, 周丽平, 等. 甲基莲心碱通过调控 miR-29a-3p/AQP4 表达抑制 A β 1-42 致 PC12 细胞的损伤[J]. *基础医学与临床*, 2020, 40(1): 83-91.
- [25] 宋婷, 杨娟, 曹双, 等. 微小 RNA-29a 及水通道蛋白 4 与创伤性脑损伤和预后的关系[J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2023, 25(7): 716-719.
- [26] 叶樱泽, 刘婷, 古丽娟. 脑缺血再灌注损伤后 miR-29a 及 AQP4 的表达及关系[J]. *武汉大学学报(医学版)*, 2019, 40(2): 181-185.

(张西倩 编辑)

本文引用格式: 丁杰, 孟凡磊, 吴杰, 等. 血浆纤维蛋白原联合 microRNA-29a 预测创伤性脑损伤后脑积水患者预后的价值[J]. *中国现代医学杂志*, 2025, 35(1): 21-26.

Cite this article as: DING J, MENG F L, WU J, et al. Prognostic value of plasma fibrinogen combined with microRNA-29a levels in hydrocephalus after traumatic brain injury[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2025, 35(1): 21-26.