

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2025.02.008  
文章编号: 1005-8982 (2025) 02-0044-06

临床研究·论著

## 视神经鞘直径联合相对 $\alpha$ 变异性对儿童 颅脑损伤预后的价值分析\*

于航, 崔艳, 李琳琳

(内蒙古医科大学附属医院 儿科, 内蒙古 呼和浩特 010000)

**摘要:** **目的** 探究视神经鞘直径(ONSD)联合相对 $\alpha$ 变异性(RAV)对儿童创伤性颅脑损伤预后的价值。**方法** 选取2022年9月—2023年12月内蒙古医科大学附属医院收治的80例创伤性颅脑损伤患儿作为观察对象。患儿入院72 h时行超声检查和床旁量化脑电图检测,同时行生命体征监测和常规治疗,每日行意识状态评估,根据患儿入院28 d的颅脑损伤预后情况分为良好组和不良组。比较不同预后患儿ONSD、RAV指标,分析患儿ONSD、RAV指标与改良儿童格拉斯哥昏迷评分(MPGCS)、急性生理和慢性健康状况评分(APACHE) II系统评分的相关性,采用受试者工作特征(ROC)曲线评估患儿颅脑损伤预后的价值。**结果** 预后良好组重度患儿占比、入院72 h时APACHE II评分均低于预后不良组( $P < 0.05$ ),入院72 h时MPGCS评分高于预后不良组( $P < 0.05$ )。两组患儿性别构成、年龄、体质量指数比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。预后良好组入院24 h与72 h时ONSD的差值高于预后不良组( $P < 0.05$ ),RAV的差值低于不良组( $P < 0.05$ )。患儿入院72 h时ONSD水平与APACHE II评分呈正相关( $r = 0.376, P < 0.05$ ),与MPGCS评分呈负相关( $r = -0.442, P < 0.05$ )。患儿入院24 h时ONSD水平与APACHE II评分呈负相关( $r = -0.401, P < 0.05$ ),与MPGCS评分呈正相关( $r = 0.398, P < 0.05$ )。患儿入院72 h时RAV水平与APACHE II评分呈负相关( $r = -0.421, P < 0.05$ ),与MPGCS评分呈正相关( $r = 0.413, P < 0.05$ )。ROC曲线分析结果显示,患儿入院72 h时MPGCS评分、ONSD水平和RAV水平曲线下面积分别为0.753、0.673、0.793。入院72 h时ONSD、RAV水平联合预测效能最高,敏感性和特异性分别为88.2%(95% CI: 0.695, 0.974)、85.7%(95% CI: 0.684, 0.971)。**结论** ONSD、RAV指标对颅脑损伤患儿有一定的预后价值,且于入院72 h时联合预测效能最佳。

**关键词:** 颅脑损伤; 视神经鞘直径; 相对 $\alpha$ 变异性; 超声; 改良儿童格拉斯哥昏迷评分

**中图分类号:** R651.15

**文献标识码:** A

## Predictive value of optic nerve sheath diameter combined with relative alpha variability for the prognosis of craniocerebral injury in children\*

Yu Hang, Cui Yan, Li Lin-lin

(Department of Pediatrics, Inner Mongolia Medical University Affiliated Hospital,  
Hohhot, Inner Mongolia 010000, China)

**Abstract: Objective** To explore the predictive value of optic nerve sheath diameter (ONSD) combined with relative alpha variability (RAV) for the prognosis of craniocerebral injury in children. **Methods** Eighty children with traumatic craniocerebral injury admitted to our hospital from September 2022 to December 2023 were selected, and children were subjected to bedside ultrasonography and quantitative electroencephalography at 72 h of

收稿日期: 2024-03-27

\* 基金项目: 内蒙古医科大学联合项目(No: YKD2022LH067); 内蒙古自治区教育厅自然科学基金一般项目(No: NJZY22671)

admission, as well as the monitoring of vital signs, routine treatment, and daily assessment of their state of consciousness. Children were categorized into the good group and the poor group based on the prognosis at 28 days of admission. ONSD and RAV were compared between the two groups, and their correlations with the Modified Pediatric Glasgow Coma Scale (MPGCS) and Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II (APACHE II) scores were analyzed. The receiver operating characteristic (ROC) curve was plotted to determine the predictive value of ONSD and RAV for the prognosis of children with craniocerebral injury. **Results** The proportion of severe cases and the APACHE II scores at 72 h of admission in the good group were lower than those in the poor group ( $P < 0.05$ ), while the MPGCS scores at 72 h of admission in the good group were higher than those in the poor group ( $P < 0.05$ ). There was no significant difference in sex, age and BMI between the two groups as assessed by the Chi-square test or t-test ( $P > 0.05$ ). The difference of ONSD in the good group was higher than that in the poor group ( $P < 0.05$ ), whereas the difference of RAV in the good group was lower than that in the poor group ( $P < 0.05$ ). The ONSD at 72 h of admission was positively correlated with the APACHE II scores ( $r = 0.376, P < 0.05$ ), and negatively correlated with the MPGCS scores ( $r = -0.442, P < 0.05$ ). The ONSD at 24 h of admission was negatively correlated with the APACHE II scores ( $r = -0.401, P < 0.05$ ), and positively correlated with the MPGCS scores ( $r = 0.398, P < 0.05$ ). The RAV at 72 h of admission was negatively correlated with the APACHE II scores ( $r = -0.421, P < 0.05$ ), and positively correlated with the MPGCS scores ( $r = 0.413, P < 0.05$ ). The ROC curve analysis revealed that all of the MPGCS scores, ONSD and RAV at 72 h of admission could predict the prognosis of children, with the areas under the ROC curves being 0.753, 0.673 and 0.793, respectively. The combination of ONSD and RAV at 72 h of admission had the highest predictive efficacy, with a sensitivity of 88.2% (95% CI: 0.695, 0.974) and a specificity of 87.3% (95% CI: 0.684, 0.971). **Conclusions** ONSD and PAV are of certain predictive value for the prognosis of children with craniocerebral injury, and their combined detection at 72 h of admission yields the optimal predictive efficacy.

**Keywords:** craniocerebral injury; optic nerve sheath diameter; relative alpha variability; ultrasound; Modified Pediatric Glasgow Coma Scale

创伤性颅脑损伤是儿童常见的外伤性重症疾病之一,可能导致患儿残疾甚至死亡。流行病学统计发现,全球范围内每年约有130万儿童的生命健康受到颅脑损伤的威胁<sup>[1-2]</sup>。儿童时期的颅脑损伤对患儿的神经系统功能有严重影响,导致发生行为后遗症,降低躯体功能和社会认知<sup>[3]</sup>。有研究表明,颅脑损伤患者脑功能障碍与颅内压升高之间存在紧密联系,而超声测量视神经鞘直径(optic nerve sheath diameter, ONSD)在多种颅脑疾病的颅内压监测中应用广泛<sup>[4-5]</sup>。脑氧合是颅脑损伤患者颅内压监测外的补充指标,其水平变化与脑功能相关<sup>[6]</sup>。量化脑电图(quantitative electroencephalogram, qEEG)能够反映颅脑损伤患者脑缺血后相对 $\alpha$ 变异性(relative alpha variability, RAV)的变化,以此反映脑部血液循环和氧合情况变化<sup>[7-8]</sup>。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取2022年9月—2023年12月内蒙古医科大学附属医院收治的80例创伤性颅脑损伤患儿作为

研究对象。纳入标准:①入院时内存在一定程度的意识障碍;②年龄4~14岁;③不伴有其他危及生命的脏器损伤;④接受相应治疗。排除标准:①既往有视神经疾病,无法进行ONSD检查;②既往有脑部疾病史;③合并严重多发伤或其他器官衰竭;④检测过程中涉及影响监测结果的药物(如抗癫痫药物);⑤未获得ONSD和RAV结果。本研究经医院医学伦理委员会批准,患者家属均签署知情同意书。

### 1.2 方法

**1.2.1 临床资料** 通过医院就诊系统和询问等方式收集患儿资料,包括性别、年龄、体质量指数(body mass index, BMI)、入院时创伤性颅脑损伤分级,并记录患儿入院72 h时改良儿童格拉斯哥昏迷评分(modified pediatric Glasgow coma scale, MPGCS)评分<sup>[9]</sup>、急性生理和慢性健康状况评分(acute physiology and chronic health evaluation, APACHE) II系统评分<sup>[10]</sup>。

**1.2.2 ONSD检测** 患儿分别于入院24、72 h时由2位接受统一培训且考核合格的超声主治医师采用双盲法对患儿行ONSD超声测量,在意见出现分

歧时进行讨论,以获得统一结论,仪器为 M9 超声仪(深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司)。具体步骤:将床头升高 30°,令患儿仰卧并闭眼,于上眼睑上厚涂超声凝胶,使用线性超声探头(7.5 MHz)轻置于眼球上外侧,并向内小角度倾斜,可见无回声均质眼球,眼球后方可见低回声视神经和高回声蛛网膜下腔,硬脑膜和眶周脂肪、蛛网膜下腔和视神经由外到内为包围结构。将探头位置进行调整,使屏幕中心为视神经,并调节对比度和亮度使显示更加清楚。于双眼横纵切面行 ONSD 测量,测量位置为距离高回声筛板后方 3 mm 处。测量 3 次,取平均值,记录患儿心率、平均动脉压、氧合指数及血管活性药物应用情况。

**1.2.3 RAV 检测** 患儿分别于入院 24、72 h 时由接受统一培训且考核合格的中级神经电生理技师行 qEEG 测量,仪器为 NicoletOne 脑功能仪(美国 Natus 公司)。将 4 个电极分别置于左右顶区和颞区,以获得导联信号,由系统每 2 min 产生 1 个相对值,并通过直方图形成趋势图谱。技师分别于患者入院时至入院后 7 d,每天床旁监测脑功能 12 h,观察  $\alpha$  变异百分率的动态变化,同时每 8 h 监测视神经鞘宽度 1 次。

**1.2.4 预后评估及分组** 患儿入院 28 d 时采用格拉斯哥预后评分进行预后评估。评级为 I ~ IV 级,

其中以死亡为 I 级;以植物生存,并且患儿长期昏迷为 II 级;以患儿重残,及患儿需他人照顾为 III 级;以患儿中残,且患儿生活可自理为 IV 级;以患儿恢复良好为 V 级。I ~ III 级为预后不良,IV ~ V 级为预后良好<sup>[11]</sup>。

### 1.3 统计学方法

数据分析用 SPSS 20.0 统计软件。计数资料以例(%)表示,比较用  $\chi^2$  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;相关性分析采用 Pearson 法;采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析患儿颅脑损伤预后的价值。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患儿临床资料比较

预后良好组患儿 63 例,预后不良组患儿 17 例。两组患儿创伤性颅脑损伤分级、入院 72 h 时 MPGCS 评分、入院 72 h 时 APACHE II 评分比较,经  $\chi^2/t$  检验,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),预后良好组重度患儿占比、入院 72 h 时 APACHE II 评分均低于预后不良组( $P < 0.05$ ),入院 72 h 时 MPGCS 评分高于预后不良组( $P < 0.05$ )。两组患儿性别构成、年龄、BMI 比较,经  $\chi^2/t$  检验,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 1。

表 1 两组患儿临床资料比较

组别	n	男/女/例	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$ )	BMI/(kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	创伤性颅脑损伤分级/例			入院 72 h 时 MPGCS 评分 ( $\bar{x} \pm s$ )	入院 72 h 时 APACHE II 评分 ( $\bar{x} \pm s$ )
					轻度	中度	重度		
预后良好组	63	38/25	7.48 $\pm$ 2.36	14.57 $\pm$ 1.93	35	24	4	12.16 $\pm$ 1.26	15.19 $\pm$ 3.18
预后不良组	17	11/6	7.51 $\pm$ 2.39	14.81 $\pm$ 2.01	4	6	7	9.89 $\pm$ 1.12	17.08 $\pm$ 3.24
$\chi^2/t$ 值		0.109	0.046	0.451		14.654		6.738	2.166
P 值		0.742	0.963	0.653		0.001		0.000	0.033

### 2.2 两组患儿入院 24 和 72 h 时 ONSD、RAV 指标的变化

两组患儿入院 24 和 72 h 时 ONSD、RAV 的差值比较,经  $t$  检验,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。预后良好组 ONSD 的差值高于预后不良组( $P < 0.05$ ),RAV 的差值低于不良组( $P < 0.05$ )。见表 2。

### 2.3 Pearson 相关性分析

患儿入院 72 h 时 ONSD 水平与 APACHE II 评分

表 2 两组患儿入院 24 和 72 h 时 ONSD、RAV 的差值比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	ONSD 差值/mm	RAV 差值/%
预后良好组	63	0.25 $\pm$ 0.05	4.11 $\pm$ 0.65
预后不良组	17	0.10 $\pm$ 0.03	4.94 $\pm$ 0.72
t 值		11.777	4.567
P 值		0.000	0.000

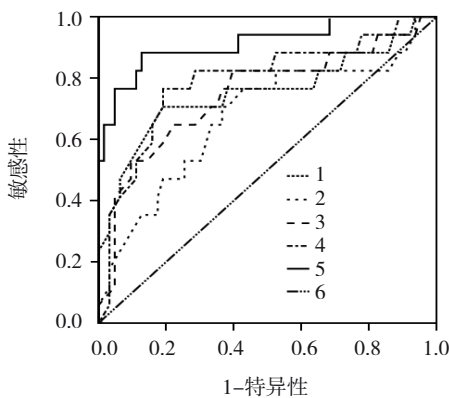
呈正相关( $r=0.376, P=0.000$ ),与MPGCS评分呈负相关( $r=-0.442, P=0.000$ )。患儿入院24 h时ONSD水平与APACHE II评分呈负相关( $r=-0.401, P=0.000$ ),与MPGCS评分呈正相关( $r=0.398, P=0.000$ )。患儿入院72 h时RAV水平与APACHE II评分呈负相关( $r=-0.421, P=0.000$ ),与MPGCS评分呈正相关( $r=0.413, P=0.000$ )。

### 2.4 患儿发生不良预后的ROC曲线分析

ROC曲线分析结果显示,患儿入院72 h时MPGCS评分、ONSD水平和RAV水平曲线下面积分别为0.753、0.673和0.793。入院72 h时ONSD、RAV水平联合预测效能最高,敏感性和特异性分别为88.2%(95% CI:0.695,0.974)、85.7%(95% CI:0.684,0.971)。见表3和图1。

表3 各指标预测患儿发生不良预后的效能分析

指标	截断值	曲线下面积	95% CI		敏感性/ %	95% CI		特异性/ %	95% CI	
			下限	上限		下限	上限		下限	上限
入院72 h时MPGCS评分	11.07	0.753分	0.596	0.910	70.60	0.421	0.860	81.00	0.426	0.853
入院72 h时ONSD水平	5.26	0.673 mm	0.516	0.831	70.60	0.408	0.890	63.50	0.487	0.912
入院24 h时RAV水平	40.11	0.747%	0.601	0.894	64.70	0.417	0.853	77.80	0.505	0.923
入院72 h时RAV水平	36.89	0.793%	0.660	0.926	76.50	0.445	0.908	81.00	0.469	0.900
入院72 h时ONSD和RAV水平联合预测	-	0.914	0.825	1.000	88.20	0.695	0.974	85.70	0.684	0.971



1:入院72 h时MPGCS评分; 2:入院72 h时ONSD水平; 3:入院24 h时RAV水平; 4:入院72 h时RAV水平; 5:入院72 h时ONSD和RAV水平联合预测; 6:随机猜测线。

图1 MPGCS评分、ONSD和RAV预测患儿预后不良的ROC曲线

### 3 讨论

颅脑损伤是造成患儿认知功能障碍、残疾甚至死亡的重要原因之一,对颅脑损伤患儿行预后评估有利于治疗方案的选择,为临床治疗提供更有力的理论支持<sup>[2]</sup>。目前常用的神经功能预测手段具有一定的局限性。有研究显示,MPGCS对≥5岁患儿的意识障碍评估有一定的应用价值,但由于<5岁患儿运动功能和语言能力发育不成熟,且其对临床评估的配合度较低,使MPGCS在颅脑损伤患儿临床应用

中存在较大限制<sup>[3]</sup>。因此,对于预后评估,需要寻找更客观、操作性更强的方法。

颅脑损伤的病理生理情况变化较为复杂,可能与血流动力学的改变存在紧密联系,导致患儿出现脑微循环障碍、血脑屏障功能障碍以及神经传导异常,进而造成脑水肿,导致颅内压进一步升高<sup>[4-15]</sup>。颅内压升高可推进患儿颅脑损伤疾病进程,因此对脑水肿和颅内压的监测意义重大<sup>[6]</sup>。随着床旁超声的广泛应用,ONSD在神经功能评估中的价值被广泛关注。ONSD由软脑膜、硬脑膜以及蛛网膜构成,由于其解剖结构具有连续性的特点,脑脊液可在颅内和蛛网膜下腔间自由流动<sup>[7]</sup>。而视神经鞘存在超强弹性,当颅内压上升时,脑脊液于视神经鞘中积聚,导致ONSD迅速扩张<sup>[8]</sup>。基于这一结构特点,医师能根据ONSD的动态变化水平来监测颅内压的变化情况。本研究分别于入院24、72 h时对颅脑损伤患儿行ONSD检查发现,接受治疗后的患儿ONSD水平有一定程度的下降。对比不同预后患儿的ONSD发现,预后良好和预后不良患儿入院24 h时ONSD之间无明显差异,而在入院72 h后再次对患儿ONSD进行比较发现,预后良好患儿ONSD水平明显低于预后不良患儿,表明接受治疗后ONSD出现下降的患儿预后较好。即使入院24 h时ONSD水平较高,但入院72 h后ONSD扩张程度得以改善,患儿28

d时预后水平相较于 ONSD 未明显改善的患儿预后更佳。黄宇等<sup>[19]</sup>研究结果显示,检测 ONSD 对患儿神经功能预后的评估和预测的意义重大,能为治疗方案的制订提供指导。

qEEG 对于神经系统损伤风险高的患儿有重要意义,能对患儿的神经功能预后进行有效评估<sup>[20-21]</sup>。有研究显示,qEEG 对于意识障碍患儿的近期预后具有较高的效能,其预测价值与 GCS 之间无明显差异<sup>[22]</sup>。RAV 是 qEEG 检测的量化指标之一,能反映脑氧代谢和血流量水平<sup>[23]</sup>。钟源等<sup>[24]</sup>研究发现,入院 24 h 内 RAV 预测患儿慢性意识改善的曲线下面积为 0.781,而本研究中入院 24 h 时 RAV 对患儿 28 d 预后的曲线下面积为 0.747,与其研究结果较为接近。但本研究还比较了不同时间点 RAV 对患儿预后的预测效能,结果显示,入院 72 h 时 RAV 对患儿预后的效能高于入院 24 h 时,其曲线下面积为 0.793,敏感性和特异性分别为 76.5%、81.0%,相较于 MPGCS 评分具有更好的预测效能。WANG 等<sup>[25]</sup>关于颅脑损伤患儿的研究显示,RAV 是不良结局的主要预测因子,其原因可能为颅脑损伤会使患儿出现脑氧代谢功能障碍,RAV 下降反映机体脑氧代谢状态的异常,RAV 水平持续下降,提示颅脑损伤程度的加深。

MPGCS 评分、APACHE II 评分是评估颅脑损伤疾病严重程度的主要量表,其评分与疾病分级、严重程度紧密相关。本研究结果中,对颅脑损伤患儿 ONSD、RAV 与入院 72 h 时 MPGCS 评分、APACHE II 评分行相关性发现,患儿 ONSD 与 APACHE II 评分呈正相关,与 MPGCS 评分呈负相关,而 RAV 指标趋势相反。但值得注意的是,由于 ONSD 超声检查主要由医师判断,具有一定的主观性,无法做到彻底的客观性评价,对结果有一定影响。因此,在未来的研究中需要扩大样本量,纳入不同民族特征的人群,延长随访时间,严格纳入患儿的标准,进一步探究 ONSD、RAV 指标对颅脑损伤患儿预后的价值。

综上所述,ONSD、RAV 指标对颅脑损伤患儿的预后有一定价值,且于入院 72 h 时联合预测效能最佳。ONSD 超声测量和 qEEG 测量还有操作简单、无创和可重复性高的优势,具有较高的经济效益,值得临床推广。

## 参 考 文 献 :

- [1] 张杰,陈慧敏,孟凡玲,等. 基于赋能理论的康复护理教育在创伤性脑损伤患儿照顾者中的应用效果研究[J]. 中国康复医学杂志, 2023, 38(8): 1138-1141.
- [2] KOCHANEK P M, ADELSON P D, ROSARIO B L, et al. Comparison of intracranial pressure measurements before and after hypertonic saline or mannitol treatment in children with severe traumatic brain injury[J]. JAMA Netw Open, 2022, 5(3): e220891.
- [3] YENGO-KAHN A M, REYNOLDS R A, BONFIELD C M. Mild traumatic brain injury in children[J]. Pediatr Clin North Am, 2021, 68(4): 857-874.
- [4] 孔双艳,李洪亮,魏友平,等. 特发性正常压力脑积水颅内体积参数与认知功能障碍相关性研究[J]. 磁共振成像, 2022, 13(9): 7-12.
- [5] 王旭,杨丽娟,刘晓宇,等. 超声测量成人视神经鞘直径诊断颅内高压症:Meta 分析[J]. 中国医学影像技术, 2022, 38(10): 1464-1469.
- [6] 刘振峰,白玉玲,翟银镯,等. 经颅聚焦超声刺激联合认知训练在重症颅脑损伤患儿康复中的应用效果[J]. 中国实用医刊, 2023, 50(21): 59-62.
- [7] 陆志荣,冯慧宇,陈玲,等. 量化脑电图在成人非超急性期缺血缺氧性脑病预后评估中的作用[J]. 中国神经精神疾病杂志, 2022, 48(10): 582-589.
- [8] KERASIDIS H, SIMMONS J. Quantitative EEG analysis in clinical practice: concussion injury[J]. Clin EEG Neurosci, 2021, 52(2): 114-118.
- [9] TATMAN A, WARREN A, WILLIAMS A, et al. Development of a modified paediatric coma scale in intensive care clinical practice[J]. Arch Dis Child, 1997, 77(6): 519-521.
- [10] 宋文君,杜文众,赵尚爽. 急性生理学与慢性健康状况评分联合血清白蛋白预测重型颅脑损伤预后研究[J]. 创伤与急危重病医学, 2022, 10(3): 186-190.
- [11] 王瑾,刘晶,刘文艳,等. 急性脑出血患儿 C 反应蛋白和白蛋白比值与 30 天格拉斯哥预后评分的关联评估[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2023, 25(1): 44-47.
- [12] LAWS J C, VANCE E H, BETTERS K A, et al. Acute effects of ketamine on intracranial pressure in children with severe traumatic brain injury[J]. Crit Care Med, 2023, 51(5): 563-572.
- [13] MOLTENI E, SLOMINE B S, CASTELLI E, et al. International survey on diagnostic and prognostic procedures in pediatric disorders of consciousness[J]. Brain Inj, 2019, 33(4): 517-528.
- [14] 刘炳学,张丽,张亦鹏,等. 扰动系数预测不同年龄重型颅脑损伤患儿预后的临床价值[J]. 中国现代医学杂志, 2022, 32(12): 66-71.
- [15] YAO S H W, CHONG S L, JAMES V, et al. Associations of initial haemodynamic profiles and neurological outcomes in children with traumatic brain injury: a secondary analysis[J]. Emerg Med J, 2022, 39(7): 527-533.

- [16] 丁唱,王晓宇,杨朝华,等.重型颅脑损伤去骨瓣减压手术前后颅内压对预后的影响[J].中华神经外科杂志,2022,38(5):456-459.
- [17] QIAO Z F, WANG L, LI S T, et al. Ultrasonic measurement of optic nerve sheath diameter in elderly patients with craniocerebral injury[J]. Am J Transl Res, 2021, 13(4): 3466-3472.
- [18] SURESH V, USHAKUMARI P R, AGGARWAL A, et al. Perioperative variation in optic nerve sheath diameter - a prospective observational study of traumatic brain injury patients undergoing decompressive craniectomy[J]. Neurol India, 2022, 70(4): 1460-1467.
- [19] 黄宇,陈绚,黄鑫波.脑血流超声联合ONSD评估心肺复苏患儿神经功能预后的临床研究[J].中国急救复苏与灾害医学杂志,2023,18(8):981-984.
- [20] 张延玲,李国丽. QEEG中慢波与颞叶癫痫患儿认知功能障碍相关性分析[J].中风与神经疾病杂志,2023,40(6):522-525.
- [21] BENEDETTI G M, GUERRIERO R M, PRESS C A. Review of noninvasive neuromonitoring modalities in children II: EEG, qEEG[J]. Neurocrit Care, 2023, 39(3): 618-638.
- [22] 韩凝,耿文锦,靳梅,等.振幅整合脑电图在儿童重症监护病房甲基丙二酸血症脑功能预后评估中的价值[J].中国急救医学,2022,42(11):947-951.
- [23] 赵武,刘义,潘慧茹,等.量化脑电图对儿童重症监护病房非创伤性意识障碍患儿不良结局的预测价值[J].中华儿科杂志,2021,59(5):374-379.
- [24] 钟源,何佩,冯珍.定量脑电图特征在慢性意识障碍预后评价中的应用研究[J].中国康复医学杂志,2023,38(11):1493-1498.
- [25] WANG J, HUANG L, MA X H, et al. Role of quantitative EEG and EEG reactivity in traumatic brain injury[J]. Clin EEG Neurosci, 2022, 53(5): 452-459.

(李科 编辑)

**本文引用格式:** 于航,崔艳,李琳琳.视神经鞘直径联合相对 $\alpha$ 变异性对儿童颅脑损伤预后的价值分析[J].中国现代医学杂志,2025,35(2):44-49.

**Cite this article as:** YU H, CUI Y, LI L L. Predictive value of optic nerve sheath diameter combined with relative alpha variability for the prognosis of craniocerebral injury in children[J]. China Journal of Modern Medicine, 2025, 35(2): 44-49.