

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2022.12.012  
文章编号: 1005-8982 (2022) 12-0066-06

临床研究·论著

## 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\*

刘炳学<sup>1</sup>, 张丽<sup>2</sup>, 张亦鹏<sup>1</sup>, 万琦文<sup>1</sup>

[1. 南京医科大学附属无锡儿童医院(无锡市儿童医院), 江苏 无锡 214023;  
2. 无锡市第九人民医院(无锡市手外科医院), 江苏 无锡 214063]

**摘要: 目的** 探讨无创脑水肿动态监护仪扰动系数对不同年龄重型颅脑损伤患儿预后判定的临床价值。  
**方法** 选取2018年10月—2021年5月南京医科大学附属无锡儿童医院收治的颅脑损伤患儿131例作为研究对象。根据患儿年龄分为1~3岁组、>3~5岁组、>5~14岁组, 分别有40例、44例和47例。根据颅脑损伤手术后6个月的预后, 采用Logistic回归分析不同年龄患儿颅脑损伤预后的影响因素, 采用受试者工作特征(ROC)曲线分析无创脑水肿动态监护仪扰动系数预测不同年龄患儿颅脑损伤预后的价值。**结果** 各组体重、GCS评分、颅内压、CK-MB、前白蛋白、白蛋白、扰动系数比较, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。共60例(46.51%)患儿预后不良。各组总预后不良率比较, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。多因素Logistic回归分析结果: 乳酸 [ $\hat{OR}=4.092$  (95% CI: 1.684, 9.945)、3.846(95% CI: 1.582, 9.347)、4.067(95% CI: 1.674, 9.885)]、GCS评分 [ $\hat{OR}=3.364$  (95% CI: 1.384, 8.175)、3.313(95% CI: 1.363, 8.053)、4.200(95% CI: 1.728, 10.207)]、扰动系数 [ $\hat{OR}=3.699$  (95% CI: 1.522, 8.989)、3.892(95% CI: 1.602, 9.460)、4.125(95% CI: 1.697, 10.024)] 是影响1~3岁、>3~5岁、>5~14岁颅脑损伤患儿预后的独立因素( $P < 0.05$ )。ROC曲线结果显示: 无创脑水肿动态监护仪扰动系数预测1~3岁组、>3~5岁组、>5~14岁组患儿敏感性分别为72.73%(95% CI: 0.114, 0.560)、73.68% (95% CI: 0.102, 0.455)、73.68%(95% CI: 0.119, 0.466), 特异性分别为70.59%(95% CI: 0.116, 0.504)、76.00%(95% CI: 0.101, 0.514)、74.07%(95% CI: 0.101, 0.514)。**结论** 不同年龄重型颅脑损伤患儿预后不良风险高, 无创脑水肿动态监护仪扰动系数预测1~3岁、>3~5岁、>5~14岁颅脑损伤患儿预后的效能良好。

**关键词:** 颅脑损伤; 脑水肿; 监测; 预后

**中图分类号:** R651.15

**文献标识码:** A

## Clinical value of disturbance coefficient in predicting the prognosis of children with severe craniocerebral injury of different ages\*

Bing-xue Liu<sup>1</sup>, Li Zhang<sup>2</sup>, Yi-peng Zhang<sup>1</sup>, Qi-wen Wan<sup>1</sup>

[1. Wuxi Children's Hospital Affiliated to Nanjing Medical University (Wuxi Children's Hospital), Wuxi, Jiangsu 214023, China; 2. Wuxi Ninth People's Hospital (Wuxi Hand Surgery Hospital), Wuxi, Jiangsu 214063, China]

**Abstract: Objective** To explore the clinical value of the disturbance coefficient measured with non-invasive dynamic cerebral edema monitor in predicting the prognosis of children with severe craniocerebral injury of different ages. **Methods** The 131 children with craniocerebral injury admitted to the Wuxi Children's Hospital from October 2018 to May 2021 were selected and divided into 3 groups according to age, including 40 cases in the 1 to 3 years

收稿日期: 2021-08-26

\* 基金项目: 江苏省自然科学基金面上研究项目(No: BK20151112)

[通信作者] 张亦鹏, E-mail: zyp1015zzf0724@163.com; Tel: 13961791050

old group, 44 cases in the > 3 to 5 years old group, and 47 cases in the > 5 to 14 years old group. The prognosis at 6 months after the surgery for craniocerebral injury was observed. Logistic regression analysis was applied to determine the factors that affect the prognosis of children with craniocerebral injury of different ages, and receiver operating characteristic (ROC) curve analysis was performed to determine the value of the disturbance coefficient in predicting the prognosis of children with craniocerebral injury of different ages. **Results** The weight, Glasgow Coma Scale (GCS) score, intracranial pressure, creatine kinase-MB (CK-MB), prealbumin, albumin and disturbance coefficient were different among the groups ( $P < 0.05$ ). Sixty cases (46.51%) had a poor prognosis, and the overall rate of poor prognosis was not different among the groups ( $\chi^2 = 2.233, P = 0.327$ ). Logistic multivariable regression analysis showed that lactic acid [ $\hat{OR} = 4.092$  (95% CI: 1.684, 9.945), 3.846 (95% CI: 1.582, 9.347), 4.067 (95% CI: 1.674, 9.885)], GCS score [ $\hat{OR} = 3.364$  (95% CI: 1.384, 8.175), 3.313 (95% CI: 1.363, 8.053), 4.200 (95% CI: 1.728, 10.207)], and disturbance coefficient [ $\hat{OR} = 3.699$  (95% CI: 1.522, 8.989), 3.892 (95% CI: 1.602, 9.460), 4.125 (95% CI: 1.697, 10.024)] were independent factor affecting the prognosis of children with craniocerebral injury in the 1 to 3 years old group, > 3 to 5 years old group and > 5 to 14 years old group ( $P < 0.05$ ). ROC curve analysis showed that the sensitivity of disturbance coefficient for predicting the prognosis of children with craniocerebral injury was 72.73% (95% CI: 0.114, 0.560), 73.68% (95% CI: 0.102, 0.455) and 73.68% (95% CI: 0.119, 0.466), respectively for the 1 to 3 years old group, > 3 to 5 years old group and > 5 to 14 years old group, with the specificity being 70.59% (95% CI: 0.116, 0.504), 76.00% (95% CI: 0.101, 0.514) and 74.07% (95% CI: 0.101, 0.514), respectively. **Conclusions** The risk of poor prognosis is high in children with severe craniocerebral injury of different ages. The disturbance coefficient measured via non-invasive dynamic cerebral edema monitor is closely related to the prognosis, and effectively predicts the prognosis of children with craniocerebral injury at the age of 1 to 3 years, > 3 to 5 years, and > 5 to 14 years.

**Keywords:** craniocerebral injury; age group; cerebral edema; monitoring; prognosis

颅脑损伤患儿病情变化快、并发症多, 致残率、病死率较高<sup>[1-2]</sup>, > 10% 颅脑损伤患儿最终死亡<sup>[3]</sup>。早期预测不同年龄患儿颅脑损伤预后, 指导临床早期制订或调整治疗方案, 可避免延误治疗时机, 但目前临床缺乏早期有效预测不同年龄患儿颅脑损伤预后的客观指标。最近有研究显示, 无创脑水肿动态监护仪扰动系数在监测颅脑损伤患儿颅内压变化、病情评估、预后判断上具有重要价值<sup>[4]</sup>。不同年龄患儿无创脑水肿动态监护仪扰动系数差别较大<sup>[5]</sup>, 但该研究未区分无创脑水肿动态监护仪扰动系数对不同年龄颅脑损伤患儿的应用价值, 笔者认为明确无创脑水肿动态监护仪扰动系数特点在不同年龄颅脑损伤患儿中的适用性, 进一步提升预后的准确性。但目前国内尚未见无创脑水肿动态监护仪扰动系数与不同年龄重型颅脑损伤患儿预后的关系的相关报道, 也未见该系数对不同年龄重型颅脑损伤患儿预后的对比报道, 国内多侧重报道无创脑水肿动态监护仪扰动系数在成人脑损伤中的价值<sup>[6-8]</sup>。鉴于此, 本研究拟通过前瞻性研究探讨上述问题, 以便为临床评估不同年龄重型颅脑损伤患儿的预后提供参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2018 年 10 月—2021 年 5 月南京医科大学附属无锡儿童医院收治的颅脑损伤患儿 131 例作为研究对象。据患儿年龄分为 1~3 岁组、> 3~5 岁组、> 5~14 岁组, 分别有 40 例、44 例和 47 例<sup>[5]</sup>。纳入标准: ①符合《第 4 版美国重型颅脑损伤诊疗指南》<sup>[9]</sup>中颅脑损伤诊断标准; ②入院时格拉斯哥昏迷评分 (Glasgow coma score, GCS)<sup>[10]</sup> < 8 分, 且伤后持续昏迷 > 6 h; ③经头颅 CT 或 MRI 检查确诊且颅骨完整; ④拟行创伤性颅脑损伤术治疗; ⑤患儿家属均自愿签署知情同意书。排除标准: ①伤前合并脑积水者; ②伴有头部外伤史、头颅部有金属植入物、颅脑手术史者; ③无法行无创脑水肿动态监护仪监测者; ④心、肝、肾等重要脏器功能障碍者; ⑤伴有免疫缺陷、传染性疾病、凝血功能障碍者; ⑥伴有慢性颅内血肿、恶性肿瘤等疾病者; ⑦手术过程中死亡者。剔除标准: ①依从性差者; ②对电极片过敏者; ③无创脑水肿动态监护仪监测过程中因病情危急需抢救者; ④家属要求终止或退出者; ⑤自然失访者。本研究经

医院医学伦理委员会批准。

## 1.2 方法

**1.2.1 无创脑水肿动态监护仪扰动系数监测** 所有患儿颅脑手术后 72 h 采用无创脑水肿动态监护仪 (BORN-BE-IV 型, 重庆博恩富克医疗设备有限公司) 监测扰动系数。首先剃除患儿耳屏上方头发, 备皮区头皮光滑, 酒精清洁备皮区, 在颅脑两侧备皮区分别粘贴 2 枚电极片, 每 2 小时记录颅脑手术后扰动系数监测结果, 测量值均值为最终扰动系数。

**1.2.2 资料收集** 收集所有患儿基本资料及术后生化指标, 包括性别、年龄、体重、伤后至就诊时间、术前合并症, 术后 24 h GCS 评分、颅内压、血清乳酸、血糖、血钾、血钠、血清丙氨酸转氨酶 (alanine aminotransferase, ALT)、天冬氨酸氨基转移酶 (aspartate aminotransferase, AST)、肌酸激酶同工酶 (creatin kinase-MB, CK-MB)、前白蛋白、白蛋白、血小板、血红蛋白、中性粒细胞、活化部分凝血活酶时间 (activated partial thromboplastin time, APTT)、纤维蛋白原、扰动系数等。

**1.2.3 预后判断** 患儿入院治疗后开始随访 6 个月, 采用格拉斯哥预后评分 (Glasgow outcome score, GOS)<sup>[11]</sup> 评价所有患儿预后, 将随访结束时 GOS 评分 4~5 分者定义为预后良好, 其中 4 分定义为轻

度残疾, 5 分定义为恢复良好; GOS 评分为 1~3 分者定义为预后不良, 其中 1 分定义为死亡, 2 分定义为植物生存, 3 分定义为重度残疾。

## 1.3 统计学方法

数据分析采用 SPSS 18.0 统计软件。计量资料以均数 ± 标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 比较用方差分析, 进一步的两两比较用 LSD-*t* 检验; 计数资料以构成比或率 (%) 表示, 比较用  $\chi^2$  检验; 等级资料以等级表示, 比较用 *H* 检验。影响因素的分析采用多因素分析 Logistic 回归模型, 绘制受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线。P < 0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 各组患儿一般资料比较

各组患儿体重、GCS 评分、颅内压、CK-MB、前白蛋白、白蛋白、扰动系数比较, 差异有统计学意义 (P < 0.05), 其余指标比较, 差异无统计学意义 (P > 0.05)。见表 1。

### 2.2 各组患儿预后比较

131 例患儿中有 2 例失访 (1 例 2 岁, 1 例 10 岁), 剩余 129 例患儿中, 有 60 例 (46.51%) 患儿预后不良。各组患儿总预后不良率比较, 差异无统计学意义 ( $\chi^2=2.233, P=0.327$ )。见表 2。

表 1 各组患儿一般资料比较

组别	n	男/女/例	体重/(kg, $\bar{x} \pm s$ )	伤后至就诊时间/(h, $\bar{x} \pm s$ )	合并蛛网膜下腔出血例 (%)	合并硬脑膜敞开例 (%)	合并脑积水例 (%)	硬膜外出血例 (%)	GCS 评分/ ( $\bar{x} \pm s$ )
1~3 岁组	40	22/18	12.05 ± 1.54	2.42 ± 0.31	19(47.50)	20(50.00)	17(42.50)	12(30.00)	11.51 ± 1.03
>3~5 岁组	44	24/20	15.14 ± 2.01	2.28 ± 0.40	22(50.00)	17(38.64)	14(31.82)	16(36.36)	12.32 ± 1.25
>5~14 岁组	47	26/21	29.69 ± 3.14	2.37 ± 0.39	23(48.94)	16(34.04)	15(31.91)	14(29.79)	12.43 ± 1.36
$\chi^2/F$ 值		0.006	705.651	1.551	0.053	2.375	1.379	0.564	6.991
P 值		0.997	0.000	0.216	0.974	0.305	0.502	0.754	0.001

组别	颅内压/ (mmHg, $\bar{x} \pm s$ )	乳酸/ (mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	血糖/ (mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	血钾/ (mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	血钠/ (mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	血小板/ ( $\times 10^9/L, \bar{x} \pm s$ )	血红蛋白/ (g/L, $\bar{x} \pm s$ )	中性粒细胞/ (% , $\bar{x} \pm s$ )	纤维蛋白原/ (g/L, $\bar{x} \pm s$ )
1~3 岁组	16.60 ± 2.01	4.20 ± 0.72	10.02 ± 1.81	3.68 ± 0.52	141.32 ± 18.63	134.62 ± 10.18	117.21 ± 8.95	58.68 ± 8.54	3.41 ± 0.50
>3~5 岁组	15.32 ± 1.98	4.41 ± 0.68	9.48 ± 1.70	3.75 ± 0.61	138.62 ± 17.52	136.51 ± 11.54	119.05 ± 10.24	60.07 ± 9.21	3.35 ± 0.41
>5~14 岁组	14.99 ± 2.07	4.37 ± 0.63	9.27 ± 1.62	3.69 ± 0.58	137.65 ± 16.48	138.08 ± 11.73	120.17 ± 11.15	60.91 ± 8.99	3.28 ± 0.44
F 值	7.453	1.132	2.178	0.189	0.499	1.029	0.916	0.680	0.911
P 值	0.001	0.325	0.117	0.828	0.608	0.360	0.403	0.508	0.405

续表 1

组别	APTT/ (s, $\bar{x} \pm s$ )	ALT/ (u/L, $\bar{x} \pm s$ )	AST/ (u/L, $\bar{x} \pm s$ )	CK-MB/ (u/L, $\bar{x} \pm s$ )	前白蛋白/ (mg/L, $\bar{x} \pm s$ )	白蛋白/ (g/L, $\bar{x} \pm s$ )	扰动系数/ ( $\bar{x} \pm s$ )
1~3岁组	40.01 ± 4.13	42.36 ± 5.69	39.36 ± 4.87	65.39 ± 8.52	158.64 ± 14.79	31.25 ± 4.03	80.36 ± 8.39
>3~5岁组	38.66 ± 3.87	40.30 ± 6.31	38.62 ± 3.98	62.63 ± 7.43	173.20 ± 15.31	33.14 ± 4.26	102.41 ± 9.38
>5~14岁组	38.49 ± 3.54	41.08 ± 7.05	37.65 ± 3.49	60.30 ± 7.21	183.65 ± 16.47	34.98 ± 5.02	117.62 ± 13.41
F值	1.972	1.096	1.896	4.717	27.892	7.490	130.191
P值	0.143	0.337	0.154	0.011	0.000	0.001	0.000

表 2 各组患儿预后比较 例(%)

组别	n	GOS评分 1分	GOS评分 2分	GOS评分 3分	合计
1~3岁组	39	5(12.82)	6(15.38)	11(28.21)	22(56.41)
>3~5岁组	44	4(9.09)	5(11.36)	10(22.73)	19(43.18)
>5~14岁组	46	3(6.52)	4(8.70)	12(26.09)	19(41.30)

### 2.3 影响不同年龄颅脑损伤患儿预后的多因素 Logistic 回归分析

以不同年龄患儿颅脑损伤预后作为因变量(预后良好=0,预后不良=1),一般资料作为自变量(一般资料中的计量资料赋值为连续变量,计数资料赋值:否=0,是=1),进行多因素 Logistic 回归分析,结果:乳酸 [ $\hat{O}R=4.092$  (95% CI: 1.684, 9.945)、3.846 (95% CI: 1.582, 9.347)、4.067 (95% CI: 1.674, 9.885)]、GCS 评分 [ $\hat{O}R=3.364$  (95% CI: 1.384,

8.175)、3.313 (95% CI: 1.363, 8.053)、4.200 (95% CI: 1.728, 10.207)]、扰动系数 [ $\hat{O}R=3.699$  (95% CI: 1.522, 8.989)、3.892 (95% CI: 1.602, 9.460)、4.125 (95% CI: 1.697, 10.024)]是影响 1~3 岁、>3~5 岁、>5~14 岁颅脑损伤患儿预后的独立因素 ( $P < 0.05$ )。见表 3。

### 2.4 无创脑水肿动态监护仪扰动系数对不同年龄颅脑损伤患儿预后的价值

ROC 曲线结果显示,无创脑水肿动态监护仪扰动系数预测 1~3 岁组、>3~5 岁组、>5~14 岁组患儿敏感性分别为 72.73% (95% CI: 0.114, 0.560)、73.68% (95% CI: 0.102, 0.455)、73.68% (95% CI: 0.119, 0.466),特异性分别为 70.59% (95% CI: 0.116, 0.504)、76.00% (95% CI: 0.101, 0.514)、74.07% (95% CI: 0.101, 0.514)。见表 4 和图 1~3。

表 3 影响不同年龄颅脑损伤患儿预后的多因素 Logistic 回归分析参数

组别	自变量	$\hat{O}R$	b	$S_b$	Wald $\chi^2$	P 值	95% CI	
							下限	上限
1~3岁组	乳酸	4.092	1.409	0.238	35.048	0.000	1.684	9.945
	GCS评分	3.364	1.213	0.301	16.240	0.000	1.384	8.175
	扰动系数	3.699	1.308	0.247	28.043	0.000	1.522	8.989
>3~5岁组	乳酸	3.846	1.347	0.251	28.800	0.000	1.582	9.347
	GCS评分	3.313	1.198	0.356	11.324	0.000	1.363	8.053
	扰动系数	3.892	1.359	0.280	23.557	0.000	1.602	9.460
>5~14岁组	乳酸	4.067	1.403	0.298	22.166	0.000	1.674	9.885
	GCS评分	4.200	1.435	0.259	30.698	0.000	1.728	10.207
	扰动系数	4.125	1.417	0.305	21.584	0.000	1.697	10.024

表 4 无创脑水肿动态监护仪扰动系数对不同年龄颅脑损伤患儿的预后效能分析

组别	截断值	AUC	95% CI		P 值	敏感性/ %	95% CI		特异性/ %	95% CI	
			下限	上限			下限	上限		下限	上限
1~3岁组	74.36	0.754	0.656	0.852	0.000	72.73	0.114	0.560	70.59	0.116	0.504
>3~5岁组	93.82	0.775	0.678	0.872	0.000	73.68	0.102	0.455	76.00	0.101	0.514
>5~14岁组	104.97	0.782	0.684	0.880	0.000	73.68	0.119	0.466	74.07	0.101	0.514

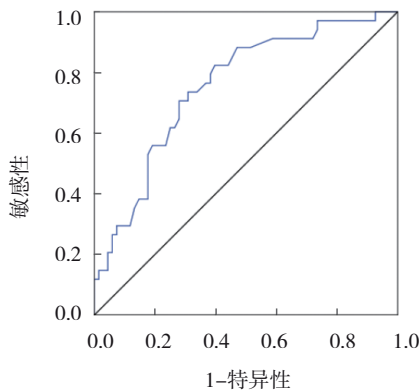


图 1 1~3岁颅脑损伤患儿无创脑水肿动态监护仪扰动系数预测的ROC曲线

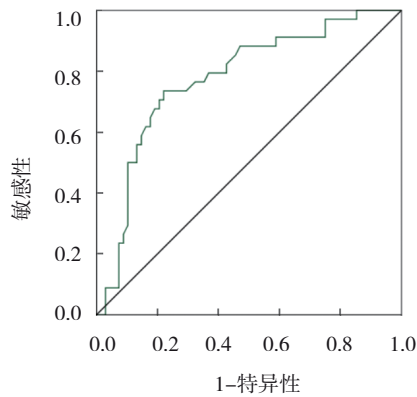


图 2 >3~5岁颅脑损伤患儿无创脑水肿动态监护仪扰动系数预测的ROC曲线

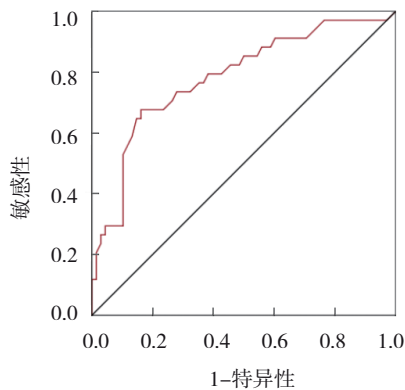


图 3 >5~14岁颅脑损伤患儿无创脑水肿动态监护仪扰动系数预测的ROC曲线

### 3 讨论

未成年患儿缺乏对危险的认知,同时规避危机能力较弱,是意外伤害的高发人群,且预后通常较差。患儿受伤多见车祸、跌落、溺水等,其中发生颅脑损伤占0.1%~0.15%<sup>[12-13]</sup>。患儿颅脑损伤具有病情重、预后差的特点<sup>[14-15]</sup>。有研究显示无创脑水肿动态监护仪扰动系数在监测颅脑损伤患儿颅内压变化、病情评估、预后判断上具有重要价值<sup>[4]</sup>,但由于不同年龄患儿无创脑水肿动态监护仪扰动系数差别较大,可能影响该评估的准确性。

本研究显示,1~3岁患儿中22例预后不良,>3~5岁患儿中19例预后不良,>5~14岁患儿中19例预后不良,说明不同年龄患儿颅脑损伤预后不良风险较高,年龄越小不良风险越高,可能是由于年龄小的颅脑损伤患儿身体发育未完善、免疫力低、病情严重等情况所致。多因素 Logistic 回归分析显示乳酸、GCS 评分、扰动系数是影响 1~14 岁颅脑损伤患儿预后的独立因素,提示无创脑水肿动态监护仪扰动系数与不同年龄患儿颅脑损伤预后关系密切。无创脑水肿动态监护仪利用生物电阻抗层析成像技术联合电磁扰动原理,采用四电极旋转测量方案,发射极可产生 10~100 K 的恒流正弦电磁波,电磁波穿过人体颅脑后经信号处理,波形幅值、相位数学构成复合参数(即扰动系数),当人体脑内容物出现变化,扰动系数也相应改变。无创脑水肿动态监护仪监测颅内水肿、血肿等颅内容物变化情况,可无创、床旁、实时、动态、持续地反映颅脑损伤患儿颅内病情变化。当不同年龄颅内容物出现变化,干扰电磁波传播,被测波形幅度、相位变化出现改变,表现为扰动系数变化,可进一步反映患儿颅内异常。国内李政委等<sup>[16]</sup>研究显示,GCS 评分、血乳酸等为学龄前患儿重型颅脑损伤预后不良因素;吴日暖等<sup>[17]</sup>研究显示血清和肽素、纤维凝胶蛋白-3、神经

元特异性烯醇化酶对诊断患儿脑损伤具有一定价值。国外 IYER 等<sup>[18]</sup>研究显示患儿脑损伤评分与预后关系密切。笔者认为 GCS 评分等作为预后判断指标缺乏客观性; 血乳酸、和肽素等血液生化指标可反映短时间内机体情况, 无法实时监测; 扰动系数可客观、无创、实时、动态反映脑损伤患儿颅内病情变化, 更具有优势。笔者在临床中发现, 不同年龄颅脑损伤患儿术后无创脑水肿动态监护仪扰动系数明显降低、颅内压无明显变化, 多提示术后血肿形成较小(一般血肿体积 $<10$  mL), 临床应避免使用脱水剂; 当扰动系数明显降低、颅内压升高时, 多反映颅内形成大血肿, 应即刻复查核磁共振, 采用脱水降颅内压治疗(必要时可采取手术); 扰动系数、颅内压均升高, 提示形成脑水肿, 临床需适当脱水治疗。本研究 ROC 曲线结果说明无创脑水肿动态监护仪扰动系数预测 1~14 岁颅脑损伤患儿预后的效能均良好。

综上所述, 不同年龄重型颅脑损伤患儿预后不良风险高, 无创脑水肿动态监护仪扰动系数预测 1~14 岁颅脑损伤患儿预后的效能均良好。本研究不足之处在于样本量小, 后续可开展多中心、大样本量研究, 以进一步验证研究结论。

#### 参 考 文 献 :

- [1] KO Y, LEE J S, CHAE M K, et al. Risk stratification of intermediate-risk children with minor head injury[J]. *Pediatr Emerg Care*, 2020, 36(11): 659-664.
- [2] DEHBOZORGI A, MOUSAVI-ROKNABADI R S, HOSSEINI-MARVAST S R, et al. Diagnosing skull fracture in children with closed head injury using point-of-care ultrasound vs. computed tomography scan[J]. *Eur J Pediatr*, 2021, 180(2): 477-484.
- [3] GERILMEZ A, CALIŞANELLER A T. Compliance with pecarn head injury decision rules in children under two years old[J]. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*, 2020, 26(3): 462-468.
- [4] LYMPEROPOULOS G, LYMPEROPOULOS P, ALIKARI V, et al. Applications for electrical impedance tomography (EIT) and electrical properties of the human body[J]. *Adv Exp Med Biol*, 2017, 989: 109-117.
- [5] 赖寒, 方芳, 刘文俊, 等. 不同年龄组无颅脑损伤患儿扰动系数的变化特点[J]. *中华儿科杂志*, 2020, 58(4): 290-294.

- [6] 张小玲, 成金妹, 曾嘉慧, 等. 扰动系数对颅脑创伤后脑积水的预警作用[J]. *中华神经外科杂志*, 2019, 35(2): 153-156.
- [7] 秦兴虎, 陈义天, 徐宏, 等. 无创脑水肿动态监测在创伤性脑损伤术后的临床应用价值[J]. *中华创伤杂志*, 2017, 33(8): 719-723.
- [8] 张英杰, 元小冬, 吴宗武, 等. 无创动态脑水肿监测在脑出血患儿临床应用探讨[J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2017, 19(12): 1302-1305.
- [9] POTAPOV A A, KRYLOV V V, GAVRILOV A G, et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of severe traumatic brain injury[J]. *Zh Vopr Neurokhir Im N N Burdenko*, 2016, 80(1): 98-106.
- [10] DIBRITO S R, CERULLO M, GOLDSTEIN S D, et al. Reliability of glasgow coma score in pediatric trauma patients[J]. *J Pediatr Surg*, 2018, 53(9): 1789-1794.
- [11] BRENNAN P M, MURRAY G D, TEASDALE G M. Simplifying the use of prognostic information in traumatic brain injury. Part 1: the GCS-Pupils score: an extended index of clinical severity[J]. *J Neurosurg*, 2018, 128(6): 1612-1620.
- [12] SMITH A E, KREJANY C, JIWA M. Epidemiology of soccer-related head injury in children 5-14 years in Victoria, Australia [J]. *J Paediatr Child Health*, 2021, 57(1): 46-51.
- [13] VELIZ P, RYAN J, ECKNER J T. Head, neck, and traumatic brain injury among children involved in sports: results from the adolescent brain cognitive development study[J]. *J Adolesc Health*, 2021, 68(2): 414-418.
- [14] HIASAT J G, NISCHAL K K. Traumatic brain injury in children: sport-related concussions in children[J]. *J Binocul Vis Ocul Motil*, 2020, 70(4): 128-133.
- [15] BACAL D. Introduction to traumatic brain injury in children[J]. *J Binocul Vis Ocul Motil*, 2020, 70(4): 116-118.
- [16] 李政委, 王杭州, 朱炳鑫, 等. 学龄前患儿中重型颅脑损伤预后不良相关因素分析[J]. *临床外科杂志*, 2020, 28(6): 545-547.
- [17] 吴日暖, 吴用, 杨丽霞, 等. 血清 Copeptin, ficolin-3 及 NSE 水平评估患儿创伤性脑损伤伤情严重程度的价值[J]. *创伤外科杂志*, 2020, 22(9): 50-54.
- [18] IYER S, PATEL G. Study of risk factors, clinical spectrum, and outcome for head injury in pediatric age group in Western India[J]. *Afr J Paediatr Surg*, 2020, 17(1/2): 26-32.

(李科 编辑)

本文引用格式: 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.

Cite this article as: LIU B X, ZHANG L, ZHANG Y P, et al. Clinical value of disturbance coefficient in predicting the prognosis of children with severe craniocerebral injury of different ages[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2022, 32(12): 66-71.