

# 脑室型颅内压监测在不同年龄重型脑损伤患儿中的应用探讨



全文二维码

荆俊杰<sup>1</sup> 赵清爽<sup>1</sup> 应建彬<sup>1</sup> 陈帆<sup>1</sup> 张桃桃<sup>1</sup> 张尚明<sup>2</sup> 曾子桓<sup>2</sup> 宋云海<sup>1</sup><sup>1</sup>福建省儿童医院(上海儿童医学中心福建医院)福建医科大学妇儿临床医学院神经外科,福州 350000; <sup>2</sup>联勤保障部队第九〇〇医院神经外科,福州 350025

通信作者:宋云海,Email:Songyunhai3021@126.com

**【摘要】 目的** 分析脑室型颅内压监测在不同年龄儿童重型脑损伤中的应用结果,探讨其在儿童重型脑损伤治疗中的作用和意义。**方法** 回顾性分析 2017 年 6 月至 2022 年 3 月,福建省儿童医院和联勤保障部队第九〇〇医院收治的成功应用颅内压监测的 26 例儿童重型脑损伤病例资料,其中男 16 例,女 10 例,年龄 37 d 至 6 岁,平均年龄 1.3 岁。根据年龄分为婴儿(<1 岁)组 15 例和 1~6 岁组 11 例,经侧脑室额角穿刺植入 Codman 脑室型颅内压监测电极,并持续引流脑脊液,观察术前及术后 1、3、7 及 14 d 的儿童格拉斯哥昏迷量表(Glasgow coma scale, GCS)评分、颅内压值及脑脊液引流量。**结果** 26 例患儿中,2 例术后早期死亡,1 例放弃治疗(出院后 2 d 死亡),病死率 11.5%。婴儿组和 1~6 岁组 GCS 评分差异无统计学意义( $P=0.235$ ),婴儿组总体颅内压值低于 1~6 岁组( $P=0.009$ ),脑脊液引流量也低于 1~6 岁组( $P<0.001$ ),但组别与时间均无交互作用。婴儿组和 1~6 岁组不同时间点 GCS 评分差异有统计学意义( $P<0.001$ ),依次为:术前( $7.31 \pm 0.85, 6.40 \pm 1.43$ )、术后第 1 天( $9.23 \pm 1.09, 8.50 \pm 1.84$ )、术后第 3 天( $11.38 \pm 1.19, 10.40 \pm 2.59$ )、术后第 7 天( $13.08 \pm 0.95, 12.70 \pm 2.36$ )、术后第 14 天( $14.38 \pm 0.77, 13.90 \pm 0.99$ );各时间点颅内压差异有统计学意义( $P<0.001$ ),依次为:术中( $26.00 \pm 4.00, 30.70 \pm 3.74$ )mmHg、术后第 1 天( $20.38 \pm 4.35, 22.10 \pm 3.98$ )mmHg、术后第 3 天( $15.77 \pm 4.19, 19.60 \pm 4.58$ )mmHg、术后第 7 天( $10.54 \pm 1.61, 14.10 \pm 3.63$ )mmHg、术后第 14 天( $6.31 \pm 1.18, 8.40 \pm 1.35$ )mmHg;各时间点脑脊液引流量差异也具有统计学意义( $P<0.001$ ),依次为:术后第 1 天( $51.54 \pm 14.91, 97.20 \pm 23.30$ )mL、术后第 3 天( $69.23 \pm 12.89, 100.60 \pm 25.29$ )mL、术后第 7 天( $86.15 \pm 15.57, 139.30 \pm 28.12$ )mL、术后第 14 天( $82.69 \pm 10.13, 137.80 \pm 17.08$ )mL,但组别与时间无交互作用。**结论** 儿童重型脑损伤后应用脑室型颅内压监测,婴儿组和 1~6 岁组在术后随着时间变化的预后过程基本一致,脑脊液引流量逐步增加,颅内压逐步下降,GCS 评分逐步上升,至术后第 14 天达最高水平。

**【关键词】** 颅内压监测; 脑损伤; 儿童**基金项目:**福建省省级临床重点专科建设项目-福建省儿童医院小儿神经外科[闽卫医政(2023)1163 号]

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202206021-010

## Application of ventricular type intracranial pressure monitoring in children with severe brain injury at different ages

Jing Junjie<sup>1</sup>, Zhao Qingshuang<sup>1</sup>, Ying Jianbin<sup>1</sup>, Chen Fan<sup>1</sup>, Zhang Taotao<sup>1</sup>, Zhang Shangming<sup>2</sup>, Zeng Zihuan<sup>2</sup>, Song Yunhai<sup>1</sup><sup>1</sup> Department of Neurosurgery, Fujian Children's Hospital (Fujian Branch of Shanghai Children's Medical Center), College of Clinical Medicine for Obstetrics, Gynecology & Pediatrics, Fujian Medical University, Fuzhou 350000, China; <sup>2</sup> Department of Neurosurgery, No. 900 Hospital of Joint Logistics Support Force, Fuzhou 350025, China  
Corresponding author: Song Yunhai, Email: Songyunhai3021@126.com

**【Abstract】 Objective** To explore the application outcomes of ventricular intracranial pressure (ICP) monitoring at different ages and explore its role in the treatment of severe brain injury in children. **Methods** From June 2017 to March 2022, retrospective review was performed for 26 children with severe brain injury. ICP was successfully monitored. With a male-to-female ratio of 16 : 10, they had an average age of 1.3 years (37 days

to 6 years). Based upon age, they were assigned into two groups of infant aged under 1 year ( $n = 15$ ) and (1 – 6) year ( $n = 11$ ). Ventricular type ICP monitoring electrode (Codman) was implanted into lateral ventricles and cerebrospinal fluid (CSF) continuously drained. GCS score, ICP and CSF drainage were observed at pre-op and Day 1/3/7/14 post-op. **Results** The overall mortality rate was 11.5%. Two cases died early post-op and another one pausing treatment passed away at Day 2 post-discharge. No statistically significant inter-group difference existed in Glasgow coma scale (GCS) score ( $P = 0.235$ ). The overall ICP was lower in infant group than that in (1 – 6) year group ( $P = 0.09$ ). Drainage volume of CSF was also lower than that in (1 – 6) year group ( $P < 0.001$ ). However, there was no interaction between group and time. Statistical significance existed in GCS scores at different timepoints within each group ( $P < 0.001$ ). GCS scores of infant and (1 – 6) year groups at pre-op ( $7.31 \pm 0.85$ ;  $6.40 \pm 1.43$ ) < post-op Day 1 ( $9.23 \pm 1.09$ ;  $8.50 \pm 1.84$ ) < post-op Day 3 ( $11.38 \pm 1.19$ ;  $10.40 \pm 2.59$ ) < postoperative Day 7 ( $13.08 \pm 0.95$ ;  $12.70 \pm 2.36$ ) < post-op Day 14 ( $14.38 \pm 0.77$ ;  $13.90 \pm 0.99$ ). Significant statistical differences existed in ICP values (mmHg) at different timepoints ( $P < 0.001$ ). That is, intra-op ( $26.00 \pm 4.00$ ;  $30.70 \pm 3.74$ ) > post-op Day 1 ( $20.38 \pm 4.35$ ;  $22.10 \pm 3.98$ ) > post-op Day 3 ( $15.77 \pm 4.19$ ;  $19.60 \pm 4.58$ ) > post-op Day 7 ( $10.54 \pm 1.61$ ;  $14.10 \pm 3.63$ ) > post-op Day 14 ( $6.31 \pm 1.18$ ;  $8.40 \pm 1.35$ ). The difference in drainage volume of CSF (ml) at each timepoint was also statistically significant ( $P < 0.001$ ). That is, post-op Day 1 ( $51.54 \pm 14.91$ ;  $97.20 \pm 23.30$ ) < post-op Day 3 ( $69.23 \pm 12.89$ ;  $100.60 \pm 25.29$ ) < post-op Day 7 ( $86.15 \pm 15.57$ ;  $139.30 \pm 28.12$ ) = post-op Day 14 ( $82.69 \pm 10.13$ ;  $137.80 \pm 17.08$ ). However, no interaction existed between group and time. **Conclusion** After severe brain injury in children, ventricular ICP monitoring was applied. The post-operative prognosis of infants and (1 – 6) year groups was basically comparable. With a gradual rise of CSF drainage, ICP declined and GCS score spiked. It peaked at Day 14 post-op.

**【Key words】** Intracranial Pressure Monitoring; Brain Injuries; Child

**Fund program:** Fujian Provincial Key Clinical Specialty Construction Project; Pediatric Neurosurgery of Fujian Provincial Children's Hospital (MWYZ-2023-1163)

DOI:10.3760/ema.j.cn101785-202206021-010

脑损伤后脑出血及脑水肿可导致颅内压升高,当颅内压超过一定阈值后,可引起一系列神经功能障碍,甚至脑疝而死亡。颅内压监测技术在成人颅脑损伤的重症监护与治疗中已成为重要举措,但儿童脑损伤后颅内压监测的应用并不广泛,因为颅内压监测对于儿童重型脑损伤诊治的作用研究结果差异很大<sup>[1-3]</sup>。脑室型颅内压监测既有颅内压监测功能,也有脑室外引流作用,因此脑室型颅内压监测可在监测颅内压的同时释放脑脊液降低颅内压,是重型脑损伤救治的重要手段。1岁以下婴儿正常颅内压值较低,对颅内压增高的代偿能力较强,重型脑损伤后使用脑室型颅内压监测是否和其他年龄患儿具有相同获益,不得而知。本研究旨在初步探讨脑室型颅内压监测在不同年龄儿童重型脑损伤治疗中的应用价值。

## 资料与方法

### 一、临床资料

收集 2017 年 6 月至 2022 年 3 月福建省儿童医

院和联勤保障部队第九〇〇医院收治的成功应用颅内压监测的 26 例重型脑损伤患儿临床资料,其中男 16 例、女 10 例,年龄 37 d 至 6 岁,平均年龄 1.3 岁。病因:自发性脑出血 14 例,意外创伤致颅脑损伤 12 例。入院时均采用儿童格拉斯哥昏迷量表 (Glasgow coma scale, GCS) 评分, GCS 5 ~ 8 分 (含 8 分) 19 例, 3 ~ 5 分 (含 3 分和 5 分) 7 例。18 例头颅 CT 显示颅内血肿并中线结构向对侧移位, 8 例显示弥漫性脑肿胀、侧脑室明显变小。颅内压监测电极使用指征: ①有明确头部外伤史; ②GCS 评分  $\leq 8$  分; ③排除原发性脑干损伤所致意识障碍。

### 二、手术方式

均在气管插管全身麻醉下行急诊手术。对于中线结构移位,于对侧额部穿刺侧脑室植入 Codman 脑室型颅内压监测电极后,行颅内血肿清除术,术中对于年龄 2 岁以下患儿采用不跨越颅缝的骨瓣,如额骨骨瓣或顶骨骨瓣;对于年龄超过 2 岁的额颞部硬膜下血肿,采用标准去骨瓣减压切口,对脑内血肿采用马蹄形切口。若血肿清除后无明显脑肿胀,则予骨瓣复位固定;若仍存在脑肿胀,则行漂浮

骨瓣回纳;对于弥漫性脑肿胀,仅行右侧额部穿刺脑室型颅内压监测电极植入。电极植入后,经 6~8 cm 皮下隧道引出。

根据术中颅内压情况,先释放少量脑脊液,使颅内压下降 3~5 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa);术后每 1~2 d 将外引流限制压力降低 3~5 mmHg,直至颅内压值为 15 mmHg。颅内压水平正常稳定 2~3 d 后可拔出监测电极,最长不超过 14 d,于 14 d 前拔管者第 14 天行腰椎穿刺测压。

围手术期需动态调整血管活性药物,使术中及术后脑灌注压均维持在 40~50 mmHg;术后常规给予抗感染及调整内环境、纠正凝血功能障碍、营养支持等对症治疗。根据颅内压情况适当使用 20%甘露醇或 3% 高渗盐水脱水治疗。出现烦躁的患儿可予适当镇痛镇静,一般不超过 7 d。

### 三、分组及观察指标

根据年龄将 26 例患儿分为婴儿组(<1 岁)和 1~6 岁组,其中婴儿组 15 例,1~6 岁组 11 例。分别观察两组术中及术后第 1、3、7、14 天的 GCS 评分、颅内压值及脑脊液引流量。对于术后第 8~14 天拔除颅内压监测电极者拔除电极当日引流量计入第 14 天引流量。

### 四、统计学处理

采用 SPSS 26.0 进行数据处理和统计分析。颅内压值、GCS 评分和脑脊液引流量等计量资料采用  $\bar{x} \pm s$  表示。颅内压值、GCS 评分和脑脊液引流量服从正态分布,采用两因素重复测量方差分析进行对比。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

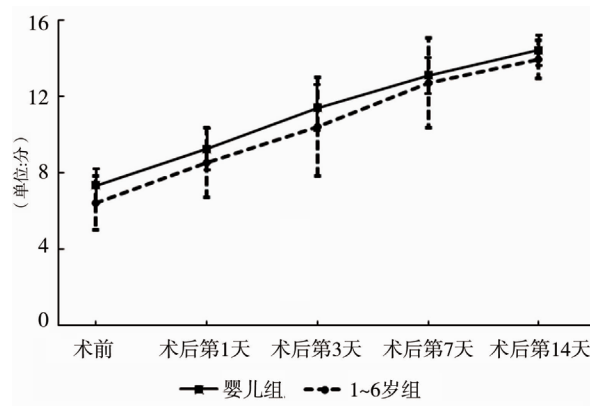
## 结 果

26 例患儿中,2 例于术后 7 d 内死亡,均死于多器官功能衰竭(婴儿组和 1~6 岁组各 1 例),1 例放弃治疗(婴儿组)。23 例完成治疗后继续行高压氧及康复治疗。23 例均于术后 7 d 内拔除气管插管,无一例行气管切开。术后并发肺部感染 17 例,电解质紊乱 8 例,凝血功能障碍 13 例,均于术后 14 d 内治愈,无手术相关出血及感染发生。

婴儿组和 1~6 岁组 GCS 评分差异无统计学意义( $P=0.235$ ),组别与时间无交互作用,但两组不同时间点 GCS 评分差异均具有统计学意义( $P < 0.001$ )(图 1、表 1),两两比较显示,两组不同时间点 GCS 评分从低到高依次为:术前、术后第 1、3、7、14 天。

婴儿组总体颅内压值低于 1~6 岁组,差异有统计学意义( $P=0.009$ ),各时间点颅内压值差异存在统计学意义( $P < 0.001$ )(图 2、表 2),两两比较结果显示,不同时间点颅内压值从高到低依次为:术中、术后第 1、3、7、14 天,但组别与时间无交互作用。

1~6 岁组总体脑脊液引流量高于婴儿组,差异有统计学意义( $P < 0.001$ ),不同时间点脑脊液引流量差异也有统计学意义( $P < 0.001$ ),两两比较结果显示,不同时间点脑脊液引流量从少到多依次为:术后第 1、3、7 天,术后第 14 天与术后第 7 天基本持平,组别与时间无交互作用(图 3、表 3)。



注 GCS:格拉斯哥昏迷量表

图 1 婴儿组和 1~6 岁组重型脑损伤患儿不同时间点 GCS 评分变化图( $\bar{x} \pm s$ )

Fig. 1 Changes in GCS score at different postoperative timepoints for severe brain injury in infant and 1-6 year groups( $\bar{x} \pm s$ )

表 1 婴儿组和 1~6 岁组重型脑损伤患儿术后 GCS 评分重复测量方差分析结果

Table 1 Results of repeated measure analysis of variance for postoperative GCS for severe brain injury in infant and 1-6 year groups

变异来源	离均差平方和	自由度	均方	F 值	P 值
组间(组别)	13.73	1	13.73	1.492	0.235
组内(时间)	787.47	4	196.87	497.224	<0.001
组别×时间	1.56	4	0.39	0.984	0.386
(组别)对象	193.20	21	9.20	-	-
误差	33.26	84	0.40	-	-
合计	1 029.21	114	-	-	-

注 - 代表无相关统计量

## 讨 论

重型脑损伤是儿童致死和致残最重要的原因之一,由于儿童生理特点与成人不同,因此儿童重型脑损伤的临床特点和治疗策略也与成人不同<sup>[4]</sup>。儿童重型脑损伤后颅内压增高与预后不良和较高

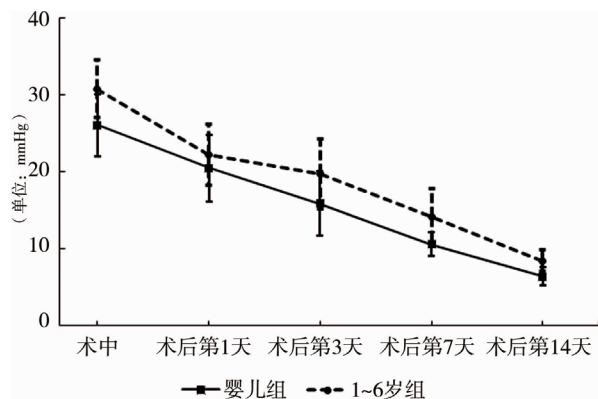


图2 婴儿组和1~6岁组重型脑损伤患儿术后不同时间点颅内压值变化图( $\bar{x} \pm s$ )

Fig. 2 Changes in ICP at different postoperative timepoints for severe brain injury in infant and 1-6 year groups( $\bar{x} \pm s$ )

表2 婴儿组和1~6岁组重型脑损伤患儿术后颅内压值重复测量方差分析结果

Table 2 Results of repeated measure analysis of variance for postoperative ICP for severe brain injury in infant and 1-6 year groups

变异来源	离均差平方和	自由度	均方	F 值	P 值
组间(组别)	285.79	1	285.79	8.269	0.009
组内(时间)	5 911.85	4	1 477.96	228.087	<0.001
组别×时间	35.09	4	8.77	1.354	0.268
(组别)对象	725.78	21	34.56	-	-
误差	544.30	84	6.48	-	-
合计	7 502.81	114	-	-	-

注 - 代表无相关统计量

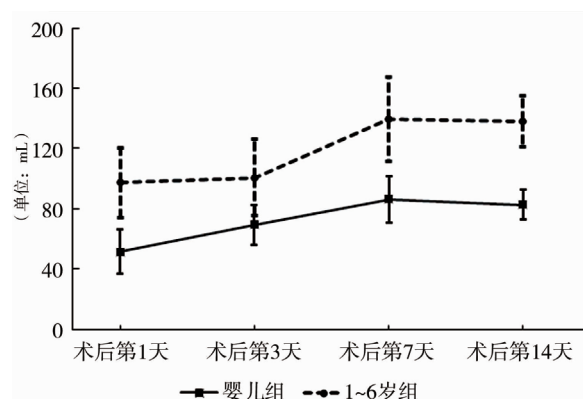


图3 婴儿组和1~6岁组重型脑损伤患儿术后不同时间点脑脊液引流量变化图( $\bar{x} \pm s$ )

Fig. 3 Changes in drainage volume of CSF at different postoperative timepoints for severe brain injury in infant and 1-6 year groups( $\bar{x} \pm s$ )

表3 婴儿组和1~6岁组重型脑损伤患儿术后脑脊液引流量重复测量方差分析结果

Table 3 Results of repeated measure analysis of variance for postoperative drainage volume of CSF for severe brain injury in infant and 1-6 years groups

变异来源	离均差平方和	自由度	均方	F 值	P 值
组间(组别)	48 510.33	1	48 510.33	99.786	<0.001
组内(时间)	24 253.32	3	8 084.44	26.848	<0.001
组别×时间	1 965.71	3	655.24	2.176	0.143
(组别)对象	10 208.99	21	486.14	-	-
误差	18 970.71	63	301.12	-	-
合计	103 909.06	91	-	-	-

注 - 代表无相关统计量

的死亡率相关,监测和控制颅内压是重型脑损伤治疗的重要措施。颅内压监测一方面可以实时反映颅内压变化情况,指导临床降颅压治疗;另一方面,可以根据颅内压变化精确调整脑灌注压,维持脑组织的正常血流和灌注,保护脑功能<sup>[5]</sup>。美国第四版重型颅脑损伤管理指南已明确指出颅内压监测可有效降低患儿病死率<sup>[6]</sup>。Alkhoury 等<sup>[7]</sup>认为,虽然是否使用颅内压监测对患儿总体病死率没有差异,但对于初始 GCS 评分为 3 分的患儿有生存获益。但 Delaplaine 等<sup>[8]</sup>研究显示,无论使用脑室型还是脑实质型颅内压监测,均可增加重型脑损伤患儿的病死率,特别是对于 GCS 评分 5~6 分的患儿。《儿童颅脑创伤诊治中国专家共识》推荐对于重型颅脑损伤 GCS 评分<9 分、影像学证实为颅脑损伤的患儿进行颅内压监测,并建议实施颅高压治疗的阈值为 20 mmHg。临床研究也表明,脑室外引流可有效降低颅内压,维持颅内压在 20 mmHg 以下可有效改善患儿预后<sup>[9-11]</sup>。但 Woods 等<sup>[12]</sup>的研究表明,儿童颅高压治疗的阈值应为 15~18 mmHg。因此,不同

年龄段儿童以及不同病因导致的颅高压,是否应设定统一治疗阈值还值得商榷。由于本组患儿年龄较小,所以我们将治疗阈值设定在 15 mmHg。

本研究结果显示,婴儿组和幼儿组患儿术前 GCS 评分基线一致,短期内随着时间变化的预后过程基本一致,即无论是婴儿组还是 1~6 岁组,总体趋势均为术后 GCS 评分即开始上升,至术后第 14 天达最高水平。脑室外引流可有效降低颅内压,在引流通畅的情况下,颅内压随时间而逐步下降,至术后第 14 天接近正常水平。由于婴儿组颅缝未闭合,代偿颅高压的能力高于 1~6 岁组,理论上在同等伤情时,婴儿组颅内压恢复至正常水平的要早于 1~6 岁组,但本研究结果显示,组间与时间无交互作用,因此尚不支持婴儿组恢复较 1~6 岁组快。两组患儿随着颅内压下降,脑脊液的产生和循环趋于正常,术后脑脊液引流量逐步增加,至第 7 天后趋于平稳。虽然婴儿组每日脑脊液分泌量小于幼儿组,但组间与时间之间并不存在交互作用。

脑室型颅内压监测电极同时具有监测颅内压

和脑室外引流的作用,因此本组选择使用脑室型颅内压监测电极而不是硬膜下或脑实质型颅内压监测电极。本组 26 例患儿中,2 例死亡、1 例放弃治疗(出院后 2 d 死亡),病死率为 11.5%,并无因使用颅内压监测而增加病死率的情况。准确的电极置入、妥善的围手术期处理、积极防治并发症是取得良好预后的关键。弥漫性脑肿胀导致颅内压增高时脑室通常较小,徒手行脑室穿刺难度较大;产品说明书显示 Codman 脑室型颅内压监测电极外径为 3.4 mm,建议术前测量侧脑室前角宽度,若 < 4 mm 可在 B 超或神经导航引导下进行脑室穿刺。对于中线移位的病例,通常同侧脑室变小、移位,但对侧脑室即使缩小,其外侧壁也无明显移位,因此建议穿刺对侧脑室,也可在 B 超或神经导航引导下进行同侧或对侧脑室穿刺。

本研究为小样本量回顾性研究,仅观察了术后 14 d 的短期预后,所得结果具有一定的局限性,尚需国内多中心大宗病例的前瞻性研究以获得更多的临床证据。同时,以颅内压监测为代表的神经功能监测进展迅速,包括脑氧监测、脑血流监测、持续脑电图监测等在内的多模态监测可为临床治疗决策带来更多的依据,儿童重型脑损伤的救治有望获得更好的疗效<sup>[13-15]</sup>。

**利益冲突** 所有作者声明不存在利益冲突

**作者贡献声明** 荆俊杰、赵清爽负责论文设计和论文撰写,陈帆、张桃桃负责研究结果分析与讨论,应建彬、张尚明负责数据收集和整理;曾子恒、宋云海负责对文章知识性内容进行审阅

## 参 考 文 献

- [1] Tilford JM, Simpson PM, Yeh TS, et al. Variation in therapy and outcome for pediatric head trauma patients[J]. Crit Care Med, 2001, 29(5): 1056-1061. DOI: 10.1097/00003246-200105000-00037.
- [2] Bennett TD, Riva-Cambrin J, Keenan HT, et al. Variation in intracranial pressure monitoring and outcomes in pediatric traumatic brain injury[J]. Arch Pediatr Adolesc Med, 2012, 166(7): 641-647. DOI: 10.1001/archpediatrics.2012.322.
- [3] Bennett TD, DeWitt PE, Greene TH, et al. Functional outcome after intracranial pressure monitoring for children with severe traumatic brain injury[J]. JAMA Pediatr, 2017, 171(10): 965-971. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2017.2127.
- [4] Kochanek PM, Tasker RC, Bell MJ, et al. Management of pediatric severe traumatic brain injury: 2019 consensus and guidelines-based algorithm for first and second tier therapies[J]. Pediatr Crit Care Med, 2019, 20(3): 269-279. DOI: 10.1097/PCC.0000000000001737.
- [5] Kochanek PM, Tasker RC, Carney N, et al. Guidelines for the management of pediatric severe traumatic brain injury, third edition: update of the brain trauma foundation guidelines, executive summary[J]. Neurosurgery, 2019, 84(6): 1169-1178. DOI: 10.1093/neuros/nyz051.
- [6] Carney N, Totten AM, O'Reilly C, et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury, fourth edition[J]. Neurosurgery, 2017, 80(1): 6-15. DOI: 10.1227/NEU.0000000000001432.
- [7] Alkhoury F, Kyriakides TC. Intracranial pressure monitoring in children with severe traumatic brain injury: national trauma data bank-based review of outcomes[J]. JAMA Surg, 2014, 149(6): 544-548. DOI: 10.1001/jamasurg.2013.4329.
- [8] Delaplaine PT, Grigorian A, Lekawa M, et al. Intracranial pressure monitoring associated with increased mortality in pediatric brain injuries[J]. Pediatr Surg Int, 2020, 36(3): 391-398. DOI: 10.1007/s00383-020-04618-y.
- [9] de Andrade AF, Paiva WS, de Amorim RLO, et al. Continuous ventricular cerebrospinal fluid drainage with intracranial pressure monitoring for management of posttraumatic diffuse brain swelling[J]. Arq Neuropsiquiatr, 2011, 69(1): 79-84. DOI: 10.1590/s0004-282x2011000100016.
- [10] Chau CYC, Craven CL, Rubiano AM, et al. The evolution of the role of external ventricular drainage in traumatic brain injury[J]. J Clin Med, 2019, 8(9): 1422. DOI: 10.3390/jcm8091422.
- [11] Shapiro K, Marmarou A. Clinical applications of the pressure-volume index in treatment of pediatric head injuries[J]. J Neurosurg, 1982, 56(6): 819-825. DOI: 10.3171/jns.1982.56.6.819.
- [12] Woods KS, Horvat CM, Kantawala S, et al. Intracranial and cerebral perfusion pressure thresholds associated with in-hospital mortality across pediatric neurocritical care[J]. Pediatr Crit Care Med, 2021, 22(2): 135-146. DOI: 10.1097/PCC.0000000000002618.
- [13] Garganec T, Ferraro G, Chapusette R, et al. Detection of cerebral hypoperfusion with a dynamic hyperoxia test using brain oxygenation pressure monitoring[J]. Crit Care, 2022, 26(1): 35. DOI: 10.1186/s13054-022-03918-0.
- [14] Baker WB, Balu R, He L, et al. Continuous non-invasive optical monitoring of cerebral blood flow and oxidative metabolism after acute brain injury[J]. J Cereb Blood Flow Metab, 2019, 39(8): 1469-1485. DOI: 10.1177/0271678X19846657.
- [15] Ruzas CM, DeWitt PE, Bennett KS, et al. EEG monitoring and antiepileptic drugs in children with severe TBI[J]. Neurocrit Care, 2017, 26(2): 256-266. DOI: 10.1007/s12028-016-0329-8.

(收稿日期: 2022-06-08)

**本文引用格式:** 荆俊杰, 赵清爽, 应建彬, 等. 脑室型颅内压监测在不同年龄重型脑损伤患儿中的应用探讨[J]. 临床小儿外科杂志, 2023, 22(10): 956-960. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202206021-010.

**Citing this article as:** Jing JJ, Zhao QS, Ying JB, et al. Application of ventricular type intracranial pressure monitoring in children with severe brain injury at different ages[J]. J Clin Ped Sur, 2023, 22(10): 956-960. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202206021-010.