

论著·临床研究

重症颅脑损伤患者阵发性交感神经过度兴奋综合征
风险预测模型的构建和验证

赵仲卓, 王莹, 张亚南

(郑州市第七人民医院 GICU, 河南 郑州 450000)

[摘要] **目的** 构建重症颅脑损伤患者阵发性交感神经过度兴奋综合征(PSH)风险预测模型并进行验证。**方法** 回顾性分析 2021 年 1 月至 2024 年 5 月该院重症监护室收治的 161 例重症颅脑损伤患者的临床资料,分为建模组(113 例)和验证组(48 例),建模组根据是否发生 PSH 分为发生组(31 例)和未发生组(82 例)。采用 logistic 回归模型分析重症颅脑损伤患者发生 PSH 的影响因素,并构建风险预测模型。采用受试者工作特征曲线与 Hosmer-Lemeshow 检验评价模型的预测效能与拟合优度。**结果** 建模组患者中发生 PSH 31 例。发生率为 27.43%,验证组患者中发生 PSH 14 例,发生率为 29.17%。Logistic 回归模型分析:高收缩压、气管切开、早期发热、间脑出血、脑积液是重症颅脑损伤患者发生 PSH 的危险因素,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。PSH 预测模型为 $Y(P) = -11.529 + 1.067 \times \text{收缩压} + 1.142 \times \text{气管切开} + 1.275 \times \text{早期发热} + 1.144 \times \text{间脑出血} + 2.011 \times \text{脑积液}$ 。建模组预测 PSH 的 ROC 曲线下面积为 0.869,差异有统计学意义(95%可信区间:0.733~0.972, $P < 0.001$),约登指数为 0.651,灵敏度为 0.892,特异度为 0.759。验证组预测 PSH 的 ROC 曲线下面积为 0.815,差异有统计学意义(95%可信区间 0.634~0.912, $P < 0.001$),模型灵敏度为 0.815,特异度为 0.693。**结论** 高收缩压、气管切开、早期发热、间脑出血、脑积液是重症颅脑损伤患者发生 PSH 的危险因素,构建的重症颅脑损伤患者 PSH 风险预测模型具有良好准确度,可筛选出 PSH 高风险人群。

[关键词] 重症颅脑损伤; 阵发性交感神经过度兴奋综合征; 风险预测模型

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2025.08.013

中图法分类号:R651.1+5

文章编号:1009-5519(2025)08-1841-05

文献标识码:A

Construction and validation of a risk prediction model for paroxysmal sympathetic
hypersensitivity syndrome in patients with severe traumatic brain injury patients

ZHAO Zhongzhuo, WANG Ying, ZHANG Yanan

(General Intensive Care Unit, Zhengzhou Seventh People's Hospital,
Zhengzhou, Henan 450000, China)

[Abstract] **Objective** To construct and verify a risk prediction model for paroxysmal sympathetic hyperexcitation syndrome (PSH) in patients with severe craniocerebral injury. **Methods** A retrospective analysis was conducted on the clinical data of 161 patients with severe craniocerebral injury admitted to the intensive care unit of the hospital from January 2021 to May 2024. They were divided into the modeling group (113 cases) and the validation group (48 cases). The modeling group was further divided into the occurrence group (31 cases) and the non-occurrence group (82 cases) based on whether PSH occurred. logistic regression model was used to analyze the influencing factors of PSH in the patients with severe craniocerebral injury, and a risk prediction model was constructed. The predictive efficacy and goodness of fit of the model were evaluated by using the receiver operating characteristic curve and the Hosmer-Lemeshow test. **Results** Among the patients in the modeling group, 31 cases of PSH occurred. The incidence rate was 27.43%. Among the patients in the verification group, 14 cases of PSH occurred, with an incidence rate of 29.17%. logistic regression model analysis: High systolic blood pressure, tracheotomy, early fever, intercerebral hemorrhage, and hydrocephalus were risk factors for PSH in patients with severe craniocerebral injury, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). The PSH prediction model is $Y(P) = -11.529 + 1.067 \times \text{systolic blood pressure} + 1.142 \times \text{tracheotomy} + 1.275 \times \text{early fever} + 1.144 \times \text{intercerebral hemorrhage} + 2.011 \times \text{hydrocephalus}$. The area under the ROC curve for predicting PSH in the modeling group was 0.869, and the difference was statistically significant (95%CI 0.733-0.972, $P < 0.001$). The Youden index was 0.651, the sensitivity was 0.892, and

作者简介:赵仲卓(1991-),本科,护师,主要从事神经外科临床疾病研究。

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1129.R.20250526.1049.010\(2025-05-26\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1129.R.20250526.1049.010(2025-05-26))

the specificity was 0.759. The area under the ROC curve for predicting PSH in the verification group was 0.815, and the difference was statistically significant (95%CI: 0.634—0.912, $P<0.001$). The model sensitivity was 0.815 and the specificity was 0.693. **Conclusion** High systolic blood pressure, tracheotomy, early fever, intercerebral hemorrhage and hydrocephalus are risk factors for PSH in patients with severe craniocerebral injury. The constructed PSH risk prediction model for patients with severe craniocerebral injury has good accuracy and can screen out the high-risk population of PSH.

[Key words] Severe traumatic brain injury; Paroxysmal sympathetic hyperexcitation syndrome; Risk prediction model

重症颅脑损伤是临床常见急症,多源于外力直接或间接冲击头部造成颅骨骨折、脑挫裂伤、颅内出血等,可导致昏迷、颅内压增高等情况^[1]。近年来,随着交通的日益发达,颅脑损伤发病率、致残率、致死率均有所上升^[2]。相关研究表明,由创伤导致的重症颅脑损伤残疾、死亡患者占比超过 70%^[3]。阵发性交感神经过度兴奋综合征(PSH)是自主神经系统过度活跃导致患者自身出现周期、阵发性的血压波动、心率增快、呼吸窘迫、异常姿势等临床症状^[4]。PSH 是获得性颅脑损伤的常见并发症,2010—2020 年超过 80% 的创伤性颅脑损伤患者出现 PSH 症状,而重度颅脑损伤患者中 15%~33% 的患者出现 PSH^[5-6]。PSH 的发生导致颅脑损伤患者不良预后,极大地增加患者治疗期间致残和死亡的风险^[7]。因此,早期识别并及时对症治疗 PSH 至关重要。目前,国内关于重症颅脑损伤患者 PSH 的风险筛查工具较少见。本研究通过分析重症颅脑损伤患者发生 PSH 的影响因素,构建了风险预测模型并评估了其预测效能,旨在为识别并及时对症治疗 PSH 提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 资料

1.1.1 研究对象 回顾性选取 2021 年 1 月至 2024 年 5 月本院重症监护室收治的重症颅脑损伤患者 133 例作为研究对象,分为建模组(113 例)和验证组(48 例),建模组根据是否发生 PSH 分为发生组(31 例)和未发生组(82 例)。本研究获本院医学伦理委员会审批通过(伦理批号:2020KY-025)。

1.1.2 诊断标准 (1)依据《神经外科学》中的重度颅脑损伤诊断标准^[8]:①格拉斯哥昏迷评分(GCS)^[9]≤8 分,昏迷时间大于或等于 12 h,意识障碍进行性加重或再次出现昏迷;②有明显神经系统阳性体征;③生命体征明显改变。(2)依据 2014 年 BAGULEY 等^[10]明确的 PSH 诊断标准:①呼吸频率大于 24 次/分;②心率大于 120 次/分;③体温大于或等于 38.5℃;④收缩压大于或等于 140 mm Hg(1 mm Hg=0.133 kPa);⑤大汗;⑥肌张力障碍;⑦躁动。符合其中 5 点且连续 3 d 每天发作 2 次即可诊断为 PSH。

1.1.3 纳入标准 (1)年龄大于或等于 18 岁;(2)伤后入院时间小于 6 h;(3)PSH 发作中无副交感神经兴奋表现;(4)临床资料完整。

1.1.4 排除标准 (1)合并头部创伤、恶性高热,以及严重心、肺疾病等;(2)有 β 受体阻断剂用药史;(3)入院 1 周内死亡。

1.2 方法 根据本院 CICU 电子住院病历收集资料,包括患者年龄、性别、身体质量指数(BMI)、合并疾病(高血压、糖尿病和冠心病)、受伤原因(交通意外、跌倒、坠落及其他)、收缩压(入院 6 h 内采用心电监护仪连接血压袖带测量血压)、舒张压(入院 6 h 内采用心电监护仪连接血压袖带测量血压)、GCS 评分(6~8 分、≤5 分)、气管切开(是/否)、早期发热(入院 48 h 内每 6 小时测量体温 1 次,平均体温超过 38℃ 为早期发热)、脑出血位置(根据头颅 CT 扫描结果记录脑出血位置)、脑积液(是/否)等。

1.3 统计学处理 应用 SPSS26.0 统计软件进行数据分析,符合正态分布计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料以率或构成比表示,组间比较采用 χ^2 检验。以患者是否发生 PSH 为因变量(发生=1、未发生=0),单因素分析中有意义的项目[收缩压原值输入,气管切开(是=1、否=0),早期发热(是=1、否=0),脑出血位置(间脑=1、蛛网膜下腔、其他=0),脑积液(是=1、否=0)]为自变量进行 logistic 回归模型分析重症颅脑损伤患者发生 PSH 的影响因素,得出预测公式并构建风险预测模型,以受试者操作特征曲线(ROC)评价模型的预测能力,以灵敏度、特异度和准确度验证模型的实际应用效能,采用 Hosmer-Lemeshow 检验评价模型的拟合优度, P 值越大说明拟合度越优。计算优势比(OR)及 95%可信区间(95%CI)。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 PSH 发生情况 建模组患者中发生 PSH 31 例(27.43%)。验证组患者中发生 PSH 14 例(29.17%)。

2.2 重症颅脑损伤患者发生 PSH 的单因素分析 2 组年龄、性别、BMI、合并疾病、受伤原因、舒张压、GCS 评分比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);2 组收缩压、气管切开、早期发热、脑出血位置、脑积液比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 1。

2.3 重症颅脑损伤患者发生 PSH 的 logistic 回归模型分析 高收缩压、气管切开、早期发热、脑出血位

置、脑积液是重症颅脑损伤患者发生 PSH 的危险因素,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

表 1 重症颅脑损伤患者发生 PSH 的单因素分析

项目	发生组($n=31$)	未发生组($n=82$)	t/χ^2	P
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	49.81±11.68	48.92±12.24	0.349	0.728
性别[$n(\%)$]			2.413	0.138
男	22(70.97)	45(54.88)		
女	9(29.03)	37(45.12)		
BMI($\bar{x}\pm s$, k/m^2)	21.06±3.64	22.19±3.42	0.734	0.126
合并疾病[$n(\%)$]			0.388	0.824
高血压	21(67.74)	49(59.76)		
糖尿病	11(35.48)	23(28.05)		
冠心病	16(51.61)	29(35.37)		
受伤原因[$n(\%)$]			0.262	0.967
交通意外	15(48.39)	44(53.66)		
跌倒	7(22.58)	17(20.73)		
坠落	4(12.90)	9(10.98)		
其他	5(16.13)	12(14.63)		
收缩压($\bar{x}\pm s$,mm Hg)	147.74±10.33	135.73±11.75	5.004	<0.001
舒张压($\bar{x}\pm s$,mm Hg)	85.47±5.62	81.40±19.72	2.104	0.056
GCS 评分[$n(\%)$]			1.998	0.157
6~8 分	18(58.06)	59(71.95)		
≤5 分	13(41.94)	23(28.05)		
气管切开[$n(\%)$]			4.192	0.027
是	13(41.94)	16(19.51)		
否	18(58.06)	66(80.49)		
早期发热[$n(\%)$]			5.651	0.017
是	21(67.74)	35(42.68)		
否	10(32.26)	47(57.32)		
脑出血位置[$n(\%)$]			8.058	0.018
间脑	17(54.84)	23(28.05)		
蛛网膜下腔	9(29.03)	28(34.15)		
其他	5(16.13)	31(37.80)		
脑积液[$n(\%)$]			6.439	0.011
是	7(22.58)	5(6.10)		
否	24(77.42)	77(93.90)		

表 2 重症颅脑损伤患者发生 PSH 的 logistic 回归模型分析

项目	偏回归系数	标准误	χ^2	P	OR	95%CI
常量	-11.529	0.412	-27.983	<0.001	—	—
收缩压	1.067	0.353	3.022	0.011	3.407	1.647~6.267
气管切开	1.142	0.315	3.625	0.007	4.315	2.125~7.149
早期发热	1.275	0.295	4.322	0.002	5.126	3.684~11.835
间脑出血	1.144	0.308	3.714	0.006	4.416	2.526~8.091
脑积液	2.011	0.151	13.318	<0.001	7.524	3.113~13.292

注:—表示为此项。

2.4 重症颅脑损伤患者发生 PSH 预测模型 根据 logistic 回归模型分析构建的回归方程为 $Y(P) = -11.529 + 1.067 \times \text{收缩压} + 1.142 \times \text{气管切开} + 1.275 \times \text{早期发热} + 1.144 \times \text{间脑出血} + 2.011 \times \text{脑积液}$ 。模型能较好地拟合 PSH 发生情况($\chi^2 = 1.109, P = 0.351$)。模型预测重症颅脑损伤患者发生 PSH 的 ROC 曲线下面积(AUC)为 0.869,差异有统计学意义(95%CI

0.733~0.972, $P < 0.001$)。灵敏度为 0.892,特异度为 0.759,约登指数为 0.651。见图 1。

2.5 重症颅脑损伤患者 PSH 风险预测模型验证 验证组预测重症颅脑损伤患者发生 PSH 的 AUC 为 0.815,差异有统计学意义(95%CI 0.634~0.912, $P < 0.001$),模型灵敏度为 0.815,特异度为 0.693,约等指数为 0.508。见图 2。

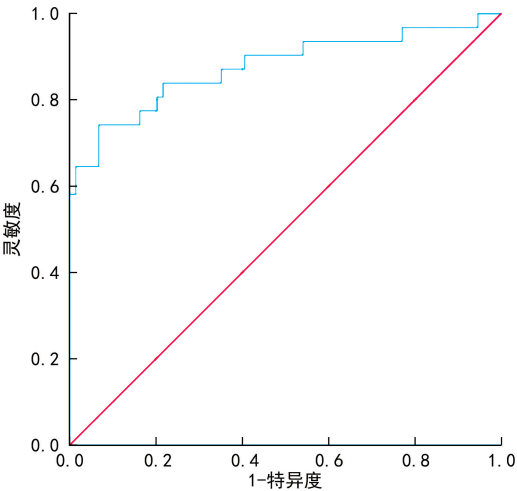


图 1 模型预测重症颅脑损伤患者 PSH 发生的 ROC 曲线

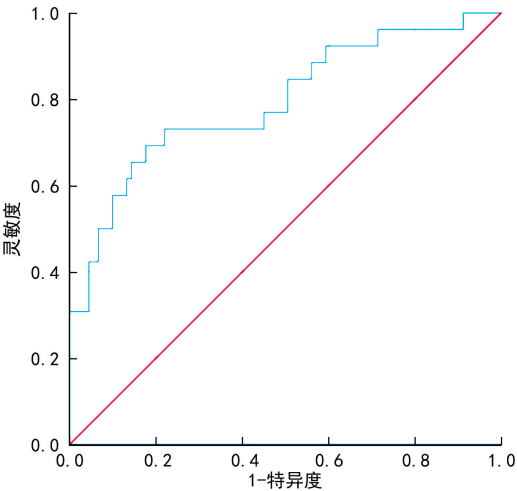


图 2 验证组预测重症颅脑损伤患者发生 PSH 的 ROC 曲线

3 讨 论

3.1 构建重症颅脑损伤患者 PSH 风险预测模型的意义 PSH 发病诱因较为复杂,且临床症状在不同个体之间存在显著差异,在临床中很少有患者会出现所有症状,多数患者仅出现一种症状或多种症状共存,而重症颅脑损伤患者治疗过程中出现电解质紊乱等并发症及所用药物可能会掩盖或模糊部分 PSH 的症状,导致 PSH 出现的运动异常被误诊为神经病理疾病,给患者后续治疗和医护人员的工作带来一定挑战^[11]。PSH 在颅脑损伤早期发作频率较高,而 PSH 发作会加重重症颅脑损伤患者的病情,导致患者致残、死亡风险升高^[12]。因此,通过构建风险预测模型可帮助医护人员在临床治疗时及早识别重症颅脑损伤患者 PSH 发生的相关危险因素,并采取适当的预防措施或监测策略,从而最大程度地减少 PSH 对患者康复过程的负面影响。

3.2 重症颅脑损伤患者发生 PSH 的危险因素

3.2.1 收缩压 本研究结果显示,高收缩压是重症颅脑损伤患者发生 PSH 的危险因素,差异有统计学意义($P<0.05$),其与诊断 PSH 的核心病理机制密切相关^[13]。高收缩压导致血液对血管壁的压力增加,进

而直接刺激交感神经末梢,引起交感神经系统兴奋,并会进一步加重已受损脑组织的损害,导致自主神经功能紊乱,进而增加 PSH 发作的风险。PSH 的临床表现与高收缩压引起的生理反应有相似之处,高收缩压可能掩盖或混淆 PSH 的临床表现,导致在诊断时产生误判,从而延误治疗^[14]。因此,在治疗过程中需密切监测患者血压变化,并采取有效措施控制血压,以预防 PSH 的发生。

3.2.2 气管切开 本研究结果显示,气管切开是重症颅脑损伤患者发生 PSH 的危险因素,差异有统计学意义($P<0.05$)。重症颅脑损伤患者神经系统受损,咳嗽和吞咽反射被抑制,患者自身无法维持正常的呼吸节律和深度,而气管切开能有效地维持氧和二氧化碳排出的平衡,为患者提供生命支持^[15]。有学者对 120 例重症创伤性颅脑损伤患者进行的研究表明,气管切开是诱发 PSH 发生的独立危险因素^[16],与本研究结果一致。原因在于患者需行气管切开术表明脑部可能出现持续性缺氧,而缺氧会导致细胞膜内外的离子浓度差发生改变,从而引起神经递质释放,导致交感神经兴奋^[17];此外气管切开过程中的创伤和刺激性因素也可能会引发患者的身体和神经系统的反应,进一步增加发生 PSH 的风险。因此,在进行气管切开前后需特别关注和管理患者的神经系统状态,必要时可应用镇静药物改善患者兴奋症状。

3.2.3 早期发热 本研究结果显示,早期发热是重症颅脑损伤患者发生 PSH 的危险因素,差异有统计学意义($P<0.05$)。早期发热是机体对损伤的生理反应,颅脑损伤后炎症因子和免疫系统的激活会加剧神经系统的不稳定性,而神经系统在损伤后处于易损状态,高温可能进一步损害神经元的功能,导致神经系统异常激活,直接或间接影响神经系统的稳定性,增加发生 PSH 的风险^[18]。HILZ 等^[19]研究表明,颅脑损伤 24 h 内体温每升高 1℃,PSH 发生的风险会增加 2.1%。因此,对早期体温异常升高的患者应密切监测体温变化,并给予及时干预和管理,有助于降低 PSH 及其他相关并发症的风险,从而改善患者的疗效和预后。

3.2.4 间脑出血 本研究结果显示,间脑出血是重症颅脑损伤患者发生 PSH 的危险因素,差异有统计学意义($P<0.05$)。间脑是大脑皮层下自主神经和内分泌控制中心,颅脑出血导致间脑正常电生理被打破,间脑结构损害后出现的双侧 δ 、 θ 波反映了大脑的异常电活动;间脑中下丘脑部分是中枢交感神经系统激活的主要区域之一,这些区域受损后可通过影响神经递质的释放、神经通路的传导,以及神经中枢的调节功能等导致交感神经系统过度兴奋无法被抑制,进而导致患者出现 PSH^[20]。因此,重症颅脑损伤患者在治疗过程中要注重神经的保护和修复,可应用非选择性 β 受体阻断剂等药物钝化交感神经反应,降低发生 PSH 的概率。

3.2.5 脑积液 本研究结果显示,脑积液是重症颅脑损伤患者发生 PSH 的危险因素,差异有统计学意义($P<0.05$)。脑积液会引起多种生理病理变化,如颅内压增高则会直接刺激到下丘脑和脑干等调节自主神经系统。同时,脑积液常伴随脑室扩大,增加对周围脑组织的压力,导致与交感神经调节相关的神经通路异常活动,进而促发 PSH^[21]。此外脑积液可引发脑脊液循环受阻和颅内炎症,进一步加重脑室内压力,影响神经结构的正常功能,增加发生 PSH 的风险^[22]。因此,在治疗重症颅脑损伤患者时需密切关注脑积液情况,并采取相应措施以减轻其对患者的影响。

3.3 重症颅脑损伤患者 PSH 风险预测模型的预测效果 本研究基于回归分析预测法构建了重症颅脑损伤患者 PSH 风险预测模型,各危险因素均可通过临床资料获取,简化风险评估操作,增强了模型可操作性。本研究 ROC 曲线分析结果显示,建模组预测重症颅脑损伤患者发生 PSH 的 AUC 为 0.869,差异有统计学意义(95%CI 0.733~0.972, $P<0.001$),约登指数为 0.651,灵敏度为 0.892,特异度为 0.759。验证组预测重症颅脑损伤患者发生 PSH 的 AUC 为 0.815,差异有统计学意义(95%CI 0.634~0.912, $P<0.001$),约登指数为 0.508,模型灵敏度为 0.815,特异度为 0.693。提示重症颅脑损伤患者 PSH 风险预测模型具有临床推广应用价值。

综上所述,高收缩压、气管切开、早期发热、间脑出血、脑积液是重症颅脑损伤患者发生 PSH 的危险因素,构建的重症颅脑损伤患者 PSH 风险预测模型具有良好准确度,可筛选出 PSH 高风险人群。但本研究的纳入患者均来自同一所医院,存在一定的局限性。建议未来扩大样本来源及数量,进一步更新、丰富、优化该模型。

参考文献

[1] GAO G, WU X, FENG J, et al. Clinical characteristics and outcomes in patients with traumatic brain injury in China; a prospective, multicentre, longitudinal, observational study[J]. *Lancet Neurol*, 2020, 19(8): 670-677.

[2] 阮霄睿, 成佩霞, 胡国清. 2000—2019 年我国颅脑创伤的发病率与患病率趋势分析[J]. *中华神经外科杂志*, 2021, 37(12): 1223-1229.

[3] 惠纪元, 龚如, 梁玉敏, 等. 中国颅脑创伤数据库: 短期预后因素分析[J]. *中华神经外科杂志*, 2014, 30(1): 56-58.

[4] 王玉明. 阵发性交感神经过度兴奋综合征诊断及治疗进展[J]. *中风与神经疾病杂志*, 2022, 39(5): 469-471.

[5] MEYFROIDT G, BAGULEY I J, MENON D K. Paroxysmal sympathetic hyperactivity: the storm after acute brain injury[J]. *Lancet Neurol*, 2017, 16(9): 721-729.

[6] MALINOVIC M, KALLENBERGER K, SANDALL J. Refractory paroxysmal sympathetic hyperactivity following traumatic intracerebral hemorrhage[J]. *Cureus*, 2021,

13(10): e19086.

[7] 陈炎, 林清, 郭叶群, 等. 慢性意识障碍并阵发性交感神经过度兴奋综合征的危险因素及其对预后的影响[J]. *临床神经病学杂志*, 2019, 32(5): 359-363.

[8] 王忠诚. 王忠诚神经外科学[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2005: 212-216.

[9] 郑剑煌, 王燕玲, 刘桂英. 格拉斯哥昏迷评分法在神经外科护理工作中的应用[J]. *中国校医*, 2016, 30(10): 785-786.

[10] BAGULEY I J, PERKES I E, FERNANDEZ-ORTEGA J F, et al. Paroxysmal sympathetic hyperactivity after acquired brain injury: consensus on conceptual definition, nomenclature, and diagnostic criteria[J]. *J Neurotrauma*, 2014, 31(17): 1515-1520.

[11] 林颖, 余旻, 谭香, 等. 创伤性脑损伤后阵发性交感神经过度兴奋综合征的研究进展[J]. *临床神经外科杂志*, 2024, 21(2): 211-215.

[12] 李星茹, 汤云, 张超, 等. ICU 颅脑损伤病人阵发性交感神经过度兴奋综合征研究进展[J]. *护理研究*, 2023, 37(14): 2598-2601.

[13] 惠纪元, 何征晖, 龚如, 等. 重型颅脑创伤患者伤后早期发生阵发性交感兴奋发作的危险因素分析[J]. *临床神经外科杂志*, 2023, 20(4): 365-369.

[14] 叶经纬, 沈鸟松, 倪海波, 等. 血红蛋白水平联合血压变异性在创伤性颅脑损伤患者预后中的评估作用研究[J]. *华西医学*, 2022, 37(12): 1788-1792.

[15] 吴凡, 韩良慧, 顾夕梅. 重度颅脑损伤气管切开患者坠积性肺炎风险因素分析及护理[J]. *齐鲁护理杂志*, 2024, 30(5): 136-139.

[16] LI Z, CHEN J, ZHANG D, et al. Tracheostomy as a risk factor for paroxysmal sympathetic hyperactivity in severe traumatic brain injury[J]. *World Neurosurg*, 2019, 123: e156-161.

[17] SIMPSON L L, STEMBRIDGE M, SIEBENMANN C, et al. Mechanisms underpinning sympathoexcitation in hypoxia[J]. *J Physiol*, 2024, 602(21): 5485-5503.

[18] 杨永录. 体温调节神经通路的研究进展[J]. *医学研究杂志*, 2017, 46(1): 1-4.

[19] HILZ M J, AURNHAMMER F, FLANAGAN S R, et al. Eyeball pressure stimulation unveils subtle autonomic cardiovascular dysfunction in persons with a history of mild traumatic brain injury[J]. *J Neurotrauma*, 2015, 32(22): 1796-1804.

[20] 邵峰, 金丽, 沈寿引, 等. 重症自发性脑出血阵发性交感神经兴奋综合征的发生因素及对患者预后的影响[J]. *临床急诊杂志*, 2022, 23(3): 187-191.

[21] 高俊, 张庆辉, 罗阳, 等. 合并脑积液的小儿鞍区肿瘤并发阵发性交感神经过度兴奋 2 例[J]. *中国临床神经外科杂志*, 2022, 27(12): 1039.

[22] 聂竞, 倪啸晓, 谢秋幼, 等. 意识障碍患者的临床并发症分析[J]. *临床神经外科杂志*, 2020, 17(1): 22-26.