

神经电生理监测在重型颅脑损伤患者生存预后相关因素中的应用

陈钊, 谢薇, 魏攀, 刘兴智, 李天贵, 曾梦非, 肖明, 江春, 赵柏皓, 陈虹林
成都市龙泉驿区第一人民医院(四川大学华西医院龙泉医院)神经外科, 四川 成都 610100

【摘要】目的:探讨神经电生理监测技术在重症颅脑损伤(STBI)患者预后恢复中的应用价值及其相关性。**方法:**采取病例对照回顾性研究方法,92例STBI患者纳入本次研究,根据治疗后患者的预后结局将其分为良好组57例、不良组35例,对比两组患者入院后48 h内的神经电生理监测结果,采用受试者工作曲线(ROC)分析脑电图(EEG)、体感诱发电位、运动诱发电位在预测患者预后中的价值,采用Logistic回归模型分析神经电生理监测结果与STBI患者预后的关系。**结果:**预后不良组患者EEG中重度异常患者占比74.29%、体感诱发电位阳性患者占比71.43%、运动诱发电位阳性患者占比71.43%,预后良好组患者EEG中重度异常患者占比24.56%、体感诱发电位阳性患者占比33.33%、运动诱发电位阳性患者占比35.09%,差异均有统计学意义($P<0.05$);Logistic回归模型分析,显示:瞳孔散大、对光反射消失、GCS评分 <6 分、休克、脑疝、EEG中重度异常、体感诱发电位阳性、运动诱发电位阳性是STBI患者不良预后结局的独立危险因素($P<0.05$);EEG预测患者不良预后结局的灵敏度为74.29%、特异度为75.44%、ROC曲线下面积AUC值为0.759;体感诱发电位预测患者不良预后结局的灵敏度为71.43%、特异度为66.67%、ROC曲线下面积AUC值为0.690;运动诱发电位预测患者不良预后结局的灵敏度为71.43%、特异度为64.91%、ROC曲线下面积AUC值为0.682。**结论:**EEG中重度异常、体感诱发电位阳性、运动诱发电位阳性与STBI患者预后恢复不佳关系密切,且EEG预测患者预后恢复不良具有一定的临床价值。

【关键词】神经电生理监测;重症颅脑损伤;预后;脑电图;体感诱发电位;运动诱发电位

【中图分类号】R35;R651.1

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2023)09-1151-05

Use of neuroelectrophysiological monitoring technology to analyze prognostic factors related with survival in patients with severe traumatic brain injury

CHEN Fang, XIE Wei, WEI Pan, LIU Xingzhi, LI Tianguai, ZENG Mengfei, XIAO Ming, JIANG Chun, ZHAO Baihao, CHEN Honglin
Department of Neurosurgery, the First People's Hospital of Longquanyi District (Longquan Hospital, West China Hospital, Sichuan University), Chengdu 610100, China

Abstract: Objective To explore the role of neuroelectrophysiological monitoring in predicting the prognosis in patients with severe traumatic brain injury (STBI), and to discuss the correlation. **Methods** A retrospective case-control study of 92 STBI patients was conducted. According to prognostic outcome, the patients were divided into good prognosis group ($n=57$) and poor prognosis group ($n=35$). The neuroelectrophysiological monitoring results of the two groups within 48 h after admission were compared. The value of electroencephalogram (EEG), somatosensory evoked potential and motor evoked potential in predicting STBI prognosis was analyzed using receiver operating characteristic (ROC) curve. The relationship between the results of neuroelectrophysiological monitoring and STBI prognosis was analyzed by Logistic regression model. **Results** The patients with moderate and severe EEG abnormalities, positive somatosensory evoked potential, and positive motor evoked potential accounted for 74.29%, 71.43%, and 71.43% in poor prognosis group, significantly different from 24.56%, 33.33%, and 35.09% in good prognosis group ($P<0.05$). Logistic regression model analysis showed that dilated pupils, loss of light reflex, GCS score <6 , shock, cerebral hernia, moderate and severe EEG abnormalities, positive somatosensory evoked potential and positive motor evoked potential were independent risk factors for poor prognosis in STBI patients ($P<0.05$). The sensitivity, specificity and AUC of EEG in predicting poor prognosis were 74.29%, 75.44% and 0.759, respectively; and those of somatosensory evoked potential were 71.43%, 66.67% and 0.690, respectively; and those of motor evoked potential were 71.43%, 64.91% and 0.682, respectively. **Conclusion** Moderate and severe EEG abnormalities, positive somatosensory

【收稿日期】2023-06-18

【基金项目】四川省卫计委医学科研项目(18PJ429);成都市卫生健康委员会医学科研课题(2020079)

【作者简介】陈钊, 硕士, 副主任医师, 研究方向:神经外科学, E-mail: 1603377206@qq.com

evoked potential and positive motor evoked potential are closely related to the poor prognosis in STBI patients, and EEG has certain clinical value in predicting poor prognosis.

Keywords: neuroelectrophysiological monitoring; severe traumatic brain injury; prognosis; electroencephalogram; somatosensory evoked potential; motor evoked potential

前言

重型颅脑损伤(Severe Traumatic Brain Injury, STBI)死亡率居全身创伤首位,致残率高,预后较差,全身并发症较多,救治成本高,产生的社会负担较重^[1-3]。由于继发性损伤(多为硬膜下、硬膜外或脑内血肿)不断加重,间接或直接挤压脑干导致脑疝形成,有较大部分STBI患者通过积极干预亦不能存活^[4-6]。因此,早期预测STBI患者预后,及时干预,对提高STBI患者生存率具有重要意义。目前在临床上预测STBI预后多采用伤后GCS评分、年龄、脑干反射、脑CT扫描特征(Marshall CT分类)量表^[7]及脑电图(EEG)^[8]等,但受主观因素影响较大,在数据收集上存在一定局限性。神经电生理监测技术是利用诱发电位(EPs)^[9]监测神经功能的一项技术,广泛应用于神经外科领域。有文献报道其对预测昏迷患者能否苏醒具有一定的价值^[10]。为探讨神经电生理监测在预测STBI患者预后恢复中的应用价值及其关系,本研究对比预后良好与预后不良STBI患者EEG、SEP、MEP的差异。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究经医院伦理委员会批准后实施,采取病例对照回顾性研究方法。选取本院2019年10月~2023年3月在神经外科治疗的92例STBI患者纳入本次研究,根据治疗后患者的预后结局将其分为良好组57例、不良组35例。

纳入标准:(1)患者有明确的外伤病史,重症颅脑损伤的诊断标准参考中华医学会神经外科分会2015年制定的《重型颅脑损伤临床救治指南》^[11]中的标准;(2)患者年龄19~69岁,入院时患者的格拉斯哥昏迷(GCS)评分^[12]≤8分;(3)入院后48 h内存活且接受治疗;(4)患者影像学资料、神经电生理资料均完整。排除标准:(1)患有癌症、颅内占位病变;(2)既往具有开颅手术史;(3)合并心脑血管等器官的严重器质性病变;(4)凝血功能基础疾病;(5)受伤之前患者合并精神疾病、老年痴呆;(6)转院治疗患者。

1.2 神经电生理监测及判断

EEG:所有受试者均于伤后48~72 h内使用EEG仪(北京新拓公司)行EEG监测,按照国际10/20系统

安放电极,电极膏黏连固定盘状电极,将记录的EEG从背景、清醒期、睡眠期脑电结果方面分为正常和轻度、中度、重度异常。

体感诱发电位(Somatosensory Evoked Potential, SEP):所有受试者于入院72 h内使用肌电图诱发仪(日本光电公司)对患者行SEP检测。使用针电极,根据国际EEG 10/20系统中C3'和C4'(C3和C4后2 cm处)作为上肢监测记录位置,Fz为参考电极。将表面电极固定于腕褶部上方2 cm,刺激上肢正中神经;下肢则以Cz'(Cz后2 cm处)作为记录位置,Fz为参考电极,将表面电极放置于跟腱与内踝之间,刺激下肢胫后神经。接地电极放置于伸指总肌处。参数设置为:刺激频率2.1~4.7 Hz,恒流刺激强度上肢15~20 mA、下肢30~35 mA,刺激间期300 μ s,信号平均叠加次数100~200次,滤波范围30~500 Hz。根据是否引出、左右侧的波幅变化幅度、潜伏期有无延长等标准将结果分为阴性和阳性^[13]。

运动诱发电位(Motor Evoked Potential, MEP):使用针电极,根据国际EEG 10/20系统中C3和C4作为刺激电极。记录电极为置入肌腹中的双针电极,记录肌肉包括三角肌、肱二头肌、拇短展肌、股内侧肌、胫前肌、腓肠肌、肛门括约肌、拇展肌。参数设置为:恒压刺激强度200~340 V,刺激间期500 μ s,多脉冲刺激模式。根据是否引出、左右侧的波幅变化幅度、潜伏期有无延长等标准将结果分为阴性和阳性^[11]。

1.3 预后评估标准

患者的预后评价采用改良Rankin量表^[14]评分:患者康复效果非常好,完全没有症状(0级);患者康复后,存在一定的轻度后遗症,但是基本上不影响日常生活及工作情况(1级);患者在经过康复治疗后,仅仅存在轻度功能残障,患者不能完成受伤之前的相关工作,日常生活需要旁人协助照料(2级);经过康复治疗,患者存在中度日常功能残疾,不能工作,日常生活需要协助方能完成(3级);患者经过康复治疗,功能障碍十分明显,不能独立行走,日常生活需要照料(4级);患者受伤康复之后,功能存在严重残障,患者仅能卧床休养、大小便失禁,需要专门护理人员进行护理照顾(5级);患者救治无效,死亡

(6级)。0~3级为预后良好,4~6级为预后不良。

1.4 统计学方法

数据使用统计软件 SPSS21.0 进行处理分析。EEG、SEP、MEP 结果属于计数资料,采用率(%)描述,数据比较采用 χ^2 检验,影响 STBI 患者预后结局的多因素分析采用 Logistic 回归模型分析法。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料及病情情况比较

预后不良组与预后良好组患者的年龄、性别、吸烟、饮酒、合并外伤、脑损伤类型、受伤至手术时间比较,差异无统计学意义($P>0.05$);预后不良组和预后良好组患者的瞳孔散大患者占比、对光反射消失、肺部感染患者占比、GCS 评分、休克患者占比、脑疝患者占比比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 1。

2.2 两组患者 EEG、SEP、MEP 检查结果比较

预后不良组患者的 EEG 中重度异常患者占比 74.29%(26/35)、SEP 阳性患者占比 71.43%(25/35)、MEP 阳性患者占比 71.43%(25/35),预后良好组患者 EEG 中重度异常患者占比 24.56%(14/57)、SEP 阳性患者占比 33.33%(19/57)、MEP 阳性患者占比 35.09%(20/57),差异均有统计学意义($P<0.01$)。

2.3 影响 STBI 患者预后结局的多因素分析

以患者的预后结局作为因变量,以单因素分析有统计学意义的瞳孔是否散大、对光反射是否消失、是否合并肺部感染、GCS 评分、是否休克、是否发生脑疝、EEG、SEP、MEP 作为自变量建立 Logistic 回归模型,结果显示:瞳孔散大、对光反射消失、GCS 评分 <6 分、休克、脑疝、EEG 中重度异常、SEP 阳性、MEP 阳性是 STBI 患者不良预后结局的独立危险因素($P<0.05$)。

2.4 EEG、SEP、MEP 预测 STBI 患者预后结局的价值

EEG 预测患者不良预后结局的灵敏度为 74.29%、特异度为 75.44%、ROC 曲线下面积 AUC 值为 0.759;SEP 预测患者不良预后结局的灵敏度为 71.43%、特异度为 66.67%、ROC 曲线下面积 AUC 值为 0.690;MEP 预测患者不良预后结局的灵敏度为 71.43%、特异度为 64.91%、ROC 曲线下面积 AUC 值为 0.682。见图 1。

3 讨论

STBI 是临床常见的危急重症,容易导致各种神经功能严重受损,从而出现相应神经功能障碍表现^[15-17]。准确、客观地判断预后及生存时间对指导

表 1 两组患者一般资料及病情情况比较[例(%)]
Table 1 Comparison of general information and condition between two groups [cases (%)]

一般资料	良好组(n=57)	不良组(n=35)	χ^2 值	P 值
年龄/岁			1.260	0.262
≥60	29(50.88)	22(62.86)		
<60	28(49.12)	13(37.14)		
性别			1.407	0.206
男	32(56.14)	24(68.57)		
女	25(43.86)	11(31.43)		
吸烟			1.292	0.256
是	24(42.11)	19(54.29)		
否	33(57.89)	16(45.71)		
饮酒			0.170	0.399
是	21(36.84)	16(45.71)		
否	36(63.16)	19(54.29)		
瞳孔			8.743	0.003
正常	42(73.68)	15(42.86)		
散大	15(26.32)	20(57.14)		
对光反射			6.900	0.009
存在	43(75.44)	17(48.57)		
消失	14(24.56)	18(51.43)		
肺部感染			5.595	0.018
是	14(24.56)	17(48.57)		
否	43(75.44)	18(51.43)		
合并外伤			1.453	0.228
有	22(38.6)	18(51.43)		
无	35(61.4)	17(48.57)		
脑损伤类型			1.960	0.581
蛛网膜下腔出血	21(36.84)	15(42.86)		
蛛网膜外出血	15(26.32)	7(20.00)		
脑挫裂伤	14(24.56)	6(17.14)		
合并 2 种以上损伤	7(12.28)	7(20.00)		
GCS 评分			6.900	0.009
≥6 分	43(75.44)	17(48.57)		
<6 分	14(24.56)	18(51.43)		
休克			5.434	0.020
是	9(15.79)	13(37.14)		
否	48(84.21)	22(62.86)		
脑疝			4.696	0.030
是	11(19.3)	14(40.00)		
否	46(80.7)	21(60.00)		
受伤至手术时间			1.860	0.173
≥6 h	18(31.58)	16(45.71)		
<6 h	39(68.42)	19(54.29)		

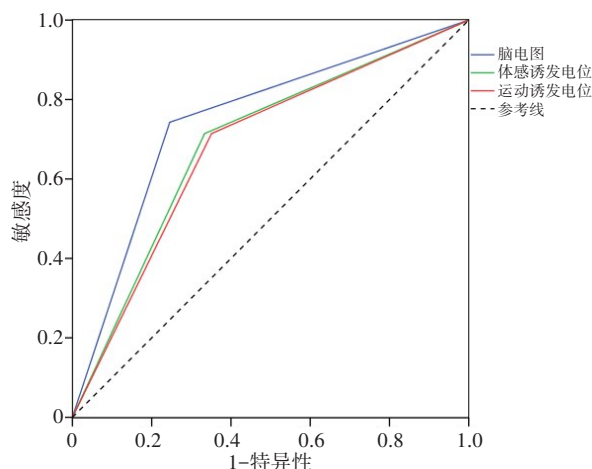


图1 EEG、SEP、MEP预测STBI患者预后结局的ROC曲线
Figure 1 ROC curves of EEG, SEP, and MEP in predicting STBI prognosis

STBI的临床治疗、改善患者预后具有重要意义。神经电生理监测技术是通过EEG和EPs等各种电生理技术,监测患者神经功能完整性的技术^[18-19]。其可从神经解剖、病理生理等层面,直接了解到大脑皮层、神经纤维传导束、脑干的上行网状激活系统等功能情况,从而掌握患者病情及预后相关情况。EEG通过电子仪器记录脑部的自发性生物电位加以放大记录而获得相应的图形,可以显示出大脑半球皮质功能。EPs是通过外界的确定性刺激(电、光、声等刺激)使机体产生一种局部化的电位变化,再利用仪器记录这种电信号在神经系统中的传导过程,从而评估通路功能的完整性^[20-21]。临床常用的EPs包括SEP、脑干听觉诱发电位、MEP、视觉诱发电位等。本研究通过比较预后良好与预后不良STBI患者EEG、SEP、MEP的差异,以期探讨神经电生理监测在预测STBI患者预后恢复中的应用价值及其关系。

本研究结果显示预后不良STBI患者和预后良好STBI患者的瞳孔散大患者占比、对光反射消失、肺部感染患者占比、GCS评分、休克患者占比、脑疝患者占比比较差异有统计学意义,说明STBI患者预后不良与瞳孔散大、对光反射消失、GCS评分以及合并肺部感染、休克、脑疝等因素具有相关性。瞳孔散大和对光反射消失提示脑干功能受损,是严重颅脑创伤的征象。GCS评分较低表示患者意识障碍较严重,表明患者存在神经系统功能严重损害。合并肺部感染、休克、脑疝等严重并发症,会进一步增加脑损伤,影响疾病恢复。这些因素均会对患者神经系统功能和康复产生负面影响,与不良预后密切相关。进一步Logistic回归分析显示:瞳孔散大、对光反射消失、GCS评分<6分、发生休克、发生脑疝是STBI患者不

良预后结局的独立危险因素。李哲等^[22]对61名STBI患者分析显示,GCS评分越低及合并肺炎是STBI患者不良预后的危险因素。与本研究结果相一致。邓科等^[23]的研究也得出了一致结论。

本研究结果显示预后不良的STBI患者的EEG中重度异常比例、SEP阳性比例、MEP阳性比例均高于预后良好患者,说明EEG、SEP、MEP结果与STBI预后具有相关性。这与许晖等^[24]研究结果相一致。EEG重度异常包括持续性脑电活动的减弱或增强,其反映了大脑受到较严重的损伤或功能障碍。EPs是通过刺激患者的各神经系统并记录大脑对该刺激的电信号反应来评估神经传导功能的一种方法。EPs阳性比例较高,意味着神经传导功能受到的损害较重。杨丽林等^[25]的研究证实神经电生理监测可反映脑内紊乱程度,评估患者病情及预后。EEG重度异常、较高的SEP阳性比例和MEP阳性比例,提示患者在神经传导和运动功能方面存在更严重的障碍,大脑功能受到了更严重的影响。本研究Logistic回归分析显示EEG中重度异常、SEP阳性、MEP阳性是STBI患者不良预后结局的独立危险因素,这些因素都会加重STBI患者病情,导致不良预后发生。本研究对上述相关因素的ROC曲线分析显示,EEG对STBI患者不良预后有一定的预测价值。

综上所述,EEG中重度异常、SEP阳性、MEP阳性与STBI患者预后恢复不佳关系密切,且EEG预测患者预后恢复不良具有一定的临床价值。瞳孔散大、对光反射消失、GCS评分<6分、发生休克、发生脑疝是STBI患者不良预后结局的独立危险因素,临床诊疗中应针对上述危险因素采取积极干预措施,预防患者不良预后发生。

【参考文献】

- [1] Robinson CP. Moderate and severe traumatic brain injury [J]. Continuum (Minneapolis), 2021, 27(5): 1278-1300.
- [2] 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.
- [3] Capizzi A, Woo J, Verduzco-gutierrez M. Traumatic brain injury: an overview of epidemiology, pathophysiology, and medical management [J]. Med Clin North Am, 2020, 104(2): 213-238.
- [4] Cassol G, Godinho DB, de Zorzi VN, et al. Potential therapeutic implications of ergogenic compounds on pathophysiology induced by traumatic brain injury: a narrative review [J]. Life Sci, 2019, 233: 116684.
- [5] 张恒, 秦治刚, 梁华新, 等. 重型颅脑损伤患者大骨瓣减压术后迟发性颅内血肿对预后的影响 [J]. 吉林大学学报(医学版), 2016, 42(2): 362-365.
Zhang H, Qin ZG, Liang HX, et al. Influence of delayed traumatic intracranial hemorrhage followed by large decompressive craniectomy in prognosis of patients with severe traumatic brain injury [J]. Journal of Jilin University (Medicine Edition), 2016, 42(2): 362-365.
- [6] Corrigan JD. Traumatic brain injury and treatment of behavioral health

- conditions[J]. *Psychiatr Serv*, 2021, 72(9): 1057-1064.
- [7] De Cássia Almeida Vieira R, Silveira JC, Paiva WS, et al. Prognostic models in severe traumatic brain injury: a systematic review and meta-analysis[J]. *Neurocrit Care*, 2022, 37(3): 790-805.
- [8] Appavu B, Foldes S, Temkit M, et al. Intracranial electroencephalography in pediatric severe traumatic brain injury[J]. *Pediatr Crit Care Med*, 2020, 21(3): 240-247.
- [9] Zhang CW, Fei J, Shi SY, et al. Application of multimodal neuroelectrophysiological monitoring technology in surgical treatment of thoracic tuberculosis[J]. *Zhongguo Gu Shang*, 2021, 34(11): 1065-1071.
- [10] 王立侠,陈芳芳,朱雪瑞,等.床旁神经电生理监测在重症监护室意识障碍患者中的应用分析[J]. *中国实用神经疾病杂志*, 2019, 22(24): 2706-2712.
- Wang LX, Chen FF, Zhu XR, et al. Application of bedside electrophysiological monitoring in patients with consciousness disorder in intensive care unit[J]. *Chinese Journal of Practical Nervous Diseases*, 2019, 22(24): 2706-2712.
- [11] 高亮.美国第四版《重型颅脑损伤救治指南》解读[J]. *中华神经创伤外科电子杂志*, 2017, 3(6): 321-324.
- Gao L. Interpretation of the fourth edition of the American Guidelines for the Treatment of Severe Craniocerebral Injury[J]. *Chinese Journal of Neurotraumatic Surgery (Electronic Edition)*, 2017, 3(6): 321-324.
- [12] Mehta R, Chinthapalli K. Glasgow coma scale explained[J]. *Br Med J*, 2019, 365: 11296.
- [13] 李莉,吕楠,赵瑞,等.神经电生理监测在脑血管疾病手术中的应用[J]. *中国脑血管病杂志*, 2023, 20(4): 271-279.
- Li L, Lü N, Zhao R, et al. Application of neuroelectrophysiological monitoring in the operation of cerebrovascular diseases[J]. *Chinese Journal of Cerebrovascular Diseases*, 2019, 20(4): 271-279.
- [14] Haggag H, Hodgson C. Clinimetrics: modified rankin scale (mRS)[J]. *J Physiother*, 2022, 68(4): 281.
- [15] Khellaf A, Khan DZ, Helmy A. Recent advances in traumatic brain injury[J]. *J Neurol*, 2019, 266(11): 2878-2889.
- [16] Koliatsos VE, Rao V. The behavioral neuroscience of traumatic brain injury[J]. *Psychiatr Clin North Am*, 2020, 43(2): 305-330.
- [17] Demers-Marcil S, Coles JP. Cerebral metabolic derangements following traumatic brain injury[J]. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2022, 35(5): 562-569.
- [18] 中国康复医学会脊柱脊髓专业委员会脊柱外科神经电生理学组.规范化脊柱外科手术中神经电生理监测技术的专家共识[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2019, 29(10): 944-954.
- Neuroelectrophysiology Group of Spinal Surgery, Spine and Spinal Cord Professional Committee, Chinese Rehabilitation Medical Association. Expert consensus on standardized neuroelectrophysiological monitoring in spinal surgery[J]. *Chinese Journal of Spine and Spinal Cord*, 2019, 29(10): 944-954.
- [19] Feyissa AM, Tatum WO. Adult EEG[J]. *Handb Clin Neurol*, 2019, 160: 103-124.
- [20] 朱永吉,沈岳松,杨华,等.床旁连续视频脑电图结合Synck脑电分级对重型颅脑损伤患者近期预后的评估价值[J]. *中国中西医结合急救杂志*, 2022, 29(2): 149-153.
- Zhu YJ, Shen YS, Yang H, et al. Evaluation value of bedside continuous video electroencephalogram combined with Synck EEG grading for short-term prognosis of patients with severe craniocerebral injury[J]. *Chinese Journal of Integrated Traditional and Western Medicine in Intensive and Critical Care*, 2022, 29(2): 149-153.
- [21] Lütolf R, Júlio SU, Schubert M, et al. Intra-epidermal evoked potentials: a promising tool for spinal disorders?[J]. *Neurophysiol Clin*, 2022, 52(1): 44-57.
- [22] 李哲,韩明锋,单南冰,等.61例重型颅脑损伤患者预后因素及呼吸机相关性肺炎病原学特征[J]. *临床肺科杂志*, 2020, 25(12): 1863-1866.
- Li Z, Han MF, Shan NB, et al. Prognostic factors and etiological characteristics of ventilator-associated pneumonia in 61 patients with severe head injury[J]. *Journal of Clinical Pulmonology*, 2020, 25(12): 1863-1866.
- [23] 邓科,刘斌,曾瑞亮.颅脑损伤昏迷患者苏醒的影响因素分析[J]. *中国当代医药*, 2019, 26(30): 45-47.
- Deng K, Liu B, Zeng RL. Analysis of factors influencing recovery of coma patients with craniocerebral injury[J]. *Chinese Journal of Contemporary Medicine*, 2019, 26(30): 45-47.
- [24] 许晖,董江涛,王惠,等.重型颅脑损伤患者TCD、神经电生理监测对预后评价的临床研究[J]. *现代预防医学*, 2019, 46(4): 752-755.
- Xu H, Dong JT, Wang H, et al. Clinical study of TCD and neuroelectrophysiological monitoring on prognosis evaluation of patients with severe craniocerebral injury[J]. *Modern Preventive Medicine*, 2019, 46(4): 752-755.
- [25] 杨林丽,孙成梅,戴月,等.神经电生理监测评估重型颅脑损伤患者预后及脑内神经递质变化价值分析[J]. *创伤与急危重病医学*, 2020, 8(5): 385-387.
- Yang LL, Sun CM, Dai Y, et al. Value of neuroelectrophysiological monitoring in evaluating prognosis and intracerebral neurotransmitter changes in patients with severe craniocerebral injury[J]. *Trauma and Critical Care Medicine*, 2020, 8(5): 385-387.

(编辑:黄开颜)