

# 基于常规治疗基础的右正中神经刺激对重型颅脑损伤患者SPECT/CT、脑血流动力学及脑电图synek分级的影响

杜延平<sup>1</sup>, 梁建广<sup>1</sup>, 王玉海<sup>2</sup>, 张夏慧<sup>1</sup>, 金东<sup>1</sup>, 姜立先<sup>1</sup>

1. 无锡市中医医院(南京中医药大学附属无锡医院)神经外科, 江苏 无锡 214001; 2. 联勤保障部队第九〇四医院神经外科, 江苏 无锡 214044

**【摘要】目的:**分析基于常规治疗基础的右正中神经刺激疗法在重型颅脑损伤(sTBI)患者中的应用效果。**方法:**选取60例sTBI患者,均处于昏迷状态,格拉斯哥昏迷评分低于9分。患者经随机数字表法被分成观察组( $n=30$ )和对照组( $n=30$ ),其中对照组接受常规疗法,观察组在此基础上接受右正中神经刺激疗法,治疗周期均为1个月。比较两组治疗效果、脑血流动力学水平、脑干听觉诱发电位(BAEP)潜伏期指标及脑电图synek分级,并通过SPECT/CT评价脑血流灌注情况。**结果:**治疗1月后,观察组运动感觉皮质、丘脑区的血流灌注量显著高于对照组( $P<0.05$ );两组运动感觉海马区的血流灌注量相比,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。观察组脑电图synek分级中I~III级的占比高于对照组( $P<0.05$ );观察组平均血流速度、局部脑血流量、局部脑血容量指标显著高于对照组( $P<0.05$ )。观察组左、右耳BAEP的I、III、V、I-III、III-V级潜伏期均短于对照组( $P<0.05$ )。随访6个月后观察组清醒、微意识状态占比高于对照组( $P<0.05$ )。**结论:**在常规治疗基础上加以右正中神经刺激疗法用于sTBI患者,可显著增加其伤侧皮质、丘脑区血流灌注量,促进脑电图synek分级、脑血流动力学水平、神经功能改善,缩短BAEP潜伏期,有利于改善预后。

**【关键词】**重型颅脑损伤;右正中神经刺激疗法;单光子发射计算机断层成像技术;血流动力学;脑电图

**【中图分类号】**R651.1;R816.1

**【文献标志码】**A

**【文章编号】**1005-202X(2023)11-1423-05

## Effects of right median nerve stimulation combined with conventional treatment on SPECT/CT, cerebral hemodynamics and EEG synek grading in patients with severe traumatic brain injury

DU Yanping<sup>1</sup>, LIANG Jianguang<sup>1</sup>, WANG Yuhai<sup>2</sup>, ZHANG Xiahui<sup>1</sup>, JIN Dong<sup>1</sup>, JIANG Lixian<sup>1</sup>

1. Department of Neurosurgery, Traditional Chinese Medicine Hospital of Wuxi (Wuxi Hospital Affiliated to Nanjing University of Chinese Medicine), Wuxi 214001, China; 2. Department of Neurosurgery, No.904 Hospital of the Joint Logistics Support Force of the People's Liberation Army of China, Wuxi 214044, China

**Abstract: Objective** To analyze the therapeutic effect of right median nerve stimulation therapy combined with conventional treatment in patients with severe traumatic brain injury (sTBI). **Methods** Sixty patients with sTBI were enrolled, all of whom were in coma, and the Glasgow coma score was lower than 9. The patients in control group ( $n=30$ ) were treated with conventional treatment, while those in observation group ( $n=30$ ) received right median nerve stimulation therapy in addition to conventional treatment, with the treatment cycle of 1 month. The two groups were compared in terms of therapeutic effect, cerebral hemodynamics, brainstem auditory evoked potential (BAEP) latency, and electroencephalogram (EEG) synek grade, and the cerebral blood perfusion was evaluated with SPECT/CT. **Results** After 1 month of treatment, the blood perfusion volume of motor sensory cortex and the thalamus in observation group was significantly higher than that in control group ( $P<0.05$ ), and there was no significant difference in the blood perfusion volume of the hippocampus between two groups ( $P>0.05$ ). The proportions of EEG synek grade I-III, average blood flow velocity, regional cerebral blood flow (rCBF) and regional cerebral blood volume (rCBV) were higher in observation group than in control group (all  $P<0.05$ ). The latency of BAEP I, III, V, I-III, III-V in the left and right ear of observation group were shorter than those of control group ( $P<0.05$ ). The 6-month follow-up showed that the

**【收稿日期】**2023-09-02

**【基金项目】**江苏省卫健委课题(K2019018)

**【作者简介】**杜延平, 硕士, 副主任医师, 研究方向: 脑血管病及颅脑创伤, E-mail: duyanning1123@163.com

**【通信作者】**梁建广, 主任医师, 研究方向: 颅脑创伤、脑出血及脑积水, E-mail: zyyjg@126.com

proportion of conscious state and minimally conscious state was higher in observation group than in control group ( $P<0.05$ ).

**Conclusion** The combination of conventional treatment with right median nerve stimulation for sTBI can significantly increase the blood perfusion volume in the injured cortex and thalamus, promote the improvements of EEG synek grade, cerebral hemodynamics and nerve function, shorten BAEP latency, and improve the prognosis.

**Keywords:** severe traumatic brain injury; right median nerve stimulation therapy; single-photon emission computed tomography; hemodynamics; electroencephalogram

前言

随着社会经济的不断发展,建筑意外与交通事故频发,间接或者直接暴力可引发颅脑重度外伤,致使颅脑损伤患病率逐渐上升<sup>[1]</sup>。尽管临床在重型颅脑损伤(sTBI)患者病理生理研究方向取得了较好的成绩,但在改善患者预后方面一直未有较大突破<sup>[2-3]</sup>。近些年的研究发现意识属于大脑皮质高级活动中心,利用电刺激疗法可以促使机体发生一系列生理性变化,包含血流动力学、神经递质等,有利于患者维持清醒状态,进而降低致残率<sup>[4-5]</sup>。电刺激属于一种催化剂,是临床常见的物理疗法,可强化中枢神经系统功能,而右正中神经属于中枢神经系统的外周门户,通过低频电流对其进行刺激,不仅能够增加皮质活动脑血流量,且利于诱导神经自身修复,促进大脑侧支循环的重新建立,有助于促进昏迷患者苏醒<sup>[6-7]</sup>。为提高sTBI昏迷患者的临床疗效,丰富临床治疗选择性,本研究尝试在医院常规治疗的基础上给予右正中神经刺激,通过观察各项客观指标的变化,分析其可行性。

1 临床资料

1.1 一般资料

选取2018年2月~2020年2月间无锡市中医医院收治的60例sTBI患者,经随机数字表法分成观察组( $n=30$ )和对照组( $n=30$ )。所有患者均行单侧标准去大骨瓣减压术,将颅内血肿及挫伤失活脑组织加以清除,行硬膜减张缝合、弃去骨瓣,术后 $\leq 2$ 周处于昏迷状态,格拉斯哥昏迷评分(GCS)低于9分。患者家属均签署知情同意书。纳入标准:①患者经确诊为sTBI所致昏迷,符合《颅脑创伤性昏迷诊断与治疗》中相关诊断标准<sup>[8]</sup>;②患者呼吸、循环系统指标相对稳定,无手术脑积水、颅内血肿等情况;③患者年龄超过18岁;④患者处于微意识、植物生存状态,无自发性或者刺激时睁眼。排除标准:①患者存在重要脏器(心、肝、肾)功能严重损害;②患者既往存在中枢神经系统疾病;③患者处于妊娠期、哺乳期;④患者伴有严重脑干病变、脑萎缩;⑤患者伴有主要器官功能衰退或者颅内肿瘤;⑥患者存在脑卒中。脱落标准:患者在治疗过程中死亡。两组患者临床资料见表1,具有可比性。

表1 两组患者临床资料  
Table 1 Clinical date of two groups

组别	<i>n</i>	年龄/岁	性别(男/女)	受伤类型/例				受伤原因/例			
				广泛脑挫裂伤	硬膜下血肿合并脑内出血	脑内血肿	其他	交通事故	坠落	打击	摔伤
对照组	30	48.52±8.52	20/10	12	8	6	4	14	6	4	6
观察组	30	48.44±8.44	17/13	10	7	8	5	15	5	6	4

1.2 治疗方法

对照组接受常规治疗。患者入院后均给予常规头颅CT、心电图、实验室检查,评估身体状态及病情情况,每日定时检查患者生命体征、瞳孔变化、意识情况,必要时复查头颅CT;接受常规保护脑神经、预防感染、纠正水电解质等基础疗法;同时采用亚低温联合高压氧治疗,亚低温疗法是在患者术后进行水循环式降温毯治疗,给予冬眠合剂(异丙嗪50 mg+氯丙嗪50 mg+卡肌宁200 mg+生理盐水250 mL),肛温控制在32℃~34℃,依据患者心率及血压及时调整用药,连续治疗6 d,颅内

压正常则去除冰毯,于12 h内恢复正常体温。患者生命体征平稳后,及时实施高压氧治疗,于治疗前10~20 min提升舱内压力至0.2 MPa,压力稳定后吸氧60 min,减压20 min,每个疗程10 d,两个疗程中间休息3 d,视患者情况计划治疗时间,最长不超过6个疗程。

观察组在对照组基础上加用右正中神经刺激疗法。采用神经刺激仪(山东赛诺非电子科技有限公司;鲁ICP备16045302号),在患者右前臂前面腕横纹上2 cm处贴敷皮肤电极,实施直流电刺激,振幅:0~60 mA,输出电压:180 V+10/-30 V,脉冲波形单向矩形波可供脉宽

范围:75~300  $\mu$ s,脉冲频率范围:40 Hz,治疗时间:连续干预20 min后静息40 s,每日治疗时间低于10 h,输出强度:10~20 mA。

两组均连续干预1个月,后根据恢复情况调整治疗周期至2个月。

1.3 观察指标

1.3.1 SPECT/CT检查 治疗前后通过Philips Precedence SPECT/CT机,患者检查前接受<sup>99m</sup>Tc-ECD 25~30 mCi后30 min实施脑血流灌注显像,同时接受25 mg氯丙嗪注射,使其处于放松与安静状态,头部加以缚带固定,检查过程中使用鼻吸氧或者气管切开导管给氧3 mL/min,通过Philips生理监护仪测定生命体征。利用低能高分辨准直器双探头同时采集,探头旋转360°,窗宽:20%,能峰:140 keV,矩阵:64×64,每6°采集1帧,放大1.5倍,获取SPECT图像,利用Astonish重建技术处理图像,Hanning滤波,截止频率为0.8,通过工作站融合软件Integra实现SPECT、CT图像的同机融合,于CT图像上沿着解剖结构影像勾勒颅骨成形前后受伤部位运动感觉区、海马区、丘脑等感兴趣区(ROI),检查者将镜像复制于SPECT脑血流灌注图像上,计算ROI放射性核素计数值。

1.3.2 脑电图synek分级 通过脑电图检测结果进行分析<sup>[9]</sup>。I级:主节律为 $\alpha$ 伴散在 $\theta$ 活动,具有正常反应性;II级:主节律伴有少量的 $\delta$ 、 $\alpha$ 波;III级:主要以 $\delta$ 波为主,混有 $\theta$ 波、少部分 $\alpha$ 波;IV级:表现为各节律活动异常,存在弥漫性 $\delta$ 波以及短暂的电静息,或者某些导联出现散在的 $\delta$ 波,其他导联为电静息;V级:脑电波平坦,未发

现脑电活动。  
1.3.3 脑血流动力学 治疗前后通过颅多普勒超声诊断仪(河南赵龙医疗设备有限公司;德国DWL2000型)进行诊断,频率为2 Hz,记录患者大脑中动脉平均血流速度( $V_m$ ),通过CT灌注成像测定局部脑血流量(rCBF)、局部脑血容量(rCBV)。

1.3.4 脑干听觉诱发电位(BAEP) 通过10-20国际标准系统连接电极,记录电极、参照电极依次连接,接颅顶Cz、前额正中F、声音刺激同侧耳垂内侧A1、A2,根据波谱及异常现象进行评估,记录I、III、V、I~III、III~V级波峰潜伏期<sup>[9-10]</sup>。

1.3.5 随访 6个月后评估意识状态。清醒:患者可以准确回答问题、听从指令做出动作,深浅反射正常,能够定位时间、空间;微意识状态:可执行简单指令,语言被理解,有情绪反应;植物状态:无环境及自我意识,缺乏各类刺激反应,不能理解语言,有睡眠-觉醒周期。

1.4 统计学方法

采用SPSS 24.0处理数据,计量资料用均数±标准差表示,符合正态分布及方差齐性的两组计量资料,采用独立样本 $t$ 检验,计数资料用例(%)表示,行 $\chi^2$ 检验,等级资料行秩和检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同脑区血流灌注图像ROI放射性核素计算

治疗后,观察组运动感觉皮质、丘脑区的血流灌注量显著高于对照组( $P<0.05$ );两组运动感觉海马区的血流灌注量比较,无统计学差异( $P>0.05$ )。见表2。

表2 不同脑区血流灌注图像ROI放射性核素计数值比较( $\bar{x}\pm s$ )  
Table 2 Comparison of ROI radionuclides in blood perfusion images of different brain regions (Mean±SD)

组别	n	皮质区		海马区		丘脑区	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	30	10.10±2.24	13.44±2.31*	7.11±1.25	7.52±1.20	7.95±1.29	10.10±2.55*
观察组	30	10.44±2.31	14.97±2.44*	7.54±1.14	8.11±1.37	8.24±1.31	11.97±2.41*
$t$ 值		0.579	2.494	1.392	1.774	0.864	2.919
$P$ 值		0.565	0.016	0.169	0.081	0.391	0.005

\*表示与同组治疗前比较, $P<0.05$

2.2 脑电图synek分级

治疗后,观察组脑电图synek分级中I~III级的占比高于对照组( $P<0.05$ )。见表3。

2.3 脑血流动力学指标

治疗后,观察组 $V_m$ 、rCBF、rCBV指标显著高于对照组( $P<0.05$ )。见表4。

2.4 两组治疗后BAEP潜伏期情况比较

治疗后观察组左、右耳BAEP的I、III、V、I~III、III~V级潜伏期短于对照组( $P<0.05$ )。见表5。

2.5 两组随访6个月后的意识状态

随访6个月后,对照组清醒、微意识状态、植物状态分别为8、11、11例;观察组清醒、微意识状态、植物状态分别为14、12、4例,两组差异有统计学意义( $Z=2.113$ ,  $P=0.035$ )。

表3 脑电图synek分级情况比较[例(%)]  
Table 3 Comparison of EEG synek grades [cases (%)]

组别	n	治疗前					治疗后				
		I级	II级	III级	IV级	V级	I级	II级	III级	IV级	V级
对照组	30	0(0.00)	10(33.33)	10(33.33)	7(23.33)	3(10.00)	4(13.33)	7(23.33)	10(33.33)	8(26.67)	1(3.33)
观察组	30	0(0.00)	12(40.00)	11(36.67)	5(16.67)	2(6.67)	10(33.33)	11(36.67)	6(20.00)	3(10.00)	0(0.00)
Z值				0.787					2.678		
P值				0.431					0.008		

表4 脑血流动力学指标比较( $\bar{x}\pm s$ )  
Table 4 Comparison of cerebral hemodynamic indexes (*Mean±SD*)

组别	n	V <sub>m</sub> /cm·s <sup>-1</sup>		rCBF/mL·(100 g·min) <sup>-1</sup>		rCBV/mL·100 g <sup>-1</sup>	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	30	44.52±5.63	50.52±5.77*	28.25±4.20	36.52±6.20*	1.66±0.71	2.41±0.88*
观察组	30	44.39±5.41	55.41±6.20*	28.77±3.98	41.52±5.88*	1.54±0.80	3.10±0.79*
t值		0.091	3.162	4.492	3.205	0.614	3.196
P值		0.928	0.002	0.624	0.002	0.541	0.002

\*表示与同组治疗前比较,P<0.05;V<sub>m</sub>:平均血流速度;rCBF:局部脑血流量;rCBV:局部脑血容量

表5 两组治疗后BAEP潜伏期比较( $\bar{x}\pm s$ )  
Table 5 Comparison of BAEP latency after treatment (*Mean±SD*)

组别	左耳					右耳				
	I级	III级	V级	I~III级	III~V级	I级	III级	V级	I~III级	III~V级
对照组(n=30)	1.86±0.36	4.65±0.74	6.54±1.20	2.44±0.57	2.44±0.60	1.82±0.40	4.44±0.47	6.41±1.25	2.51±0.49	2.39±0.58
观察组(n=30)	1.74±0.44	4.11±0.89	5.89±1.10	2.14±0.49	2.13±0.54	1.60±0.42	3.89±0.50	5.69±1.10	2.11±0.38	2.11±0.49
t值	3.783	2.555	2.187	2.186	2.103	2.078	4.390	2.368	3.533	2.020
P值	0.001	0.013	0.033	0.033	0.040	0.042	0.001	0.021	0.001	0.048

3 讨论

据中国颅脑创伤资料库统计显示,我国47家医院中因急性颅脑损伤收治住院者高达13万人次,对于GCS为9分及以下的sTBI患者,病死率高达35%~45%,重残率超过50%,且损伤/术后昏迷持续时间与预后有着一定相关性<sup>[11-12]</sup>。既往观点认为昏迷后苏醒属于自然恢复过程,缺乏主动干预。随着医学的不断发展,当前的主流观点认为应尽早对sTBI昏迷患者实施促醒疗法,如促醒药物、亚低温、高压氧等干预,但是尚无一种方法治疗长期昏迷及植物状态患者后可以达到理想效果<sup>[13]</sup>。自1996年日本学者Yokoyama首次报道将正中神经电刺激用来治疗昏迷患者以来,促苏醒成功的病例数越来越多,其疗效也得到后续研究的证实<sup>[14]</sup>。

右正中神经属于中枢神经系统的外周门户,通过低频电刺激正中神经-脊髓神经髓-脑干-丘脑-皮质功能区传导通路刺激中枢神经系统后,可使脑干网状结构及大脑皮质兴奋,且由于多数人为右利手者,左半球为优势大脑,故而实施右正中电刺激能够发挥较好的治疗效果<sup>[15-16]</sup>。EEG对脑组织缺血十分敏感,能够检测到早期脑功能由于缺血而发生的一些变化,脑部一旦有血流受阻或者中断情况发生,便可引发局部脑组织坏死,而局部脑细胞电活动也会减弱或者消失。本研究通过EEG synek分级进行判定,主要是用于评估受损伤脑功能恢复情况。有研究报道EEG synek分级与脑部损伤有着密切的联系,分级越高预后效果越差<sup>[17]</sup>。本研究结果显示两组治疗前主要以线III~V级为主,治疗后多集中于I、II级,观察组患者线III、IV级减少明显,总体EEG synek分级更

佳,意味着右正中电刺激能够有效增加脑血流量、改善神经功能。

研究进一步通过较为先进的SPECT/CT脑血流灌注显像技术对sTBI患者进行脑血流灌注检测,优势在于能够通过同机实时的CT扫描图像与脑血流灌注影像加以融合处理,有助于对血流灌注区域的准确定位,进而提高诊断准确度。结果显示两组患者治疗前海马区未见明显血流增加,治疗后伤侧运动感觉皮质区、丘脑区血流量增加,且观察组增加明显,提示该区域的神经细胞活性逐渐强化,表明在基础治疗上加以右正中神经刺激可促进神经功能康复,分析原因可能与电刺激促进损伤部位脑血管舒张功能及分支血管内皮功能改善有关,进而促使血流动力学发生改变,有助于大脑侧支循环的建立<sup>[18]</sup>。本研究也进一步得出,两组治疗1个月后的脑血流量指标具有显著性差异,与赵坤等<sup>[19]</sup>的研究结果相似,但其研究中尝试了与中医针刺疗法结合,相关指标略高于本研究结果。

BAEP对于机体中枢神经功能的检测具有较高的敏感性与客观性,其是神经冲动受声音刺激诱发脑干听觉通路上的电活动,在潜伏期波形变化明显,因此用该指标对脑损伤后昏迷促醒患者有着良好的评估作用<sup>[20]</sup>。本研究结果显示观察组BAEP左、右耳分级改善程度显著优于对照组,提示通过右正中神经刺激疗法利于神经功能恢复,且进一步促进脑血流量增加。最后对跟踪随访6月后患者的意识状态进行评估,观察组患者清醒、微意识状态者占比显著高于对照组,证实了该治疗方法的可行性。

综上所述,在常规治疗基础上加以右正中神经刺激疗法用于sTBI患者,可显著增加其伤侧皮质、丘脑区血流灌注量,促进EEG synek分级、脑血流动力学水平、神经功能改善,缩短BAEP潜伏期,有利于改善预后。

## 【参考文献】

- [1] 谢凤欣,张东云,府伟灵,等. 颅脑损伤生物标志物的研究现状与未来[J]. 中华全科医学, 2020, 18(4): 638-641.  
Xie FX, Zhang DY, Fu WL, et al. Research status and future of biomarkers of craniocerebral injury[J]. Chinese Journal of General Practice, 2020, 18(4): 638-641.
- [2] Michelson E, Huff JS, Garrett J, et al. Triage of mild head-injured intoxicated patients could be aided by use of an electroencephalogram-based biomarker[J]. J Neurosci Nurs, 2019, 51(2): 62-66.
- [3] Gao YK, Gui CJ, Xin WQ, et al. Assessment of mild hypothermia combined with edaravone for the treatment of severe craniocerebral injury[J]. Trop J Pharm Res, 2019, 18(12): 2557-2562.
- [4] Usami K, Korzeniewska A, Matsumoto R, et al. The neural tides of sleep and consciousness revealed by single-pulse electrical brain stimulation[J]. Sleep, 2019, 42(6): zsz050.
- [5] Shytle RD, Eve DJ, Kim SH, et al. Retrospective case series of traumatic brain injury and post-traumatic stress disorder treated with hyperbaric oxygen therapy[J]. Cell Transplant, 2019, 28(7): 885-892.

- [6] Koul R, Maiwall R, Ramalingam A, et al. Role of EEG in predicting outcome of hepatic encephalopathy patients[J]. Neurodiagn J, 2020, 60(4): 272-288.
- [7] Tian J, Zhang C, Wang Q. Analysis of craniocerebral injury in facial collision accidents[J]. PLoS One, 2020, 15(10): e0240359.
- [8] 江基尧,高国一,库珀. 颅脑创伤性昏迷诊断与治疗[M]. 上海: 第二军医大学出版社, 2008: 1-3.  
Jiang JY, Gao GY, Ku B. Diagnosis and treatment of craniocerebral traumatic coma[M]. Shanghai: Second Military Medical University Press, 2008: 1-3.
- [9] 潘映. 脑临床诱发电位学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2000: 355-357.  
Pan Y. Clinical evoked potential [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2000: 355-357.
- [10] 王忠诚. 王忠诚神经外科学[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2005: 196-197.  
Wang ZC. Wang Zhongcheng neurosurgery [M]. Wuhan: Hubei Science and Technology Press, 2005: 196-197.
- [11] Xue W, Yang C, Zhi FW, et al. Clinical research of early hyperbaric oxygen therapy on patients with hypertensive cerebral hemorrhage after craniotomy[J]. Turk Neurosurg, 2020, 30(3): 361-365.
- [12] 孙冬玮,韩超. 超早期面体针疗法治疗重症颅脑损伤后昏迷临床研究[J]. 针灸临床杂志, 2019, 35(11): 9-13.  
Sun DW, Han C. Clinical study of ultra early facial acupuncture therapy for coma after severe craniocerebral injury[J]. Journal of Acupuncture and Moxibustion, 2019, 35(11): 9-13.
- [13] 黄莎,刘元,肖波,等. 连续脑电监测在成人重症颅脑损伤后意识障碍康复诊疗中的作用[J]. 中国康复医学杂志, 2020, 35(9): 1071-1076.  
Huang S, Liu Y, Xiao B, et al. The role of continuous EEG monitoring in the rehabilitation of consciousness disorder after severe craniocerebral injury in adults[J]. Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2020, 35(9): 1071-1076.
- [14] He F, Wu M, Meng F, et al. Effects of 20 Hz repetitive transcranial magnetic stimulation on disorders of consciousness: a resting-state electroencephalography study [J]. Neural Plast, 2018: 5036184-5036188.
- [15] 王振宇,叶嘉文,罗灼明,等. 正中神经电刺激对重症颅脑损伤昏迷病人脑血流速度及脑血流量的影响[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2019, 17(9): 1406-1410.  
Wang ZN, Ye JW, Luo ZM, et al. Effect of median nerve electrical stimulation on cerebral blood flow velocity and cerebral blood flow in coma patients with severe craniocerebral injury[J]. Chinese Journal of Integrative Medicine on Cardio-/Cerebrovascular Disease, 2019, 17(9): 1406-1410.
- [16] 田雨,苗树船,黄进,等. 高压氧治疗ICU重症颅脑损伤恢复期患者的临床研究[J]. 创伤外科杂志, 2020, 22(7): 517-520.  
Tian Y, Miao SC, Huang J, et al. Clinical study of hyperbaric oxygen therapy for ICU patients with severe craniocerebral injury in convalescent period[J]. Journal of Traumatic Surgery, 2020, 22(7): 517-520.
- [17] Huang H, Niu Z, Liu G, et al. Early consciousness disorder in acute large hemispheric infarction: an analysis based on quantitative EEG and brain network characteristics [J]. Neurocrit Care, 2020, 33(2): 376-388.
- [18] 何任红,郑碧娥,吴红璇,等. 重症脑损伤昏迷患者重复经颅磁刺激前后的局部脑电图变化[J]. 中国康复医学杂志, 2019, 34(12): 1418-1422.  
He RH, Zheng BE, Wu HY, et al. Changes of local electroencephalogram before and after repeated transcranial magnetic stimulation in coma patients with severe brain injury[J]. Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2019, 34(12): 1418-1422.
- [19] 赵坤,刘爱贤. 右正中神经刺激对创伤性颅脑损伤所致意识障碍的影响[J]. 康复学报, 2020, 30(3): 192-196.  
Zhao K, Liu AX. Effect of right median nerve stimulation on disturbance of consciousness induced by traumatic brain injury[J]. Rehabilitation Medicine, 2020, 30(3): 192-196.
- [20] Imperatori C, Farina B, Todini F, et al. Abnormal EEG power spectra in acute transient global amnesia: a quantitative EEG study[J]. Clin EEG Neurosci, 2019, 50(3): 188-195.

(编辑:黄开颜)