

· 论著 ·

脑电图在评估重复经颅磁刺激促醒重症脑损伤昏迷临床疗效中的应用

李 维*

九江市第一人民医院神经外科重症监护室(江西 九江 332000)

【摘要】目的 探讨脑电图在重复经颅磁刺激促醒重症脑损伤昏迷患者临床疗效中的评估作用。方法 选择九江市第一人民医院神经外科2021年1月至2023年1月接收的重症脑损伤昏迷患者24例,格拉斯哥昏迷评分法(GCS)<9分,入院均接受重复经颅磁刺激促醒治疗,观察治疗前后脑电图相关参数变化,对比不同通道上的平均功率、慢波比(DTR)指标水平,评价脑电图在评估疗效中的应用价值。结果 本组患者经rTMS治疗后83.33%的恢复至Ⅰ级、Ⅱ级,另有4例处于Ⅲ、Ⅳ级,但无Ⅴ级患者,大部分患者基本恢复良好。治疗前后脑电图反应性分级比较差异有意义($P<0.05$);与治疗前相比,经rTMS治疗后患者Fp1、F3、C3、F7和T3通道上的平均功率和DTR均呈下降趋势,差异有意义($P<0.05$)。另外,纳入的24例重症脑损伤昏迷患者均存在程度不一的脑电图异常,图像主要表现为中高幅慢波和θ阵发型,分别占比25%(6/24)、41.67%(10/24),而经过rTMS治疗后上述异常均有明显减少,波形分化得到改善,结论 脑电图在评估重复经颅磁刺激促醒重症脑损伤昏迷患者临床疗效中具有重要的应用价值,重复经颅磁刺激也值得作为症脑损伤昏迷患者促醒的一种可行方案。

【关键词】脑电图;重复经颅磁刺激;促醒;重症脑损伤;昏迷

【中图分类号】R651.1+5

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2025.1.013

The Use of EEG in Evaluating the Clinical Efficacy of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation in Coma Patients with Severe Brain Injury

LI Wei*

Neurosurgery Intensive Care Unit of Jiujiang First People's Hospital, Jiujiang 332000, Jiangxi Province, China

Abstract: **Objective** To evaluate the clinical efficacy of EEG in patients with severe brain injury. **Methods** Select Jiujiang First People's hospital neurosurgery in January 2021 to January 2023 received severe brain injury coma patients 24 cases, Glasgow coma score (GCS) <9 points, admission to accept repeated transcranial magnetic stimulation awake treatment, observe the EEG related parameters before and after treatment, compared the average power and slow wave ratio (DTR) on different channels, evaluate the application value of EEG in evaluating curative effect. **Results** After rTMS treatment, 83.33% of the patients recovered to grade I and grade II, and another 4 patients were in grade III and grade IV, but no grade V patients, most of the patients basically had a good recovery. Significant difference before and after treatment ($P<0.05$); decreasing mean power and DTR on Fp 1, F3, C3, F7 and T3 after rTMS compared with before treatment ($P<0.05$). In addition, of the 24 included severe brain injuries, comatose patients had EEG abnormalities of varying degrees, the images mainly show the medium and high amplitude slow wave and θ array hairstyle, 25% (6 / 24) and 41.67% (10/24) respectively. However, all of the above abnormalities were significantly reduced after rTMS treatment, with an improved waveform differentiation. **Conclusion** EEG is useful in the evaluation of clinical outcome in coma patients with severe brain injury, Repeated rTMS is also worthwhile as a feasible option for getting awake in coma patients with severe brain injury.

Keywords: Electroencephalography; Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation; Awakening; Severe Brain injury; Coma

随着近年来我国各行各业的飞速发展,人们的生活节奏加快,在此背景下,颅脑损伤事件频频发生,其损伤后的致死率及致残率在各类型外伤中位于首位,是指外界暴力直接作用于头部造成的损伤,相关数据显示我国颅脑损伤年发生率为55-64/10万,每年约有10万人因颅脑损伤死亡,超10万人因其残疾,引起了广泛关注^[1]。重型颅脑损伤累及系统包括中枢神经系统、循环系统、呼吸系统等,具有病情复杂、病情进展较快等特点,此类患者往往处于高代谢的应激状态,且伴有昏迷、意识障碍等,而昏迷作为一种严重的神经功能障碍,对患者的生理健康造成极大影响^[2]。目前对于重症颅脑损伤的主要治疗包括纠正休克、减轻脑水肿、控制颅内压等等,但对于颅脑损伤昏迷患者的促醒方法仍处于探索阶段,至今尚无确切且具有临床有效的促醒机制^[3]。重复经颅磁刺激(repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS)是一种颅外无创神经调控技术,已在精神科、神经科、康复医学科用于疾病治疗和脑功能康复,并逐渐覆盖至各级医院,治疗方案亦不断推陈出新^[4]。但就重症脑损伤昏迷患者的促醒治疗而言,rTMS是否有效尚缺乏科学权威的循证依据,故本研究选择**医院神经外科2021年1月至2023年1月接收的重症

脑损伤昏迷患者24例作为研究对象,观察rTMS治疗前后脑电图变化特征,评价脑电图在rTMS促醒疗效中的应用价值,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择**医院神经外科2021年1月至2023年1月接收的重症脑损伤昏迷患者24例。

纳入标准:既往存在颅脑外伤史;在开展各种临床检查项目后,均被确诊为重症脑损伤^[5];均在本开展手术治疗,且处于昏迷状态;患者和家属了解研究内容,主动要求参加。排除标准:机体凝血机制有异常情况;伴有全身性感染疾病;伴有缺血性脑卒中或是先天性血管异常情况。其中女性8例,男性16例,年龄46-75岁,平均年龄(59.07±4.23)岁。

1.2 方法 rTMS治疗:所有患者均暂停一切基础用药和相关营养神经的药物以及康复治疗。选用常州思雅医疗器械有限公司生产的经颅磁刺激仪(苏械注准:20172090384;型号:YS6001T)进行治疗,连接125mm直径的圆形线圈,设定磁场强度1.5T,协助患者取仰卧位,保持头部静止不动,先测量引起肌肉收缩

【第一作者】李 维,女,主管护师,主要研究方向:重症护理研究。E-mail: 1243688309@qq.com

【通讯作者】李 维

的最小刺激强度，刺激位置为左侧额叶背外侧区(F3位置)，确保线圈和头皮正面相切、刺激频率设定为1.0~1.5Hz，刺激频率为15Hz，总刺激时间为15min，间歇时间设定为10 s。每周治疗5次、每次治疗时间控制在20min，持续治疗30d。

脑电图监测 根据rTMS的治疗步骤实时监测脑电图变化，分为四步：(1)运动阈值(MT)确定：明确电极间距后，在患者拇短展肌粘贴电极片，选择合适的rTMS治疗部位(双侧M1运动区)进行刺激，第1~5次的刺激强度为80%MT，第6~10次的刺激强度为肌电值>50 μV，即MT，若上述两种刺激强度均未达到理想效果，则调高刺激强度至45%最大输出强度，再次进行治疗。(2)rTMS 治疗前：脑电图图像采集部位选择患者头部及双侧耳垂，采集前进行备皮处理，酒精擦拭并降阻抗，基于头骨解剖标志的20%和10%标准化测量值设定特制电极帽和电极位置。随后选定参考耳垂电极注入导电膏，采集脑电图时应确保每导阻抗<5 kI，采集时间在20min以上。(3)rTMS治疗后：关闭经颅磁刺激治疗仪，按照治疗前的手法继续采集脑电图20min，并要求脑电图稳定时间不低于10min。

1.3 观察指标及评价工具 (1)经脑电图对患者进行脑电图反应性分级，共分为 I - V 级，由意识状态最佳至最差，观察治疗前后的分级变化。(2)脑电图数据导入基于 Matlab 的脑电图 LAB 中,经电极定位、0.5-45Hz 带通过率和A1A2重参考，筛选排除不良脑电信号后选择Fp1、F3、C3、F7和T3 五个通道进行观察，比较刺激前后5个通道的平均功率和慢波比(DTR)。(3)截取稳定脑电图中的5min片段作为本研究中的分析数据，2s作为一个计算单位,进行短时傅立叶转换(STFT),计算得出每个通道的平均功率与α、β、δ和θ四个频带的功率，并计算慢波比(DTR:8+θ/α+β+8+0)。

1.4 统计学方法 双人录入核对所有数据，采用SPSS 20.0软件进行数据分析，符合正态分布的计量资料用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)

表示，采用t检验；计数资料用频数(%)表示，采用 χ^2 检验，等级资料比较采用秩和检验。P<0.05认为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 本组患者治疗前后脑电图反应性分级的比较 本组患者经rTMS治疗后83.33%的恢复至 I 级、II 级，另有4例处于III、IV 级，但无 V 级患者，大部分患者基本恢复良好。治疗前后脑电图反应性分级比较差异有意义(P<0.05)，见表1。

2.2 本组患者治疗前后平均功率的比较 rTMS治疗后,重症脑损伤昏迷患者Fp1、F3、C3、F7和T3通道上的平均功率较rTMS治疗前均明显降低,差异有统计学意义(P<0.05),见表2。

2.3 本组患者治疗前后DTR的比较 rTMS治疗后,重症脑损伤昏迷患者Fp1、F3、C3、F7和T3通道上的DTR较rTMS治疗前均明显降低,差异有统计学意义(P<0.05),见表3。

2.4 本组患者治疗前后的脑电图比较 纳入的24例重症脑损伤昏迷患者均存在程度不一的脑电图异常，图像主要表现为中高幅慢波和θ阵发型，分别占比25%(6/24)、41.67%(10/24)，而经过rTMS治疗后上述异常均有明显减少，波形分化得到改善，见图1。

表1 本组患者治疗前后脑电图反应性分级的比较[n=24, n(%)]

时间	I	II	III	IV	V
治疗前	0(0.00)	8(33.33)	10(41.67)	4(16.67)	2(8.33)
治疗后	15(62.50)	5(20.83)	3(12.50)	1(4.17)	0(0.00)
Z					4.292
P					0.038

表2 本组患者治疗前后平均功率的比较(n=24, μV2/Hz)

时间	Fq1	F3	C3	F7	T3
治疗前	110.12±31.81	77.22±25.47	65.56±8.62	79.92±10.90	532.05±17.55
治疗后	101.87±31.75	42.63±15.89	41.33±8.67	64.25±6.64	81.95±18.14
t	10.071	15.173	5.055	9.709	10.060
P	0.001	0.001	0.001	0.001	0.952

表3 本组患者治疗前后DTR的比较(n=24)

时间	Fq1	F3	C3	F7	T3
治疗前	82.05±17.55	86.32±9.01	92.05±7.55	93.32±14.01	88.05±7.55
治疗后	71.95±18.14	70.41±22.57	71.95±8.14	80.41±12.57	71.95±8.14
t	5.079	15.840	7.741	25.167	6.448
P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

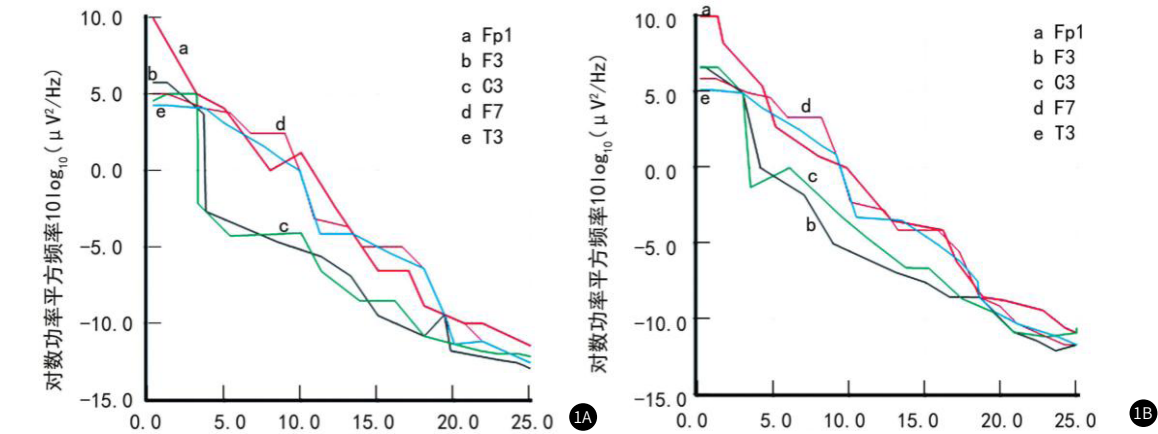


图1A 电磁波震动频。图1B 电磁波震动频率。

3 讨论

颅脑损伤是神经外科临床急危症之一,2020年世界卫生组织统计数据显示该疾病是造成外科患者死亡的首要因素^[6]。由于大脑是神经系统的最高指挥,也是维持人体思维、调节身体各器官功能的领导者,并且大脑皮质处的感觉功能和躯体运动功能调节对人体运动能力有重要作用,故一旦发生颅脑损伤,会造成全身多系统损伤及功能紊乱,导致患者出现植物状态,丧失意识活动,处于不同程度的昏迷状态^[7-8]。而昏迷状态下的患者机体多合并高分解代谢及高血糖代谢反应,加上无法经口进食完成营养供应,容易出现营养不良,影响患者病情康复^[9]。因此,面对此类患者需采取有效的方法帮助患者尽快恢复意识状态,促进病情康复。

rTMS是一项新的神经调控治疗技术,可以借助电流产生的脉冲磁场非侵入性的直接作用于大脑皮层从而调节脑功能状态^[10]。在诊疗过程中,医护人员根据患者具体病情实时调节电磁刺激频率,对大脑皮质功能发挥兴奋或抑制作用,帮助患者调节脑部神经功能,恢复至正常的意识状态^[11]。沈龙彬^[12]等人在研究中指出,使用高频重复经颅磁刺激能有效帮助重症颅脑损伤后意识障碍的患者从持续植物状态(VS)/无反应觉醒综合征(UWS)意识障碍进入微弱意识状态(MCS),促醒效果显著。李永朝^[13]同样报道,使用频率3Hz的rTMS治疗重症颅脑损伤后意识障碍后,GCS评分达到(11.24±1.63)分、CRS-R评分(10.86±1.29)分,认为该方法能明显改善患者的神经功能和意识状态,发挥促醒作用。尽管已有多名学者肯定了rTMS在脑损伤昏迷患者中的应用价值,但明确的促醒机制以及治疗前后局部脑电图变化至今尚无报道。鉴于此,为了得到更全面的脑电图数据,本研究结果显示:24例重症脑损伤昏迷患者经rTMS治疗后83.33%的恢复至Ⅰ级、Ⅱ级,另有4例处于Ⅲ、Ⅳ级,但无Ⅴ级患者,大部分患者基本恢复良好。治疗前后脑电图反应性分级比较差异有意义($P<0.05$);与治疗前相比,经rTMS治疗后患者Fp1、F3、C3、F7和T3通道上的平均功率和DTR均呈下降趋势,且rTMS治疗后中高幅慢波和 θ 阵发型异常均有明显减少,波形分化得到改善。由此说明,rTMS治疗能有效使重症脑损伤患者从深昏迷转变为慢性意识障碍,而这主要与患者脑电图平均功率及DTR得到改善有关,减少慢波及波幅异常,波形分化稳定^[14]。

除此之外,在rTMS监测期间,做好护理干预也具有至关重要的意义,可针对昏迷患者采取适当的促醒护理,如言语促醒,护士于床旁进行护理操作时加以语言沟通,如轻轻呼喊患者姓名和床号,科普化说明操作的目的及作用。并要求家属经常和患者沟通,以乐观积极的语言讲述过去发生的趣事;同时家属也能采取报纸、笔记本和故事本等物品以唤起患者以往的记忆;音乐刺激:结合患者既往的喜爱音乐类型,为患者播放舒缓、柔和的轻音乐,可通过佩戴耳机的和外放的方式在9:00-10:00、下午2:00-3:00及晚上8:00-9:00,每次约15min。视觉促醒、触觉刺激以及嗅觉刺激等等,从多方位对患者进行信号刺激,帮助大脑边缘系统功能恢复,使脑神经元保持兴奋状态,从而修复受损脑组织,促进患者苏醒^[15]。

综上所述,脑电图在评估重复经颅磁刺激促醒重症脑损伤昏迷患者临床疗效中具有重要的应用价值,重复经颅磁刺激也值得作为症脑损伤昏迷患者促醒的一种可行方案。

参考文献

- [1] 孙杰,万健.重症脑损伤昏迷患者重复经颅磁刺激治疗前后的局部脑电图平均功率和慢波功率变化情况[J].检验医学与临床,2022,19(16):2270-2272.
- [2] 何任红,郑碧娥,吴红瑛,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.
- [3] Miyamoto K,Fujisawa M,Hozumi H,et al.Systemic inflammatory response syndrome and prolonged hypoperfusion lesions in an infant with respiratory syncytial virus encephalopathy[J].J Infect Chemother,2013,19(5):978-982.
- [4] 刘华,何金华,熊裕娟,等.重复经颅磁刺激对重症脑损伤后意识障碍患儿神经电生理及临床疗效的影响[J].中国康复,2021,36(1):34-37.
- [5] Jahangard L,Haghighi M,Shayganfar M,et al.Repetitive transcranial magnetic stimulation improved symptoms of obsessive-compulsive disorder,but also cognitive performance:results from a randomized clinical trial with a cross-over design and sham condition[J].Neuropsychobiology,2016,73(4):224-232.
- [6] 朱永吉,沈岳松,杨华,等.床旁连续视频脑电图结合Synek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.
- [7] 张靖雯,萧潇,艾戎,等.持续性脑电图监测对危重症所致继发性脑功能障碍患儿脑功能的评估意义[J].贵州医科大学学报,2022,47(7):816-820.
- [8] 徐斌,元小冬,张萍淑,等.定量脑电图指标对急性脑损伤患者意识状态的预测价值研究[J].实用心脑血管病杂志,2022,30(4):52-59.
- [9] 刘稀金,张海艳,陈勇军,等.脑电图反应性分级联合脑干听觉诱发电位对重型颅脑损伤患者的预后评估作用[J].中国现代医生,2021,59(24):38-40,44.
- [10] 徐静,祝黎伟,吴小柯.振幅整合脑电图在早期评价重症脑炎患儿中的应用[J].河南医学高等专科学校学报,2021,33(6):655-658.
- [11] 鲁伟峰,姜子轩,姜琴,等.振幅整合脑电图在PICU脑损伤患儿预后评估中的应用研究[J].国际儿科学杂志,2020,47(7):503-506.
- [12] 蒋绍清,潘宣任,庞宗钦,等.小儿危重病例评分联合格拉斯哥昏迷量表评分及视频脑电图对小儿重症病毒性脑炎预后的评估价值研究[J].中国全科医学,2020,23(27):3402-3407,3415.
- [13] 沈龙彬,欧阳辉,杨承佑,等.高频重复经颅磁刺激对重症颅脑损伤后意识障碍的促醒疗效[J].中国康复医学杂志,2019,34(12):1411-1417.
- [14] 李永朝.频率3 Hz的rTMS治疗重症颅脑损伤后意识障碍的效果分析[J].蛇志,2021,33(2):182-183,203.
- [15] Portaccio E,Morrocchesi A,Romoli AM,et al.Improvement on the coma recovery scale- revised during the first four weeks of hospital stay predicts outcome at discharge in intensive rehabilitation after severe brain injury[J].Arch Phys Med Rehabil,2018,99(5):914-919.

(收稿日期:2023-06S-25)

(校对编辑:江丽华)