

· 临床研究 ·

重复经颅磁刺激联合动作观察疗法对脑卒中患者运动及认知功能恢复的影响

吴少璞¹ 李学¹ 祁亚伟¹ 王恒² 马建军¹

¹河南省人民医院(郑州大学人民医院)神经内科,郑州 450003; ²河南省人民医院(郑州大学人民医院)康复科,郑州 450003

通信作者:马建军;Email:Majj1124@163.com

【摘要】 目的 观察事件相关电位(ERP)指导下重复经颅磁刺激(rTMS)联合动作观察疗法(AOT)对脑卒中恢复期患者认知功能及运动功能的影响。**方法** 采用随机数字表法将 90 例脑卒中恢复期患者分为对照组、rTMS 组及观察组,每组 30 例。对照组给予常规康复干预(包括腰部、上肢、下肢、平衡、步行、记忆、注意力、定向力、空间知觉及执行能力训练等);rTMS 组在此基础上辅以 ERP 指导下 rTMS 治疗,每天治疗 1 次,每周治疗 5 d;观察组则给予 ERP 指导下 rTMS 及 AOT 治疗,AOT 治疗每天 2 次,每周治疗 5 d。于治疗前、治疗 4 周后分别采用简易精神状态量表(MMSE)、蒙特利尔认知评估量表(MoCA)、Fugl-Meyer 运动功能量表(FMA)、Berg 平衡量表(BBS)及改良 Barthel 指数(MBI)量表评估患者认知、运动功能及日常生活活动(ADL)能力改善情况。**结果** 治疗后 3 组患者 MMSE、MoCA、FMA、BBS 及 MBI 评分均较治疗前明显改善($P<0.05$);并且 rTMS 组 MMSE、MoCA、上肢 FMA 及 MBI 评分亦显著优于对照组水平,观察组 MMSE 评分[(24.37±1.69)分]、MoCA 评分[(23.00±1.80)分]、上肢 FMA 评分[(45.80±6.76)分]、下肢 FMA 评分[(26.80±3.56)分]、BBS 评分[(36.40±4.28)分]及 MBI 评分[(74.00±5.13)分]均显著优于 rTMS 组及对照组水平($P<0.05$)。**结论** ERP 指导下 rTMS 联合 AOT 训练能有效改善脑卒中恢复期患者认知功能、运动功能及平衡能力,对提高患者生活质量具有重要意义。

【关键词】 脑卒中; 事件相关电位; 重复经颅磁刺激; 动作观察疗法

基金项目: 河南省科技厅科技攻关项目(162102310283); 河南省医学科技攻关计划项目(SBGJ202002005)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.01.006

Combining transcranial magnetic stimulation with action observation therapy better improves the neurological functioning of stroke survivors

Wu Shaopu¹, Li Xue¹, Qi Yawei¹, Wang Heng², Ma Jianjun¹

¹Neurosurgery Department, ²Rehabilitation Department, Henan Provincial People's Hospital (People's Hospital of Zhengzhou University), Zhengzhou 450003, China

Corresponding author: Ma Jianjun, Email: Majj1124@163.com

【Abstract】 Objective To observe any effect of combining repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) under the guidance of event related potentials (ERPs) with action observation therapy (AOT) on the cognitive and motor functioning of stroke survivors in the recovery period. **Methods** Ninety stroke survivors were randomly divided into a control group, an rTMS group and an rTMS+AOT group, each of 30. All three groups were given conventional rehabilitation treatment (including the training of waist, upper and lower limb function, balance, walking, memory, attention, orientation, spatial perception and executive ability). The rTMS group also received one session of ERP-based rTMS daily five times a week. The rTMS+AOT group was given the same rTMS combined with AOT twice a day, five times a week. Before and after 4 weeks of treatment, the Mini-mental State Examination (MMSE), the Montreal Cognitive Assessment Scale (MOCA), the Fugl-Meyer assessment scale (FMA), the Berg Balance Scale (BBS) and the modified Barthel index (MBI) were used to evaluate each subject's cognitive and motor ability and their skill in the activities of daily living. **Results** After the treatment, the average MMSE, MOCA, FMA, BBS and MBI scores of all groups had improved significantly, but the average MMSE, MOCA, upper limb FMA and MBI scores of the rTMS group were then significantly higher than the control group's averages. And the average scores of the rTMS+AOT group were significantly better than those of the other two groups. **Conclusion** Combining rTMS guided by ERPs with AOT can effectively improve the cognitive functioning, motor control and

balance of stroke survivors, and improve their ability in the activities of daily living.

【Key words】 Stroke; Event-related potentials; Transcranial magnetic stimulation; Action observation therapy

Funding: A Project of Henan's Science and Technology Department (162102310283); Project of Henan's Medical Science and Technology (SBGJ202002005)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.01.006

认知功能及肢体运动功能障碍是脑卒中患者常见后遗症,严重影响其康复及生活质量,也给患者家庭及社会带来沉重负担,因此对脑卒中恢复期患者认知及运动功能障碍进行早期干预具有重要意义。近年来有研究发现重复经颅磁刺激(repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS)能有效改善脑卒中恢复期患者运动能力、失语症及认知功能等,已被广泛应用于脑卒中患者康复治疗中^[1]。事件相关电位(event related potential, ERP)检查是一种无创神经生理学检测手段,能实时监测脑电数据,帮助确定病灶部位,但其在脑卒中诊疗中的应用尚处于起始阶段^[2]。动作观察疗法(action observation therapy, AOT)是基于镜像神经元系统(mirror neuron system, MNS)理论的治疗手段,患者通过仔细观察相关动作视频资料,并尽力去模仿,从而达到提高肢体运动功能的目的,近年来被广泛应用于神经系统疾病(尤其是卒中后运动、认知及言语功能障碍等)的康复治疗中^[3]。目前,鲜见采用 ERP 指导下 rTMS 联合 AOT 疗法治疗脑卒中患者的临床研究报告。基于此,本研究旨在观察 ERP 指导下 rTMS 联合 AOT 疗法对脑卒中恢复期患者认知及运动功能的影响,发现康复疗效显著。

对象与方法

一、研究对象

选取 2019 年 12 月至 2021 年 1 月期间在河南省人民医院神经内科住院治疗的 90 例脑卒中恢复期患者作为研究对象。患者纳入标准包括:①符合《中国各类主要脑血管病诊断要点 2019》^[4]中关于脑卒中的诊断标准,并经颅脑 CT 或 MRI 检查确诊,且为首次发病;②右利手;③病程 1~6 个月;④年龄 30~80 岁;⑤简易精神状态量表(mini-mental state examination, MMSE)评分 ≤ 26 分,存在认知功能障碍;⑥单侧肢体功能障碍,可维持Ⅱ级以上站立平衡(站

立位时能保持动态平衡 10 s 以上),可维持Ⅲ级坐位平衡,至少有一侧肢体肌力正常;⑦患者对本研究知晓并签署知情同意书,同时本研究经河南省人民医院伦理委员会审批(2019-05)。患者排除标准包括:①患者生命体征不稳定;②为进展性或继发性脑卒中;③伴严重认知障碍、完全性失语或处于昏迷状态,不能配合治疗;④有阿尔茨海默病、帕金森病或癫痫等病史;⑤合并有心、肺、肝、肾等重要器官功能障碍;⑥体内有金属异物或植入心脏起搏器等电子装置。采用随机数字表法将上述 90 例患者分为对照组、rTMS 组及观察组,每组 30 例。3 组患者一般资料情况(详见表 1)经统计学比较,发现组间差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。

二、治疗方法

3 组患者均给予常规康复干预, rTMS 组在此基础上辅以 4 周 rTMS 治疗,观察组则在常规康复干预基础上辅以 4 周 rTMS+AOT 治疗,具体治疗方法如下。

1. 常规康复干预:根据患者卒中类型选择相应药物干预方案(如控制血压、血脂、血糖及改善微循环、营养神经、抗血小板聚集等),同时根据患者入组时运动障碍程度及蒙特利尔认知评估(Montreal cognitive assessment scale, MoCA)结果进行针对性训练,包括腰部、上肢、下肢功能训练、平衡训练、步行训练、记忆训练、注意力训练、定向力训练、空间知觉训练及执行能力训练等,上述训练每天 1 次,每次持续约 30 min,每周训练 5 d(为 1 个疗程),共治疗 4 个疗程。

2. ERP 指导下 rTMS 治疗:首先采用日本产 MEB-9404C 型肌电图/诱发电位仪进行 ERP 检测,参照国际脑电学会 10-20 系统标准将记录电极置于额区、中央点及顶部,参考电极置于双耳垂部,前额区接地线。采用 Oddball 实验范式检测患者 ERP,分析指标包括 N2、P3(P300)及失匹配负波(mismatched negativity, MMN)等,如 P300 波幅及潜伏期异常则选择刺激双侧

表 1 入选时 3 组患者一般资料情况比较

组别	例数	性别(例)		年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	病程(d, $\bar{x} \pm s$)	受教育程度(年, $\bar{x} \pm s$)	脑卒中类型(例)	
		男	女				脑梗死	脑出血
对照组	30	16	14	56.8 $\pm$ 11.7	88.7 $\pm$ 29.2	11.8 $\pm$ 3.0	12	18
rTMS 组	30	18	12	54.2 $\pm$ 12.8	86.3 $\pm$ 29.7	11.2 $\pm$ 3.4	10	20
观察组	30	17	13	55.4 $\pm$ 11.1	85.6 $\pm$ 31.3	12.0 $\pm$ 3.8	9	21

背外侧前额叶,MMN 异常则选择刺激颞区及额叶区,N2 异常则选择刺激中央前回区,N400 异常则选择刺激额下回后 1/3 处。上述靶区如兴奋性较高则给予低频 rTMS,反之则给予高频 rTMS。选用南京产 Magneu-ro100 型经颅磁刺激仪及 8 字形线圈,最大磁刺激强度为 2 T。先采用 1 Hz rTMS 刺激患者健侧大脑初级运动皮质区,测定其静息运动阈值(resting motor threshold,RMT),治疗时将磁刺激强度设定为 80%RMT 水平,低频(1 Hz)rTMS 每刺激 2 s 则间隔 8 s,总治疗时间为 20 min;高频(5 Hz)rTMS 每刺激 8 s 则间隔 22 s,总治疗时间为 10 min。上述 rTMS 治疗每天 1 次,每周治疗 5 d(为 1 个疗程),共治疗 4 周。

3.AOT 治疗:要求环境安静、患者放松情绪并集中注意力,治疗时患者需佩戴专用眼镜,观察并模仿眼镜显示屏中呈现的视频动作,主要包括拇指与其他手指对指、空手抓握、抓放球体、抓放圆柱体、捏放硬币、捏放笔、拧瓶盖、抓放勺子、使用筷子、拉拉链、握鼠标、打字、使用手机、折纸、翻书、刷牙、洗脸等 20 个上肢日常动作视频,每个动作视频持续播放 10~30 s,均配有同步语音提示(示范动作及提示语音均由同一位模特完成),训练期间由资深治疗师实时观察患者动作完成情况,并及时给予心理疏导。上述 AOT 训练每天 2 次,每次持续 30 min,每周训练 5 d,共治疗 4 周。

三、疗效观察分析

于治疗前、治疗 4 周后由同一位经专业培训且对分组不知情的神经科医师对 3 组患者进行疗效评定,具体评定内容包括以下方面。

1.认知功能评定:采用 MMSE 量表^[5]及 MoCA 量表^[6]评估患者认知功能变化情况,其中 MMSE 量表满分为 30 分,0~9 分为重度认知障碍,10~20 分为中度认知障碍,21~26 分为轻度认知障碍,>26 分为认知功能正常;MoCA 量表评定内容包括注意力、视空间与执行功能、记忆力、计算力、命名、语言功能、延迟回忆、抽象思维能力及定向力等方面,满分为 30 分,得分 $\geq$ 26 分为正常。

2.运动功能评定:分别采用 Fugl-Meyer 运动功能量表(Fugl-Meyer assessment scale,FMA)及 Berg 平衡量表(Berg balance scale,BBS)评价患者肢体运动功能及平衡能力,其中 FMA 量表评定内容包括上肢(共

66 分)及下肢(共 34 分)两部分,满分为 100 分,得分越高表示患者肢体运动功能越好^[7];BBS 量表评定内容包括站起、坐下、独立站立、闭眼站立等 14 项,满分为 56 分,得分越高表示患者平衡功能越好^[8]。

3.日常生活活动(activities of daily living,ADL)能力评定:采用改良 Barthel 指数(modified Barthel index,MBI)量表评估患者 ADL 能力,该量表评定内容包括修饰、洗澡、进食、穿衣、控制大小便等 10 项,满分为 100 分,得分越高表示患者 ADL 能力越好^[9]。

四、统计学分析

本研究所得计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,采用 SPSS 21.0 版统计学软件包进行数据分析,计数资料比较采用 χ^2 检验;计量资料多组间比较采用单因素方差分析,进一步两两比较采用最小显著差异法(least significant difference,LSD),组内治疗前、后比较采用配对样本 *t* 检验, $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

结 果

一、治疗前、后 3 组患者认知功能比较

治疗前 3 组患者 MMSE 及 MoCA 评分组间差异均无统计学意义($P>0.05$);治疗 4 周后 3 组患者 MMSE 及 MoCA 评分均较治疗前明显提高($P<0.05$),并且 rTMS 组 MMSE 及 MoCA 评分显著高于对照组水平,观察组 MMSE 及 MoCA 评分亦较 rTMS 组显著提高,组间差异均具有统计学意义($P<0.05$)。具体数据见表 2。

二、治疗前、后 3 组患者运动功能比较

治疗前 3 组患者上肢、下肢 FMA 评分及 BBS 评分组间差异均无统计学意义($P>0.05$);治疗 4 周后 3 组患者上肢、下肢 FMA 评分及 BBS 评分均较治疗前明显增高($P<0.05$);通过进一步组间比较发现,治疗后观察组上肢、下肢 FMA 评分及 BBS 评分显著高于 rTMS 组及对照组水平,rTMS 组上肢 FMA 评分亦较对照组明显增高,组间差异均具有统计学意义($P<0.05$)。具体数据见表 3。

三、治疗前、后 3 组患者 ADL 能力比较

治疗前 3 组患者 MBI 评分组间差异均无统计学意义($P>0.05$);治疗 4 周后 3 组患者 MBI 评分均较治疗前明显提高($P<0.05$),并且治疗后 rTMS 组 MBI 评分亦显著高于对照组水平,观察组 MBI 评分亦较 rTMS

表 2 治疗前、后 3 组患者 MMSE 及 MoCA 评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	MMSE 评分		MoCA 评分	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	30	19.5 $\pm$ 1.3	22.5 $\pm$ 1.5 ^a	18.0 $\pm$ 1.1	21.0 $\pm$ 1.7 ^a
rTMS 组	30	18.9 $\pm$ 1.6	23.4 $\pm$ 1.4 ^{ab}	17.3 $\pm$ 1.6	22.3 $\pm$ 1.3 ^{ab}
观察组	30	18.9 $\pm$ 1.4	24.3 $\pm$ 1.6 ^{abc}	17.0 $\pm$ 1.4	23.0 $\pm$ 1.0 ^{abc}

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.05$;与对照组相同时间点比较,^b $P<0.05$;与 rTMS 组相同时间点比较,^c $P<0.05$

表 3 治疗前、后 3 组患者上肢、下肢 FMA 评分及 BBS 评分比较(分, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	上肢 FMA 评分		下肢 FMA 评分		BBS 评分	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	30	28.0 $\pm$ 7.3	37.0 $\pm$ 7.7 ^a	18.1 $\pm$ 5.9	22.1 $\pm$ 4.9 ^a	23.8 $\pm$ 2.5	32.7 $\pm$ 3.1 ^a
rTMS 组	30	27.6 $\pm$ 7.9	41.7 $\pm$ 7.0 ^{ab}	18.3 $\pm$ 6.6	24.7 $\pm$ 4.8 ^a	24.2 $\pm$ 2.7	34.1 $\pm$ 4.4 ^a
观察组	30	28.8 $\pm$ 7.9	45.8 $\pm$ 6.7 ^{abc}	17.5 $\pm$ 5.2	26.8 $\pm$ 3.6 ^{abc}	23.3 $\pm$ 2.2	36.4 $\pm$ 4.2 ^{abc}

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.05$;与对照组相同时间点比较,^b $P<0.05$;与 rTMS 组相同时间点比较,^c $P<0.05$

组明显增高,组间差异均具有统计学意义($P<0.05$)。具体数据见表 4。

表 4 治疗前、后 3 组患者 MBI 评分比较(分, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗后
对照组	30	56.4 $\pm$ 2.8	68.5 $\pm$ 3.5 ^a
rTMS 组	30	57.1 $\pm$ 3.6	71.0 $\pm$ 3.8 ^{ab}
观察组	30	55.8 $\pm$ 3.1	74.0 $\pm$ 5.1 ^{abc}

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.05$;与对照组相同时间点比较,^b $P<0.05$;与 rTMS 组相同时间点比较,^c $P<0.05$

讨 论

本研究结果显示,治疗后 3 组患者 MMSE、MoCA、FMA、BBS 及 MBI 评分均较治疗前明显改善($P<0.05$),并且观察组上述指标评分亦显著优于 rTMS 组及对照组水平($P<0.05$),表明 ERP 指导下 rTMS 联合 AOT 训练能有效改善脑卒中恢复期患者认知功能、运动功能及平衡能力,对提高患者生活质量具有重要意义。

随着神经电生理技术发展,rTMS 被认为是促进脑卒中后神经网络功能重塑的有效手段,在脑卒中康复中的应用日趋广泛^[10]。其作用机制包括:rTMS 能通过脉冲磁场作用改变皮质神经元膜电位,并产生感应电流,促使大脑功能兴奋或抑制,进而影响脑内代谢及电生理活动;rTMS 还可通过神经网络引起刺激部位远隔皮质及非皮质部位功能改变^[11];并且有研究还发现 rTMS 能增加突触间联系,调节脑内神经递质及其受体水平,促进突触可塑性改变,加速神经网络结构修复,对提高神经系统功能、改善认知障碍具有重要作用^[12]。不同频率 rTMS 对脑皮质的调节作用不同,通常情况下高频 rTMS 能提高大脑皮质兴奋性,而低频 rTMS 能降低大脑皮质兴奋性^[13]。脑卒中后导致机体两侧大脑半球经胼胝体的相互抑制平衡状态被打破,不利于患者功能恢复。采用低频 rTMS 作用于健侧脑区能抑制皮质兴奋性,减弱健侧脑半球经胼胝体对患侧脑半球的抑制作用,加速皮质功能重组;而采用高频 rTMS 作用于患侧脑区能提高皮质脊髓束兴奋性,增强对健侧皮质的抑制作用,有助于两侧脑半球重新达到平衡抑制状态及加速脑功能恢复^[14]。当前关于 rTMS 对脑卒中患者认知及运动功能的改善作用已被大量研

究证实,如丁巧芳等^[15]发现不同频率 rTMS 组合治疗对脑卒中患者认知功能及生活独立性的改善作用优于单一频率 TMS 治疗。目前临床采用 rTMS 治疗脑卒中患者时,多根据患者认知、运动表现凭经验定位刺激靶点,其疗效具有不确定性;而 ERP 能快速、准确检测脑卒中患者认知、运动及心理功能,并实时记录相关脑电数据,其不同指标异常可与大脑相应区域功能障碍相对应,有助于临床准确进行靶区定位^[16-17]。本研究结果也显示,基于 ERP 指导的 rTMS 治疗能有效改善脑卒中恢复期患者认知功能、上肢运动功能及 ADL 能力,其疗效明显优于常规康复干预。

镜像神经元是一类存在于高等动物大脑皮质中的特殊感觉-运动神经元,在个体执行动作或观察到其他个体执行相同或类似动作时被激活,表现出电生理效应,并同时受动作观察及动作执行情况的影响,具有高度可塑性^[18]。AOT 是基于 MNS 理论的一种康复疗法,即指导患者观察动作视频,通过其感觉、认知、运动网络激活 MNS,而 MNS 激活又导致大脑皮质相应感觉、认知、运动等脑区兴奋性改变,形成新的神经突触或与患侧脑皮质发生联系,加速大脑功能重组^[19]。已有多项研究指出 AOT 疗法能促进脑卒中患者脑功能重组及运动功能改善^[20-21]。蒋孝翠等^[22]发现联合采用低频 rTMS 及 AOT 疗法可显著改善卒中后非流利性失语患者语言功能;陈卓等^[23]发现 rTMS 联合 AOT 疗法能明显改善血管性认知障碍(非痴呆性)患者认知功能及 ADL 能力。Noh 等^[24]研究也指出 rTMS 联合 AOT 疗法能有效改善脑卒中患者上肢功能。本研究也获得类似结果,即 ERP 指导下 rTMS 联合 AOT 训练能进一步改善脑卒中恢复期患者认知功能、运动功能及 ADL 能力,其疗效明显优于 rTMS 联合常规康复干预。其协同治疗机制可能包括:rTMS 能改变皮质神经元膜电位,引起特定脑区兴奋性及功能改变,而 AOT 疗法能激活 MNS 及相关脑区,进而增强中枢神经系统可塑性及功能重组,两者协同能促进受损神经网络修复,改善患者认知及运动功能;同时不同频率 rTMS 协同刺激能促使卒中患者双侧脑半球兴奋性恢复平衡,在此基础上辅以 AOT 疗法能进一步减弱跨胼胝体的抑制作用,提高患侧 MNS 及相关大脑皮质兴奋性,进而诱导大脑神经网络重组,促进患者认知及运动功能

改善^[25]。

综上所述,本研究结果表明,ERP 指导下 rTMS 联合 AOT 训练能有效改善脑卒中患者认知功能、运动能力及 ADL 能力,其疗效优于 rTMS 联合常规康复训练,该联合疗法值得临床推广、应用。需要指出的是,本研究还存在诸多不足,如样本量较小、治疗方案待优化、未进行长期随访等,后续研究将针对上述不足进一步完善。

参 考 文 献

- [1] Dionísio A, Duarte IC, Patrício M, et al. The use of repetitive transcranial magnetic stimulation for stroke rehabilitation: A systematic review [J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2018, 27 (1) : 1-31. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2017.09.008.
- [2] 付雨桐,杨志,姚黎清.事件相关电位在脑卒中患者中的应用进展[J].中国医学物理学杂志,2019,36(7):858-863. DOI: 10.3969/j.issn.1005-202X.2019.07.021.
- [3] Zhang JQ, Fong KNK, Welage N, et al. The activation of the mirror neuron system during action observation and action execution with mirror visual feedback in stroke: A systematic review [J]. Neural Plast, 2018, 2018(4):1-14. DOI: 10.1155/2018/2321045.
- [4] 中华医学会神经病学分会,中华医学会神经病学分会脑血管病学组.中国各类主要脑血管病诊断要点 2019 [J].中华神经科杂志,2019,52(9):710-715. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2019.09.003.
- [5] 崔颖,刘斌,董亚楠,等.缺血性脑小血管病患者脂蛋白 a、纤维蛋白原和 D-二聚体与血管性认知障碍的相关性[J].中华行为医学与脑科学杂志,2019,28(4):331-336. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-6554.2019.04.009.
- [6] 张帆,邹淑怡.高频重复经颅磁刺激对脑卒中恢复期患者认知功能的影响[J].中国实用神经疾病杂志,2019,22(22):2479-2485. DOI: 10.12083/SYSJ.2019.22.404.
- [7] 陆操,金丹丹,傅晓倩,等.低频重复经颅磁刺激联合小组模式康复训练对脑卒中偏瘫患者上肢及手功能的影响[J].中国康复,2018,33(5):369-372. DOI: 10.3870/zgkf.2018.05.004.
- [8] Lee D, Lee G. Effect of afferent electrical stimulation with mirror therapy on motor function, balance, and gait in chronic stroke survivors: a randomized controlled trial [J]. Eur J Phys Rehabil Med, 2019, 55 (4) : 442-449. DOI: 10.23736/S1973-9087.19.05334-6.
- [9] Ohura T, Hase K, Nakajima Y, et al. Validity and reliability of a performance evaluation tool based on the modified Barthel index for stroke patients [J]. BMC Med Res Methodol, 2017, 17(1):131-138. DOI: 10.1186/s12874-017-0409-2.
- [10] Fisicaro F, Lanza G, Grasso AA, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation in stroke rehabilitation: review of the current evidence and pitfalls [J]. Ther Adv Neurol Disord, 2019, 12 (9) : 1-22. DOI: 10.1177/1756286419878317.
- [11] 刘远文,潘翠环,胡楠,等.重复经颅磁刺激治疗脑卒中后执行功能障碍的研究进展[J].中国康复理论与实践,2016,22(10):1132-1136. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2016.10.004.
- [12] 尹明宇,胡昔权.重复经颅磁刺激治疗卒中后认知障碍的研究进展[J].中国卒中杂志,2020,15(7):713-719. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5765.2020.07.004.
- [13] Lefaucheur JP, Aleman A, Baeken C, et al. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS): an update (2014-2018) [J]. Clin Neurophysiol, 2020, 131 (2) : 474-528. DOI: 10.1016/j.clinph.2019.11.002.
- [14] 赵东帅,付蕊,徐桂芝,等.重复经颅磁刺激治疗认知功能障碍的临床应用进展[J].中华物理医学与康复杂志,2019,41(10):780-783. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.10.015.
- [15] 丁巧方,李哲,郭烟花,等.不同频率重复经颅磁刺激对脑卒中后认知障碍患者的影响[J].中国康复,2019,34(10):513-517. DOI: 10.3870/zgkf.2019.010.002.
- [16] Jia Q, Su Y, Liu G, et al. Changes in event-related potentials underlying coma recovery in patients with large left hemispheric infarction [J]. Med Sci Monit, 2019, 25: 5098-5113. DOI: 10.12659/MSM.917157.
- [17] Zhang Y, Xu H, Zhao Y, et al. Application of the P300 potential in cognitive impairment assessments after transient ischemic attack or minor stroke [J]. Neurol Res, 2021, 43 (4) : 336-341. DOI: 10.1080/01616412.2020.1866245.
- [18] 汤莉,李艳,茅慧文,等.基于镜像神经元理论的动作观察对脑卒中后上肢运动功能的临床疗效[J].中国老年学杂志,2019,39(8):1812-1815. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2019.08.007.
- [19] 李新宇.基于镜像神经元理论的动作观察疗法在神经康复中的应用进展[J].中国康复,2016,31(2):153-155. DOI: 10.3870/zgkf.2016.02.024.
- [20] 庄卫生,钱宝延,蔡西国,等.基于镜像神经元理论的动作观察疗法对脑卒中患者脑功能重组的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2017,39(8):604-608. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2017.08.011.
- [21] 张文洁,张永祥,王强,等.镜像疗法和动作观察疗法对脑卒中患者上肢运动功能疗效的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2021,43(5):414-417. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2021.05.007.
- [22] 蒋孝翠,刘臻,夏晓昧.低频重复经颅磁刺激联合动作观察疗法治疗卒中后非流利性失语的疗效观察[J].中国康复,2021,36(2):72-76. DOI: 10.3870/zgkf.2021.02.002.
- [23] 陈卓,张英,王海燕,等.重复经颅磁刺激联合镜像神经元训练系统对非痴呆性血管性认知障碍的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2018,40(12):891-894. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2018.12.003.
- [24] Noh JS, Lim JH, Choi TW, et al. Effects and safety of combined rTMS and action observation for recovery of function in the upper extremities in stroke patients: A randomized controlled trial [J]. Restor Neurol Neurosci, 2019, 37(3):219-230. DOI: 10.3233/RNN-180883.
- [25] 李菁,黄华焱,陈清法,等.低频重复经颅磁刺激联合镜像疗法对脑梗死患者上肢运动功能恢复的临床研究[J].中国康复,2019,34(12):631-634. DOI: 10.3870/zgkf.2019.12.004.

(修回日期:2021-09-25)

(本文编辑:易 浩)