

抑制性 rTMS 刺激联合镜像神经元训练系统对脑卒中后完全性失语的作用研究

朱慧敏, 张新颜, 程欣欣, 饶江, 张羽, 刘莉

【摘要】 目的:探讨抑制性重复经颅磁刺激(rTMS)联合镜像神经元训练系统(MNS)对脑卒中后完全性失语的临床疗效及其作用机制。方法:50例脑卒中后完全性失语患者按随机数字表法随机分为对照组16例、MNS组16例和联合组18例。对照组仅给予常规的言语康复训练,MNS组在对照组的基础上给予镜像神经元系统训练,联合组在MNS组的基础上给予右侧 Broca 同源区 1Hz 的 rTMS 刺激,于治疗前和治疗3周后评定3组患者西方失语成套测验(WAB)以及波士顿失语症程度分级(BDAE)评分。结果:治疗3周后,3组 WAB 各项评分和 BDAE 评分均较治疗前明显提高($P<0.05$);且联合组 WAB 各项评分及 BDAE 评分显著高于 MNS 组和对照组($P<0.05$),MNS 组 WAB 评分中自发语评分及 AQ 评分亦高于对照组($P<0.05$),BDAE 评分 MNS 组和对照组治疗后比较差异无统计学意义。结论:抑制性 rTMS 刺激右侧 Broca 同源区联合 MNS 训练系统对改善脑卒中后完全性失语患者的语言功能有一定作用。

【关键词】 抑制性重复经颅磁刺激;完全性失语;脑卒中;西方失语成套测试

【中图分类号】 R49;R743.3 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2020.11.001

Effect of inhibitory repetitive transcranial magnetic stimulation combined with mirror neuron training system for stroke patients with global aphasia Zhu Huimin, Zhang Xinyan, Cheng Xinxin, et al. Department of Rehabilitation, Brain Hospital Affiliated to Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China

【Abstract】 **Objective:** The aim of this study was to evaluate the effect of mirror neuron training system combined with low-frequency rTMS in the homologous area on the aphasia patients with cerebrovascular disease (CVD). **Methods:** A total of 50 patients with global aphasia after stroke in the Department of Rehabilitation Medicine of Nanjing Brain Hospital were randomly divided into control group, MNS group and low-frequency rTMS+MNS group. The control group was only given routine speech rehabilitation training, the MNS group was given mirror neuron training on the basis of the control group, and the low-frequency rTMS+MNS group was given rTMS (1 Hz) stimulation of the right Broca homologous region on the basis of the MNS treatment group, twice a day, 6 times a week. Western Aphasia Battery (WAB) and Boston aphasia rating scale (BDAE) were evaluated before and 3 weeks after treatment. **Results:** There was no significant difference in WAB score and BDAE score among the three groups before treatment. After treatment, the scores of WAB and BDAE were significantly higher than those before treatment ($P<0.05$), and the scores of spontaneous language, repetition, naming, AQ, information and BDAE in the low-frequency rTMS+MNS group were significantly higher than those in the MNS group and the control group ($P<0.05$). The scores of spontaneous language, repetition, naming and AQ in the MNS group were also significantly higher than those in the control group ($P<0.05$). **Conclusion:** Action observation therapy combined with inhibitory rTMS of right Broca homologous region can improve the language function of patients with global aphasia after stroke.

【Key words】 inhibitory repetitive transcranial magnetic stimulation; global aphasia; cerebrovascular disease;

western aphasia battery

失语是脑卒中后常见的症状,据报道脑卒中后失语症的发生率为 21%~38%^[1-2],其中完全性失语是最严重的类型,它会影响自发语、听理解、复述、命名等各个方面的言语功能障碍。近年来经颅磁刺激(Tran

基金项目:南京市医学科技发展基金面上项目(YKK16152),南京市科委社发医疗卫生特殊项目(201803031)

收稿时间:2019-12-23

作者单位:南京医科大学附属脑科医院康复医学科,南京 210029

作者介绍:朱慧敏(1980-),男,副主任医师,主要从事中枢神经系统损伤的康复治疗方面的研究。

通讯作者:刘莉,liulicao1976@163.com

cranial Magnetic Stimulation, TMS)等非侵入性脑刺激技术发展迅速,成为研究的热点,临床上用来干预很多神经精神疾病。目前关于 TMS 治疗卒中后失语方案中证据最多的还是低频重复性经颅磁刺激(repetitive Transcranial Magnetic Stimulation, rTMS)抑制右侧大脑半球 Broca 同源区的方案,通过抑制过度激活的右侧同源区来使双侧语言网络达到新的平衡^[3-4]。

随着镜像神经元研究的深入,新的基于镜像神经元理论的康复疗法不断出现并迅速的被应用到脑损伤的康复治疗中^[5-6]。在我们之前的研究中也发现卒中后非流畅性失语患者动作观察联合常规语言康复训练能明显改善语言功能言语失用^[7-9]。到目前为止尚无关于经颅磁刺激联合镜像神经元系统(Mirror Neuron System, MNS)治疗完全性失语的疗效的研究。本研究通过对卒中后完全性失语患者分别给予不同治疗方案,旨在探索 MNS 能改善完全性失语患者的言语功能,以及抑制性 rTMS 刺激联合镜像神经元系统训练是否能进一步提高疗效。

1 资料和方法

1.1 一般资料 选取 2018 年 5 月~2019 年 9 月在南京脑科医院康复医学科行康复治疗的脑卒中患者,符合上述标准的完全性失语患者共 60 例,入选标准:符合 1995 年中华医学会第四届全国脑血管病学术会议制订的脑卒中诊断标准,并经头颅 CT 或 MRI 证实为左侧脑卒中患者;初次发病且局限于左侧大脑皮层或者皮层下损伤的患者;临床表现提示为失语症,并经西方失语成套测验(Western Aphasia Battery, WAB)评定为完全性失语;发病前无言语功能及认知功能障碍;均为右利手;母语为汉语;病程大于 1 周,且病情稳定,能配合康复训练及 rTMS 治疗;年龄 20~80 岁。排除标准:有癫痫病史;短暂性脑缺血发作患者;重要脏器功能衰竭或生命体征不平稳;合并其他神经系统变性疾病;意识障碍、精神症状及严重痴呆而不能配合者;植入心脏起搏器、颅内金属植入物、右侧额颞部颅骨颅骨缺陷或行修补后;妊娠或哺乳期妇女。本研

究经南京脑科医院伦理委员会审核批准,患者家属签署知情同意书。按随机数字表法将每组患者分为对照组、MNS 组和联合组(MNS+rTMS 组),其中有 7 例患者中途退出,3 例患者缺少完整资料,最后对照组 16 例、MNS 组 16 例和联合组 18 例。3 组患者一般资料经统计学分析比较,差异无统计学意义,具有可比性,见表 1。

1.2 方法 对照组接受常规神经内科药物治疗及传统言语训练,MNS 组接受常规言语功能训练及基于镜像神经元理论的动作观察训练,联合组在以上治疗基础上加用 rTMS 治疗,rTMS 治疗位于 MNS 治疗前 10min。①MNS 训练^[7]:本研究中采用的镜像神经元系统是苏州明思特医疗科技有限公司生产的,治疗方案采用动作观察疗法,治疗时患者佩戴镜像神经元系统的专用输出设备,患者可通过该设备同时看到播放的视频动作和听到模特的发音。该系统中语言组治疗部分一共有 320 个与日常生活手部活动相关的动作视频资料。每个动作视频均先后以三种播放形式呈现给患者,首先模特讲出动词短语,同时屏幕上显示的口型动作,然后播放执行该动作的短视频配合语音,最后是屏幕上同时显示口型和动作,配合声音提示。动作视频总时长 9s,共包含 3 个播放形式,每种形式播放时长为 3s。例如“剥香蕉”,首先播放模特讲“剥香蕉”的口型动作同时听“剥香蕉”这个词的语音,然后是播放“剥香蕉”手势动作并听“剥香蕉”发音,最后是模特同时观察“剥香蕉”的口型和“剥香蕉”手势动作并听“剥香蕉”发音。训练是在安静的言语治疗室进行,训练过程中患者集中注意力观看屏幕上显示的模特口型及执行的动作,同时听视频中相应的发音,嘱患者每次听到语音时复述 1 遍。每次训练 20min,每周 6d,每日训练 2 次,疗程为 3 周。②rTMS 治疗:磁刺激器使用武汉依瑞德医疗设备新技术有限公司生产的 YRD CCY-I 型经颅磁刺激仪,最大磁场强度 3T,8 字型线圈,并配有肌电检测仪器。治疗时,患者取卧位,全身放松,将磁刺激线圈中心置于右侧半球 Broca 镜像区(EEG 10-20 系统的 F4 点),线圈与患者颅骨表面相切,手柄垂直指向患者枕部,8 字型线圈的中心置于标记

表 1 3 组一般资料比较

组别	n	性别(男/女,例)	年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	病程(d, P25, P75)	类型(梗死/出血,例)	高血压(例)	糖尿病(例)	冠心病(例)
对照组	16	11/5	51.25±11.00	53.00(17.00,149.00)	9/7	10	5	3
MNS 组	16	11/5	60.75±9.00	52.00(23.25,77.75)	8/8	11	5	2
联合组	18	13/5	57.89±14.15	69.00(18.75,114.75)	11/7	11	6	4
t/Z/ χ^2		0.967	0.141	0.517	0.809	0.911	0.989	0.759
P		1.000	0.889	0.772	0.724	0.711	1.000	0.649

表2 3组治疗前后 WAB 评分组间比较

M(P25,P75)

组别	时间	自发言	听理解	复述	命名	AQ
对照组 (n=16)	治疗前	1.00(0,1.00)	2.25(1.33,2.58)	0.10(0,1.58)	0(0,0.18)	7.95(4.48,10.90)
	治疗后	1.00(1.00,3.00) ^a	3.20(2.53,4.20) ^a	1.80(0.20,3.30) ^a	1.70(0.45,3.05) ^a	17.00(10.55,24.53) ^a
MNS组 (n=16)	治疗前	1.00(0,3.00)	2.30(1.70,2.80)	0.70(0,2.75)	0.15(0,1.70)	10.55(7.23,15.95)
	治疗后	3.00(2.00,5.00) ^{ac}	3.40(3.08,5.60) ^a	4.10(3.40,4.80) ^a	2.90(1.65,3.43) ^a	29.80(20.25,34.88) ^{ac}
联合组 (n=18)	治疗前	1.00(0.75,3.25)	2.30(1.60,3.70)	1.10(0,2.95)	0.25(0,2.33)	13.35(6.20,23.45)
	治疗后	6.00(5.00,8.25) ^{abc}	5.15(3.98,6.58) ^{abc}	6.55(5.50,8.10) ^{abc}	4.45(3.20,4.90) ^{abc}	42.00(38.53,58.35) ^{abc}

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

处^[10]。检测时将体表镍银记录电极置于患侧拇短展肌部位,检测电极置于患侧拇短展肌肌腱处,参考电极置于肌腱处,腕部接地线。首先在患侧初级运动皮质区寻找到刺激热点,并将其为止标注在定位帽上。然后测量健侧静息运动阈值,即肌肉放松情况下,TMS 刺激对侧皮质手代表区,10 次连续刺激直到有 5 次能引发对侧振幅大于 $50\mu V$ 的最小刺激。rTMS 治疗参数^[10]:1Hz,80% 运动阈值,每个序列刺激持续时间 8s,间隔时间 3s,脉冲总数 1000 个。每日治疗 2 次,每周治疗 6d,连续治疗 3 周。

1.3 评定标准 3 组患者均在治疗前、治疗结束时接受西方失语症成套测验(Western aphasia battery, WAB)以及评估波士顿失语症程度分级(Boston diagnostic aphasia examination, BDAE)。WAB 失语评估内容包括自发言语,听理解、复述、命名以及信息量、流畅度。根据失语商(aphasia quotient, AQ)=(自发言语+听理解/20+复述/10+命名/10)×2 计算出 AQ。BDAE 量表用于评估失语严重程度,分为 0~5 级,0 级最严重,5 级言语功能正常或接近正常,分别对应 0~5 分。评定由同一名对分组不知情的言语治疗师和另一名临床医师分别完成。首次评定时间为入院当天或次日,第 2 次评定时间为治疗结束后 1~2d。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 22.0 软件包进行统计学分析,计数资料以率表示,采用 χ^2 检验,经正态性检验后,正态的计量资料采用 $\bar{x}\pm s$ 表示,年龄组间比较采用独立样本 t 检验,偏态分布的计量资料以中位数及四分位数 M(P25, P75)表示,组内治疗前后采用配对 Wilcoxon Signed Ranks test,多组间比较采用 Kruskal-wallis H 非参数检验,组间比较如有显著性差异,则进一步进行多重比较。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 治疗前后 WAB 评分比较 治疗前,3 组 WAB 评分差异无统计学意义。治疗 3 周后,3 组 WAB 评分中 AQ 及自发言、听理解、复述、命名评分均较治疗前明显提高(均 $P<0.05$),且联合组各项评分明显优于

对照组和 MNS 组(均 $P<0.05$),MNS 组自发言评分及 AQ 评分优于对照组(均 $P<0.05$)。见表 2。

2.2 治疗前后信息量及流畅度比较 治疗前,3 组患者的信息量和流畅度评分比较差异无统计学意义。治疗 3 周后,3 组信息量和流畅度评分与治疗前比较均明显增加(均 $P<0.05$),且联合组治疗后信息量评分优于对照组和 MNS 组($P<0.05$),MNS 组治疗后信息量评分优于对照组($P<0.05$);联合组治疗后流畅度评分均优于对照组(均 $P<0.05$),联合组和 MNS 组治疗后流畅度评分与 MNS 组比较差异无统计学意义。见表 3。

表3 3组治疗前后信息量及流畅度评分比较

M(P25,P75)

组别	时间	信息量	流畅度
对照组 (n=16)	治疗前	0(0,0)	1.00(0,1.00)
	治疗后	0(0,0.75) ^a	1.00(1.00,2.00) ^a
MNS组 (n=16)	治疗前	0(0,0)	1.00(0,1.75)
	治疗后	2.00(0.25,2.75) ^{ac}	2.00(1.00,2.75) ^{ac}
联合组 (n=18)	治疗前	0(0,2.00)	1.00(0,2.00)
	治疗后	4.50(3.00,7.00) ^{abc}	2.00(2.00,4.25) ^{ac}

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

2.3 BDAE 评分比较 治疗前,3 组患者的 BDAE 评分差异无统计学意义。治疗后,3 组 BDAE 评分与治疗前比较均明显增加(均 $P<0.05$),且联合组 BDAE 评分优于对照组和 MNS 组($P<0.05$),治疗后对照组和 MNS 组比较差异无统计学意义。见表 4。

表4 3组治疗前后 BDAE 评分比较 M(P25,P75)

组别	n	治疗前	治疗后
对照组	16	0(0,0)	1.00(0,1.00) ^a
MNS组	16	0(0,1.00)	1.00(1.00,1.00) ^{ac}
联合组	18	0.50(0,1.00)	3.00(2.00,3.00) ^{abc}

与组内治疗前比较,^a $P<0.05$;与 MNS 组同时时间点比较,^b $P<0.05$;与对照组同时时间点比较,^c $P<0.05$

3 讨论

本研究表明经 3 周治疗,所有完全性失语患者言语功能评分均明显升高,组间对比表明 MNS 组仅自发言及 AQ 评分较对照组高,联合组自发言、听理解、

复述、命名、AQ、信息量、流畅度及 BDAE 评分均较对照组高,而且联合组自发语、复述、命名、AQ、信息量及 BDAE 评分也较 MNS 组进步更大,以上结果提示 MNS 联合常规言语功能训练能改善完全性失语患者的言语功能,rTMS 联合 MNS 及常规言语功能训练能进一步提高失语症治疗效果。有研究表明患者的年龄、性别、病程、疾病类型、病灶部位及大小等因素会影响卒中后失语症患者的预后。本研究中患者治疗效果较好,可能因为:患者相对年轻,对照组、MNS 组和联合组平均年龄分别为 51 岁、57 岁、60 岁;病程相对较短,1 个月内为 22 例、1~3 个月为 14、超过 3 个月为 14 例,超过半年的仅仅为 4 例;脑出血比例相对较高,早期虽表现为完全性失语,但恢复期常迅速转化为其他类型失语;第四,与患者的病灶部位及大小有一定关系,本研究中仅一半患者是由左侧大脑中动脉闭塞或颈内动脉闭塞导致的同时累及皮层及皮层下的大面积脑卒中,部分患者仅仅累及部分额颞叶皮层或为散在病灶,而脑出血患者病灶主要位于皮层下;其他因素,如量表本身的影响,重复评估同一种量表可能存在学习效应,WAB 中的很多测试项目可能会在平时训练过程中反复出现、临床医师平时查房也常会涉及、日常生活中家人或朋友也可能会提到部分相同或相似的内容,这些因素会导致评分偏高。

3.1 镜像神经元系统的作用机制 本研究中 MNS 组所有患者治疗前后 WAB 及 BDAE 评分均有显著提高,表明 MNS 联合常规的言语功能训练能改善完全性失语患者的言语功能及严重程度下降,但与对照组比较后发现自发语、AQ 评分进步较常规治疗组大,这说明 MNS 系统治疗方案进一步改善完全性失语患者的言语功能。其可能机制为:镜像神经元系统治疗模式可通过视觉、听觉系统或感觉系统激活镜像神经元以及与有联系的运动、感觉、语言等皮质区,这种自上而下的调控方式能使半球间联系趋于平衡,以此达到功能的重新学习^[11-12];镜像神经元具有“动作观察-执行匹配机制”,有助于正常人的动作学习,也能促进脑卒中后运动功能、认知功能、言语功能的重新恢复;尽管大脑受损后出现不同程度功能障碍,但仍会具有一定程度的重塑性,这种重塑可通过大量反复练习,重塑功能区,重启或重组神经传导通路,促进功能恢复^[13]。本科室田丽、由丽等^[7-9]研究表明不论患者是否伴有言语失用基于镜像神经元理论的动作观察疗法能促进非流畅性失语的语言功能恢复。通过 MNS 组和对照组的比较,同时还发现 MNS 组仅仅自发语及 AQ 评分较对照组高,而听理解、复述、命名及 BDAE 评分未见进一步提高,提示 MNS 辅助改善完全性失语患者

的疗效有限,对完全性失语患者的理解能力、复述能力、命名能力影响不大,将自发语进一步分为信息量及流畅度后发现两者较对照组也无明显差异,这表明自发语提高,但更高的能力如理解、命名能力却未见改善,这其中的原因可能为:MNS 系统确实进一步改善了完全性失语患者的言语功能,但作用有限,即能在一定程度上提高患者简单的表达能力,同时因为 MNS 系统与认知系统间存在广泛的联系,MNS 激活后可能增强记忆、学习能力^[14],增强了对日常常见问题的应答能力(WAB 自发语部分评估内容在日常生活中可能会被反复提及)。

3.2 rTMS 联合镜像神经元训练治疗脑卒中后失语的机制 近年来 rTMS 已经被公认为是一种促进脑卒中后神经网络重塑的介入手段,而且大量的研究证明 rTMS 可以促进卒中后语言功能的恢复^[15-17]。不同频率的 rTMS 对大脑皮质的调节作用不同:高频 rTMS 使大脑皮质兴奋性增加,低频 rTMS 降低大脑皮质兴奋性,起抑制作用。机制可能为低频 rTMS 能直接作用于大脑皮层,抑制右侧语言区的兴奋性,间接升高左侧语言区兴奋性,使双侧语言中枢兴奋性重新取得平衡,更有效促进完全性失语患者脑功能重建 Ren 等^[25]的研究也表明 rTMS 能改善完全性失语患者的自发语、听理解、复述能力,且效果与刺激的部位有关,抑制右侧 Broca 同源区时自发语及复述能力改善更明显。本研究中患者在进行 MNS 治疗前通过 rTMS 抑制右侧同源区异常兴奋间接兴奋左侧语言网络,调节部分镜像神经元及其相关脑功能区。从解剖结构上看镜像神经元系统涉及初级感觉运动区、运动前区、辅助运动区、Broca 区、颞顶联络区、边缘系统等^[18]。Broca 区是语言网络和镜像神经元系统的交点之一,因此 rTMS 也能促使镜像神经元系统通路激活,能缩短动作观察激活镜像神经元的时间,提高镜像神经元系统重塑脑功能的效率。陈卓等^[14]应用经颅磁刺激联合镜像神经元训练系统治疗非痴呆性血管性认知障碍患者后,联合组认知功能、日常生活能力均得到明显改善,也表明 rTMS 与 MNS 系统联合应用后效果更强。通过比较联合组与 MNS 组的评分我们还发现,联合组不能在 MNS 系统疗效的基础上进一步提高听理解能力,这可能一方面因为完全性失语为失语中最严重的类型,恢复难度最大,临床上大多恢复不满意,这其中最重要的原因就是听理解恢复差,另一方面可能与我们选择的 rTMS 方案有关,本研究采用的是低频抑制右侧 Broca 同源区的方案,左侧 Broca 区的抑制减弱,言语表达功能改善相对较大,与 Ren 等^[19]的研究结果相似。

3.3 本研究的不足 在本研究中,在疗程结束后发现 rTMS 联合镜像神经元训练语言功能改善的更加明显。我们推测,rTMS 干预后的早期语言功能改善可能与 rTMS 抑制右侧半球的兴奋性从而减弱健侧半球对患侧半球的抑制有关;而此后其对语言恢复的促进作用则可能是 rTMS 调节大脑皮质语言功能重组的结果。但本研究的样本量较小,有必要扩大样本量及延长随访及治疗时间。另外本院评估手段相对单一,缺少脑功能的影像学检查和神经电生理学评估。

综上所述,本研究表明,镜像神经元训练系统有助于言语功能恢复,若联合 rTMS 抑制右侧 Broca 同源区则可以进一步促进脑卒中后完全性失语患者语言功能的恢复,它是可以作为言语功能康复的有效的辅助手段。

【参考文献】

- [1] Pedersen PM, Vinterb K, Olsen TS. Aphasia after stroke: type, severity, and prognosis. The Copenhagen aphasia study[J]. Cerebrovasc Dis. 2004,17(1):35-43.
- [2] Pedersen PM, Jorgensen HS, Nakayama H, et al. Aphasia in acute stroke: Incidence, determinants, and recovery[J]. Ann Neurol. 1995,38(4):659-666.
- [3] 樊影娜,赵佳.低频 rTMS 对急性脑梗死后运动性失语的疗效观察[J].中国康复,2016,3(1):28-30.
- [4] Seni'ow J, Waldowski K, Le'sniak M, et al. Transcranial magnetic stimulation combined with speech and language training in early aphasia rehabilitation; a randomized double-blind controlled pilot study[J]. Topics in Stroke Rehabilitation, 2015,20(3):250-261.
- [5] Thieme H, Bayn M, Wurg M, et al. Mirror therapy for patients with severe arm paresis after stroke;a randomized controlled trial [J]. Clin Rehabil,2013;27(4):314-24.
- [6] Buccino G. Action observation treatment;a novel tool in neurorehabilitation[J]. Philos Trans R Soc B Biol Sci,2014;369(1644):1-8.
- [7] 田丽,朱慧敏,刘莉,等.基于镜像神经元理论的动作观察疗法对脑卒中后非流畅性失语的影响[J].中国康复医学杂志,2017,32(10):1152-1154.
- [8] 由丽,王珣,田丽,等.基于镜像神经元理论的动作观察疗法对脑卒中后言语失用的疗效观察[J].临床神经病学杂志,2018,31(6):429-432.
- [9] You L, Wang Y, Chen W, et al. The Effectiveness of Action Observation Therapy Based on Mirror Neuron Theory in Chinese Patients with Apraxia of Speech after Stroke[J]. Eur Neurol. 2019, 81(5-6):278-286.
- [10] 胡雪艳,张通,刘丽旭,等.不同强度低频重复经颅磁刺激对脑卒中后非流畅性失语的疗效[J].中国康复理论与实践,2015,21(11):1294-1297.
- [11] P&ez-Cruzado D, Merchn, Baeza JA, Gonz6lez. Sdnehez M, et al. Systematic review of mirror therapy compared with conventional rehabilitation in upper extremity function in stroke survivors [J]. Aust Occup Ther J,2017,64(2):91-112.
- [12] Saleh S, Adamovich SV, Tunik E. Mirrored feedback in chronic stroke: recruitment and effective connectivity of ipsilesional sensorimotor networks[J]. Neurorehabil Neural Repair, 2014,28(4):344-354.
- [13] 邹智,张英,王珊珊,等.镜像治疗结合任务导向性训练对脑卒中患者上肢功能的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2011,33(9):693-696.
- [14] 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.
- [15] Benninger DH, Berman BD, Houdayer E, et al. Intermittent theta-burst transcranial magnetic stimulation fortreatment of Parkinson disease[J]. Neurology. 2011,76(7):601-609.
- [16] Howland RH, Shutt LS, Berman SR, et al. The emerging use of technology for the treatment of depression and other neuropsychiatric disorders[J]. Ann Clin Psychiatry. 2011,23(1):48-62.
- [17] Lage C, Wiles K, Shergill SS, et al. A systematic review of the effects of low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation on cognition [J]. J Neural Transm. 2016,123(12):1479-1490.
- [18] Behmer LP Jr, Fournier LR. Mirror neuron activation as a function of explicit learning; changes in mu-eventrelated power after learning novel responses to ideomotor compatible, partially compatible, and non-compatible stimuli [J]. Eur J Neurosci. 2016,44(10):2774-2785.
- [19] Ren C, Zhang GF, Xu XL, et al. The Effect of rTMS over the Different Targets on Language Recovery in Stroke Patients with Global Aphasia: A Randomized Sham-Controlled Study [J]. Biomed Research International, 2019, Jul 29, 4589056. 7 pages. (未查到明确的卷期)

本刊办刊方向:

立足现实 关注前沿 贴近读者 追求卓越