· 临床研究 ·

连续 Theta 爆发式经颅磁刺激治疗脑卒中后失语症的疗效观察

张芳[1]　谢博多[2]　郭华平[1,3]　勾丽洁[1,3]

[1]承德医学院附属医院,承德　067000; [2]联勤保障部队第九八一医院,承德　067000; [3]河北省神经损伤与修复重点实验室,承德　067000

通信作者:勾丽洁,Email:goulijie1974@163.com

【摘要】 **目的**　观察连续 Theta 爆发式经颅磁刺激(cTBS)治疗脑卒中后失语症(PSA)患者的临床疗效。**方法**　采用随机数字表法将 46 例 PSA 患者分为观察组及对照组,每组 23 例。2 组患者均给予常规康复干预及言语语言治疗,观察组患者在此基础上针对健侧脑区额下回(IFG)、颞上回(STG)及额上回(SFG)语言功能区给予 cTBS 多靶点刺激,对照组则针对上述脑区给予假磁刺激,每天治疗 1 次,每周治疗 5 d。于治疗前、治疗 3 周后分别采用中国康复研究中心失语症检查法(CRRCAE)、波士顿诊断性失语症检查法(BDAE)、简易智力状况检查量表(MMSE)及脑卒中失语症生活质量量表(SAQOL-39)对 2 组患者进行疗效评定。**结果**　治疗后 2 组患者 CRRCAE 量表-听理解、复述、说、出声读、阅读 5 项评分、BDAE、MMSE 及 SAQOL-39 评分均较治疗前明显提高($P<0.05$);并且治疗后观察组 CRRCAE 量表-听理解[(112.7±8.9)分]、复述[(115.7±16.0)分]、说[(99.9±6.2)分]、出声读[(98.2±14.1)分]、阅读评分[(86.6±8.1)分]、BDAE 评分[3.0(3.0,4.0)分]、MMSE 评分[21.0(20.0,24.0)分]及 SAQOL-39 评分[(112.9±21.9)分]亦显著优于同期对照组水平($P<0.05$)。**结论**　cTBS 多靶点干预可有效改善 PSA 患者言语功能及认知功能,进一步提高患者生活质量,该联合疗法值得临床推广、应用。

【关键词】 连续 Theta 爆发式经颅磁刺激;　脑卒中;　失语症;　生活质量;　言语语言疗法

基金项目:河北省医学科学研究课题计划资助(20240836)

DOI:10.3760/cma.j.cn421666-20250211-00129

Continuous theta burst stimulation of multiple targets in the treatment of post-stroke aphasia

Zhang Fang[1], Xie Boduo[2], Guo Huaping[1,3], Gou Lijie[1,3]

[1]The Affiliated Hospital of Chengde Medical College, Chengde 067000, China; [2]The 981st Hospital of the Joint Logistic Support Force, Chengde 067000, China; [3]HebeiKey Laboratory of Nerve Injury and Repair, Chengde 067000, China

Corresponding author: Gou Lijie, Email: goulijie1974@163.com

【**Abstract**】 **Objective**　To observe the clinical efficacy of continuous theta burst stimulation in the treatment of post-stroke aphasia (PSA). **Methods**　Forty-six patients with post-stroke aphasia were randomly divided into an observation group and a control group, with 23 cases in each group. In addition to conventional rehabilitation and speech-language therapy, the observation group received daily theta burst stimulation (cTBS) targeting the contralesional inferior frontal gyrus, the superior temporal gyrus, and the superior frontal gyrus. The control group received sham stimulation over the same areas. The treatment was 5 days per week for 3 weeks. Before and after the treatment, both groups were evaluated using the China Rehabilitation Research Center's aphasia examination method (CRRCAE), the Boston diagnostic aphasia examination (BDAE), the brief mental scale (MMSE), and the Stroke Aphasia Quality of Life scale (SAQOL-39). **Results**　After the treatment, intra-group comparison showed significantly greater improvements among the observation group in terms of their average CRRCAE listening comprehension (112.74±8.935), repetition (115.74±16.015), speaking (99.91±6.273), oral reading (98.22±14.087), and reading (86.57±8.101) sub-scores and their average BDAE [3.00 (3.00, 4.00)], MMSE [21.00 (20.00, 24.00)] and SAQOL-39 (112.96±21.995) scores. **Conclusions**　Continuous theta burst transcranial magnetic stimulation can effectively improve the speech, cognition and life quality of persons with post-stroke aphasia. This therapy is worthy of clinical application and promotion.

【**Key words**】 Theta burst stimulation;　Stroke;　Aphasia;　Quality of life;　Speech therapy;　Language therapy

Funding: Medical Science Research Project of Hebei(20240836)

DOI:10.3760/cma.j.cn421666-20250211-00129

脑卒中(stroke)是全球第二大死亡原因,也是成人获得性残疾的主要病因。据统计,有 21%~38%的脑卒中患者会出现卒中后失语症(post-stroke aphasia, PSA),对患者生活质量及整体康复进程造成严重影响[1]。目前,言语语言疗法(speech and language therapy,SLT)是 PSA 的主要治疗手段,但康复效果仍有较大提升空间。近年来有大量文献报道,连续 Theta 爆发式经颅磁刺激(continuous theta burst stimulation, cTBS)对 PSA 患者具有治疗作用[2]。相关研究表明,右侧额下回(inferior frontal gyrus, IFG)与左半球的 Broca 区同源,右侧颞上回(superior temporal gyrus, STG)与左半球的 Wernicke 区同源,且上述脑区均与语言理解功能有关[3];额上回(superior frontal gyrus, SFG)则与认知功能有关,推测同时刺激语言相关脑区(如 IFG、STG、SFG)可能会产生协同效应,进一步改善患者言语及认知功能[4]。基于此,本研究拟观察 cTBS 多靶点刺激联合 SLT 治疗对 PSA 患者语言功能、认知功能及生活质量的影响,为临床采用 cTBS 治疗 PSA 患者提供更多参考资料。

对象与方法

一、对象与分组

本研究获承德医学院附属医院伦理委员会审批(CYFYLL2023155)。患者纳入标准包括:①年龄 35~75 岁;②均符合脑卒中诊断标准且为首发[5-6];③卒中病灶均位于左侧,病程 15 d~12 个月;④经中国康复研究中心汉语标准失语症检查量表(China Rehabilitation Research Center Aphasia Examination, CRRCAE)评定,确诊为失语症患者;⑤惯用手为右手;⑥发病前语言功能正常,且母语为汉语,小学以上文化程度;⑦患者对本研究知晓并签署知情同意书。患者排除标准包括:①完全性失语;②合并严重构音障碍;③合并严重心、肺、肝、肾等重要器官功能障碍;④既往有癫痫病史;⑤因其他神经系统疾患(如帕金森病、脑肿瘤等)导致失语症;⑥体内植入心脏起搏器、人工耳蜗或其他金属异物等;⑦简易智力状况检查量表(mini-mental state examination, MMSE)评分≤9 分,不能配合日常治疗等。

选取 2023 年 11 月至 2024 年 7 月期间在承德医学院附属医院康复医学科住院治疗且符合上述标准的 46 例 PSA 患者作为观察对象,采用随机数字表法将其分为观察组及对照组,每组 23 例。2 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

2 组患者均给予常规康复干预,在此基础上观察组给予 cTBS 多靶点刺激及 SLT 治疗,对照组则辅以 cTBS 多靶点假刺激及 SLT 治疗。具体治疗方法如下。

1.常规康复干预:根据患者病情给予脑血管病二级预防药物治疗;同时指导患者进行良肢位摆放、偏瘫侧肢体主、被动训练、关节松动训练及日常生活能力训练等,每次训练持续约 50 min,每周训练 6 d,连续训练 3 周。

2.cTBS 治疗:选用武汉产 YRD CCY-1 型磁刺激仪及配套的“8”字形线圈,该仪器最大磁刺激强度为 3 T。治疗时确保环境安静,嘱患者保持放松坐位且头部尽量固定。根据脑电图学会制订的 10-20 电极定位方法,将线圈对准健侧脑区额下回(IFG)、颞上回(STG)及额上回(SFG)的语言功能区,磁刺激线圈与颅骨表面相切,且中心点与患者颅骨接触。在首次治疗前需测定患者静息运动阈值(resting motor threshold, RMT)水平,嘱患者保持坐位,将记录电极置于健手拇短展肌肌腹处,参考电极置于同侧拇短展肌肌腱处,地线电极置于同侧腕关节掌侧。将“8”字形线圈中心对准病灶对侧大脑运动皮质 M1 手区,嘱患者完全放松,逐渐调节磁刺激强度,以连续 10 次刺激中至少有 5 次使对侧拇短展肌最大运动诱发电位波幅>50 μV 的最小磁刺激强度为 RMT。在正式治疗时磁刺激强度设置为 90%RMT 水平,丛内频率 50 Hz,丛内脉冲 3 个,丛间频率 5 Hz,按照 IFG→STG→SFG 顺序进行刺激,每个靶点分别刺激40 s,各靶点刺激结束后间隔5 min,上述各靶点均刺激 2 次,总治疗时间约35 min,每天治疗 1 次,每周治疗 5 d,连续治疗 3 周。对照组患者同期给予 cTBS 假刺激治疗,具体操作步骤及治疗时间同上,但治疗期间磁刺激线圈无能量输出。

表 1　入选时 2 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,$\bar{x}\pm s$)	脑卒中类型(例)	
		男	女			脑出血	脑梗死
对照组	23	14	9	60.3±9.9	58.4±19.3	7	16
观察组	23	15	8	59.4±10.7	58.1±17.1	10	13

3.言语语言治疗:于 cTBS 干预结束 60 min 内进行 SLT 治疗,具体干预内容包括 Schuell 刺激促进疗法、听理解训练、口语表达训练及书写训练等,每次治疗持续约 40 min,每周治疗 5 d,连续治疗 3 周。

三、疗效评定方法

于治疗前、治疗 3 周后对 2 组患者语言能力、认知功能及生活质量进行评定,具体评定内容包括以下方面。

1.语言功能评定:分别采用 CRRCAE 量表及波士顿诊断性失语症检查法(Boston Diagnostic Aphasia Examination, BDAE)对患者语言功能进行评定。CRRCAE 量表由 9 个大项(共 28 个小项)组成,其评定内容包括听理解、复述、口头表达、出声读、阅读、抄写、描写等 9 项;为便于统计,本研究对听理解(满分 240 分)、复述(满分 180 分)、说(满分 180 分)、出声读(满分 150 分)、阅读(满分 240 分)5 个方面进行评定,得分越低表示患者言语功能越差[7]。BDAE 是评价失语症严重程度的分级量表,其评定结果分为 0~5 级,患者评级越高,则提示其失语症程度越轻[8]。

2.认知功能评定:采用 MMSE 量表进行评定,该量表评定内容包括定向力、注意力、计算力、记忆力、命名、复述、理解、书写及复制等方面,满分 30 分,得分越高表示患者认知功能越好,25 分以上表明患者认知功能正常[9]。

3.生活质量评定:采用脑卒中失语症生活质量量表(Stroke and Aphasia Quality of Life Scale, SAQOL-39)进行评定,该量表评定内容包括生理、交流、心理等领域,共 39 个评定条目,满分 195 分,得分越高表明患者生活质量越好[10]。

四、统计学方法

本研究采用 SPSS 27.0 版统计学软件包进行数据分析,符合正态分布且方差齐性的计量资料以($\bar{x}\pm s$)表示,组内比较采用配对样本 t 检验,组间比较采用独立样本 t 检验;不符合正态分布的计量资料以[$M(Q_1, Q_3)$]表示,组内比较采用 Wilcoxon 符号秩检验,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验;计数资料比较采用卡方检验,$P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

结　果

一、治疗前、后 2 组患者言语功能比较

治疗前,2 组患者 CRRCAE 量表听理解、复述、说、出声读及阅读评分组间差异均无统计学意义($P>0.05$);治疗后 2 组患者听理解、复述、说、出声读及阅读评分均较治疗前明显改善($P<0.05$);并且治疗后观察组上述指标评分亦显著优于对照组水平($P<0.05$),具体数据见表 2。

二、治疗前、后 2 组患者失语程度、认知功能及生活质量比较

治疗前,2 组患者 BDAE、MMSE 及 SAQOL-39 评分组间差异均无统计学意义($P>0.05$);治疗后 2 组患者 BDAE、MMSE 及 SAQOL-39 评分均较治疗前明显改善($P<0.05$);并且治疗后观察组患者上述指标评分亦显著优于对照组水平,组间差异均具有统计学意义($P<0.05$),具体数据见表 3。

讨　论

本研究显示,治疗后观察组患者 CRRCAE 量表听理解、复述、说、出声读、阅读评分、MMSE、SAQOL-39 评分均较治疗前及同期对照组明显改善($P<0.05$),表明在 SLT 治疗基础上辅以 cTBS 多靶点干预能进一步提高 PSA 患者的言语功能及认知能力,对促进患者功能恢复、提高生活质量具有重要作用。

PSA 通常与卒中后大脑语言中枢直接损伤或大脑语言相关脑功能网络受损有关,患者表现为言语功能(如听理解、阅读、写作、复述或命名等)低下或丧失。近年来有大量研究报道,rTMS 对 PSA 患者具有治疗作用;如沈莹等[11]研究发现,采用 0.5 Hz 的 rTMS 刺激卒中后 PSA 患者 IFG 脑区,可明显改善患者的言语功能;王莉等[12]对亚急性期 PSA 患者右侧额下回三角部给予不同频率rTMS治疗,结果显示0.5 Hz,

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

组别	例数	听理解	复述	说	出声读	阅读
对照组						
治疗前	23	97.1±8.3	97.7±14.3	81.1±9.7	77.7±12.3	69.9±8.1
治疗后	23	104.7±11.3[a]	105.1±16.4[a]	94.6±8.4[a]	88.0±12.0[a]	81.6±7.7[a]
观察组						
治疗前	23	96.4±8.1	94.0±16.6	76.7±6.9	75.3±12.9	67.1±7.2
治疗后	23	112.7±8.9[ab]	115.7±16.0[ab]	99.9±6.2[ab]	98.2±14.1[ab]	86.6±8.1[ab]

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]$P<0.05$

表 3　治疗前、后 2 组患者 BDAE、MMSE 及 SAQOL-39 评分比较(分)

组别	例数	BDAE 评分 [$M(Q_1,Q_3)$]	MMSE 评分 [$M(Q_1,Q_3)$]	SAQOL-39 评分($\bar{x}\pm s$)
对照组				
治疗前	23	3.0(2.0,3.0)	16.0(16.0,17.0)	87.4±19.8
治疗后	23	3.0(2.0,3.0)[a]	20.0(19.0,21.0)[a]	99.9±20.1[a]
观察组				
治疗前	23	3.0(2.0,3.0)	16.0(16.0,17.0)	88.4±18.9
治疗后	23	3.0(3.0,4.0)[ab]	21.0(20.0,24.0)[ab]	112.9±21.9[ab]

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]$P<0.05$

1.0 Hz rTMS 分别对患者听理解能力、自发言语功能具有明显改善作用。付婧等[13]通过对比不同类型 PSA 患者经 rTMS 及 SLT 治疗后的疗效,发现该联合疗法对 Broca 失语患者的疗效优于 Wernicke 失语患者及传导性失语患者,提示 PSA 患者的言语功能预后可能与自身脑损伤部位具有相关性。目前研究指出[3],IFG 与左半球的 Broca 区同源,主要负责语言讯息处理、话语产生、情绪性言语表达及调控;STG 与左半球的 Wernicke 区同源,具有听觉性语言中枢及视觉性语言中枢功能,负责将声音信号转换为语义信息,对言语理解具有重要作用。此外,SFG 在语言及语音处理等高阶认知功能中具有重要作用[4]。Hu 等[14]研究显示,对慢性失语患者右侧 IFG 给予 1 Hz 低频 rTMS 干预,经10 d 治疗后发现其自发性言语、听理解及西方失语检查量表失语商均显著优于采用高频 rTMS 刺激左侧 IFG。本研究 2 组患者经治疗 3 周后,发现其言语功能、失语严重程度、认知功能均较治疗前明显改善($P<0.05$),并且以观察组的疗效相对较显著($P<0.05$)。上述结果表明,针对健侧脑区 IFG、STG 及 SFG 语言功能区给予 cTBS 多靶点刺激,能增强 PSA 患者对语言的产生及处理能力,加速语音转换、理解并提高患者认知功能。

爆发性 θ 波刺激(TBS)是 rTMS 的一种特殊刺激模式,可通过调节磁刺激时间及间歇时间产生兴奋或抑制效应,具有无创、安全、易操作等优点,常被用于多种神经系统疾病的康复治疗。常见的 TBS 范式包括间歇性 TBS(intermittent TBS, iTBS)和连续性 TBS(continuous TBS, cTBS)。cTBS 的作用机制是降低运动诱发电位幅度,抑制大脑皮质兴奋性,产生类似长时程抑制效应;iTBS 的作用机制是促进运动诱发电位产生,增强皮质兴奋性,产生类似长时程增强效应[15]。蒋孝翠等[16]采用 iTBS 治疗脑卒中后非流利性失语症患者,发现 iTBS 可促进血液中血清脑源性神经营养因子(brain-derived neurotrophic factor, BDNF)表达,进而改善患者言语功能。Bai 等[17]认为,cTBS 不仅具有 rTMS 的实用性及安全性,cTBS 还能在短时间内获得更稳定、持久的效果。曾贞等[18]认为,在改善 PSA 患者失语症及视图命名能力方面,iTBS 与 cTBS 的疗效相当。胡瑞萍等[19]采用 cTBS 刺激 PSA 患者右侧 Broca 区,发现有助于恢复两侧脑半球间平衡,改善患者听理解及复述能力。还有文献报道,cTBS 可诱发长时程抑制效应,从而下调脑皮质兴奋性,基于大脑半球间抑制理论,采用 cTBS 干预 PSA 患者健侧脑区显示出良好的治疗潜力[20],并可在短期内获得与普通 rTMS 相似、甚至更好的疗效。本研究认为 cTBS 不仅具有 rTMS 的实用性及安全性,并且还能在较短时间内达到更稳定、持久的效果,实用性更强[21]。

本研究观察组患者给予 cTBS 多靶点刺激及 SLT 治疗,经 3 周干预后发现该组患者言语功能(尤其听理解方面)、认知功能及生活质量均较治疗前及同期对照组明显提高,表明 cTBS 多靶点刺激联合 SLT 对 PSA 患者的改善作用明显优于单纯 SLT 治疗。相关作用机制可能包括:基于语言网络的神经解剖层级,依次刺激 IFG(语言产生)→STG(语言理解)→SFG(认知调控)符合语言处理的“感知-理解-执行”流程,通过 cTBS 多靶点刺激可抑制健侧 IFG、STG 及 SFG 的过度代偿性活动,恢复双侧脑半球间功能平衡,增强左半球语言网络神经可塑性;通过刺激 IFG 可增强语言产出能力,刺激 STG 有助于听觉理解,而针对 SFG 的调控刺激则可能改善语言相关认知功能,三者协同刺激可能为多维度语言康复提供了新思路。如有研究表明,cTBS 刺激 IFG 可增强该区域神经元间的突触连接强度,促进神经递质释放[22]。这使得 IFG 在语言表达过程中能更高效地整合及传递信息,改善患者言语产出能力。同时,采用 cTBS 刺激右侧 STG 后部可显著促进 PSA 患者的言语功能(尤其是听理解及复述能力方面)恢复[20]。而 SFG 作为参与高阶认知功能的脑区,接受 cTBS 刺激后,可通过调节注意力、工作记忆等认知资源分配,为语言处理提供更稳定的认知支持。在正常情况下,大脑左右半球通过胼胝体等结构进行信息交流和功能协调,然而 PSA 患者常出现大脑半球间功能失衡状况,如健侧半球往往会出现过度代偿。本研究通过 cTBS 多靶点刺激,能抑制健侧 IFG、STG 及 SFG 的过度活动,从而恢复双侧半球间功能平衡,有助于重新激活受损语言功能区,使语言信息能在左、右半球间更顺畅地传递、整合,从而改善患者的语言功能。另外在 cTBS 多靶点治疗过程中,有个别患者出现轻度耳鸣、头痛等症状,但均未影响后续进程,也未出现明显的 cTBS 治疗不良反应,表明 cTBS 治疗总体安全性较好。

综上所述,cTBS 多靶点刺激联合 SLT 训练可有效

改善 PSA 患者言语功能、认知功能及生活质量,且治疗过程中安全性较好,为临床治疗 PSA 患者提供了新的干预策略。需要指出的是,本研究还存在诸多不足,包括样本量较小且来源单一,未对不同类型失语症患者进行分组设计,未进行远期疗效随访等,在一定程度上影响了本研究结果的普适性,后续研究将针对上述不足进一步完善。

利益冲突　所有作者声明不存在利益冲突

参　考　文　献

[1] 周秋敏,卢倩,陈文莉,等.镜像神经元康复训练系统不同模式对脑卒中后失语症患者语言功能的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2022,44(10):894-897.DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.10.006.

[2] Georgiou AM,Kambanaros M.The effectiveness of transcranial magnetic stimulation (TMS) paradigms as treatment options for recovery of language deficits in chronic poststroke aphasia[J].BehavNeurol,2022,11:7274115.DOI:10.1155/2022/7274115.

[3] Ueno T,Saito S,Rogers TT,et al.Lichtheim 2:synthesizing aphasia and the neural basis of language in a neurocomputational model of the dual dorsal-ventral language pathways[J].Neuron,2011,72(2):385-396.DOI:10.1016/j.neuron.2011.09.013.

[4] Hertrich I,Dietrich S,Ackermann H.The role of the supplementary motor area for speech and language processing[J].Neurosci Biobehav Rev,2016,68:602-610.DOI:10.1016/j.neubiorev.2016.06.030.

[5] 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.中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018[J].中华神经科杂志,2018,51(9):666-682.DOI:10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2018.09.004.

[6] 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.中国脑出血诊治指南(2019)[J].中华神经科杂志,2019,52(12):994-1005.DOI:10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2019.12.003.

[7] 李胜利,肖兰,田鸿,等.汉语标准失语症检查法的编制与常模[J].中国康复理论与实践,2000,6(4):162-164.DOI:10.3969/j.issn.1006-9771.2000.04.006.

[8] 汪洁,张清丽,吕焱玲,等.波士顿诊断性失语症检查汉语版的编制与常模[J].中国康复,1996,11(2):49-51.

[9] 燕铁斌,伍少玲,郭友华,等.Loewenstein 认知评定量表与简易精神状态检查评定脑损伤患者认知功能的比较[J].中华物理医学与康复杂志,2004,26(7):400-403.DOI:10.3760/j:issn:0254-1424.2004.07.005.

[10] Hilari K,Byng S,Lamping DL,et al.Stroke and aphasia quality of life scale-39(SAQOL-39):evaluation of acceptability,reliability,and validity[J].Stroke,2003,34(8):1944-1950.DOI:10.1161/01.STR.0000081987.46660.ED.

[11] 沈滢,殷稚飞,周秋敏,等.低频重复经颅磁刺激治疗脑卒中后非流畅性失语的疗效观察[J].中华物理医学与康复杂志,2016,38(3):170-174.DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2016.03.003.

[12] 王莉,朱毅,李晓丹,等.低频重复经颅磁刺激治疗脑卒中后亚急性期非流利性失语症的有效性及安全性评价[J].中华物理医学与康复杂志,2019,41(9):662-667.DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.09.005.

[13] 付婧,余茜,肖军,等.言语训练联合经颅磁刺激治疗外侧裂周失语的疗效及 BOLD-fMRI 表现[J].中华物理医学与康复杂志,2016,38(1):34-38.DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2016.01.007.

[14] Hu XY,Zhang T,Rajah GB,et al.Effects of different frequencies of repetitive transcranial magnetic stimulation in stroke patients with nonfluent aphasia:a randomized,sham-controlled study[J].Neurol Res,2018,40(6):459-465.DOI:10.1080/01616412.2018.1453980.

[15] Suppa A,Huang YZ,Funke K,et al.Ten years of theta burst stimulation in humans:established knowledge,unknowns and prospects[J].Brain Stimul,2016,9(3):323-335.DOI:10.1016/j.brs.2016.01.006.

[16] 蒋孝翠,刘臻,苏清伦,等.间歇性 Theta 节律经颅磁刺激对脑卒中后非流利性失语的影响[J].中国康复理论与实践,2023,29(7):839-843.DOI:10.3969/j.issn.1006-9771.2023.07.014.

[17] Bai Z,Zhang J,Fong KNK.Effects of transcranial magnetic stimulation in modulating cortical excitability in patients with stroke:a systematic review and meta-analysis[J].J Neuroeng Rehabil,2022,19(1):24.DOI:10.1186/s12984-022-00999-4.

[18] 曾贞,陆春华,王凯,等.θ 爆发式经颅磁刺激联合言语训练对脑卒中失语症的疗效[J].内科理论与实践,2024,19(4):231-235.DOI:10.16138/j.1673-6087.2024.04.03.

[19] 胡瑞萍,范顺娟,俞岑妍,等.cTBS 结合语言训练对脑卒中失语症患者语言功能的影响[J].老年医学与保健,2018,24(4):401-403,419.DOI:10.3969/j.issn.1008-8296.2018.04.012.

[20] Zheng K,Xu X,Ji Y,et al.Continuous theta burst stimulation-induced suppression of the right fronto-thalamic-cerebellar circuit accompanies improvement in language performance in poststroke aphasia:A resting-state fMRI study[J].Front Aging Neurosci,2023,14:1079023.DOI:10.3389/fnagi.2022.1079023.

[21] Bai Z,Zhang J,Fong KNK.Effects of transcranial magnetic stimulation in modulating cortical excitability in patients with stroke:a systematic review and meta-analysis[J].J Neuroeng Rehabil,2022,19(1):24.DOI:10.1186/s12984-022-00999-4.

[22] Vanbellingen T,Pastore-Wapp M,Kübel S,et al.Interhemispheric facilitation of gesturing:A combined theta burst stimulation and diffusion tensor imaging study[J].Brain Stimul,2020,13(2):457-463.DOI:10.1016/j.brs.2019.12.013.

(修回日期:2025-07-05)
(本文编辑:易　浩)