

· 临床研究 ·

不同介入顺序的间歇性Theta爆发式经颅磁刺激与康复训练对脑卒中患者上肢功能的影响

吴佼佼 韩莹 莫林宏 聂忆秋 刘爱贤

首都医科大学附属北京康复医院神经康复中心,北京 100144

通信作者:刘爱贤,Email:Lax721@163.com

【摘要】 目的 探讨不同介入顺序的间歇性 Theta 爆发式经颅磁刺激 (iTBS) 与康复训练对脑卒中后上肢功能障碍患者的影响。**方法** 选取亚急性期皮质下脑梗死后伴上肢运动功能障碍的患者 36 例,按照随机数字表法将其分为对照组、实验组 1、实验组 2,每组 12 例。对照组给予 iTBS 假刺激联合上肢功能康复训练,实验组 1 对病灶侧 M1 区行 iTBS 后立即进行上肢功能康复训练,实验组 2 则在上肢功能康复训练后介入 iTBS。干预前和干预 4 周后(干预后),采用 Fugl-Meyer 运动功能量表上肢部分(FMA-UE)、改良 Barthel 指数(MBI)评定 3 组患者的上肢运动功能和日常生活能力,并记录患者干预前后的皮质潜伏期(CL)。**结果** 干预前,3 组患者的 FMA-UE 评分、MBI 评分、CL 比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。干预后,3 组患者的 FMA-UE、MBI 评分均较组内干预前增加($P<0.05$),CL 较组内干预前缩短($P<0.05$)。与对照组比较,实验组 1 干预后的 FMA-UE[(33.59±10.09)分]、MBI 评分[(54.17±10.19)分]较高,CL[(25.32±1.59)ms]较短($P<0.05$),实验组 2 干预后的 FMA-UE[(29.50±9.50)分]、MBI 评分[(48.75±13.34)分]亦较高,CL[(25.58±1.38)ms]较短($P<0.05$)。实验组 1 和实验组 2 干预后的 FMA-UE 评分、MBI 评分、CL 组间比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** iTBS 联合上肢功能康复训练能显著改善缺血性脑卒中患者的上肢功能,且两种治疗方法介入的先后顺序不同对治疗效果无明显影响。

【关键词】 Theta 爆发式经颅磁刺激; 脑卒中; 上肢运动功能; 康复训练

基金项目:首都医科大学附属北京康复医院科技发展专项资助项目(2020-050);首都医科大学附属北京康复医院科技发展专项资助项目(2021R-003)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2024.03.006

The effects of theta burst transcranial magnetic stimulation and rehabilitation training in different sequences on the upper limb functioning of stroke survivors

Wu Jiaojiao, Han Ying, Mo Linhong, Nie Yiqiu, Liu Aixian

Beijing Rehabilitation Hospital, Capital Medical University, Beijing 100144, China

Corresponding author: Liu Aixian, Email: Lax721@163.com

【Abstract】 Objective To explore any effect of intermittent theta burst stimulation (iTBS) and of different sequencing of rehabilitation training on upper limb dysfunction after a stroke. **Methods** Thirty-six patients with upper limb motor dysfunction after subacute subcortical cerebral infarction were divided at random into a control group, an experimental group 1, and an experimental group 2, each of 12. The control group was given prosthetic stimulation and upper limb function rehabilitation training. Experimental group 1 received focal iTBS stimulation on M1 immediately followed by upper limb rehabilitation training. Experimental group 2 received the same treatment but in reverse order. The experiment lasted four weeks. Upper limb functioning and ability in the activities of daily living (ADL) were quantified before and after the interventions using the Fugl-Meyer upper extremity assessment (FMA-UE) and the modified Barthel index (MBI). Cortical latency (CL) was also recorded. **Results** Before the treatment there were no significant differences among the three groups, but afterward a significant increase was observed in the average FMA-UE and MBI scores of both experimental groups accompanied by a significant decrease in CL. There was no significant difference between the two experimental groups' results, on average. **Conclusion** Supplementing upper limb rehabilitation training with iTBS can significantly improve the upper limb functioning of ischemic stroke survivors, and the sequencing of the training has no effect on the therapeutic results.

【Key words】 Theta burst magnetic stimulation; Transcranial magnetic stimulation; Stroke; Upper limb motor function; Rehabilitation training

Funding: A Special Funding Project for Scientific and Technological Development of Beijing Rehabilitation

Hospital, Capital Medical University (2020-050); A Special Funding Project for Scientific and Technological Development of Beijing Rehabilitation Hospital, Capital Medical University (2021R-003)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2024.03.006

随着人口老龄化加剧,脑卒中的发病率呈现逐年上升趋势,年龄超过 65 岁人群的脑卒中发病率约 35%^[1]。虽然溶栓和取栓术治疗能够有效降低死亡率,但经诊治后仍有 70%~80% 的患者遗留有不同程度的语言、认知、运动功能障碍^[2-3]。康复治疗能够通过增加神经可塑性促进脑卒中患者的神经功能重组,但对促进上肢功能恢复的效果并不十分理想^[4]。有研究显示,刺激患者的初级运动皮质(primary motor cortex, M1)会引起大脑皮质兴奋性增加,这一变化与偏瘫患者的肢体功能改善密切相关^[5]。

近年来,重复性经颅磁刺激(repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS)被广泛应用于临床康复治疗领域^[6]。rTMS 可通过增强神经可塑性,促进神经重组和脑卒中后神经功能恢复^[7]。Theta 爆发式经颅磁刺激(theta burst stimulation, TBS)是一种较新颖的 rTMS 范式,可通过产生高频、低强度的脉冲刺激,来协调皮质兴奋性。有研究显示,连续 TBS(continuous theta burst stimulation, cTBS)可抑制皮质兴奋性,间歇性 TBS(intermittent theta burst stimulation, iTBS)可增强皮质兴奋性^[8],且能在较短的刺激时间下,产生较长的后遗效应^[3,9]。Ackerley 等^[10]连续 10 d 利用 iTBS 刺激皮质下脑卒中患者病灶侧 M1 区,1 个月后发现 iTBS 组患者的上肢功能较治疗前明显改善。也有研究发现,在常规治疗基础上联合 iTBS 并不能促进肢体功能恢复,说明 iTBS 治疗的有效方案和标准流程仍需进一步探讨。有研究报道,利用 iTBS 提高患侧大脑运动皮质兴奋性后,再配合任务导向的外周刺激,能够通过“中枢-外周”通路,激活中枢神经元系统,进而促进神经功能恢复^[11]。提示 iTBS 与康复训练介入的先后顺序可能会影响患者的最终治疗效果。本研究将 iTBS 与上肢功能康复训练相结合,探讨不同介入顺序对脑卒中后上肢功能障碍患者的影响,报道如下。

对象与方法

一、研究对象

纳入标准:①依据《中国急性缺血性脑卒中诊治指南》^[12],第一诊断为初发皮质下脑梗死,并经 CT 或 MRI 确诊;②发病年龄>18 周岁,意识清醒,能正常合作;③偏瘫伴单侧手运动功能受损;④生命体征平稳;⑤发病时间 1~6 个月;⑥无脑外伤史,无脑炎、结核性脑膜炎等脑实质及中枢神经受累史;⑦患者或家属签署知情同意书。排除标准:①进展型脑卒中患者;②短

暂性脑缺血发作、脑干梗死患者;③认知功能障碍患者,简易精神状态量表(mini-mental state examination, MMSE)评分<27 分;④痴呆、精神疾病、失语等不能配合完成康复训练的患者;⑤颅内金属植入物、心脏起搏器、颅骨缺损或癫痫病史者;⑥妊娠/母乳喂养者;⑦酒精、药物或毒品成瘾者;⑧存在累及中枢神经系统的恶性肿瘤、高血压、严重心脏功能障碍者;⑨住院前或住院期间服用苯二氮卓类药物、抗精神病药或三环类抗抑郁药的患者。

选取 2020 年 6 月至 2021 年 6 月在北京康复医院住院的亚急性期皮质下脑梗死后伴上肢运动功能障碍患者 36 例,按随机数字表法将其分为对照组、实验组 1、实验组 2,每组 12 例。3 组患者的性别、平均年龄、平均病程等一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,详见表 1。本研究已通过首都医科大学附属北京康复医院伦理委员会审批通过(编号 2020bkky045)。

表 1 3 组患者的一般资料

组别	例数	性别(例)		平均年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	平均病程 (d, $\bar{x}\pm s$)
		男	女		
对照组	12	7	5	58.58±12.91	45.92±8.97
实验组 1	12	9	3	59.58±6.50	43.42±10.09
实验组 2	12	7	5	63.50±11.08	44.00±11.84

二、治疗方法

3 组患者均给予常规药物治疗和康复训练。其中,药物治疗包括抗血小板聚集、降脂稳定斑块、调节血压、控制血糖、脑保护等。常规康复训练包括良肢位摆放、牵伸训练、核心肌群训练、立位平衡训练、步行训练、器械训练以及针灸、理疗、言语训练等。在上述基础上,对照组给予 iTBS 假刺激联合上肢功能康复训练,实验组 1 对病灶侧 M1 区行 iTBS 后立即进行上肢功能康复训练,实验组 2 则在上肢功能康复训练后介入 iTBS。

1. iTBS:进行 iTBS 刺激前,使用英国 Magstim 公司生产的经颅磁刺激器及“8”字形线圈对患者进行患侧静息运动阈值(resting motor threshold, RMT)测定。使用 MicroMed 4 通道肌电记录仪记录患手拇短展肌的肌电信号,地电极位于豌豆骨。利用 Polaris Vicra 红外热像仪和神经导航定位系统(英国 Magstim)进行在线监测和患侧 M1 区定位,将“8”字形线圈在区域内移动,10 次连续刺激中至少有 5 次 MEP 幅值 $\geq 50 \mu V$ 的最小磁刺激输出强度即 RMT。若未能引出患侧 MEP,

则于患者健侧拇展短肌处记录,获得健侧半球 M1 位置及 RMT。治疗时使用健侧 RMT 代替患侧 RMT,取其对应于人体正中矢状面的对称点作为刺激点^[13]。实验组 1 和实验组 2 采用 iTBS 真刺激,刺激强度为 70% RMT^[14],刺激部位为病灶侧 M1 区,每 3 个 50 Hz 的脉冲为 1 串,每 200 ms 重复 1 次,持续 2 s(共 30 次脉冲),上述步骤每 10 s 再重复 1 次,共持续约 3.5 min(600 次脉冲、约 200 s),每日治疗 1 次,每周 5 次,共 4 周^[15]。对照组患者接受 iTBS 假刺激,在患者顶枕叶上方给予 iTBS,将线圈的手柄平行于指向前部的半球间裂缝放置。线圈向上倾斜约 45°,头骨与线圈中心不接触^[15]。

2. 上肢功能康复训练:包括关节活动度、肌力、分离运动和手指精细功能训练等。治疗师根据患者的恢复情况,可适当增加训练强度及难度。每次 30 min,每日治疗 1 次,每周 5 次,共 4 周。

三、评定方法

干预前和干预 4 周后(干预后),由对分组不知情的研究小组成员对 3 组患者开展疗效评定。采用 Fugl-Meyer 运动功能量表上肢部分(Fugl-Meyer assessment for upper extremity, FMA-UE)、改良 Barthel 指数(modified Barthel index, MBI)评定 3 组患者的上肢运动功能和日常生活能力,并记录患者干预前后的皮质潜伏期(cortical latency, CL)。

1. 上肢运动功能^[16]:FMA-UE 共 33 个项目,每项 0~2 分,总分 66 分,分数越高,表示上肢运动功能越好。

2. 日常生活能力^[16]:MBI 量表满分 100 分,得分越高,表示患者在日常生活中的独立能力越好。

3. CL 检测^[17]:常规清洁皮肤后,将表面记录电极置于患者患侧拇展短肌肌腹处,参考电极置于肌腱处,地线接腕部,调整磁刺激线圈位置,对患侧 M1 区给予 80% 输出量刺激,直至引出重复性良好的 MEP,记录 5 条稳定性好、波幅大的波形,取其潜伏期平均值。

四、统计学方法

应用 SPSS 29.0 版统计学软件进行数据处理,计量资料采用均数±标准差($\bar{x}\pm s$)形式表示。符合 Shapiro-Wilk 正态分布的计量资料组间比较采用配对样本 *t* 检验,3 组间的两两比较采用单因素方差检验最小显著差异法(least significant difference, LSD)校正, $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

结 果

一、3 组患者干预前后的 FMA-UE、MBI 评分比较

本研究 36 例患者对治疗方案的耐受性良好,无不良反应,均顺利完成治疗。干预前,3 组患者的 FMA-

UE、MBI 评分比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。干预后,3 组患者的 FMA-UE、MBI 评分均较组内干预前增加($P < 0.05$)。与对照组比较,实验组 1 和实验组 2 干预后的 FMA-UE、MBI 评分均较高($P < 0.05$)。实验组 1 和实验组 2 干预后的 FMA-UE、MBI 评分组间比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。详见表 2。

表 2 3 组患者干预前后的 FMA-UE、MBI 评分比较(分, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	FMA-UE	MBI
对照组			
干预前	12	17.67±8.88	30.00±8.52
干预后	12	20.83±9.71 ^a	38.33±10.51 ^a
实验组 1			
干预前	12	19.08±9.38	30.83±7.02
干预后	12	33.59±10.09 ^{ab}	54.17±10.19 ^{ab}
实验组 2			
干预前	12	19.50±7.81	30.00±6.40
干预后	12	29.50±9.50 ^{ab}	48.75±13.34 ^{ab}

注:与组内干预前比较,^a $P < 0.05$;与对照组干预后比较,^b $P < 0.05$

二、3 组患者干预前后的 CL 比较

干预前,3 组患者的 CL 比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。干预后,3 组患者的 CL 均较组内干预前缩短($P < 0.05$)。与对照组比较,实验组 1 和实验组 2 干预后的 CL 较短($P < 0.05$)。实验组 1 和实验组 2 干预后的 CL 组间比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。详见表 3。

表 3 3 组患者干预前后 CL 比较(ms, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	干预前	干预后
对照组	12	28.83±1.53	27.03±1.41 ^a
实验组 1	12	28.78±1.81	25.32±1.59 ^{ab}
实验组 2	12	28.56±1.36	25.58±1.38 ^{ab}

注:与组内干预前比较,^a $P < 0.05$;与对照组干预后比较,^b $P < 0.05$

讨 论

本研究结果显示,在上肢功能康复训练前后给予患侧 M1 区 iTBS 治疗,均能有效提升脑梗死患者的 FMA-UE 和 BI 评分,缩短 CL。实验组 1 和实验组 2 组间比较无明显差异,提示上肢功能康复训练与 iTBS 治疗的介入顺序不同,并不会对疗效造成显著影响。

近年来,多种康复治疗技术飞速发展,经颅磁刺激作为一种无创神经调控技术,能将时变的脉冲磁场应用于中枢神经系统,使脑内产生一系列生理生化反应,从而实现治疗效果,不少研究认为其可以通过调节神经可塑性来促进运动恢复^[18]。有研究表明,rTMS 联合常规康复训练能显著改善缺血性脑卒中患者的功能障碍,且疗效可持续至干预后 6 个月^[19]。说明 rTMS

联合康复训练对脑卒中后肢体功能的恢复作用较好,其机制可能是 rTMS 刺激 M1 区,激活了中枢系统神经元,而肢体康复训练增加了外周刺激,从而实现了中枢和外周的循环通路^[11],增强了中枢神经系统的神经可塑性,进一步促进了肢体功能恢复。

TBS 作为 rTMS 的新范式之一,尚在不断研究与探索中,目前已有不少研究证实 iTBS 具有神经修复作用^[20]。本研究结果也印证了这一点,iTBS 联合肢体康复训练能显著改善脑梗死患者的上肢运动功能,提高日常生活能力,缩短 CL。汤昕未等^[21]的研究结果表明,对于脑卒中后伴有严重上肢运动功能障碍的患者,常规治疗联合 iTBS 并不能在短期内有效促进肢体功能恢复。提示 iTBS 在脑卒中后上肢功能障碍中的作用仍存在一定争议,患者脑卒中的严重程度可能是影响其治疗效果的重要因素之一,有效的干预模式有待进一步研究。

有研究显示,将单次 iTBS 作用于患侧 M1 区即可增强损伤运动皮质的兴奋性^[15]。部分研究者认为,在 iTBS 治疗后立即介入康复训练比其它时机介入的效果更好^[22]。本研究对 iTBS 的介入时机进行了探讨,结果显示连续 4 周的 iTBS 联合上肢功能康复训练可以明显改善脑卒中患者的上肢功能,但介入顺序的先后对患者的功能改善程度并无显著影响,提示反复多次的强化治疗可持久改善患者的皮质兴奋性,因此在一定程度上削弱了 iTBS 的即时效应^[10,23]。既往研究多在康复训练前进行 rTMS 治疗,其理论依据包括:①先进行中枢干预能够促进功能脑区激活,提高神经可塑性;再通过外周干预强化感觉与运动控制模式对中枢的正性反馈与输入,从而促进功能重塑。将中枢与外周干预有机融合,形成“闭环”式信息反馈^[24];②rTMS 可以激活脑源性神经营养因子 (brain-derived neurotrophic factor, BDNF)/TrkB 信号通路,上调多种与神经可塑性相关的基因和蛋白表达^[18]。与此同时,对刺激部位存在功能连接的远隔区域产生影响,此时再进行康复训练可能更有助于神经重塑。但基于“中枢-外周-中枢”闭环康复理论^[24],提示中枢和外周存在相互影响的干预模式,外周肢体康复训练也可以对中枢神经系统产生影响。此外,肢体训练可以增加本体感觉输入,重新建立运动模式,改善脑卒中后感觉运动整合,提高大脑皮质兴奋性,促进患者神经功能恢复。两者均对神经重塑及功能脑区激活起到正性作用,故即使在康复训练后介入 TBS,从长久的效果来看,对于患者功能的恢复仍有明显的影响。本研究结果也证明了此观点。然而,以往的研究并未就康复训练后再给予 iTBS 对其最终疗效的影响进行相关探讨。本研究中, iTBS 介入时机的不同,并未对患者的

功能改善程度造成显著影响,可能是由于样本量较小,且仅对干预 4 周后患者的功能改善情况进行了评估,缺乏远期效应的观察。此外, iTBS 作为重要的磁刺激技术,其治疗效果受多种临床因素的影响,如病灶位置、损伤程度和脑卒中后时间等^[25],这些均有可能是本研究 iTBS 介入时机对治疗结局无显著影响的干扰因素。

综上所述, iTBS 联合上肢功能康复训练可以明显改善缺血性脑卒中患者的上肢功能,但两种治疗方法的介入顺序不同并未对治疗效果造成显著影响,提示在 iTBS 的临床治疗中,应重点关注与肢体康复训练方案的结合,以及 TBS 的参数、刺激部位、线圈选择等^[26]。此外,鉴于本研究存在的局限性,后续将考虑进行大样本量且规范性更强的临床试验,来探讨 TBS 在脑卒中患者中的应用,根据患者的整体情况择更为合适的干预模式,以达到满意的干预效果。

参 考 文 献

- [1] Iadecola C, Buckwalter MS, Anrather J. Immune responses to stroke: mechanisms, modulation, and therapeutic potential [J]. *J Clin Invest*, 2020, 130(6):2777-2788. DOI: 10.1172/JCI135530.
- [2] Zhang JJ, Fong KN. Effects of priming intermittent theta burst stimulation on upper limb motor recovery after stroke: study protocol for a proof-of-concept randomised controlled trial [J]. *BMJ Open*, 2020, 10(3):35-48. DOI: 10.1136/bmjopen-2019-035348.
- [3] Liu X, Zhong J, Xiao X, et al. Theta burst stimulation for upper limb motor dysfunction in patients with stroke [J]. *Medicine*, 2019, 98(46):17-29. DOI: 10.1097/MD.00000000000017929.
- [4] Vabalaite B, Petruskeviciene L, Savickas R, et al. Effects of high-frequency (HF) repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) on upper extremity motor function in stroke patients: a systematic review [J]. *Medicina*, 2021, 57(11):12-15. DOI: 10.3390/medicina57111215.
- [5] Dubovik S, Pignat JM, Ptak R, et al. The behavioral significance of coherent resting-state oscillations after stroke [J]. *Neuroimage*, 2012, 61(1):249-257. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2012.03.024.
- [6] 刘佳琳,王帅,张立新. 经颅磁刺激促进脑卒中功能恢复的作用机制 [J]. *中国医学物理学杂志*, 2021, 38(10):1279-1284. DOI: 10.3969/j.issn.1005-202X.2021.10.017.
- [7] Chervyakov AV, Chernyavsky AY, Simitsyn DO, et al. Possible mechanisms underlying the therapeutic effects of transcranial magnetic stimulation [J]. *Front Hum Neurosci*, 2015, 9:303. DOI: 10.3389/fnhum.2015.00303.
- [8] Zhang L, Xing G, Fan Y, et al. Short- and long-term effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on upper limb motor function after stroke: a systematic review and meta-analysis [J]. *Clin Rehabil*, 2017, 31(9):1137-1153. DOI: 10.1177/0269215517692386.
- [9] 唐芷晴,王荣荣,张皓. Theta 爆发式磁刺激治疗脑卒中后运动功能障碍的研究进展 [J]. *神经损伤与功能重建*, 2023, 18(1):45-48. DOI: 10.16780/j.cnki.sjssgncj.20210617.
- [10] Ackerley SJ, Byblow WD, Barber PA, et al. Primed physical therapy enhances recovery of upper limb function in chronic stroke patients

- [J].Neurorehabil Neural Repair, 2016, 4 (30): 339-348. DOI: 10.1177/1545968315595285.
- [11] Volz LJ, Rehme AK, Michely J, et al. Shaping early reorganization of neural networks promotes motor function after stroke [J]. Cerebral Cortex, 2016, 26 (6): 2882-2894. DOI: 10.1093/cercor/bhw034.
- [12] 中华医学会神经病学分会. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2014 [J]. 中华神经科杂志, 2015, 48 (4): 246-257. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2015.04.002.
- [13] 孟莹, 张春华, 王海霞, 等. 中枢间歇 Theta 节律刺激联合外周磁刺激对脑卒中患者上肢运动功能障碍的影响 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2023, 45 (8): 702-706. DOI: 10.3760 / cma.j.issn.0254-1424.2023.08.006.
- [14] 苏敏, 韩立影, 杨卫新, 等. 经颅磁刺激在脑卒中患者上肢功能康复疗效评估中的应用 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2016, 38 (3): 175-179. DOI: 10.3760 / cma.j.issn.0254-1424.2016.03.004.
- [15] Khan F, Chevidikunnan F. Theta burst stimulation a new paradigm of non-invasive brain stimulation for post-stroke upper limb motor rehabilitation [J]. Turk J Phys Med Rehabil, 2016, 63 (2): 193-196. DOI: 10.5606/tfird.2017.417.
- [16] 曹志刚, 冯海霞, 李亚斌, 等. 基于大脑半球之间多靶区间歇性 θ 爆发式磁刺激对脑卒中患者上肢功能的影响 [J]. 中国康复理论与实践, 2022, 28 (5): 502-507. DOI: 10.3969 / j . issn. 1006-9771. 2022.05.002.
- [17] Matsumoto H, Hanajima R, Terao Y, et al. Magnetic-motor-root stimulation: review [J]. Clin Neurophysiol, 2013, 124 (6): 1055-1067. DOI: 10.1016/j.clinph.2012.12.049.
- [18] 吴毅. 经颅磁刺激技术在脑卒中康复中的应用 [J]. 康复学报, 2020, 30 (6): 414-420. DOI: 10.3724 / sp.j.1329.2020.06002.
- [19] Lefaucheur J, 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.
- [20] Huang W, Chen J, Zheng Y, et al. The effectiveness of intermittent theta burst stimulation for stroke patients with upper limb impairments: a systematic review and meta-analysis [J]. Front Neurol, 2022, 13: 896651. DOI: 10.3389/fneur.2022.896651.
- [21] 汤昕未, 胡瑞萍, 朱玉连, 等. 间歇性 θ 短阵脉冲刺激对脑卒中后运动功能障碍的影响 [J]. 中国康复医学杂志, 2018, 33 (12): 1410-1415. DOI: 10.3969 j.issn.1001-1242.2018.12.006.
- [22] 连丽萍, 赵可晓, 朱其秀, 等. 间歇性 Theta 节律刺激后镜像疗法对脑卒中患者上肢运动功能及生活自理能力的影响 [J]. 精准医学杂志, 2023, 38 (2): 120-124. DOI: 10.13362 / j. jpmmed. 202302006.
- [23] Diao X, Lu Q, Qiao L, et al. Cortical inhibition state-dependent iTBS induced neural plasticity [J]. Front Neurosci, 2022, 16: 788538. DOI: 10.3389/fnins.2022.788538.
- [24] 贾杰. “中枢-外周-中枢”闭环康复——脑卒中后手功能康复新理念 [J]. 中国康复医学杂志, 2016, 31 (11): 1180-1182. DOI: 10.3969 / j.issn.1001-1242.2016.11.001.
- [25] Chen G, Lin T, Wu M, et al. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on upper-limb and finger function in stroke patients: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. Front Neurol, 2022, 13: 940467. DOI: 10.3389/fneur.2022.940467.
- [26] 熊丹, 谢海花, 李浩, 等. 不同重复经颅磁刺激模式对脑卒中后上肢运动功能障碍干预效果的网状 Meta 分析 [J]. 中国全科医学, 2023, 26 (8): 997-1007. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0535.

(修回日期:2024-01-23)

(本文编辑:凌琛)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

中华医学会系列杂志版权声明

中华医学会系列杂志上刊载的所有内容,包括但不限于版面设计、数字资源、文字报道、图片、声音、录像、图表、标志、标识、广告、商标、商号、域名、软件、程序、版面设计、专栏目录与名称、内容分类标准以及为注册用户提供的任何或所有信息,均受《中华人民共和国著作权法》《中华人民共和国商标法》《中华人民共和国专利法》及适用之国际公约中有关著作权、商标权、专利权及/或其它财产所有权法律的保护,为中华医学会及/或相关权利人专属所有或持有。中华医学会授权《中华医学杂志》社有限责任公司管理和经营。

使用者将中华医学会系列杂志提供的内容与服务用于非商业用途、非盈利、非广告目的而纯作个人消费时,应遵守著作权法以及其他相关法律的规定,不得侵犯中华医学会、《中华医学杂志》社有限责任公司及/或相关权利人的权利。

使用者将中华医学会系列杂志提供的内容与服务用于商业、盈利、广告性目的时,需征得《中华医学杂志》社有限责任公司及/或相关权利人的书面特别授权,注明作者及文章出处,并按有关国际公约和中华人民共和国法律的有关规定向相关权利人支付相关费用。

未经《中华医学杂志》社有限责任公司的明确书面特别授权,任何人不得变更、发行、播送、转载、复制、重制、改动、散布、表演、展示或利用中华医学会系列杂志的局部或全部的内容或服务或在非《中华医学杂志》社有限责任公司所属的服务器上作镜像,否则以侵权论,依照《中华人民共和国著作权法》及相关法律追究经济赔偿和其它侵权责任。