

· 临床研究 ·

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

孟莹 张春华 王海霞 梁家彩 韩君婷 马庆平

山东省立第三医院康复医学科, 济南 250000

通信作者: 张春华, Email: chunhua9804@163.com

【摘要】 目的 观察患侧 M1 区间歇 Theta 节律刺激 (iTBS) 联合外周磁刺激 (PMS) 对亚急性期脑卒中患者上肢运动功能障碍的影响, 并探讨可能的神经机制。**方法** 选取 45 例脑卒中合并上肢功能障碍患者, 采用随机数字表法分为联合刺激组、中枢组和对照组, 每组 15 例。3 组患者均给予药物 (包括调控血压血糖、营养神经、调脂稳定斑块等治疗) 及常规康复训练治疗, 每次训练时间 45 min。在常规康复训练的基础上, 联合刺激组加用患侧 M1 区 iTBS 联合患肢 Erb's 点重复外周磁刺激 (rPMS); 中枢组加用患侧 M1 区 iTBS 联合患肢 Erb's 点 rPMS 假刺激, 假刺激仅将线圈垂直于刺激表面; 对照组未接受任何磁刺激。每日 1 次, 每周 5 d, 共治疗 10 次。所有 45 例患者中, 仅对照组有 1 例因患者个人原因退出, 未能完成治疗, 余 44 例均完成 10 次治疗。分别于治疗前和治疗 10 次后 (治疗后), 对患者行患侧拇短展肌的运动诱发电位 (MEP) 潜伏期及波幅测定; 采用上肢 Fugl-Meyer 运动功能 (FMA) 评分、改良的 Barthel 指数 (MBI) 对 3 组患者治疗前后的运动功能、日常生活活动 (ADL) 能力进行评估。**结果** 治疗前, 联合刺激组、中枢组和对照组患者的 MEP 潜伏期 [(23.55±1.89)、(22.89±1.69) 和 (23.37±1.48) ms]、波幅 [(1.23±0.72)、(1.02±0.43) 和 (0.99±0.24) mV] 以及 FMA 评分 [(21.40±17.13)、(23.00±19.26) 和 (19.87±19.80) 分] 及 MBI 评分 [(56.00±21.05)、(58.00±25.62) 和 (52.00±25.06) 分] 组间差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。治疗后, 与组内治疗前比较, 3 组患者的 MEP 潜伏期 [(20.43±2.06)、(21.25±1.57) 和 (23.02±1.38) ms] 均明显缩短 ($P<0.05$), 波幅 [(2.37±0.62)、(1.77±0.63) 和 (1.22±0.25) mV] 均明显增高 ($P<0.05$); 3 组患者的 FMA 评分 [(29.10±18.60)、(27.10±21.99) 和 (21.75±19.94) 分] 和 MBI 评分 [(69.50±20.47)、(67.50±25.14) 和 (56.85±26.18) 分] 亦较组内治疗前明显增加 ($P<0.05$), 且联合刺激组上述指标的改善均明显优于中枢组和对照组 ($P<0.05$)。**结论** 中枢 iTBS 联合 PMS 可以有效改善亚急性期脑卒中患者的上肢运动功能。

【关键词】 脑卒中; 间歇 Theta 节律刺激; 外周磁刺激; 上肢运动功能障碍

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2023.08.006

脑卒中是我国成年人致死致残的首位病因, 每年新发病例多达 270 万^[1], 其致残率高达 80%^[2], 即使经过系统药物及康复治疗仍遗留严重功能障碍, 其中肢体运动功能障碍最常见。因此, 探索有效的促进脑卒中后运动功能恢复和最大限度改善预后的方法成为目前研究的重点。重复经颅磁刺激 (repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS) 作为一种无创性脑刺激技术, 可以改变皮质兴奋性^[3], 直接调节脑可塑性^[4], 在脑卒中患者康复治疗方面具有良好的前景。作用于外周肌肉、神经及神经根等部位的外周磁刺激 (peripheral magnetic stimulation, PMS) 模式也得到了越来越多应用^[5-10]。许多临床研究^[8,11-14]亦证实, PMS 对脑卒中患者康复治疗有效。临床上单一采用经颅磁刺激或 PMS 改善脑卒中后肢体功能的文献较多^[15-20], 但采用经颅磁刺激和 PMS 相结合来改善卒中后运动功能障碍鲜少研究。

经典 rTMS 长时间刺激易使大脑皮质产生耐受性, 从而影响患者治疗效果, 而 Theta 节律刺激 (theta burst stimulation, TBS) 通过变化的刺激模式 (丛内频率 50 Hz, 丛间频率 5 Hz)、较短的刺激时间, 可有效避免耐受性问题, 疗效更加持久。按照输出方式不同, TBS 可分为间歇性 TBS (intermittent TBS, iTBS) 和连续性 TBS (continuous TBS, cTBS)。应用 iTBS 作用于

患侧半球在改善脑卒中患者上肢功能方面得出的结论大多是有有效的^[16], 本研究采用中枢 iTBS 联合 PMS 模式, 观察其对脑卒中患者上肢运动功能障碍的影响, 旨在寻求磁刺激治疗更有效的治疗方案。

对象与方法

一、研究对象及分组

纳入标准: ①符合 1995 年全国第 4 届脑血管疾病学术会议制订的脑卒中诊断标准^[21], 并经颅脑 CT 或者 MRI 检查证实为一侧半球的缺血性或者出血性脑卒中; ②首次发病, 脑卒中后 30~90 d, 病情平稳无进展者; ③年龄 30~70 岁; ④轻度和中度脑卒中, 美国国家卫生研究院脑卒中量表 (National Institutes of Health stroke scale, NIHSS) 评分 1~15 分; ⑤患者愿意接受 rTMS 治疗, 并签署知情同意书。

排除标准: ①合并重要脏器如心、肺、肾脏功能衰竭者及有颅高压症状; ②有 rTMS 禁忌证, 如体内有金属异物 (心脏起搏器、动脉支架), 既往有癫痫病史、颅骨缺损等; ③近 1 个月使用过改变皮质兴奋性的药物 (镇静、抗抑郁药); ④脑额颞叶大面积梗死或出血。

选取 2021 年 1 月至 2021 年 12 月在山东省立第三医院康复科住院且符合上述标准的脑卒中后上肢功能障碍患者 45 例,按随机数字表法分为联合刺激组、中枢组 and 对照组,每组 15 例,所有患者均为右利手。3 组患者的性别、平均年龄、平均病程、病灶侧别和部位、病变类型及 NBIHSS 评分等一般临床资料经统计学分析比较,组间差异均无统计学意义 ($P>0.05$),具有可比性。详见表 1。本研究经山东省立第三医院伦理委员会审核批准(伦理批号 KFLL-2020048)。

二、治疗方法

3 组患者均给予药物(主要包括调控血压血糖、营养神经、调脂稳定斑块等治疗)及常规康复训练治疗。在常规康复训练基础上,联合刺激组加用患侧颅脑 M1 区 iTBS 联合患肢 Erb's 点重复性外周磁刺激(repetitive peripheral magnetic stimulation, rPMS);中枢组加用患侧颅脑 M1 区 iTBS 联合患肢 Erb's 点 rPMS 假刺激,假刺激仅将线圈垂直于刺激表面;对照组未接受任何磁刺激治疗。每日 1 次,每周 5 d,共治疗 10 次。具体方法如下。

1. 常规康复训练治疗:康复训练项目包括双手叉握上举运动(双手交叉、双上肢伸肘、肩关节前屈上举)、桥式运动(仰卧位屈髋、屈膝、挺腹运动)、体感游戏、偏瘫体操、Bobath 握手下推滚筒、摩擦板、插木钉、关节松动训练等。每次训练时间 45 min,每日 1 次,每周训练 5 d,共治疗 10 次。

2. rTMS 治疗:采用武汉依瑞德公司的 CCY-1 型经颅磁刺激器,线圈直径 12.5 cm,8 字形线圈,最大输出强度为 3.0 T。

具体方法为:①治疗前,首先测试患者患侧拇短展肌静息运动阈值(rest motor threshold rMT),rMT 是指在连续 10 次的单脉冲刺激过程中,至少有 50% 的刺激诱发出的运动诱发电位(motor evoked potential MEP)波幅大于 50 μ V 所需的最小刺激强度^[22];②测定 rMT 时,嘱患者安静、舒适地坐于有扶手靠背椅上,佩戴定位帽(由依瑞德公司提供),将 8 字形线圈的两线圈相交的中点与患者受刺激半球的 M1 区(定位帽手功能区)附近的颅骨表面相切,调整线圈与颅骨的角度,寻找引发患侧拇短展肌(大鱼际肌腹)产生最大 MEP 波幅的热点位置,记录热点位置;③采用单脉冲磁刺激于热点位置测定患侧 rMT;④部分患者未能引出患侧 MEP,则于健侧拇短展肌处记录,获得健侧热点位置及 rMT,治疗时使用健侧 rMT 代替患侧 rMT,取其相对应于人体正中矢状面的对称点作为刺激点;⑤治疗时,患者取侧卧位,于相应热点位置进行治疗;⑥刺激模式为 iTBS,600 个脉冲,3 个 50 Hz 的脉冲为一串,串间隔 200 ms,刺激 2 s 为一组,组间间隔 8 s,总刺激时间为 3 min。

3. rPMS 治疗:PMS 同样采用 8 字形线圈,刺激部位为患侧上肢 Erb's 点,即锁骨上 2~3 cm 约在胸锁乳突肌后一横指,臂丛神经在该处分支较为集中且位置表浅,是刺激臂丛神经的

最佳位点。刺激强度为能引起患侧拇屈肌肉眼可见细微收缩的最小刺激强度。刺激模式为 iTBS,600 个脉冲,3 个 50 Hz 的脉冲为一串,串间隔 200 ms,刺激 2 s 为一组,组间间隔 8 s,总刺激时间为 3 min^[23]。治疗时,患者取仰卧位,保持清醒,双手掌朝上,在行 Erb's 点刺激时,嘱患者头向对侧偏斜 30°。

三、评定方法

分别于治疗前和治疗 10 次后(治疗后),管床医生及治疗师对所有患者的病情、分组、治疗方案均不知情,盲法完成下列评定,各评定数据均取两者平均值。

1. 皮质兴奋性评定:采用 MEP^[24]潜伏期和最大波幅进行皮质兴奋性评定。患者在治疗前和治疗后当天由治疗师采用 8 字型线圈在 M1 区进行单脉冲磁刺激,采用表面肌电分析仪记录患侧拇短展肌(大鱼际肌腹)。单脉冲刺激时采用 80% 输出量进行,获得 MEP,在 MEP 波形起始处获得潜伏期,通过测量峰值获得最大波幅。

2. 运动功能评定:采用上肢 Fugl-Meyer 运动功能评分(Fugl-Meyer motor assessment, FMA)^[24]对患者的运动功能进行评价,上肢运动功能部分包含反射、屈肌协同运动、伸肌协同运动、分离运动、协调功能等 32 个项目,评分分为 3 级(0~2 分),共 66 分。

3. 日常生活活动(activities of daily living, ADL)能力评定:采用改良的 Barthel 指数(modified Barthel index, MBI)^[24]对患者进行 ADL 评定,包括进食、洗澡、修饰、穿衣、控制大便、控制小便、如厕、床椅转移、步行、上下楼梯等 10 个评定项目,最高分为 100 分,可以反映患者的日常生活能力及功能残损情况。

四、统计学方法

使用 SPSS 20.0 版统计软件对所得数据进行统计学分析处理,计量资料以($\bar{x}\pm s$)表示,患者一般情况中的计数资料采用多样本卡方检验;各组内治疗前后比较用配对样本 t 检验,多组之间均数比较用单因素方差分析,如果有显著性差异,组间两两比较用 Bonferroni 法, $P<0.05$ 认为差异有统计学意义。

结 果

所有 45 例患者中仅对照组 1 例患者因个人原因退出,未能完成治疗,余 44 例患者均完成 10 次治疗,各组功能评分治疗前差异均无统计学意义($P>0.05$)。

一、各组患者治疗前后大脑皮质兴奋性比较

有 13 例患者(联合刺激组 4 例、中枢组 4 例、对照组 5 例)因治疗前未引出患侧拇短展肌 MEP,故未参加皮质兴奋性评定。治疗前,3 组患者的 MEP 潜伏期及波幅组间比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。治疗后,与组内治疗前比较,3 组患者

表 1 3 组患者的一般临床资料

组别	例数	性别(例)		平均年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	平均病程 (d, $\bar{x}\pm s$)	病灶侧(例)		部位(基底节)		病变类型(例)		NIHSS 评分 (分, $\bar{x}\pm s$)
		男	女			左	右	是	否	脑出血	脑梗死	
联合刺激组	15	8	7	55.3 $\pm$ 7.5	36.1 $\pm$ 8.2	6	9	7	8	9	6	7.5 $\pm$ 2.2
中枢组	15	7	8	52.5 $\pm$ 13.5	34.7 $\pm$ 7.9	8	7	8	7	8	7	6.9 $\pm$ 3.7
对照组	15	8	7	53.9 $\pm$ 10.7	33.6 $\pm$ 6.8	7	8	6	9	7	8	8.1 $\pm$ 2.5

的 MEP 潜伏期均明显缩短 ($P<0.05$), 波幅均明显增高 ($P<0.05$); 且联合刺激组的潜伏期及波幅变化更为显著, 组间差异有统计学意义 ($P<0.05$)。具体数据详见表 2。

二、各组患者治疗前后上肢 FMA 及 MBI 评分比较

治疗前, 3 组患者的 FMA 及 MBI 评分组间差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。治疗后, 3 组的 FMA 和 MBI 评分均组内较治疗前明显增加 ($P<0.05$), 且增加幅度以联合刺激组较显著, 组间差异均有统计学意义 ($P<0.05$)。具体数据详见表 3。

三、安全性情况

44 例顺利完成 10 次治疗, 未出现癫痫。联合刺激组和中枢组各有 1 例于第 2 次治疗时出现轻度恶心症状, 治疗结束后 5 min 缓解, 未予以特殊处理, 而后每次治疗时恶心减轻, 第 4 次时明显耐受, 余 42 例患者未见特殊不适。

讨 论

本研究结果表明, 在常规康复训练的基础上, 中枢组给予患侧颅脑 M1 区 iTBS 刺激联合患肢 Erb's 点 rPMS 假刺激, 其拇短展肌波幅和潜伏期的恢复均明显优于对照组, 这与 iTBS 能够提高皮质兴奋性及调节神经功能恢复有关; 治疗后, 中枢组患者的上肢 FMA 评分亦较对照组明显改善, 表明脑卒中后上肢运动功能的改善除与大脑半球再平衡相关, 还可能与 iTBS 能够加强运动再学习能力有关。

本研究中, 联合刺激组给予患侧 M1 区 iTBS 联合患肢 Erb's 点 rPMS 治疗后, 联合刺激组的上肢 FMA 和 MBI 评分均较对照组改善更加显著, 说明无论 iTBS 联合 rPMS 与否均对脑卒中后上肢运动功能恢复有促进作用; 治疗后, 联合刺激组与中枢组比较, 患者拇短展肌的波幅、潜伏期、上肢 FMA 评分及 MBI 评分等指标的改善程度均明显优于中枢组 ($P<0.05$), 表明中枢刺激联合 PMS 在亚急性期脑卒中患者运动功能恢复中优于单独给予中枢磁刺激。其作用机制可能是 iTBS 刺激中枢神经增强中枢神经系统可塑性, rPMS 刺激外周神经可以增加本体感觉输入以及患肢节律性运动, 改善脑卒中患者感觉运动整合, 二者联合分别由上向下及由下向上刺激中枢及外周神经系统, 由此形成磁刺激闭合环路, 提高大脑皮质兴奋性。因此, 中枢刺激联合 PMS 对上下肢运动功能的恢复程度较单独给予中枢磁刺

激治疗效果更佳。

脑卒中后无论脑出血还是脑梗死, 半球间跨胼胝体抑制平衡被打破^[25], 导致损伤局部皮质 M1 区兴奋性降低, 健侧 M1 区兴奋性升高; 由于健侧运动皮质受到来自病变侧皮质的经胼胝体抑制发生不同程度的解除, 加深了它对病变侧皮质的抑制, 阻碍了运动功能的康复^[26]。该理论的核心是在脑卒中后恢复过程中, 健侧大脑过度抑制了患侧大脑皮质功能^[27]。基于此理论, 可以通过使用磁刺激对患侧大脑 M1 区进行高频刺激以提高其兴奋性, 重新平衡大脑半球间活动^[28]。

近年来, 有专家提出“中枢-外周-中枢”闭环康复理论^[29], 避免了学者们对中枢治疗过度关注的同时, 也避免了治疗过程中对外周干预措施的忽略, 还促进了 PMS 技术的临床应用^[30]。目前, PMS 促进偏瘫患者运动功能恢复的具体机制尚不清楚。研究认为, 当 PMS 作用于外周肌肉或神经时可诱导中枢神经系统的本体感觉输入^[31], 包括直接激活感觉运动神经纤维和在节律性收缩和放松过程中间接激活机械感受器, 从而改善脑卒中患者的感觉运动整合或调节皮质兴奋性^[32-33]。Gallasch 等^[12]通过功能磁共振成像检查发现, 前臂 rPMS 可对对侧大脑皮质感觉运动区产生明显的促进作用, 并可持续 1 h。Struppler 等^[14]研究证明, PMS 对皮质水平有明显的调节作用, 可通过改善大脑皮质的可塑性从而对改善运动功能有积极的作用。Jiang 等^[34]研究结果显示, rPMS 对 FMA 和 MBI 评分具有显著的改善作用。

另外, rTMS 具有诱发癫痫的危险性, 现已建立相关安全指导原则^[35], 其安全性一直是研究热点, 很多学者进行了相关研究, 慎重选择合适刺激频率和刺激强度, 应用 rTMS 是安全的。本研究中, 接受治疗的脑卒中患者 (包括脑出血患者) 仅出现轻度恶心症状, 也证实了本研究所应用的 rTMS 参数是安全的。

综上所述, 患侧 M1 区 iTBS+患侧 Erb's 点 rPMS 可以促进脑卒中后上肢运动功能障碍患者上肢功能的恢复和 ADL 能力的提高, 优于单独给予经颅磁刺激, 且安全性较好。目前本研究仍存在诸多不足, 如样本量相对较少、尚未进行长期随访、缺少单独给予 PMS 治疗组, 后续研究将针对上述不足进一步完善。

表 2 3 组患者治疗前后 MEP 潜伏期及波幅的比较 ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	潜伏期 (ms)		波幅 (mV)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
联合刺激组	11	23.55±1.89	20.43±2.06 ^a	1.23±0.72	2.37±0.62 ^a
中枢组	11	22.89±1.69	21.25±1.57 ^{ab}	1.02±0.43	1.77±0.63 ^{ab}
对照组	10	23.37±1.48	23.02±1.38 ^{ac}	0.99±0.24	1.22±0.25 ^{ac}

注: 与组内治疗前比较, ^a $P<0.01$; 与联合刺激组治疗后比较, ^b $P<0.05$, ^c $P<0.01$

表 3 3 组患者治疗前后上肢 FMA 及 MBI 评分比较 (分, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	FMA		MBI	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
联合刺激组	15	21.40±17.13	29.10±18.60 ^a	56.00±21.05	69.50±20.47 ^a
中枢组	15	23.00±19.26	27.10±21.99 ^{ab}	58.00±25.62	67.50±25.14 ^{ab}
对照组	14	19.87±19.80	21.75±19.94 ^{ac}	52.00±25.06	56.85±26.18 ^{ac}

注: 与组内治疗前比较, ^a $P<0.05$; 与联合刺激组治疗后比较, ^b $P<0.05$, ^c $P<0.01$

参 考 文 献

- [1] 王陇德,刘建民,杨弋,等.我国脑卒中防治仍面临巨大挑战——《中国脑卒中防治报告 2018》概要[J].中国循环杂志,2019,34(2):100-105. DOI:10.3969/j.issn.1000-3614.2019.02.001.
- [2] Tong Y, Pendy JT, Li WA, et al. Motor imagery-based rehabilitation: potential neural correlates and clinical application for functional recovery of motor deficits after stroke[J]. Aging Dis, 2017, 8(3):364-371. DOI:10.14336/AD.2016.1012.eCollection 2017 May.
- [3] Bertolucci F, Chisari C, Fregni F. The potential dual role of transcallosal inhibition in post-stroke motor recovery[J]. Restor Neurol Neurosci, 2018, 36(1):83-97. DOI:10.3233/RNN-170778.
- [4] Du J, Yang F, Hu J, et al. Effects of high and low frequency repetitive transcranial magnetic stimulation on motor recovery in early stroke patients: evidence from a randomized controlled trial with clinical, neurophysiological and functional imaging assessments[J]. Neuroimage Clin, 2019, 21:101620. DOI:10.1016/j.nicl.2018.101620.
- [5] 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.
- [6] Schuhfried O, Crevenna R, Fialka-Moser V, et al. Non-invasive neuromuscular electrical stimulation in patients with central nervous system lesions: an educational review[J]. J Rehabil Med, 2012, 44(2):99-105. DOI:10.2340/16501977-0941.
- [7] Beaulieu LD, Schneider C. Repetitive peripheral magnetic stimulation to reduce pain or improve sensorimotor impairments: a literature review on parameters of application and afferents recruitment[J]. Neurophysiol Clin, 2015, 45(3):223-237. DOI:10.1016/j.neucli.2015.08.002.
- [8] Chen S, Li Y, Shu X, et al. Electroencephalography Mu rhythm changes and decreased spasticity after repetitive peripheral magnetic stimulation in patients following stroke[J]. Front Neurol, 2020, 11:546599. DOI:10.3389/fneur.2020.546599.
- [9] Malejko K, Huss A, Schonfeldt-Lecuona C, et al. Emotional components of pain perception in borderline personality disorder and major depression: a repetitive peripheral magnetic stimulation (rPMS) study [J]. Brain Sci, 2020, 10(12):905. DOI:10.3390/brainsci10120905.
- [10] Zschorlich VR, Hillebrecht M, Tanjour T, et al. Repetitive peripheral magnetic nerve stimulation (rPMS) as adjuvant therapy reduces skeletal muscle reflex activity[J]. Front Neurol, 2019, 10:930. DOI:10.3389/fneur.2019.00930.
- [11] Struppler A, Havel P, Müller-Barna P. Facilitation of skilled finger movements by repetitive peripheral magnetic stimulation (RPMS): a new approach in central paresis [J]. NeuroRehabilitation, 2003, 18(1):69-82. DOI:10.3233/NRE-2003-18108.
- [12] Gallasch E, Christova M, Kunz A, et al. Modulation of sensorimotor cortex by repetitive peripheral magnetic stimulation[J]. Front Human Neurosci, 2015, 9:407. DOI:10.3389/fnhum.2015.00407.
- [13] Krewer C, Hartl S, Müller F, et al. Effects of repetitive peripheral magnetic stimulation on upper-limb spasticity and impairment in patients with spastic hemiparesis: a randomized, double-blind, sham-controlled study[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2014, 95:1039-1047. DOI:10.1016/j.apmr.2014.02.003.
- [14] Struppler A, Angerer B, Havel P. Modulation of sensorimotor performances and cognition abilities induced by RPMS: clinical and experimental investigations[J]. Suppl Clin Neurophysiol, 2003, 56:358-367. DOI:10.1016/s1567-424x(09)70239-9.
- [15] Szaflarski JP, Griffis J, Vannest J, et al. A feasibility study of combined intermittent theta burst stimulation and modified constraint-induced aphasia therapy in chronic post-stroke aphasia[J]. Restor Neurol Neurosci, 2018, 36(4):503-518. DOI:10.3233/RNN-180812.
- [16] Szaflarski JP, Nenert R, Allendorfer JB, et al. Intermittent theta burst stimulation (iTBS) for the treatment of chronic post-stroke aphasia: results of a pilot randomized, double-blind, sham-controlled trial[J]. Med Sci Monit, 2021, 27:e931468. DOI:10.12659/MSM.931468.
- [17] Du J, Tian L, Liu W, et al. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on motor recovery and motor cortex excitability in patients with stroke: a randomized controlled trial[J]. Eur J Neurol, 2016, 23(11):1666-1672. DOI:10.1111/ene.13105.
- [18] Rastgoo M, Naghdi S, Nakhostin Ansari N, et al. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on lower extremity spasticity and motor function in stroke patients[J]. Disabil Rehabil, 2016, 38(19):1918-1926. DOI:10.3109/09638288.2015.1107780.
- [19] Behrangrad S, Zoghi M, Kidgell D, et al. Does cerebellar non-invasive brain stimulation affect corticospinal excitability in healthy individuals? A systematic review of literature and meta-analysis[J]. Neurosci Lett, 2019, 706:128-139. DOI:10.1016/j.neulet.2019.05.025.
- [20] Rachid F. Safety and efficacy of theta-burst stimulation in the treatment of psychiatric disorders: a review of the literature[J]. J Nerv Ment Dis, 2017, 205(11):823-839. DOI:10.1097/NMD.0000000000000742.
- [21] 中华神经科学会, 中华神经外科学会. 各类脑血管疾病诊断要点 [J]. 中华神经科杂志, 1996, 29(6):379-380.
- [22] Chen M, Deng H, Schmidt RL, et al. Low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation targeted to premotor cortex followed by primary motor cortex modulates excitability differently than premotor cortex or primary motor cortex stimulation alone[J]. Neuromodulation, 2015, 18(8):678-685. DOI:10.1111/ner.12337.
- [23] Lin LF, Chang KH, Huang YZ, et al. Simultaneous stimulation in bilateral leg motor areas with intermittent theta burst stimulation to improve functional performance after stroke: a feasibility pilot study[J]. Eur J Phys Rehabil Med, 2019, 55(2):162-168. DOI:10.23736/S1973-9087.18.05245-0.
- [24] Yang Y, Pan HJ, Pan WX, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation on the affected hemisphere enhances hand functional recovery in subacute adult stroke patients: a randomized trial[J]. Front Aging Neurosci, 2021, 13:636184. DOI:10.3389/fnagi.2021.636184.
- [25] Hosomi K, Sugiyama K, Nakamura Y, et al. A randomized controlled trial of 5 daily sessions and continuous trial of 4 weekly sessions of repetitive transcranial magnetic stimulation for neuropathic pain [J]. Pain, 2020, 161(2):351-360. DOI:10.1097/j.pain.0000000000001712.
- [26] Mesquita RC, Faseyitan OK, Turkeltaub PE, et al. Blood flow and oxygenation changes due to low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation of the cerebral cortex [J]. J Biomed Opt, 2013, 18(6):067006. DOI:10.1117/1.JBO.18.6.067006.
- [27] Dodd KC, Nair VA, Prabhakaran V. Role of the contralesional vs. ipsilesional hemisphere in stroke recovery [J]. Front Hum Neurosci, 2017, 11:469. DOI:10.3389/fnhum.2017.00469.
- [28] Bashir S, Vernet M, Najib U, et al. Enhanced motor function and its

- neurophysiological correlates after navigated low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation over the contralesional motor cortex in stroke[J]. *Restor Neurol Neurosci*, 2016, 34(4): 677-689. DOI: 10.3233/RNN-140460.
- [29] 贾杰. 创新与循证并进, 中枢与外周交融——ISPRM 2016 上肢及手功能康复研究专题报道[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2016, 38(7): 550-554. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2016.07.019.
- [30] Sakai K, Yasufuku Y, Kamo T, et al. Repetitive peripheral magnetic stimulation for patients after stroke[J]. *Stroke*, 2020, 51(6): e105-e106. DOI: 10.1161/STROKEAHA.120.029373.
- [31] Beaulieu L, Schneider C. Repetitive magnetic stimulation to reduce pain or improve sensorimotor impairments: a literature review on parameters of application and afferents recruitment[J]. *Neurophysiol Clin*, 2019, 45(3): 223-237. DOI: 10.1016/j.neucli.2015.08.002.
- [32] Beaulieu LD, Masse-Alarie H, Brouwer B, et al. Noninvasive neurostimulation in chronic stroke: a double-blind randomized sham-controlled testing of clinical and corticomotor effects[J]. *Top Stroke Rehabil*, 2015, 22(1): 8-17. DOI: 10.1179/1074935714Z.00000000032
- [33] Krewer C, Hartl S, Muller F, et al. Effects of repetitive peripheral magnetic stimulation on upper-limb spasticity and impairment in patients with spastic hemiparesis: a randomized, double-blind, sham-controlled study[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2014, 95(6): 1039-1047. DOI: 10.1016/j.apmr.2014.02.003.
- [34] Jiang YF, Zhang D, Zhang J, et al. A randomized controlled trial of repetitive peripheral magnetic stimulation applied in early subacute stroke: effects on severe upper-limb impairment[J]. *Clin Rehabil*, 2022, 36(5): 693-702. DOI: 10.1177/02692155211072189.
- [35] Wassermann EM. Risk and safety of repetitive transcranial magnetic stimulation: report and suggested guidelines from the International Workshop on Safety of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation, June 5-7, 1996[J]. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 1998, 108(1): 1-16. DOI: 10.1016/s0168-5597(97)00096-8.
- (修回日期: 2023-07-02)
(本文编辑: 汪 玲)

· 临床研究 ·

基于姿势解密技术的手法治疗对脑卒中偏瘫患者步行功能的影响

赵萍 王琛涵 王玉阳 刘瑶瑶 李林 柏广涛 王强

青岛大学附属医院康复医学科, 青岛 266035

通信作者: 王强, Email: wangqiang1964@qdu.edu.cn

【摘要】 目的 观察基于姿势解密技术的手法治疗对脑卒中偏瘫患者步行功能的影响。**方法** 采用随机数字表法将 40 例脑卒中偏瘫患者分为观察组及对照组, 每组 20 例。2 组患者均给予常规康复干预, 观察组患者在此基础上辅以基于姿势解密技术的手法治疗。于治疗前、治疗 3 周后对 2 组患者进行疗效评定, 通过测量患侧肩胛骨内上角到胸 2 棘突的垂直距离评估患者肩高度, 通过测量患侧骨盆倾斜角度评估患者骨盆位置变化情况, 采用 Fugl-Meyer 运动功能量表下肢部分 (FMA-LE) 评估患者下肢运动功能, 采用“起立-行走”计时测试 (TUGT) 评估患者步行能力, 应用步态分析系统评测患者步长 (患侧) 及步频变化情况。**结果** 治疗后 2 组患者患侧肩高度、下肢 FMA 评分、骨盆倾斜角度、TUGT 及患侧步长、步频均较治疗前明显改善 ($P < 0.05$), 并且观察组患侧肩高度 [$(2.85 \pm 2.71) \text{ mm}$]、下肢 FMA 评分 [$(27.05 \pm 3.01) \text{ 分}$]、骨盆倾斜角度 [$(13.35 \pm 3.09)^\circ$]、TUGT [$(15.55 \pm 4.40) \text{ s}$] 及患侧步长 [$(48.75 \pm 7.66) \text{ cm/步}$] 亦显著优于对照组患者。**结论** 在常规康复干预基础上辅以姿势解密技术手法治疗, 能进一步改善脑卒中偏瘫患者的步行功能。

【关键词】 姿势解密技术; 脑卒中; 偏瘫; 步行功能

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2023.08.007

随着社会逐渐步入老龄化, 脑卒中患者数量呈持续增长态势^[1], 在脑卒中幸存者中, 约 75% 的患者伴有不同程度的后遗症^[2], 其中尽快恢复步行功能是脑卒中患者最迫切的康复目标之一^[3]。脑卒中后偏瘫患者由于中枢神经系统受损, 出现肌力下降、肌张力异常、运动反应迟缓等, 常导致异常步行模式。目前临床针对脑卒中偏瘫患者的康复训练多侧重于躯干及肢体功能的恢复, 缺乏对患者整体姿势的评估及干预。

姿势解密技术是以患者中立位姿势为切入点, 在整体姿势评估基础上对相应关节进行有针对性的治疗, 包括矫正关节异常对线 (resetting joint malalignment, RJM)、矫正异常肌肉功能 (resetting abnormal muscle, RAM)、恢复关节稳定性 (resetting joint stabilization, RJS) 及恢复感觉运动控制 (resetting sensory motor control, RSMC), 即该技术的核心—4R 技术^[4]。本研究采用基于姿势解密技术的手法治疗脑卒中后偏瘫患者, 并观察治