

# Theta爆发式磁刺激联合镜像治疗 对脑卒中恢复期患者上肢运动功能的康复效果

周静<sup>1,2</sup>, 刘雅丽<sup>1</sup>

**摘要** **目的:**探讨间断性Theta爆发式磁刺激(iTBS)联合镜像治疗(MT)对脑卒中恢复期患者上肢运动功能及日常生活活动能力的影响。**方法:**脑卒中恢复期患者46例随机分为4组:对照组11例、iTBS组12例、MT组11例、联合组12例。对照组进行常规康复治疗,治疗组在对照组治疗的基础上分别加用iTBS、MT和iTBS联合MT治疗。所有治疗均为1次/d,5 d/周,共10次。分别于治疗前(T<sub>0</sub>)、治疗结束后当天(T<sub>1</sub>)、治疗结束后1个月(T<sub>2</sub>)、3个月(T<sub>3</sub>),采用美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)、Fugl-Meyer评定量表上肢部分(UL-FMA)、Brunnstrom分期(BS)和改良Barthel指数(MBI)对患者进行评估和比较。**结果:**组内比较,4组的UL-FMA(近端)、上肢BS、NIHSS和MBI评分在治疗后各时间点较治疗前改善( $P<0.05$ );联合组从T<sub>1</sub>开始UL-FMA(远端)评分和手部BS评分高于治疗前( $P<0.05$ ),而其他3组从T<sub>2</sub>开始高于治疗前( $P<0.05$ )。组间比较发现,联合组的UL-FMA(近端)(T<sub>3</sub>)、上肢和手部BS分期(T<sub>3</sub>)、MBI(T<sub>2</sub>)高于对照组( $P<0.05$ ),上肢BS分期(T<sub>3</sub>)高于MT组( $P<0.05$ );iTBS组的上肢BS分期(T<sub>3</sub>)高于对照组( $P<0.05$ )。**结论:**iTBS联合MT治疗较能更好地促进脑卒中恢复期患者的上肢运动功能和日常生活活动能力。

**关键词** 脑卒中;镜像治疗;Theta爆发式磁刺激;运动功能

中图分类号 R741;R741.05;R743;R493 文献标识码 A DOI 10.16780/j.cnki.sjssgncj.20210766

**Effects of Theta Burst Stimulation Combined with Mirror Therapy on Motor Recovery of Upper Limbs of Patients in Stroke Recovery Period** ZHOU Jing<sup>1,2</sup>, LIU Ya-li<sup>1</sup>. 1. Department of Rehabilitation, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China. 2. Department of Rehabilitation, Hubei Provincial Hospital of Integrated Chinese & Western Medicine, Wuhan 430015, China

**Abstract** **Objective:** To investigate the effects of intermittent theta burst stimulation (iTBS) combined with mirror image therapy (MT) on upper limb motor function and daily living ability of patients in stroke recovery period. **Methods:** Forty-six stroke patients were randomly divided into four groups: control group (n=11), iTBS group (n=12), MT group (n=11) and combination group (n=12). Patients in control group received routine rehabilitation treatment, and patients in treatment groups were additionally treated with iTBS, MT and MT combined with iTBS respectively. All the patients received the therapy 5 days per week for 10 working days. Patients were evaluated before treatment (T<sub>0</sub>), then immediately (T<sub>1</sub>), 1 month (T<sub>2</sub>) and 3 months (T<sub>3</sub>) after treatment. The evaluation included: National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS), upper limb Fugl-Meyer assessment (UL-FMA), Brunnstrom Scale (BS) and Modified Barthel Index (MBI). **Results:** On comparison with baseline data, the UL-FMA (proximal), upper extremity BS, NIHSS and MBI scores of the four groups were improved after treatment at each time point ( $P<0.05$ ). For the UL-FMA (distal) score and hand BS, the combination group increased at T<sub>1</sub> ( $P<0.05$ ), while the other three groups began to increase significantly at T<sub>2</sub> ( $P<0.05$ ). The UL-FMA (proximal) (T<sub>3</sub>), upper limb and hand BS (T<sub>3</sub>) and MBI (T<sub>2</sub>) in combination group were significantly higher than those in control group ( $P<0.05$ ) and the upper limb BS (T<sub>3</sub>) was also significantly higher than that in MT group ( $P<0.05$ ). The upper limb BS (T<sub>3</sub>) in iTBS group was higher than that in control group ( $P<0.05$ ). **Conclusion:** The combination of iTBS and MT therapy can better promote upper limb motor function and activities of daily living of patients in stroke recovery period.

**Key words** stroke; mirror therapy; Theta burst stimulation; motor function

**作者单位**

1. 华中科技大学同济医学院附属同济医院康复医学科  
武汉 430030

2. 湖北省中西医结合医院康复医学中心  
武汉 430015

**基金项目**

湖北省自然科学基金(No. 2018CFB587)

**收稿日期**

2021-11-26

**通讯作者**

刘雅丽

liuyali74@126.com

70%的卒中患者遗留各种功能障碍,其中70%~80%为上肢运动功能障碍<sup>[1]</sup>。但上肢运动功能障碍为康复的难点,常用的康复方式效果不理想。重复经颅磁刺激(repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS)以非侵入磁刺激方式,通过改变大脑

皮质的兴奋性而促进神经功能恢复,被广泛应用于卒中患者运动功能康复<sup>[2]</sup>。人脑海马和皮质回路在处理外界信息过程中,经常出现内源性震荡Theta频率,并以丛状或簇状波的形式出现。新型rTMS--Theta爆发式磁刺激(theta burst stimulation, TBS)即模拟这

种自然电生理活动,给予大脑相应的刺激。研究表明,TBS可以通过促进长时程增强样的可塑性激活运动皮质,使第一运动皮质区(M1区)更易接受来自其他皮质的输入,提高其治疗反应性<sup>[3]</sup>。本研究首次将间歇性TBS (intermittent TBS, iTBS)联合镜像疗法(mirror therapy, MT)用于脑卒中患者上肢运动功能和日常生活活动的康复,并观察其疗效。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

收集2017年10月至2018年12月同济医院康复医学科住院的脑卒中恢复期偏瘫患者46例。纳入标准:确诊为脑卒中,且为首次发病;病程1~6个月,坐位平衡 $\geq 1$ 级;单侧肢体运动功能障碍(徒手肌力1~3级,Brunnstrom 1~4期),健侧肢体可记录运动诱发电位;简易智能精神状态检查量表(mini-mental state examination, MMSE) $\geq 21$ 分;无视觉感知障碍;患者及家属自愿参加本研究,并签署知情同意书。排除标准:有癫痫或卒中后癫痫发作史;体内有金属固定物或其他植入的电子设备;严重颅骨骨折、重型颅脑损伤、合并除外卒中的其他神经系统疾病;3个月内使用了可能降低癫痫发作阈值的药物治疗;合并恶性肿瘤,妊娠,严重的心、肺、肝、肾等疾病;参加本研究前6个月参加其他临床研究者。本研究获得华中科技大学同济医学院附属同济医院医学伦理委员会批准。

### 1.2 方法

采用随机数字表法将患者随机分为对照组11例, iTBS组12例, MT组11例, 联合组12例。

1.2.1 干预方法 ①对照组:4组均给予常规康复治疗,包括正确体位摆放、偏瘫肢体主被动活动、平衡训练、日常作业活动。②iTBS组:在常规康复基础上增加iTBS治疗。采用YRD CCY- I型磁刺激仪(武汉依瑞德医疗设备新技术有限公司),8字形线圈。脉冲磁场峰值强度为3 T;丛内频率50 Hz,丛间频率5 Hz,刺激2 s,间歇8 s,共600个脉冲,刺激时间192 s,刺激强度为80%的活动运动阈值(active motor threshold, AMT);刺激部位为患侧M1区的上肢功能代表区。初次治疗时,舒适坐位放松状态下,在大脑表层连续10次磁刺激,可在靶肌肉上记录到至少5个运动诱发电位的波幅 $\geq 200 \mu V$ ,此时的最小磁刺激强度即为AMT。③MT组:在常规康复基础上加用MT治疗。取坐位,上肢平面镜(60 cm $\times$ 90 cm)垂直放于训练者正中矢状面,反射面置于患者健侧。每日完成上肢关节活

动、肌肉训练以及以任务为导向的日常生活活动训练各15 min。患者健侧手在训练的同时观察镜子中健侧手的镜像,并将其想象成患侧手的动作,患侧手在治疗师的辅助下完成和健侧手同样的动作。④联合组:联合组在常规康复基础上,依次行iTBS及MT治疗,方法及时间均与iTBS组和MT组相同。所有治疗1次/d,5 d/周,共2周。

1.2.2 评估 治疗前1周收集患者基础数据;分别于治疗前( $T_0$ )、治疗结束当天( $T_1$ )、治疗结束后1、3个月( $T_2$ 、 $T_3$ )进行评估;采用美国国立卫生研究院卒中量表(National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS)评估神经功能, Fugl-Meyer 上肢运动量表(upper limb Fugl-Meyer assessment, UL-FMA)评估上肢功能, Brunnstrom Scale分期(BS)评估运动功能,改良Barthel指数(modified barthel index, mBI)评估日常生活能力。

### 1.3 统计学处理

采用SPSS 21.0软件处理数据。符合正态分布以及方差齐性的计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示;组内比较采用配对 $t$ 检验;组间比较采用单因素方差分析,组间两两分析采用Tukey法;计数资料以率表示,等级资料赋值,采用 $\chi^2$ 或秩和检验; $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般资料及研究完成情况

4组患者在年龄、性别、病程、卒中类型、坐位平衡和肌张力Ashworth分级差异无统计学差异( $P > 0.05$ ),见表1。本组46例入组患者均完成治疗;期间有轻微头痛不适4例,轻度失眠5例,未发生癫痫、晕厥、恶心呕吐,治疗前后听力无明显变化。

### 2.2 运动功能评分

治疗后各时间点,4组的UL-FMA近端评分均与同组治疗前差异有统计学意义( $P < 0.05$ );治疗后3个月,联合组UL-FMA近端评分高于对照组( $P < 0.05$ ),但与iTBS组和MT组差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表2。治疗后当天,联合组UL-FMA远端评分即高于同组治疗前( $P < 0.05$ );治疗后1、3个月,4组的UL-FMA远端评分均与同组治疗前差异有统计学意义( $P < 0.05$ );各组间差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表2。

治疗后各时间点,4组的上肢BS分期均高于同组治疗前( $P < 0.05$ );治疗后3个月, iTBS组的上肢BS分期高于对照组( $P < 0.05$ ),联合组的上肢BS分期高于对照组和MT组( $P < 0.05$ ),见表3。

治疗后1、3个月,4组的手部BS分期均高于同组治

疗前( $P<0.05$ );治疗后各时间点,联合组的手部BS分期均高于同组治疗前( $P<0.05$ ),且治疗后3个月时高于对照组( $P<0.05$ ),见表3。

2.3 NIHSS和日常生活活动能力评分

治疗后各时间点,4组的NIHSS评分均低于同组治疗前( $P<0.05$ );组间差异无统计学意义,见表4。

治疗后各时间点,4组的MBI评分均高于同组治疗前( $P<0.05$ );治疗后1个月,联合组的MBI评分高于对

照组( $P<0.05$ ),其余组间差异无统计学意义,见表5。

3 讨论

研究表明,2周的iTBS和MT联合治疗较单用其中一种能更好地改善脑卒中恢复期患者上肢运动功能。iTBS通过增加受损侧运动皮质兴奋性,重新组织M1皮质连接,产生有利于增强运动功能恢复的环境<sup>[4]</sup>。较多研究均显示,联合疗法较单独治疗更有助于

表1 各组患者一般资料比较( $\bar{x}\pm s$ )或例]

| 组别    | 例数 | 年龄/岁        | 男/女   | 病程/d        | 脑出血/<br>脑梗死 | 左侧脑损伤/<br>右侧脑损伤 | 坐位平衡/级    | Asworth/级 |
|-------|----|-------------|-------|-------------|-------------|-----------------|-----------|-----------|
| 对照组   | 11 | 55.64±12.60 | 10/1  | 77.82±42.06 | 8/3         | 7/4             | 1.73±0.79 | 0(0,1)    |
| iTBS组 | 12 | 48.75±7.63  | 10/2  | 52.00±13.59 | 8/4         | 7/5             | 2.17±0.58 | 0(0,1)    |
| MT组   | 11 | 55.55±11.08 | 8/3   | 65.09±22.43 | 6/5         | 9/2             | 1.73±0.79 | 0(0,1)    |
| 联合组   | 12 | 51.67±11.63 | 9/3   | 59.92±26.65 | 7/5         | 9/3             | 2.42±0.23 | 0(0,1)    |
| P值    |    | 0.365       | 0.689 | 0.177       | 0.810       | 0.605           | 0.076     | 0.129     |

表2 4组各时间点UL-FMA评分比较(分,  $\bar{x}\pm s$ )

| 组别    | 例数 | UL-FMA 近端      |                         |                         |                           | UL-FMA 远端      |                        |                        |                        |
|-------|----|----------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|       |    | T <sub>0</sub> | T <sub>1</sub>          | T <sub>2</sub>          | T <sub>3</sub>            | T <sub>0</sub> | T <sub>1</sub>         | T <sub>2</sub>         | T <sub>3</sub>         |
| 对照组   | 11 | 6.22±1.99      | 7.80±3.85 <sup>①</sup>  | 5.89±1.27 <sup>①</sup>  | 6.83±3.61 <sup>①</sup>    | 2.67±2.78      | 3.44±2.74              | 4.56±3.00 <sup>①</sup> | 5.00±3.39 <sup>①</sup> |
| iTBS组 | 12 | 7.78±2.33      | 11.50±6.43 <sup>①</sup> | 7.11±1.76 <sup>①</sup>  | 10.00±4.37 <sup>①</sup>   | 2.67±3.35      | 3.56±3.64              | 5.67±3.39 <sup>①</sup> | 7.33±2.78 <sup>①</sup> |
| MT组   | 11 | 9.33±3.00      | 14.40±7.37 <sup>①</sup> | 9.67±3.39 <sup>①</sup>  | 15.42±8.31 <sup>①</sup>   | 2.89±2.37      | 3.78±3.11              | 5.44±3.05 <sup>①</sup> | 6.22±3.42 <sup>①</sup> |
| 联合组   | 12 | 10.22±2.95     | 17.40±7.01 <sup>①</sup> | 12.00±3.64 <sup>①</sup> | 19.00±10.00 <sup>①②</sup> | 2.78±2.28      | 4.67±2.55 <sup>①</sup> | 6.89±3.98 <sup>①</sup> | 8.22±3.49 <sup>①</sup> |

注:与治疗前比较,<sup>①</sup> $P<0.05$ ;与对照组比较,<sup>②</sup> $P<0.05$

表3 4组各时间点BS分期比较(期,  $\bar{x}\pm s$ )

| 组别    | 例数 | 上肢             |                        |                        |                          | 手部             |                        |                        |                         |
|-------|----|----------------|------------------------|------------------------|--------------------------|----------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
|       |    | T <sub>0</sub> | T <sub>1</sub>         | T <sub>2</sub>         | T <sub>3</sub>           | T <sub>0</sub> | T <sub>1</sub>         | T <sub>2</sub>         | T <sub>3</sub>          |
| 对照组   | 11 | 1.91±0.83      | 2.55±0.82 <sup>①</sup> | 2.82±1.08 <sup>①</sup> | 3.00±0.89 <sup>①</sup>   | 2.00±1.55      | 2.27±1.49              | 2.55±1.63 <sup>①</sup> | 2.73±1.74 <sup>①</sup>  |
| iTBS组 | 12 | 2.09±0.83      | 2.73±0.79 <sup>①</sup> | 3.45±0.93 <sup>①</sup> | 3.91±1.04 <sup>①②</sup>  | 1.91±1.45      | 2.55±1.63              | 3.00±1.67 <sup>①</sup> | 3.18±1.60 <sup>①</sup>  |
| MT组   | 11 | 1.73±0.79      | 2.09±0.94 <sup>①</sup> | 2.91±0.83 <sup>①</sup> | 3.18±0.98 <sup>①</sup>   | 1.91±1.58      | 2.36±1.57              | 2.82±1.54 <sup>①</sup> | 3.00±1.61 <sup>①</sup>  |
| 联合组   | 12 | 1.67±0.65      | 2.75±0.87 <sup>①</sup> | 3.33±0.78 <sup>①</sup> | 4.25±0.87 <sup>①②③</sup> | 1.42±0.90      | 2.17±1.47 <sup>①</sup> | 2.67±1.56 <sup>①</sup> | 2.92±1.51 <sup>①②</sup> |

注:与治疗前比较,<sup>①</sup> $P<0.05$ ;与对照组比较,<sup>②</sup> $P<0.05$ ;与MT组比较,<sup>③</sup> $P<0.05$

表4 4组各时间点NIHSS评分比较(分,  $\bar{x}\pm s$ )

| 组别    | 例数 | T <sub>0</sub> | T <sub>1</sub>         | T <sub>2</sub>         | T <sub>3</sub>         |
|-------|----|----------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 对照组   | 11 | 9.27±2.69      | 8.27±2.72 <sup>①</sup> | 6.82±2.71 <sup>①</sup> | 5.73±2.65 <sup>①</sup> |
| iTBS组 | 12 | 8.73±2.49      | 6.55±2.70 <sup>①</sup> | 4.73±2.65 <sup>①</sup> | 3.91±2.43 <sup>①</sup> |
| MT组   | 11 | 9.45±2.07      | 7.37±2.37 <sup>①</sup> | 5.82±2.52 <sup>①</sup> | 4.82±2.48 <sup>①</sup> |
| 联合组   | 12 | 9.50±1.62      | 6.42±1.31 <sup>①</sup> | 4.58±1.44 <sup>①</sup> | 3.42±1.62 <sup>①</sup> |

注:与治疗前比较,<sup>①</sup> $P<0.05$

表5 4组各时间点MBI评分比较(分,  $\bar{x}\pm s$ )

| 组别    | 例数 | T <sub>0</sub> | T <sub>1</sub>           | T <sub>2</sub>           | T <sub>3</sub>           |
|-------|----|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 对照组   | 11 | 35.18±10.99    | 44.00±11.03 <sup>①</sup> | 51.09±10.87 <sup>①</sup> | 64.45±13.80 <sup>①</sup> |
| iTBS组 | 12 | 34.09±11.26    | 45.64±9.95 <sup>①</sup>  | 56.45±7.91 <sup>①</sup>  | 69.82±12.48 <sup>①</sup> |
| MT组   | 11 | 33.55±12.91    | 47.36±5.95 <sup>①</sup>  | 62.91±11.85 <sup>①</sup> | 70.73±12.55 <sup>①</sup> |
| 联合组   | 12 | 30.17±8.58     | 43.75±7.40 <sup>①</sup>  | 64.33±8.34 <sup>①②</sup> | 69.25±8.04 <sup>①</sup>  |

注:与治疗前比较,<sup>①</sup> $P<0.05$ ;与对照组比较,<sup>②</sup> $P<0.05$

恢复卒中后的运动功能,如MT联合电刺激<sup>[5]</sup>、双侧序贯经颅磁刺<sup>[6]</sup>、体外反搏治疗联合兴奋性TBS<sup>[7]</sup>、iTBS联合物理治疗<sup>[3,8]</sup>、重复运动训练联合TMS<sup>[9]</sup>、低频rTMS联合iTBS<sup>[10]</sup>等,并有学者结合fMRI证实联合治疗比单独治疗更有效的增加了大脑神经之间的功能连接。本研究中也显示iTBS和MT联合治疗更有效,这提示在脑卒中恢复阶段,大脑皮质在治疗前可能需要进行预先激活,而TBS技术可以无创的方式直接激活运动皮质,使其更好的接受来自皮质下结构兴奋性的输入,从而达到增强功能的效果。

2周的MT可促进卒中后运动功能恢复,但是和对照组相比并没有统计学差异,这可能和镜像治疗时间较短有关。研究表明MT干预4~8周可有效改善上肢运动功能<sup>[11-13]</sup>。在卒中后可能需要启动最大限度的神经可塑性。兴奋性的iTBS刺激模式可能会特异性地激活患侧半球,提高低剂量MT的治疗效果。TBS能有效改善卒中患者手功能<sup>[8,14,15]</sup>,但几乎所有研究只观察了短期效果。本研究观察表明,在iTBS治疗后的第3个月仍能观察到作用效果,提示这种方法具有长期改善脑卒中患者手功能的能力。

有研究表明rTMS结合作业疗法治疗脑卒中运动功能,BS评分4期的FMA评分提高更明显<sup>[16]</sup>,这与本研究联合组的治疗结果一致。尽管联合组与iTBS组间比较没有表现出显著差异,但无论是FMA的变化还是MBI的变化,联合组的变化幅度均高于iTBS组。分析原因可能与本研究的治疗时间较短、每组样本量较小有关。有研究显示,4周iTBS+物理治疗比单独物理治疗效果更好,并且后效应可持续到治疗后1年<sup>[17]</sup>。

联合组能显著改善脑卒中患者的日常生活能力,这和患侧上肢运动功能恢复有关<sup>[18,19]</sup>。并且本研究使用的任务导向MT,加入了比如倒水、喝水、进食、叠毛巾和擦桌子等日常动作,增强患者康复的趣味性和学习能力,有效提高患者日常生活能力。但是治疗结束后3个月这种组间差异性消失。脑卒中后日常生活活动能力的恢复和很多因素有关,比如年龄、性别、种族、职业、文化程度等<sup>[20]</sup>,并且有研究指出MBI评分在40~60分之间处于康复治疗的最佳反应阶段,所以治疗后3个月组间差异性并不显著。

综上所述,本研究首次将iTBS和MT相结合,观察到治疗后3个月的后效应,并从运动功能和日常生活能力多角度分析,结果表明iTBS和MT联合疗法能提高卒中后上肢功能障碍患者的运动功能和日常生活活

动能力。后续将进一步扩大样本量,细化康复部位并进行分类研究,以获得更确切的结论。

## 参考文献

- [1] Paul S L, Srikanth V K and Thrift A G. The large and growing burden of stroke[J]. *Curr Drug Targets*, 2007, 8: 786-793.
- [2] 周静,洪昌林,郝晓霞,等. Theta爆发式经颅磁刺激对脑卒中后运动功能的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2018, 40: 952-956.
- [3] Ackerley S J, Byblow W D, Barber P A, et al. Primed Physical Therapy Enhances Recovery of Upper Limb Function in Chronic Stroke Patients[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2016, 30: 339-348.
- [4] Volz L J, Rehme A K, Michely J, et al. Shaping Early Reorganization of Neural Networks Promotes Motor Function after Stroke[J]. *Cereb Cortex*, 2016, 26: 2882-2894.
- [5] Kim J H and Lee B H. Mirror therapy combined with biofeedback functional electrical stimulation for motor recovery of upper extremities after stroke: a pilot randomized controlled trial[J]. *Occup Ther Int*, 2015, 22: 51-60.
- [6] Jelic M B, Filipovic S R, Milanovic S D, et al. Bilateral sequential motor cortex stimulation and skilled task performance with non-dominant hand[J]. *Clin Neurophysiol*, 2017, 128: 814-822.
- [7] He W, Au-Yeung S Y, Mak M, et al. The potential synergism by combining external counterpulsation with intermittent theta burst stimulation in post-stroke motor function recovery[J]. *Med Hypotheses*, 2016, 93: 140-142.
- [8] Ackerley S J, Stinear C M, Barber P A, et al. Priming sensorimotor cortex to enhance task-specific training after subcortical stroke[J]. *Clin Neurophysiol*, 2014, 125: 1451-1458.
- [9] Koganemaru S, Sawamoto N, Aso T, et al. Task-specific brain reorganization in motor recovery induced by a hybrid-rehabilitation combining training with brain stimulation after stroke[J]. *Neurosci Res*, 2015, 92: 29-38.
- [10] Wang C P, Tsai P Y, Yang T F, et al. Differential effect of conditioning sequences in coupling inhibitory/facilitatory repetitive transcranial magnetic stimulation for poststroke motor recovery[J]. *CNS Neurosci Ther*, 2014, 20: 355-363.
- [11] 王海燕,林莉,蔡桂程,郑慧玲. 镜像疗法对脑卒中偏瘫患者的康复效果观察[J]. *神经损伤与功能重建*, 2021, 16: 410-413.
- [12] 韩冻,夏文广,张阳普,等. 悬吊训练结合镜像疗法对脑梗死患者下肢平衡功能的康复效果[J]. *神经损伤与功能重建*, 2021, 16: 234-236.
- [13] 段璨,李正良,夏文广,等. 针刺结合镜像疗法对脑卒中后上肢运动功能的影响[J]. *神经损伤与功能重建*, 2020, 15: 155-158.
- [14] Talelli P, Greenwood RJ, Rothwell JC. Exploring theta burst stimulation as an intervention to improve motor recovery in chronic stroke[J]. *Clin Neurophysiol*, 2007, 118: 333-342.
- [15] Chen YJ, Huang YZ, Chen CY, et al. Intermittent theta burst stimulation enhances upper limb motor function in patients with chronic stroke: a pilot randomized controlled trial[J]. *BMC Neurol*, 2019, 19: 69.
- [16] 姜艳平,张瑞莲,朱强. 低频重复经颅磁刺激结合作业疗法对卒中患者上肢功能恢复的疗效[J]. *神经损伤与功能重建*, 2018, 13: 130-133.
- [17] Khan F, Rathore C, Kate M, et al. The comparative efficacy of theta burst stimulation or functional electrical stimulation when combined with physical therapy after stroke: a randomized controlled trial[J]. *Clin Rehabil*, 2019, 33: 693-703.
- [18] Hackett M L, Duncan J R, Anderson C S, et al. Health-related quality of life among long-term survivors of stroke: results from the Auckland Stroke Study, 1991-1992[J]. *Stroke*, 2000, 31: 440-447.
- [19] Rochette A, Desrosiers J, Noreau L. Association between personal and environmental factors and the occurrence of handicap situations following a stroke[J]. *Disabil Rehabil*, 2001, 23: 559-569.
- [20] Nichols-Larsen D S, Clark P C, Zeringue A, et al. Factors influencing stroke survivors' quality of life during subacute recovery[J]. *Stroke*, 2005, 36: 1480-1484.

(本文编辑:唐颖馨)