

# 高频重复经颅磁刺激结合平衡训练仪治疗 对脑梗死患者平衡障碍的康复疗效

冯立丹<sup>1a</sup>, 杜衍君<sup>2</sup>, 范凌燕<sup>1b</sup>, 范杰诚<sup>1a</sup>, 于海宁<sup>1b</sup>

**摘要** **目的:**研究高频重复经颅磁刺激(rTMS)结合平衡训练仪治疗对脑梗死患者平衡障碍的康复疗效。**方法:**选取2021年4月至2023年1月在潍坊市人民医院脑科分院康复科收治的急性脑梗死患者70例,随机分为高频rTMS组和对照组各35例。2组患者均行常规康复训练和平衡训练仪治疗,高频rTMS组给予高频rTMS刺激治疗,对照组则给予假高频rTMS刺激治疗,2组患者均治疗3周,共18次。分别于治疗前后对2组患者进行Fugl-Meyer平衡量表(FMB)评分、Berg平衡量表(BBS)评分、改良Barthel指数量表(MBI)评分,并以平衡训练仪测定患者运动时倾斜角度,行组内组间比较。**结果:**治疗3周后2组患者FMB评分、BBS评分、MBI评分、前后倾斜角度及左右倾斜角度均较治疗前有明显改善(均 $P<0.05$ ),且高频rTMS组BBS评分、MBI评分、前后倾斜角度均明显高于对照组(均 $P<0.05$ )。**结论:**与单独使用平衡训练仪治疗比较,高频rTMS联合平衡训练仪治疗在改善脑梗死患者平衡障碍上效果显著,更有利于患者平衡功能恢复。

**关键词** 高频重复经颅磁刺激;平衡训练仪;脑梗死;平衡障碍

**中图分类号** R741;R493;R743.33 **文献标识码** A **DOI** 10.16780/j.cnki.sjssgncj.20230275

**本文引用格式:**冯立丹, 杜衍君, 范凌燕, 范杰诚, 于海宁. 高频重复经颅磁刺激结合平衡训练仪治疗对脑梗死患者平衡障碍的康复疗效[J]. 神经损伤与功能重建, 2023, 18(9): 553-555.

目前脑梗死是世界上致残率最高的疾病之一<sup>[1]</sup>,而脑梗死恢复期患者中,存在运动功能障碍的比例较高<sup>[2]</sup>,其中又以平衡功能障碍较常见,可导致患者步行速度降低、行走不稳、步态异常,给患者的日常生活活动造成困扰<sup>[3]</sup>。平衡训练仪在脑梗死偏瘫患者的康复治疗中已普遍使用,该仪器既可评定患者的平衡功能,又能参考测定结果制定康复方案,其在平衡障碍的诊治中可使患者功能评定、方案确定和康复训练等各环节连续且闭环进行,对比传统的平衡训练更有优势<sup>[4,5]</sup>。

重复经颅磁刺激(repetitive transcranial magnetic stimulation,rTMS)主要通过磁生电、电生磁的原理作用于大脑,磁刺激可使局部皮质出现感应电流,致使大脑细胞膜电位发生变化,最终可引起脑组织功能发生相应改变。rTMS作为非侵入性的治疗手段已普遍用于临床,研究显示,rTMS在改善卒中恢复期患者运动、吞咽、情感及认知障碍等方面都有显著疗效<sup>[6-8]</sup>,但目前对高频rTMS改善脑梗死患者平衡障碍的相关临床研究较少。因此,本研究拟探索高频rTMS联合平衡训练仪对于脑梗死患者平衡障碍的康复疗效,以为脑梗死恢复期患者使用高频rTMS和平衡训练仪治疗提供循证依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选择2021年4月至2023年1月期间在潍坊市人民医院脑科分院康复科收治的急性脑梗死患者70例。纳入标准包括:①符合《中国急性缺血性脑卒中诊治指南2018》<sup>[9]</sup>中急性缺血性脑卒中的诊断

标准,经CT或MRI检查确诊为单侧大脑半球病灶;②病程为1~4周,生命体征平稳,且病情稳定;③康复依从性及配合度高,可配合完成康复训练及本次研究;④患侧下肢布氏分期为Ⅱ~Ⅳ期;⑤了解本研究方法及意义并同意参与本研究,自愿签定同意书。排除标准:①有癫痫病史者;②有严重心、肺、肝、肾等脏器疾病者;③身体有心脏起搏器、颅内金属物或颅骨缺陷者;④依从性及配合度差,不能耐受TMS治疗或康复训练者等。随机将70例患者分为高频rTMS组与对照组,每组35例。2组患者年龄、性别、病程经比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$ ),见表1。本研究经医院伦理委员会审核批准。

表1 2组患者一般资料比较

| 组别           | 例数 | 年龄(岁, $\bar{x}\pm s$ ) | 性别(男/女) | 病程(d, $\bar{x}\pm s$ ) |
|--------------|----|------------------------|---------|------------------------|
| 对照组          | 35 | 59.36 $\pm$ 11.72      | 24/11   | 13.60 $\pm$ 4.24       |
| 高频rTMS组      | 35 | 63.17 $\pm$ 10.42      | 23/12   | 13.20 $\pm$ 4.54       |
| $t/\chi^2$ 值 |    | 1.161                  | 0.065   | —0.322                 |
| $P$ 值        |    | 0.251                  | 0.799   | 0.749                  |

### 1.2 治疗方法

①常规治疗:2组患者均给予药物对症治疗,主要为脑血管病二级预防用药。2组患者均予以康复治疗,常规康复干预目的是为提高患者偏瘫肢体肌力及核心控制力等运动功能以及改善平衡功能,具体包括下肢重心转移、患侧负重、核心控制、平衡反应训练等,每次训练约40 min,每天训练1次,每周训练6 d,共训练3周18 d。②平衡仪治疗:2组患者均给予平衡训练治疗,选用德国菲兹曼产的BALANCE-TRAINER站立平衡训练仪(BT

**作者单位**  
1. 潍坊市人民医院  
a.康复科,b.神经内科  
山东 潍坊 261041  
2. 潍坊市中医医院  
病科  
山东 潍坊 261041  
**基金项目**  
潍坊市科技发展计划项目(No. 2022YX101)  
**收稿日期**  
2023-04-13  
**通讯作者**  
于海宁  
narceci@163.com

仪),BT 仪可为患者提供部分或完全的静态站立及动态站立平衡训练,可使用系统中平衡测试模块对患者平衡功能进行评定,参考测定结果使用仪器设定的站立平衡训练模式,有针对性地对患者制定个性化康复训练,每次治疗 30 min,每天治疗 1 次,每周治疗 6 d,连续治疗 3 周。③高频 rTMS 治疗:高频 rTMS 组给予高频 rTMS 治疗,采用武汉依瑞德公司生产的经颅磁刺激仪器 CCY-I。患者于放松状态下,通过单脉冲刺激使手部关节出现最大动作的刺激部位就是运动皮质区域中的手功能代表区,即 M1 区。高频 rTMS 组的刺激线圈放置于患侧大脑皮质的 M1 区,给予 5 Hz、80%RMT、重复 1000 个序列,每次治疗 20 min,每周 6 次,连续治疗 3 周共 18 次。对照组给予假高频 rTMS 治疗,将其刺激参数、刺激部位及治疗频次设定与高频 rTMS 组患者相同,但治疗前需将刺激线圈旋转 90°。

1.3 疗效评定

2 组患者均于治疗前及治疗 3 周后行相关康复效果评定,具体评定内容为:①平衡功能评定:采用 Fugl-Meyer 平衡量表(Fugl-Meyer balance,FMB)及 Berg 平衡量表(Berg balance scale,BBS)评定。FMB 量表包含 7 个项目,每项分 3 个级别,分别为 0、1、2 分,总计 14 分,得分越少表示患者平衡能力越差。BBS 量表评定项目共 14 项,可分 5 个等级,为 0~4 分,量表总分值 56 分,分值越大表明平衡功能越好。②日常生活活动能力评定:使用改良 Barthel 指数量表(modified Barthel index,MBI)评定,总分 100 分,得分越少表示日常生活能力越差。③BT 仪测定:患者站立于 BT 仪平台上,选择动态平衡模式进行测试,患者平视前方电子屏幕,确定每次运动轨迹及运动目标后要尽力保持姿势在 20 s 完成运动。治疗师负责记录数据,主要为患者运动时的倾斜角度,该数值是测试指定时间内患者身体重心的移动范围,包括向前、后、左、右 4 个方向的重心移动。记录患者向前后和向左右运动时身体倾斜角度绝对值之和。所有受试者需连续记录 2 次数据,最终结果取较优者。

1.4 统计学处理

采用 SPSS26.0 版统计软件对测试及评定的数据分析处理。计量资料以( $\bar{x}\pm s$ )表示,符合正态分布及方差齐性,使用独立样本 *t* 检验、配对样本 *t* 检验行组间和组内比较,计数资料以百分率表示,采用  $\chi^2$  检验。使用双侧检验, $P<0.05$  表示差异有统计学意义。

2 结果

治疗前 2 组患者 FMB 评分、BBS 评分、MBI 评分比较差异均无统计学意义(均  $P>0.05$ )。治疗 3 周后 2 组患者 FMB 评分、

BBS 评分、MBI 评分均较治疗前明显改善(均  $P<0.05$ ),且高频 rTMS 组 BBS 评分、MBI 评分均显著高于对照组(均  $P<0.05$ ),见表 2、3。

表3 2组患者治疗前后 MBI 评分比较(分, $\bar{x}\pm s$ )

| 组别         | 例数 | 治疗前        | 治疗后        | <i>t</i> 值 | <i>P</i> 值 |
|------------|----|------------|------------|------------|------------|
| 对照组        | 35 | 44.40±6.18 | 60.20±6.69 | -22.965    | 0.000      |
| 高频 rTMS 组  | 35 | 43.40±6.88 | 68.40±9.97 | -23.146    | 0.000      |
| <i>t</i> 值 |    | -0.541     | 3.415      |            |            |
| <i>P</i> 值 |    | 0.591      | 0.001      |            |            |

治疗前 2 组患者前后倾斜角度及左右倾斜角度比较差异均无统计学意义(均  $P>0.05$ )。治疗 3 周后 2 组患者前后倾斜角度及左右倾斜角度均较治疗前明显改善(均  $P<0.05$ ),且高频 rTMS 组前后倾斜角度显著大于对照组( $P<0.05$ ),见表 4。

3 讨论

脑梗死患者因大脑发生缺血性坏死等病变,损伤了中枢至周围的运动传导通路,导致躯干和肢体的肌力、肌张力出现异常,出现运动功能障碍,身体对于肌肉协调性控制力降低或丧失,从而导致姿势控制异常,最终患者会出现平衡障碍,影响患者的日常生活活动能力。目前仅给予徒手康复训练的治疗效果已经不能达到患者对于改善运动障碍、平衡障碍的理想目标,需要临床上积极寻求其他的康复手段协助改善机体的功能障碍。

本研究采用了 BT 仪和高频 rTMS 治疗。BT 仪能在动静态 2 个层面完成平衡障碍、运动障碍的相关评定测试和康复治疗,参照测试记录数据,可有选择性地对患者的本体觉、复合觉、运动觉等行康复治疗,此外视觉反馈功能能够增强 BT 仪平衡训练效果。关于高频 rTMS 对平衡功能影响的临床研究相对偏少。rTMS 的治疗理论为:rTMS 可依靠局部刺激重新建立相关大脑皮质功能,且通过脉冲磁场刺激大脑局部组织形成对应的感应电流,进而由细胞去极化作用产生动作电位,使突触后电位兴奋,继而兴奋大脑皮质运动中枢的神经细胞,增加对应肌群的肌张力。另外,rTMS 能够抑制本体感受器产生刺激,理论上可改善平衡功能。Klomjai 等<sup>[10]</sup>研究显示,在运动皮质使用 rTMS 是基于脑梗死后的半球间竞争模型,低频 rTMS( $\leq 1$  Hz)下调健侧大脑半球的兴奋性以及高频 rTMS( $\geq 5$  Hz)上调患侧大脑半球的兴奋性,都可以使患者神经功能障碍改善。刘进等<sup>[11]</sup>研究证实,低频 rTMS 因为有风险低和接受度高等优势而普遍应用在临床,但高频 rTMS 在少数情况下有诱发癫痫的风险。而有

表2 2组患者治疗前后 FMB 评分、BBS 评分比较(分, $\bar{x}\pm s$ )

| 组别         | 例数 | FMB 评分    |           |            |            | BBS 评分     |            |            |            |
|------------|----|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|            |    | 治疗前       | 治疗后       | <i>t</i> 值 | <i>P</i> 值 | 治疗前        | 治疗后        | <i>t</i> 值 | <i>P</i> 值 |
| 对照组        | 35 | 6.56±1.29 | 8.96±1.31 | -13.856    | 0.000      | 24.08±3.57 | 32.08±4.15 | -28.739    | 0.000      |
| 高频 rTMS 组  | 35 | 6.48±1.30 | 9.20±1.53 | -15.269    | 0.000      | 23.52±3.91 | 37.16±4.99 | -31.891    | 0.000      |
| <i>t</i> 值 |    | -0.219    | 0.597     |            |            | -0.529     | 3.909      |            |            |
| <i>P</i> 值 |    | 0.828     | 0.553     |            |            | 0.599      | 0.000      |            |            |

表4 2组患者治疗前后运动倾斜角度(前后、左右)比较(°, $\bar{x}\pm s$ )

| 组别      | 例数 | 前后倾斜角度     |            |        |       | 左右倾斜角度     |            |        |       |
|---------|----|------------|------------|--------|-------|------------|------------|--------|-------|
|         |    | 治疗前        | 治疗后        | t值     | P值    | 治疗前        | 治疗后        | t值     | P值    |
| 对照组     | 35 | 12.19±1.21 | 14.15±1.12 | —8.487 | 0.000 | 10.28±0.95 | 13.49±1.34 | —8.807 | 0.000 |
| 高频rTMS组 | 35 | 12.01±1.33 | 15.27±1.45 | —8.356 | 0.000 | 10.52±0.97 | 13.61±1.23 | —8.267 | 0.000 |
| t值      |    | —0.511     | 3.069      |        |       | —0.899     | —0.319     |        |       |
| P值      |    | 0.612      | 0.004      |        |       | 0.373      | 0.751      |        |       |

研究显示,合适的高频rTMS参数的设定能使治疗过程安全性提高,Choi等<sup>[12]</sup>研究显示,在大脑皮质相对应的躯干区域使用高频rTMS治疗时,病变的躯干肌肉的相关运动神经通路受到影响,对平衡障碍的恢复带来积极作用。

本研究结果显示,治疗前2组患者FMB评分、BBS评分、MBI评分、前后倾斜角度及左右倾斜角度比较差异均无统计学意义,治疗3周后2组患者FMB评分、BBS评分、MBI评分均较治疗前明显改善(均 $P<0.05$ ),2组患者前后、左右倾斜角度均较治疗前明显增加(均 $P<0.05$ ),这表明BT仪治疗或高频rTMS联合BT仪治疗,都可能有效改善偏瘫患者的下肢运动功能及平衡能力。经过3周治疗后高频rTMS组BBS评分及MBI评分均明显优于对照组(均 $P<0.05$ ),且高频rTMS组前后倾斜角度明显大于对照组( $P<0.05$ ),表明高频rTMS联合BT仪治疗的康复结果优于单用BT仪治疗,本研究高频rTMS组的联合康复治疗能作为偏瘫患者于普通康复训练外的有效补充方案。本研究结论考虑的可能机制是,高频rTMS作用于梗死侧大脑半球皮质运动区域,能更直接激活皮质兴奋度<sup>[13]</sup>;rTMS治疗可显著改善中枢神经系统的敏感度,从而提高大脑与小脑、大脑半球间的平衡稳态,而且使用高频rTMS有利于病损侧大脑皮质兴奋性提高,促使大脑半球间平衡恢复<sup>[14]</sup>;异常的半球间抑制会阻碍卒中患者的运动功能恢复,而脑梗死患者使用高频rTMS可重新调整半球间的运动兴奋性,改善运动及平衡能力。另外,因为本次研究纳入的脑梗死患者的病程都少于1个月,病程偏短,这也使得高频rTMS作用在患侧大脑皮质时更容易改善其兴奋性。还有研究显示,通过使用间歇性爆发磁刺激于小脑区域,在一定程度上亦能提高卒中恢复期患者的平衡以及步行能力<sup>[15,16]</sup>,但目前其发生机制仍无统一观点。

本研究作为随机对照的前期临床试验,研究阶段也存在一些问题,如样本量不足、研究周期偏短、没有远期随访等,而且个体存在差异性,因此关于高频rTMS对脑梗死偏瘫患者平衡功能治疗的有效性和安全性尚需大样本和长期随访研究。

参考文献

[1] 肖爽,朱以诚. 脑卒中的性别差异: 流行病学、危险因素、治疗及预后

[J]. 中国神经免疫学和神经病学杂志, 2020, 27: 57-60.  
[2] Rastgoo M, Naghdi S, Ansari NN, et al. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on lower extremity spasticity and motor function in stroke patients[J]. Disabil Rehabil, 2016, 38: 1918-1926.  
[3] Virani SS, Alonso A, Benjamin EJ, et al. Heart disease and stroke statistics-2020 update: A report from the American heart association[J]. Circulation, 2020, 141: e139-e596.  
[4] Braun T, Marks D, Thiel C, et al. Effects of additional, dynamic supported standing practice on functional recovery in patients with subacute stroke: A randomized pilot and feasibility trial[J]. Clin Rehabil, 2016, 30: 374-382.  
[5] 何建华, 杨振, 万绍文, 等. 低频重复经颅磁刺激联合平衡仪训练对脑卒中患者平衡功能的影响[J]. 中国康复, 2021, 36: 657-660.  
[6] Wang Q, Zhang D, Zhao YY, et al. Effects of high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation over the contralesional motor cortex on motor recovery in severe hemiplegic stroke: A randomized clinical trial[J]. Brain Stimul, 2020, 13: 979-986.  
[7] 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: 474-528.  
[8] 马祺, 陈万强, 张鑫, 等. 重复经颅磁刺激对脑卒中患者平衡功能的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2022, 44: 703-706.  
[9] 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: 666-682.  
[10] Klomjai W, Katz R, Lackmy-Vallée A. Basic principles of transcranial magnetic stimulation(TMS) and repetitive TMS(rTMS) [J]. Ann Phys Rehabil Med, 2015, 58: 208-213.  
[11] 刘进, 蔡倩, 徐亮, 等. 低频重复经颅磁刺激联合任务导向性镜像疗法对脑梗死患者上肢运动功能的影响[J]. 中国康复理论与实践, 2018, 24: 1320-1323.  
[12] Choi CM, Kim JH, Lee JK, et al. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation over trunk motor spot on balance function in stroke patients[J]. Ann Rehabil Med, 2016, 40: 826-834.  
[13] Sasaki N, Mizutani S, Kakuda W, et al. Comparison of the effects of high- and low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation on upper limb hemiparesis in the early phase of stroke[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2013, 22: 413-418.  
[14] 赵晓琳, 刘天龙, 周禹鑫, 等. 重复经颅磁刺激对脑卒中患者运动功能障碍的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2018, 33: 800-805.  
[15] Liao LY, Xie YJ, Chen Y, et al. Cerebellar theta-burst stimulation combined with physiotherapy in subacute and chronic stroke patients: A pilot randomized controlled trial[J]. Neurorehabil Neural Repair, 2021, 35: 23-32.  
[16] Xie YJ, Wei QC, Chen Y, et al. Cerebellar theta burst stimulation on walking function in stroke patients: A randomized clinical trial[J]. Front Neurosci, 2021, 15: 688569.

(本文编辑:雷琪)