

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

何建华, 杨振, 万绍文, 陈良威

【摘要】 目的:探索运动平衡仪训练联合 rTMS 治疗对改善脑卒中患者平衡功能的效果。**方法:**脑卒中患者 80 例按随机数字法将患者分为 2 组各 40 例。其中观察组 8 例脱落, 共 32 例完成治疗, 对照组 3 例脱落, 共 37 例完成治疗。对照组在常规康复治疗的基础上针对平衡功能障碍运用动态平衡仪进行训练, 观察组在常规康复治疗的基础上联合运用动态平衡仪及低频 rTMS 治疗, 2 组患者均治疗满 2 个疗程, 共 24 次治疗。分别于治疗前后对 2 组患者进行 BBS 评分、FMB 评分、Pro-Kin 平衡仪测试评定。**结果:**治疗 4 周后, 2 组 BBS 评分、FMB 评分、运动长度及运动椭圆面积均较治疗前明显提高 ($P < 0.05$), 且观察组各项观察指标均明显高于对照组 ($P < 0.05$)。**结论:**低频 rTMS 治疗联合平衡仪治疗在改善脑卒中患者平衡功能上效果显著, 较单独使用平衡仪治疗有明显优势。

【关键词】 低频重复经颅磁刺激; 平衡仪训练; 脑卒中; 平衡功能

【中图分类号】 R49; R743.3 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2021.11.004

Effect of low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation combined with balance instrument training on balance dysfunction of stroke patients He Jianhua, Yang Zhen, Wan Shaowen, et al. Department of Rehabilitation Medicine, Tianyou Hospital, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430000, China

【Abstract】 Objective: To explore the efficacy of exercise balance instrument training combined with repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) treatment for the balance function of stroke patients. **Methods:** Patients were randomly divided into observation group and control group, 40 cases in each group. Among them, 8 cases in the observation group fell off, a total of 32 cases completed the treatment, and 3 cases in the control group fell off, a total of 37 cases completed the treatment. The control group was trained with dynamic balance instrument for balance dysfunction on the basis of routine rehabilitation treatment, and the observation group was treated with dynamic balance instrument and low-frequency rTMS on the basis of routine rehabilitation treatment. Both groups were treated for two courses. The BBS score, FMB score and Pro-Kin balance test were assessed before treatment and after 2 sessions of treatment in the two groups. **Results:** The length of motion and the area of motion ellipse were significantly improved after treatment as compared with those before treatment, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). The observation indexes in the observation group were significantly better than those in the control group, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusions:** The efficacy of rTMS combined with balance instrument in improving the balance function of stroke patients was significant, which was superior to that of balance instrument used alone.

【Key words】 Low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation; Balance instrument training; Stroke; Balance function

人体平衡是指身体重心偏移稳定位置时,通过自发的、无意识的或反射性的活动,以恢复重心稳定的能力^[1]。平衡的维持涉及多个系统之间复杂的相互作用,例如感觉和运动系统、感觉运动的中枢整合和高级运动前处理等^[2]。平衡功能障碍在脑卒中患者中十分常见,常会导致步态不稳和步行速度降低,严重影响日

常生活质量^[3-4]。目前平衡训练仪已广泛运用在脑卒中平衡功能障碍患者中,其在评定平衡功能的同时,可根据评定结果制定方案后进行平衡功能训练,使得康复中的评估、计划、实施各步骤可以连续和循环进行,较徒手平衡训练更具有针对性。

重复经颅磁刺激(repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS)是一种非侵入性的脑部刺激技术,已被相关研究证实能有效改善亚急性期及慢性脑卒中患者的平衡功能^[5]。本研究旨在探索联合运动平衡仪训练及 rTMS 治疗对改善脑卒中患者平衡功能的效果,以期进一步提高脑卒中患者平衡功能。

收稿日期:2021-07-08

作者单位:武汉科技大学附属天佑医院康复医学科,武汉 430000

作者简介:何建华(1963-)男,副主任医师,主要从事神经康复及骨科康复方面的研究。

通讯作者:杨振,shuenyung@icloud.com

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2018 年 12 月~2020 年 12 月期间在我科收治的符合上述标准的脑卒中患者 80 例, 纳入标准: 符合中华医学会神经病学分会制订的《中国各类主要脑血管病诊断要点 2019》中的诊断标准, 并经头颅螺旋 CT 或头颅磁共振成像 (Magnetic Resonance Imaging, MRI) 确诊的脑卒中患者^[6]; 单侧发病; 站立平衡达到 I 级或以上且能够完成 Pro-kin 平衡仪评估; 患者意识恢复、生命体征平稳; 无认知功能及沟通障碍, 简易智力量表 (mini- mental state examination, MMSE) > 22 分; 签署知情同意书, 排除标准: 病情不稳定, 进展性脑卒中或者继发性脑卒中; 既往有因严重颈椎病、前庭功能异常等相关疾病引起的平衡功能障碍; 既往有中重度视力障碍不能完成平衡功能锻炼; 既往有癫痫病史或者家族史; 严重心、肺、肝、肾等脏器疾病; 体内有心脏起搏器、耳蜗植入物和颅内金属植入物。本研究获武汉科技大学附属天佑医院医学伦理委员会审核批准 (批号 20190710)。所有患者均签署临床研究知情同意书。按随机数字法将患者分为观察组和对照组, 每组 40 例。其中观察组 8 例脱落, 共 32 例完成治疗, 对照组 3 例脱落, 共 37 例完成治疗。入组患者性别、年龄、脑卒中类型、病变部位等一般临床资料经统计学分析差异无统计学意义, 具有可比性。见表 1。

表 1 2 组一般资料比较

组别	例	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	病程 (d, $\bar{x} \pm s$)	卒中类型(例)	
		男	女			脑梗死	脑出血
观察组	32	17	15	58.47 ± 11.85	48.16 ± 9.19	21	11
对照组	37	20	17	57.27 ± 10.42	44.27 ± 9.48	20	17

1.2 方法 2 组患者均接受康复医学科各项常规治疗, 包括常规药物、常规康复治疗 (物理治疗、作业治疗、言语治疗及吞咽治疗等) 及专科护理治疗。对照组在常规康复治疗的基础上针对平衡功能障碍运用动态平衡仪进行训练, 观察组在常规康复治疗的基础上联合运用动态平衡仪及低频 rTMS 治疗, 2 组患者均治疗满 2 个疗程, 具体方案如下: ①平衡仪训练: 选用意大利产 Pro-Kin 平衡测试与训练系统 (Teenobody S. r. l. PK252) 进行训练, 患者首先在治疗师的指导下进行睁眼静态平衡测试^[7], 具体方法见评定方式。然后依据评定结果运用仪器内置的站立位平衡训练方案进行个性化康复训练, 包括: 静态平衡功能训练, 患者在治疗师的协助下站立于固定下的电子平衡板上, 患者负重下的重心转移活动将以动态描记的形式实时反馈于面前的显示器上。患者通过在一定范围内的重心移动来完成仪器预设的各种训练, 如前、后、左、右四个方

向的重心移动或重心保持训练、各个方向的稳定极限训练等; 动态平衡功能训练, 患者在治疗师的协助下站立于活动的电子平衡板上, 受试者在保持动态平衡的前提下活动双踝关节来移动面前显示器中的重心标记点, 使其根据计算机预设的活动路线移动, 具体预设训练方式有背屈-趾屈运动训练, 内-外翻运动训练以及各种复杂关节活动下的本体感觉训练。平衡仪训练坚持以下原则: 从有手支撑下的训练到无手支撑下平衡训练, 由双腿负重训练到单腿负重训练, 由静态平衡训练到动态平衡训练^[8]。每次治疗 30min, 每天治疗 1 次, 每周治疗 6 次, 2 周为 1 个疗程。②rTMS 治疗: 采用 Magneuro60 型磁刺激仪进行低频 rTMS 治疗, 刺激线圈为 9cm 标准圆形线圈, 刺激最大强度为 1.5T, 靶刺激点为健侧大脑皮质 C3 或 C4 点 (EEG 10/20 系统) 前 2cm 处的健侧初级运动皮质区 (primary motor cortex area, M1), 刺激强度为 80% 静息运动阈值, 刺激频率为 1Hz, 刺激形式为连续刺激, 每次治疗总脉冲数共计 1800 次刺激, 每次治疗 30min, 每天治疗 1 次, 每周治疗 6 次, 2 周为 1 个疗程。

1.3 评定标准 ①Berg 平衡量表 (Berg Balance Scale, BBS): BBS 包含从坐到站、独立站立、从站到坐、床椅转移等 14 项, 每项依据评分标准的不同分为 5 个等级, 分别对应 0~4 分。量表总分记为 56 分, 量表得分越高, 表明平衡能力越好, 低于 40 分, 预示有跌倒的风险^[9]。②Fugl-Meyer 平衡反应测试 (Fugl-Meyer balance accumulated points, FMB): 该量表对偏瘫患者进行 7 个项目的检查, 每个项目均以 0~2 分 3 个级别进行评分。FMB 量表最高分为 14 分, 最低分为 0 分, 少于 14 分, 说明平衡功能有障碍, 评分越低, 提示平衡障碍越严重^[4]。③Pro-Kin 平衡仪测试: 选用意大利产 Pro-Kin 平衡测试与训练系统 (Teenobody S. r. l. PK252) 进行测试。患者在治疗师的协助下站立于固定下的电子平衡板上, 并依据平衡板坐标记录站位坐标, 以便下次评估时采取相同站位。治疗师录入一般资料后, 选择静止稳定性评估模块进行测试, 患者挺胸抬头, 双眼盯着前方标志物, 待治疗师点击并提示患者开始后, 患者保持尽力保持姿势 30s 后完成测试。主要观察指标如下: 运动长度 (mm): 该指标指测试时间内身体重心移动轨迹的总长度, 提示重心移动的速度和幅度, 观测值大于 250mm 提示有异常。运动椭圆面积 (mm²): 该指标指测试时间内身体重心移动轨迹所包含的总面积, 提示身体重心幅度的大小, 观测值大于 200mm² 提示异常^[9]。所有患者均连续进行 2 次测试, 观测指标取较优者。2 组患者分别在入组时、治疗 2 个疗程后进行以上评定, 且以下各项评定均在同

一环境下由同一治疗师在对患者分组不知情的情况下完成。此外,还观察患者治疗时出现癫痫、头晕、疼痛、恶心、疲乏等不良反应的情况,并做记录。

1.4 统计学方法 采用 IBM SPSS 26.0 版统计软件对所得数据进行统计学分析处理。对于计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,计量资料满足正态分布及方差齐性,不同时间点组内比较采用配对样本 t 检验,同一时间点组间比较采用独立样本 t 检验,计数资料采用 χ^2 检验。统计分析采用双侧检验, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

治疗前,2 组患者 BBS 及 FMB 评分差异无统计学意义,治疗 4 周后,2 组 BBS 及 FMB 评分均较治疗前明显提高(均 $P < 0.05$),且观察组 BBS 及 FMB 评分明显高于对照组($P < 0.05$)。见表 2。

治疗前,2 组患者运动长度及运动椭圆面积差异无统计学意义,治疗后,2 组运动长度及运动椭圆面积均较治疗前明显增加($P < 0.05$),观察组运动长度及运动椭圆面积明显大于对照组($P < 0.05$)。见表 3。

2 组患者治疗过程中均未出现癫痫、头晕、头痛、恶心、疲乏等不良反应。

3 讨论

本研究结果显示,经过 2 疗程治疗后,观察组患者 BBS 评分、FMB 评分、运动长度及运动椭圆面积均较治疗前明显改善,且优于对照组,表明 rTMS 联合平衡仪治疗在改善脑卒中患者平衡功能上效果显著,较单独使用平衡仪治疗有优势明显。

目前,rTMS 已广泛应用于脑卒中后肢体功能、吞咽及言语功能障碍上,但鲜少有文献报道其对平衡功

能障碍的临床疗效。rTMS 的理论基础源于两侧大脑半球的竞争抑制学说,脑卒中会在两个半球的皮质网络内引起结构和功能变化,两个皮层都可能表现出活动不平衡,进而诱导了患侧的各项功能障碍,1HzrTMS 能抑制同侧大脑运动皮质,减轻半球间活动的补平衡,进而改善功能^[10-11]。针对 1HzrTMS 改善脑卒中患者平衡障碍的机制,有以下几种可能的解释:①TMS 可有效改善小脑-丘脑-皮质的神经网络连接^[12-13]。小脑病变的患者常存在运动皮质兴奋性的异常,而运动皮质兴奋性的异常影响了患者平衡功能,低频 rTMS 治疗能抑制大脑运动皮质的兴奋性,并进一步降低大脑-小脑抑制作用^[14-15],兴奋性的下降能提高患者平衡训练中的自适应学习能力,进而改善患者平衡功能;②有学者观测到低频 TMS 能有效加快脑血管流量及流速,1Hz rTMS 可能通过改善患侧大脑和小脑血流量促进平衡功能的恢复^[16];③有研究认为 1Hz rTMS 治疗能激活脑源性神经营养因子改善肢体功能,进而提高平衡功能^[17]。本研究将 1Hz rTMS 作用于脑卒中患者 M1 区,亦观察到了显著疗效。

目前认为,人体平衡的维持需要 3 个环节的参与:感觉输入、中枢整合和运动控制。而本体感觉系统、视觉调节系统、前庭系统、大脑平衡反射系统等在维持人体平衡方面起到重要作用,脑卒中患者由于高位中枢损伤,失去了对低位中枢的控制,进而出现大脑平衡反射系统、本体感觉系统及运动功能障碍,最终导致平衡功能障碍^[18]。Pro-Kin 平衡训练仪能在静态和动态两个方面进行平衡功能评定及训练,并可依据评定结果进行有针对性的本体感觉及运动感觉训练,同时进行视觉反馈,提高训练效果,平衡仪训练主要侧重于感觉输入及运动控制两个环节,而 TMS 治疗主要通过改善小脑-丘脑-皮质的神经网络连接,侧重于中枢整

表 2 2 组患者治疗前后 BBS 及 FMB 评分比较

分, $\bar{x} \pm s$

组别	例	BBS				FMB			
		治疗前	治疗后	t	P	治疗前	治疗后	t	P
观察组	32	28.03±3.13	40.50±3.30	-16.196	0.000	6.78±0.94	9.91±0.81	-23.523	0.000
对照组	37	29.54±2.76	37.81±2.25	-14.705	0.000	7.51±0.77	9.19±0.52	-13.007	0.001
t		-2.132	4.000			-3.557	4.410		
P		0.390	0.000			0.102	0.000		

表 3 2 组患者治疗前后运动长度与运动椭圆面积比较

$\bar{x} \pm s$

组别	例	运动长度(mm)				运动椭圆面积(mm ²)			
		治疗前	治疗后	t	P	治疗前	治疗后	t	P
观察组	32	643.64±119.54	389.79±86.7	11.086	0.000	1046.38±192.64	593.53±103.93	12.053	0.000
对照组	37	634.09±119.41	451.59±59.85	9.615	0.001	971.77±146.63	790.39±72.11	6.469	0.002
t		0.331	-3.560			1.822	-9.238		
P		0.742	0.001			0.077	0.000		

合这一环节。两者联合使用,能形成互补,提高平衡训练效率。

本研究是一个随机对照的前期临床试验,存在诸多不足:①本研究样本量较少,研究时间较短,且未对患者进行远期随访;②本研究主要针对站位平衡达到I级或以上的脑卒中平衡障碍患者,未纳入严重平衡障碍患者,对象较为局限;③ro-Kin 平衡训练仪可对动态平衡功能进行评定,本研究未纳入相关观察指标,增加说服力。目前,国内运用 rTMS 改善脑卒中患者平衡功能的研究仍较少,相关基础研究也鲜有报道,以上不足以期后续相关研究进一步完善。

【参考文献】

- [1] 黄晓琳,燕铁斌. 康复医学[M]. 第6版. 北京: 人民卫生出版社, 2019:53-54.
- [2] Mancini M, Horak FB. The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits[J]. Eur J Phys Rehabil Med, 2010, 46(2): 239-248.
- [3] Song G, Park E. The effects of balance training on balance pad and sand on balance and gait ability in stroke patients[J]. J Korean Phys Soc, 2016, 11(1): 45-52.
- [4] 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 Phys Rehabil Med, 2016, 40(5): 826-834.
- [5] Ji SG, Shin YJ, Kim MK. The Effects of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation on Balance Ability in Acute Stroke Patients[J]. J Korean Phys Soc, 2016, 11(3): 11-17.
- [6] 中华医学会神经病学分会. 中国各类主要脑血管病诊断要点 2019 [J]. 中华神经科杂志, 2019, 52(9): 710-715.
- [7] 王惠娟, 张盛全, 刘夏, 等. 动态平衡仪与 Berg 量表用于评定偏瘫患者平衡功能的相关性分析[J]. 中国康复医学杂志, 2013, 28(4): 339-343.
- [8] 杨婷, 钱兴皋, 张会慧, 等. 平衡反馈训练仪与 Berg 平衡量表在评定脑卒中偏瘫患者平衡功能中的相关性[J]. 中国康复医学杂志, 2012, 27(11): 1011-1014.
- [9] 林源, 钮美娥, 王丽. 脑卒中患者平衡功能评定方法的应用进展[J]. 中国康复理论与实践, 2016, 22(6): 667-671.
- [10] Nowak D A, Grefkes C, Ameli M, et al. Interhemispheric competition after stroke: brain stimulation to enhance recovery of function of the affected hand[J]. Neurorehab Neural Re, 2009, 23(7): 641-656.
- [11] Khedr EM, Fetoh NAE. Short- and long-term effect of rTMS on motor function recovery after ischemic stroke[J]. Restor Neurol Neuros, 2010, 28(4): 545-559.
- [12] Groiss SJ, Ugawa Y. Cerebellar stimulation in ataxia[J]. Cerebellum, 2012, 11(2): 440-442.
- [13] Okabe S, Hanajima R, Ohnishi T, et al. Functional connectivity revealed by single-photon emission computed tomography (SPECT) during repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) of the motor cortex[J]. Clin Neurophysiol, 2003, 114(3): 450-457.
- [14] Koch G. Repetitive transcranial magnetic stimulation: a tool for human cerebellar plasticity[J]. Funct Neurol, 2010, 25(3): 159-163.
- [15] Martin PI, Naeser MA, Theoret H, et al. Transcranial magnetic stimulation as a complementary treatment for aphasia[J]. Semin Speech Lang, 2004, 25(2): 181-191.
- [16] Okabe S, Hanajima R, Ohnishi T, et al. Functional connectivity revealed by single-photon emission computed tomography (SPECT) during repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) of the motor cortex[J]. Clin Neurophysiol, 2003, 114(3): 450-457.
- [17] Niimi M, Hashimoto K, Kakuda W, et al. Role of Brain-Derived Neurotrophic Factor in Beneficial Effects of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation for Upper Limb Hemiparesis after Stroke[J]. PloS One, 2016, 11(3): 152241-152250.
- [18] Pyörä O, Era P, Talvitie U. Relationships between standing balance and symmetry measurements in patients following recent strokes (3 weeks or less) or older strokes (6 months or more) [J]. Phys Ther, 2004, 84(2): 128-136.

作者·读者·编者

《中国康复》杂志 2019 年转为月刊

2018 年 12 月,《中国康复》编辑部收到正式批文,从 2019 年起,《中国康复》杂志变更刊期为月刊,中国标准刊号 ISSN 1001-2001,CN 42-1251/R。大 16 开,64 内页,每月 25 日出版,每册定价 10.00 元,全年 120.00 元整。

订阅方式:直接向《中国康复》编辑部订购,电话:(027)69378389;E-mail:zgkf1986@163.com