

重复经颅磁刺激联合头眼运动对脑卒中后偏瘫患者下肢运动及平衡功能的影响

刘佳¹ 李岩¹ 葛品² 顾旭东¹ 姚云海¹ 傅建明¹ 时美芳¹

¹嘉兴学院附属第二医院(嘉兴市第二医院)康复医学中心,嘉兴 314000; ²南湖实验室,嘉兴 314000

通信作者:李岩,Email: liyan6101@126.com

【摘要】目的 观察重复经颅磁刺激(rTMS)联合头眼运动对脑卒中后偏瘫患者下肢运动及平衡功能的影响。**方法** 选取脑卒中后偏瘫患者 40 例,按照随机数字表法分为对照组与观察组,每组 20 例。2 组患者均给予常规药物及康复治疗,观察组在此基础上增加 rTMS 治疗及头眼运动,rTMS 治疗每日 1 次,共 20 d,头眼运动每次每个动作 1 min,每日 2 次,每周 5 d,连续 4 周。分别于治疗前及治疗 4 周后(治疗后),采用 Fugl-Meyer 评估量表下肢部分(FMA-LE)、Berg 平衡量表(BBS)、起立行走测试(TUG)、改良 Barthel 指数(MBI)评估患者的下肢运动与平衡功能。**结果** 治疗前,2 组患者 FMA-LE、BBS、TUG、MBI 比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。治疗 4 周后,2 组患者 FMA-LE、BBS、MBI 评分均较组内治疗前增加,TUG 用时均较组内治疗前缩短($P<0.05$)。观察组治疗后 FMA-LE[(27.05±4.06)分]、BBS[(39.00±5.85)分]、TUG[(18.15±3.22)s]、MBI[(66.55±8.67)分]改善优于对照组($P<0.05$)。**结论** rTMS 联合头眼运动可显著改善脑卒中后偏瘫患者的下肢运动及平衡功能。

【关键词】 脑卒中; 重复经颅磁刺激; 眼球运动; 下肢运动功能; 平衡功能

基金项目:浙江省基础公益研究计划项目(LGF21H170004);嘉兴市科技计划项目(2021AD30122)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2023.10.004

Combining transcranial magnetic stimulation with head-eye movement improves the lower limb movement and balance of hemiplegic stroke survivors

Liu Jia¹, Li Yan¹, Ge Pin², Gu Xudong¹, Yao Yunhai¹, Fu Jianming¹, Shi Meifang¹

¹Rehabilitation Medical Center, The Second Affiliated Hospital of Jiaxing University (The Second Hospital of Jiaxing), Jiaxing 314000, China; ²Nanhu Laboratory, Jiaxing 314000, China

Corresponding author: Li Yan, Email: liyan6101@126.com

【Abstract】Objective To observe any effect of supplementing head-eye movement with repeated transcranial magnetic stimulation (rTMS) on the lower limb movement and balance of hemiplegic stroke survivors. **Methods** Forty stroke survivors with hemiplegia were divided at random into a control group and an observation group, each of 20. Both groups received conventional medication and head-eye movement rehabilitation training, while the observation group was additionally provided with rTMS daily for 20 days. The head-eye movement training involved one minute for each movement, twice a day, five days a week for 4 weeks. Before and after the treatments, both groups were assessed using the Fugl-Meyer Assessment Scale for the Lower Extremities (FMA-LE), the Berg Balance Scale (BBS), timed up and go tests (TUGs), and the Modified Barthel Index (MBI). **Results** The treatment improved both groups' average FMA-LE, BBS and MBI scores significantly, and significantly shortened their average TUG times. The observation group showed significantly greater improvement than the control group, on average. **Conclusion** Combining rTMS with head-eye movement can significantly improve the lower limb movement and balance of hemiplegic stroke survivors.

【Key words】 Stroke; Transcranial magnetic stimulation; Eye movement; Motor function of the lower extremities; Balance

Funding: A Zhejiang Provincial Basic Public Welfare Research Project (LGF21H170004); A Jiaxing Municipal Science and Technology Project (2021AD30122)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2023.10.004

脑卒中是中老年人群常见的脑血管疾病,近年来随着医学的不断发展,脑卒中的死亡率有所下降,但其高致残率使得患者不得不踏上长期康复的道路^[1]。早期康复对于改善脑卒中患者的肢体功能和生活质量非常重要,临床数据表明,80%的脑卒中患者由于下肢肌肉力量不足、肌张力增加、运动协调及感觉统合异常,出现平衡及步行功能障碍,主要表现为双侧下肢步态不对称、重心转移困难,导致患者的日常生活及社会参与能力明显下降^[2-3]。

研究表明,重复经颅磁刺激(repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS)作为一种新型神经调控技术,可通过磁刺激调节脑皮质神经细胞功能,增强大脑可塑性,改善下肢运动功能^[4]。头眼运动可通过整合前庭觉、视觉、本体觉,改善平衡功能^[5]。本研究将 rTMS 与头眼运动联合应用于脑卒中患者,观察其对患者下肢运动及平衡功能的影响,取得了较好的疗效,报道如下。

对象与方法

一、研究对象

纳入标准:①符合《中国各类主要脑血管病诊断要点 2019》^[6]中脑卒中的诊断标准,且经头颅 CT 或 MRI 证实;②神志清楚,首次发病,病程 1~6 个月;③偏瘫,站立平衡 2 级及以上,具备一定步行能力;④年龄 45~70 岁;⑤认知功能正常,能理解并配合本次研究中的训练及评定;⑥签署知情同意书。

排除标准:①病情不稳定,合并严重心肺功能障碍、恶性肿瘤、精神疾病等;②因认知功能障碍、视力下降、听力损伤、骨关节肌肉疾病等无法完成研究中的治疗及评估;③有心脏起搏器植入、癫痫病史、新发脑出血、急性颅内感染等 rTMS 禁忌证;④有脑外伤、脊髓损伤、周围神经病、骨折未痊愈等干扰性病史;⑤要求退出或拒绝签署知情同意书。

选取 2022 年 2 月至 2023 年 2 月在嘉兴市第二医院康复科就诊的脑卒中患者 40 例。按照随机数字表法分为对照组与观察组,每组 20 例。2 组患者性别、平均年龄、平均病程、卒中性质等一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,详见表 1。本研究已通过嘉兴市第二医院伦理委员会审批通过(编号 JXEY-2021JX165)。

二、干预方法

2 组患者均给予常规药物及康复治疗。脑出血患者予以脱水降颅压、脑梗死患者予以抗血小板聚集,及调脂稳斑、控制血压血糖、营养脑神经、改善脑循环等药物治疗。康复治疗包括神经肌肉电刺激、Bobath 技术、FNF 技术、Rood 技术等,每日治疗 1 次,每次 60 min,每周 5 d,连续 4 周。观察组在上述治疗方法基础上增加 rTMS 治疗及头眼运动训练,具体如下。

1. rTMS 治疗:选用 Magstim Rapid-2 型经颅磁刺激仪,患者取舒适的仰卧位或坐位。先检测患者的静息运动阈值(resting motor threshold, RMT),即将“8”字形线圈置于大脑初级运动皮质(primary motor cortex, M1)的体表投影区,模式选择单脉冲,预设 80%刺激强度,微调线圈位置,找到能诱发出对侧拇指外展的头皮位置并进行标记定位,然后逐渐减少刺激强度,找到 10 次刺激中有 5 次及以上对侧拇短展肌运动诱发电位波幅 $>50 \mu\text{V}$ 的最小刺激,此刺激强度即为 RMT。再进行 rTMS 治疗,即将线圈中心置于患侧标记点,刺激频率 10 Hz,强度 90%RMT,持续 2 s,间隔 17 s,每次 50 个序列,每日治疗 1 次,连续 20 d。

2. 头眼运动训练:分为坐位及立位下的动作。包括:①眼球运动(扫视训练与辐辏运动)——保持头部中立位,眼球不断进行左-右、上-下及远-近交替视物训练;②注视训练(前庭眼球反射训练)——保持眼球注视前方正中目标,头部不断进行左-右、上-下、逆时针旋转、顺时针旋转运动;③头眼共同运动——头眼同步进行左-右、上-下、逆时针旋转、顺时针旋转训练;④视觉追踪训练——指导者利用电筒在患者前方 1 m 的墙壁上进行照射,患者头戴轻质辐射激光灯,按指导者要求头眼同步运动以追踪照射灯光,指导者可根据患者情况调节照射方向及移动速度。每次每个动作训练 1 min,每日治疗 2 次,每周 5 d,连续 4 周。训练过程中如出现不能耐受的不适症状,立即停止并予以临床治疗。

三、疗效评定

治疗前及治疗 4 周后(治疗后),由 1 名不了解具体分组情况的医师或治疗师对 2 组患者的疗效进行评定。

1. Fugl-Meyer 评估量表下肢部分(Fugl-Meyer assessment scale-lower extremities, FMA-LE):包括反射活动、反射亢进、屈肌协同、伸肌协同、伴协同、脱离协同、

表 1 2 组患者一般资料比较

组别	例数	性别(例)		平均年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	平均病程 (d, $\bar{x}\pm s$)	卒中性质(例)	
		男	女			脑梗死	脑出血
对照组	20	13	7	61.50 \pm 10.25	71.60 \pm 44.59	13	7
观察组	20	14	6	59.95 \pm 14.49	77.30 \pm 50.02	14	6

协调能力与速度 7 个方面,共 17 个项目,每个项目 0~2 分,最高 34 分,分数越高,提示下肢运动功能越好^[7]。

2. Berg 平衡量表(Berg balance scale, BBS):包括坐、睁眼站、闭眼站、双足并拢站、坐-站、站-坐、转移、转头、转身、踏板、一脚在前、单腿站立、手臂前伸、拾物 14 个动作,每个动作评分 0~4 分,最高 56 分。分数越高,提示平衡功能越好,其中 0~20 分提示平衡功能差,需要坐轮椅;21~40 分提示有一定的平衡功能,但行走时需要辅助;41~56 分提示可独立步行^[8]。

3. 起立行走测试(timed up and go test, TUG):在距离 3 m 长的起始端放一椅子,末端做好标记,患者起初坐在椅子上,听到“开始”口令后,进行站起、行走 3 m、返回、坐下一系列动作,该过程所用时间越短,提示患者的平衡功能越好^[9]。

4. 改良 Barthel 指数(modified Barthel index, MBI):包括日常生活的控制大小便、进食、穿衣、用厕、修饰、洗澡、床椅转移、平地行走、上下楼梯能力评估,最高 100 分,分数越高,提示日常生活能力越好^[10]。

四、统计学方法

采用 SPSS 25.0 版统计学软件进行数据分析,计量资料采用均值±标准差($\bar{x}\pm s$)形式表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验,组内比较采用配对样本 *t* 检验;计数资料用例数表示,进行卡方检验。 $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

结 果

治疗前,2 组患者 FMA-LE、BBS、TUG、MBI 比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。治疗 4 周后,2 组患者 FMA-LE、BBS、MBI 评分均较组内治疗前增加,TUG 用时均较组内治疗前缩短,差异有统计学意义($P<0.05$)。观察组治疗后 FMA-LE、BBS、TUG、MBI 改善优于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。详见表 2。

讨 论

脑卒中患者的桥网状脊髓束和前庭脊髓束受到了

不同程度的破坏,导致步态异常、平衡功能障碍,步行时稳定性明显下降,跌倒风险增加^[11]。本研究将 rTMS 联合头眼运动应用于有一定步行基础的脑卒中偏瘫患者,并在治疗前后采用 FMA-LE、BBS、MBI 评估下肢运动功能、平衡功能及日常生活能力,用 TUG 评估动态平衡能力,结果提示 rTMS 联合头眼运动能有效改善脑卒中后偏瘫患者的下肢运动及平衡功能。

rTMS 是一种基于电磁交换原理的脑刺激技术,根据治疗频率可分为高频及低频磁刺激。本研究采用 10 Hz 高频 rTMS 刺激患侧脑部,结果发现患者的下肢运动及平衡功能得到改善。根据“半球间竞争模型”理论,人体大脑半球可通过胼胝体相互抑制,而脑卒中事件使两侧大脑半球间的平衡被打破,患侧脑部抑制健侧脑部的作用减弱,健侧脑部抑制患侧脑部的作用加强,进而出现患侧脑部兴奋性降低、健侧脑部兴奋性增高的局面。本课题组采用高频 rTMS 作用于脑卒中患者患侧脑部,可能通过兴奋大脑神经细胞,从而诱导了双侧半球间平衡重建和脑皮质功能重组,最终促进了功能恢复^[12]。Wang 等^[13]研究认为,rTMS 联合训练可改善患者的下肢运动功能、步行速度及步态空间对称性,且疗效至少持续月余。此外,国内外均有研究认为,低频 rTMS 可缓解患肢痉挛状态,改善下肢运动、平衡功能及步行能力,提高日常生活能力^[12,14-15]。但是,近年来有学者提出了“代偿模型”及“双峰平衡-恢复模型”^[4,16],前者认为脑卒中程度较重患者的健侧脑部将产生代偿作用,后者认为影响大脑半球间平衡的还有患侧残存的皮质脊髓束结构,这些模型的提出对于今后的研究及治疗具有深远意义,值得进一步探讨。

本课题组考虑脑卒中患者的康复治疗应涵盖运动与感觉、中枢与外周,从而通过多方面协同治疗以获取更佳疗效,在 rTMS 的治疗基础上增加头眼运动,结果获得满意疗效。头眼运动是一种通过头颈部及眼球任务性活动整合视觉、前庭觉及本体觉的训练方式,对于人体维持平衡具有重要意义。其机制可能如下:①头眼运动中的头部运动会刺激半规管,诱发前庭眼反

表 2 2 组患者治疗前、后 FMA-LE、BBS、TUG、MBI 比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	FMA-LE(分)	BBS(分)	TUG(s)	MBI(分)
对照组					
治疗前	20	15.90±4.58	24.35±7.00	27.40±4.37	40.95±9.32
治疗后	20	20.30±3.94 ^a	32.00±6.53 ^a	21.95±3.17 ^a	57.45±8.71 ^a
观察组					
治疗前	20	16.20±4.66	23.90±8.80	27.85±4.53	41.25±9.34
治疗后	20	27.05±4.06 ^{ab}	39.00±5.85 ^{ab}	18.15±3.22 ^{ab}	66.55±8.67 ^{ab}

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.05$;与对照组治疗后比较,^b $P<0.05$

射及前庭脊髓反射,前庭眼反射有助于固定视线及提高身体稳定性,前庭脊髓反射可促进相关肌群收缩,维持身体平稳,且视前庭本体相互通路将前庭觉与视觉、本体觉相互联系,共同维持人体平衡^[17-18];②头眼运动中的视追踪、凝视元素要求患者头部呈直立正中状态,可在一定程度上抑制异常模式,促进正常步态产生;眼球运动可以直接刺激视觉及前庭觉,兴奋颞前叶、顶叶及额叶等与视觉及本体觉相关的脑区,进而改善平衡功能^[19-20];③人体颈部分布着本体感受器,这些感受器对于掌握自身身体姿势及空间方位具有重要意义,当人体在行走时,头部及眼球的方位变化有助于机体对行动轨迹进行预判,提前调整身体状态,避免跌倒发生^[5]。国内外学者将头眼运动应用于脑卒中人群,结果证实头眼运动能明显提高患者的步长、步频、步速,改善平衡功能及步行能力,降低跌倒风险^[5,19-22]。

综上所述,本课题组探讨了 rTMS 联合头眼运动对脑卒中患者下肢运动及平衡功能的影响,证实了 rTMS 联合头眼运动能改善患者的下肢运动及平衡功能。但是,本研究具有一定的局限性,如样本量较小、未设置 rTMS 假刺激对照组、缺乏长期观察等,考虑在今后的研究中进一步完善。

参 考 文 献

- [1] Wang W, Wang D, Liu H, et al. Trend of declining stroke mortality in China: reasons and analysis[J]. *Stroke Vasc Neurol*, 2017, 2(3): 132-139. DOI: 10.1136/svn-2017-000098.
- [2] Cirstea CM. Gait rehabilitation after stroke: should we re-evaluate our practice [J]. *Stroke*, 2020, 51(10): 2892-2894. DOI: 10.1161/STROKEAHA.120.032041.
- [3] Koch G, Bonni S, Casula E, et al. Effect of cerebellar stimulation on gait and balance recovery in patients with hemiparetic stroke: a randomized clinical trial[J]. *JAMA Neurol*, 2019, 76(2): 170-178. DOI: 10.1001/jamaneurol.2018.3639.
- [4] 高玉玲,刘勇,宫晓洋. 重复经颅磁刺激治疗脑卒中后下肢运动功能障碍的机制及应用研究进展[J]. *中华神经医学杂志*, 2022, 21(8): 847-852. DOI: 10.3760/cma.j.cn115354-20220424-00267.
- [5] 张鹏,张琳,李向哲,等. 以头眼运动为主的感觉运动整合训练对脑卒中偏瘫患者平衡及步行功能的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2023, 38(1): 98-100. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2023.01.018.
- [6] 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. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2019.09.003.
- [7] 缪鸿石,朱辅连. 脑卒中的康复评定和治疗[M]. 北京:华夏出版社,1996:8-12.
- [8] Miranda-Cantellops N, Tiu TK. Berg balance testing[M]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2023.
- [9] Ortega-Bastidas P, Gómez B, Aqueveque P, et al. Instrumented

timed up and go test (iTUG)-more than assessing time to predict falls: asystematic review[J]. *Sensors (Basel)*, 2023, 23(7): 3426. DOI: 10.3390/s23073426.

- [10] 裴松,夏家怡. 视觉反馈太极“云手”训练对亚急性期脑卒中患者平衡功能的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2023, 45(7): 614-619. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2023.07.007.
- [11] 尹海潮,王雅儒,于梅青,等. 新型下肢矫正带对脑卒中患者偏瘫步态的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2022, 44(11): 1028-1030. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.11.015.
- [12] 施爱梅,郑琦,柏和风,等. 骨盆辅助康复机器人联合重复经颅磁刺激对脑卒中后偏瘫患者下肢功能的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2021, 43(8): 712-716. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2021.08.010.
- [13] Wang RY, Wang FY, Huang SF, et al. High-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation enhanced treadmill training effects on gait performance in individuals with chronic stroke: a double-blinded randomized controlled pilot trial[J]. *Gait Posture*, 2019, 68: 382-387. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2018.12.023.
- [14] Cheng HL, Lin CH, Tseng SH, et al. Effectiveness of repetitive transcranial magnetic stimulation combined with visual feedback training in improving neuroplasticity and lower limb function after chronic stroke: a pilot study[J]. *Biology (Basel)*, 2023, 12(4): 515. DOI: 10.3390/biology12040515.
- [15] Liu Y, Li H, Zhang J, et al. A meta-analysis: whether repetitive transcranial magnetic stimulation improves dysfunction caused by stroke with lower limb spasticity[J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2021; 7219293. DOI: 10.1155/2021/7219293.
- [16] 李浩正,吴毅,胡瑞萍. 经颅磁刺激结合功能成像在脑卒中后失语症康复中的应用研究进展[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2023, 45(7): 646-650. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2023.07.014.
- [17] Rinaudo CN, Schubert MC, Figtree WV, et al. Human vestibulo-ocular reflex adaptation is frequency selective[J]. *J Neurophysiol*, 2019, 122(3): 984-993. DOI: 10.1152/jn.00162.2019.
- [18] Schubert MC, Migliaccio AA. New advances regarding adaptation of the vestibulo-ocular reflex[J]. *J Neurophysiol*, 2019, 122(2): 644-658. DOI: 10.1152/jn.00729.2018.
- [19] 陈可可,方伯言. 眼球运动训练改善平衡和步态的研究进展[J]. *中国康复医学杂志*, 2022, 37(12): 1722-1726. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2022.12.025.
- [20] 赵若欣,鲁俊,刘欣荣,等. 凝视稳定训练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(8): 690-694. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.08.004.
- [21] Correia A, Pimenta C, Alves M, et al. Better balance: a randomised controlled trial of oculomotor and gaze stability exercises to reduce risk of falling after stroke[J]. *Clin Rehabil*, 2021, 35(2): 213-221. DOI: 10.1177/0269215520956338.
- [22] Noh HJ, Lee SH, Bang DH. Three-dimensional balance training using visual feedback on balance and walking ability in subacute stroke patients: a single-blinded randomized controlled pilot trial[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2019, 28(4): 994-1000. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.12.016.

(修回日期:2023-08-20)

(本文编辑:凌琛)