

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2023.11.022

❖ 临床研究 ❖

# 低频重复经颅磁刺激联合互动达标模式康复训练对脑卒中偏瘫患者的影响

孙艺森, 王京芳, 陈思洁, 刘索志, 郝海涛

(首都医科大学附属北京康复医院社区康复中心, 北京 石景山 100144)

**【摘要】目的:** 探讨低频重复经颅磁刺激(rTMS)联合互动达标模式康复训练对脑卒中偏瘫患者的影响。**方法:** 选取 150 例脑卒中偏瘫患者为研究对象, 根据康复训练方式不同分为 A 组( $n=51$ )、B 组( $n=50$ )及 C 组( $n=49$ )。A 组患者采用低频 rTMS 联合互动达标模式康复训练; B 组患者采用互动达标模式康复训练; C 组患者采用常规康复训练, 均持续干预 8 周。比较各组患者上下肢运动功能[简式 Fugl-Meyer 运动功能评测表(FMA)评分]、平衡功能[Berg 平衡量表(BBS)评分、脑卒中姿势评定量表(PASS)评分]、步行能力[计时起立行走实验(TUGT)、6 min 步行试验(6MWT)]、功能独立性与日常生活能力[功能独立性评定量表(FIM)评分、改良 Barthel 指数(MBI)]、表面肌电图[表面肌电积分值(iEMG)、表面肌电均方根(RMS)值]、运动皮质兴奋性[静息运动阈值(RMT)、MEP 波幅]。**结果:** 干预后, 各组患者上肢 FMA-UE 评分、下肢 FMA-LE 评分、FIM 评分、MBI 比较: A 组 > B 组 > C 组( $P < 0.05$ )。各组患者 6MWT、TUGT 比较: A 组 > B 组 > C 组( $P < 0.05$ ); TUGT 时间比较: A 组 < B 组 < C 组( $P < 0.05$ )。A 组患者胫骨前肌、股四头肌 iEMG 水平、MEP 波幅高于 B 组、C 组( $P < 0.05$ ), RMS、RMT 值低于 B 组、C 组( $P < 0.05$ )。**结论:** 低频 rTMS 联合互动达标模式康复训练可促进脑卒中偏瘫患者上、下肢功能恢复, 提高患者平衡功能、步行能力及日常生活能力, 促使表面肌电图改善, 增加患侧运动皮质兴奋性。

**【关键词】** 脑卒中偏瘫; 互动达标模式康复训练; 低频重复经颅磁刺激; 肢体功能; 肌电图; 运动皮质兴奋性

**【中图分类号】** R473.74 **【文献标志码】** A

## Effect of low frequency repetitive transcranial magnetic stimulation combined with interactive standard mode rehabilitation training on stroke patients with hemiplegia

SUN Yi-miao, WANF Jing-fang, CHEN Si-jie, LIU Suo-zhi, XI Hai-tao

(Community Rehabilitation Center, Beijing Rehabilitation Hospital, Capital Medical University, Beijing 100144, China)

**【Abstract】Objective:** To explore the effect of low frequency repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) combined with interactive standard mode rehabilitation training on stroke patients with hemiplegia. **Methods:** 150 stroke patients with hemiplegia were selected as the research subjects. According to the rehabilitation methods, they were divided into three groups, 51 patients with low-frequency rTMS combined with interactive standard mode rehabilitation training were included in group A, 50 patients with interactive standard mode rehabilitation training were included in group B, and 49 patients with conventional rehabilitation training were included in group C. The intervention lasted for 8 weeks. The differences of upper and lower limb motor function [simplified Fugl-Meyer motor function assessment (FMA)], balance function [Berg balance scale (BBS) score, stroke postural assessment scale (PASS)], walking ability [timed up and go test (TUGT), 6-minute walking test (6MWT)], functional independence and daily living ability [functional independence measure (FIM), modified Barthel index (MBI)], surface electromyography [surface electromyography integral (iEMG), surface electromyography root mean square (RMS)], motor cortex excitability [resting motor threshold (RMT), MEP amplitude] were compared among the groups. **Results:** After intervention, the upper limb FMA-UE score, lower limb FMA-LE score, FIM score, and MBI among patients in each group were compared, group A was higher than group B, and group B was higher than group C. The 6MWT and TUGT among patients in each group were compared, the 6 MWT distance in group A was greater than that in group B, and that in group B was greater than that in group C ( $P < 0.05$ ). The TUGT time in group A was shorter than that in group B, and that in group B was shorter than that in group C ( $P < 0.05$ ). The iEMG level of tibialis anterior muscle and quadriceps femoris, and MEP in group A were higher than those in group B and group C, and the RMS and RMT levels were lower than those in group B and group C ( $P < 0.05$ ).

**基金项目:** 北京市医院管理中心青年人才培养“青苗”计划(QML202100404)

**作者简介:** 孙艺森(1977-), 女, 主治医师。E-mail: 13716058555@163.com

**通讯作者:** 郝海涛。E-mail: xhtdoctor@126.com

**Conclusion:** Low frequency rTMS combined with interactive standard mode rehabilitation training can promote the recovery of upper and lower limb function in stroke patients with hemiplegia, improve the balance function and walking ability of patients, improve the ability of daily life, promote the improvement of surface electromyography, and increase the excitability of motor cortex on the affected side.

**【Key words】** Stroke hemiplegia; Interactive standard mode rehabilitation training; Low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation; Limb function; Electromyography; Motor cortex excitability

相关数据<sup>[1]</sup>统计显示,我国每年脑卒中新增病例达200万左右,幸存患者中55%~75%伴有功能障碍,其中偏瘫属于疾病常见后遗症类型,严重降低了患者预后生活质量水平<sup>[2]</sup>。互动达标理论由美国King<sup>[3]</sup>提出,该理论关注人与人之间的相互作用,尤其是特定时间地点医患关系,医护之间相互作用的过程是感知、判断、行动、反应、互动。互动达标模式康复训练是指医患双方均参与康复训练的过程,围绕共同目标抵抗疾病,达到康复目的。重复经颅磁刺激(repeated transcranial magnetic stimulation, rTMS)治疗是一种神经电生理康复技术,具有无创、无痛、简便、安全等优点,现已成为脑血管疾病后神经康复重要治疗手段之一<sup>[4]</sup>。本研究旨在探讨低频重复经颅磁刺激(rTMS)联合互动达标模式康复训练对脑卒中偏瘫患者的影响。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取2020年12月至2022年12月首都医科大

学附属北京康复医院收治的150例脑卒中偏瘫患者为研究对象,根据康复训练方式不同分为A组( $n=51$ )、B组( $n=50$ )及C组( $n=49$ )。本研究经院伦理委员会审批,患者及家属知情同意,各组患者一般资料比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。见表1。纳入标准:(1)符合《中国急性缺血性脑卒中诊治指南》<sup>[5]</sup>、《中国脑出血诊治指南》脑卒中标准<sup>[6]</sup>;(2)脑卒中初发;(3)患者经规范治疗后生命体征平稳,无进行性神经症状;(4)单侧病灶,一侧肢体功能障碍,Brunnstrom II~IV期;(5)静态站姿可维持>10 min,坐位可坚持>30 min;(6)患者意识处于清醒状态,自愿配合完成康复训练。排除标准:(1)脑外伤、脑肿瘤等引发的脑卒中;(2)蛛网膜下腔出血;(3)合并其他严重器质性疾病;(4)既往脊髓、脑外伤等疾病导致的肢体痉挛、运动障碍;(5)既往关节炎等疾病引起的姿势控制与运动相关疾病;(6)伴卒中后抑郁、认知功能障碍等;(7)心脏起搏器植入;(8)治疗区域皮肤损伤;(9)病情恶化,新病灶形成。

表1 各组患者一般资料比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	男/女(例)	年龄(岁)	卒中类型(例)		偏瘫侧别(例)		病灶部位(例)		
			脑梗死	脑出血	左侧	右侧	基底核区	顶叶	颞叶
A组( $n=51$ )	27/24	64.53 ± 5.94	33	18	27	24	37	6	8
B组( $n=50$ )	28/22	65.06 ± 5.74	31	19	26	24	35	7	8
C组( $n=49$ )	27/22	65.61 ± 5.80	30	19	25	24	36	6	7
F/Z值	0.100	0.439	0.143		0.037		0.144		
P值	0.951	0.645	0.931		0.982		0.931		

### 1.2 方法

C组患者给予常规康复训练:软瘫期以防止关节挛缩、主动运动诱导、并发症预防、继发性损伤避免为主,内容包括翻身、良肢位摆放及呼吸、关节被动活动、肌力、坐位、站立、平衡训练;痉挛期以改善痉挛、降低肌张力、分离运动提高为主,训练内容包括抗痉挛体位摆放、体位转换、躯干肌牵伸、立位平衡、步态训练、重心转移、坐位骨盆分离训练等;恢复期主要在于患者日常生活能力提高,包括步行、上下楼、四肢协调、转移、穿脱衣、进食、如厕等,1 h/次,1次/d,5~6 d/周。训练刚开始时,可给予较大支持,注意力度控制,后续可扩大活动范围,反复练习。B组患者在C组基础上,给予互动达标模式康复训

练,(1)互动评估:入院早期对患者个人系统、人际间、社会系统进行评估,了解患者基本信息,为后续康复训练奠定基础;(2)互动达标计划制订:根据采集信息,分析患者当前健康问题,与患者与家属探讨,制定康复训练计划,制备成康复训练单,分阶段制定近期、远期目标,注意达标计划的切实可行性,在康复计划制定时尽可能尊重患者意愿,在不影响康复效果的基础上,确保康复目标与患者意愿达成一致;(3)互动达标措施执行:按照康复训练单,落实各项训练计划,常规训练内容同C组;(4)互动达标康复效果评价:按照康复训练计划单内容,评价目标实现情况,对未达标项需与患者及家属探讨,分析目标未实现的原因,及时予以调整,重新制定康复计

划。A 组给予低频 rTMS 联合互动达标模式康复训练;采用武汉依瑞德 CCY-IA 型 rTMS 治疗仪,首次治疗前,测定患者静息运动阈值(刺激皮质运动区,可引起对侧手指 50  $\mu$ V 运动诱发电位产生时的最小刺激强度)。患者取坐位或舒适仰卧,“8”字形线圈中心置患侧头部初级运动皮质(M1 区),与颅骨相切。rTMS 刺激频率 10 ~ 15 Hz,强度 < 120% 阈值,脉冲 800 ~ 1 200 个,刺激 8 s/次,间隔 3 s,20 min/次,1 次/d,刺激过程中若患者出现不适则需立即停止。各组患者均持续干预 8 周。

### 1.3 观察指标

(1) 肢体运动功能:干预前后采用简式 Fugly-Meyer 运动功能评分法(FMA)<sup>[7]</sup> 评分评估,得分越高代表患者肢体功能越接近正常。(2) 平衡功能:干预前后采用 Berg 平衡量表(BBS)<sup>[8]</sup>、脑卒中姿势评定量表(PASS)<sup>[9]</sup> 评分评估。得分越高则平衡能力越佳。(3) 步行能力:干预前后采用计时起立行走实验(TUGT)<sup>[10]</sup>、6 min 步行试验(6MWT)<sup>[11]</sup> 评估。(4) 功能独立性与日常生活能力:干预前后采用功能独立性评定量表(FIM)<sup>[12]</sup> 评分评估功能独立性,得分越高代表独立性越强;采用改良 Barthel 指数(MBI)<sup>[13]</sup> 评估患者日常生活能力。(5) 表面肌电图:干预前后采用 8 导表面肌电获取与分析系统(安徽埃力智能科技有限公司,JE-TB0820)、全无线表面肌电测试系统(世纪天鸿康健(北京)科学仪器有限公司,Trigno Avanti)检测,检测温度 24 ~ 26  $^{\circ}$ C,电极贴于患者患侧胫骨前肌、股四头肌,测定表面肌电积分值(iEMG)、表面肌电均方根(RMS)值。(6) 运动皮质兴奋性:使用磁场刺激仪(武汉依瑞德公司,CCY-IA 型)及肌电诱发电位仪(日本光电医用电子仪器有限公司,MEB-9404 型)进行测定。患者舒适躺于治疗床,确保肌肉完全放松,电极放置位置为拇短展肌肌腹表面,阳极置远端,阴阳极距离 2 cm,测定静息运动阈值(RMT)及 MEP 波幅。

### 1.4 统计学分析

采用 SPSS20.0 软件对数据进行处理与分析。计量资料符合正态分布且方差齐性,以( $\bar{x} \pm s$ )表示,多组间比较行单因素方差分析,两两比较行 SNK-q 检验,组内比较行配对样本 t 检验;计数资料以[n(%)]表示,组间比较行独立样本  $\chi^2$  检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 各组患者肢体运动功能比较

干预前,各组患者 FMA-UE 及 FMA-LE 评分比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。干预后,各组患

者 FMA-UE 及 FMA-LE 评分均升高( $P < 0.05$ ),且 A 组 > B 组 > C 组( $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 各组患者肢体运动功能比较( $\bar{x} \pm s$ ,分)

组别	FMA-UE 评分		FMA-LE 评分	
	干预前	干预后	干预前	干预后
A 组(n=51)	19.41 $\pm$ 2.71	43.88 $\pm$ 4.94 * # $\Delta$	16.86 $\pm$ 2.14	27.72 $\pm$ 3.29 * # $\Delta$
B 组(n=50)	18.83 $\pm$ 2.66	40.24 $\pm$ 3.85 * #	17.22 $\pm$ 3.06	25.29 $\pm$ 4.14 * #
C 组(n=49)	19.05 $\pm$ 2.29	37.66 $\pm$ 5.02 *	16.58 $\pm$ 2.80	23.06 $\pm$ 3.26 *
F 值	0.660	22.788	0.704	21.119
P 值	0.518	<0.001	0.496	<0.001

\*  $P < 0.05$ ,与组内干预前相比;#  $P < 0.05$ ,与干预后 C 组相比;  
 $\Delta P < 0.05$ ,与干预后 B 组相比。

### 2.2 各组患者平衡功能比较

干预前各组患者 PASS 及 BBS 评分比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。干预后,各组患者 PASS 及 BBS 评分均升高,且 A 组 > B 组 > C 组( $P < 0.05$ )。见表 3。

表 3 各组患者平衡功能比较( $\bar{x} \pm s$ ,分)

组别	PASS 评分		BBS 评分	
	干预前	干预后	干预前	干预后
A 组(n=51)	9.86 $\pm$ 1.74	25.91 $\pm$ 3.13 * # $\Delta$	18.86 $\pm$ 2.17	46.16 $\pm$ 5.08 * # $\Delta$
B 组(n=50)	9.29 $\pm$ 1.88	23.54 $\pm$ 2.47 * #	19.14 $\pm$ 1.99	43.03 $\pm$ 6.16 * #
C 组(n=49)	10.02 $\pm$ 1.91	21.81 $\pm$ 2.92 *	18.53 $\pm$ 2.41	40.11 $\pm$ 5.54 *
F 值	2.156	26.038	0.957	14.558
P 值	0.119	<0.001	0.386	<0.001

\*  $P < 0.05$ ,与组内干预前相比;#  $P < 0.05$ ,与干预后 C 组相比;  
 $\Delta P < 0.05$ ,与干预后 B 组相比。

### 2.3 各组步行能力比较

干预前,各组患者 6MWT 距离及 TUGT 时间差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。干预后,各组患者 6MWT 距离均增加( $P < 0.05$ ),且 A 组 > B 组 > C 组( $P < 0.05$ );TUGT 时间均缩短( $P < 0.05$ ),且 A 组 < B 组 < C 组( $P < 0.05$ )。见表 4。

表 4 各组患者步行能力比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	TUGT(s)		6MWT(m)	
	干预前	干预后	干预前	干预后
A 组(n=51)	41.55 $\pm$ 4.61	23.41 $\pm$ 3.20 * # $\Delta$	110.94 $\pm$ 11.27	188.18 $\pm$ 13.65 * # $\Delta$
B 组(n=50)	42.28 $\pm$ 5.19	26.02 $\pm$ 3.35 * #	111.26 $\pm$ 12.39	179.29 $\pm$ 14.05 * #
C 组(n=49)	41.91 $\pm$ 6.02	28.18 $\pm$ 2.97 *	109.91 $\pm$ 13.33	170.94 $\pm$ 12.83 *
F 值	0.240	28.259	0.161	20.320
P 值	0.787	<0.001	0.851	<0.001

\*  $P < 0.05$ ,与组内干预前相比;#  $P < 0.05$ ,与干预后 C 组相比;  
 $\Delta P < 0.05$ ,与干预后 B 组相比。

### 2.4 各组患者功能独立性与日常生活能力比较

干预前,各组患者 FIM 及 MBI 评分比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。干预后,各组患者 FIM 及 MBI 评分均升高( $P < 0.05$ ),且 A 组 > B 组 > C 组( $P < 0.05$ )。见表 5。

表5 各组患者功能独立性与日常生活能力比较( $\bar{x} \pm s$ ,分)

组别	FIM 评分		MBI 评分	
	干预前	干预后	干预前	干预后
A 组( $n=51$ )	47.91 $\pm$ 8.50	86.08 $\pm$ 6.46 <sup>*#<math>\Delta</math></sup>	41.43 $\pm$ 7.51	62.20 $\pm$ 6.30 <sup>*#<math>\Delta</math></sup>
B 组( $n=50$ )	49.04 $\pm$ 7.14	84.29 $\pm$ 7.14 <sup>*#</sup>	40.66 $\pm$ 6.92	58.18 $\pm$ 5.49 <sup>*#</sup>
C 组( $n=49$ )	48.52 $\pm$ 7.53	80.77 $\pm$ 5.91 <sup>*</sup>	41.22 $\pm$ 5.84	55.04 $\pm$ 5.04 <sup>*</sup>
F 值	0.269	8.530	0.172	20.255
P 值	0.765	<0.001	0.842	<0.001

\* $P < 0.05$ ,与组内干预前相比;# $P < 0.05$ ,与干预后 C 组相比;  
 $\Delta P < 0.05$ ,与干预后 B 组相比。

表6 各组表面肌电图比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	胫骨前肌 iEMG (cm/s)		胫骨前肌 RMS ( $\mu$ V)		股四头肌 iEMG (cm/s)		股四头肌 RMS ( $\mu$ V)	
	干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后
A 组( $n=51$ )	0.06 $\pm$ 0.01	0.12 $\pm$ 0.02 <sup>*</sup>	8.48 $\pm$ 1.22	5.89 $\pm$ 1.02 <sup>*</sup>	0.06 $\pm$ 0.02	0.11 $\pm$ 0.03 <sup>*</sup>	8.90 $\pm$ 1.38	6.02 $\pm$ 1.08 <sup>*</sup>
B 组( $n=50$ )	0.06 $\pm$ 0.02	0.09 $\pm$ 0.03 <sup>*#</sup>	8.60 $\pm$ 1.07	6.72 $\pm$ 1.13 <sup>*#</sup>	0.07 $\pm$ 0.02	0.09 $\pm$ 0.03 <sup>*#</sup>	9.01 $\pm$ 1.24	6.83 $\pm$ 1.17 <sup>*#</sup>
C 组( $n=49$ )	0.06 $\pm$ 0.02	0.08 $\pm$ 0.03 <sup>*#</sup>	8.75 $\pm$ 1.36	6.90 $\pm$ 1.24 <sup>*#</sup>	0.07 $\pm$ 0.03	0.09 $\pm$ 0.02 <sup>*#</sup>	8.69 $\pm$ 1.50	6.95 $\pm$ 1.29 <sup>*#</sup>
F 值	0.000	28.258	0.612	11.406	2.988	9.138	0.689	9.237
P 值	1.000	<0.001	0.543	<0.001	0.053	<0.001	0.503	<0.001

\* $P < 0.05$ ,与组内干预前相比;# $P < 0.05$ ,与干预后 A 组相比。

## 2.6 各组患者运动皮质兴奋性比较

干预前,各组患者 MEP 波幅及 RMT 水平比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。干预后,A 组 MEP 波幅增加( $P < 0.05$ ),且高于 B 组、C 组( $P < 0.05$ );RMT 水平降低( $P < 0.05$ ),且低于 B 组、C 组( $P < 0.05$ )。见表 7。

表7 各组患者运动皮质兴奋性比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	MEP 波幅 ( $\mu$ V)		RMT (%)	
	干预前	干预后	干预前	干预后
A 组( $n=51$ )	1.86 $\pm$ 0.47	2.26 $\pm$ 0.54 <sup>*</sup>	59.74 $\pm$ 4.07	52.88 $\pm$ 5.33 <sup>*</sup>
B 组( $n=50$ )	1.90 $\pm$ 0.58	1.94 $\pm$ 0.45 <sup>#</sup>	60.04 $\pm$ 5.12	60.57 $\pm$ 4.88 <sup>#</sup>
C 组( $n=49$ )	1.88 $\pm$ 0.43	1.92 $\pm$ 0.50 <sup>#</sup>	60.15 $\pm$ 4.84	60.63 $\pm$ 3.96 <sup>#</sup>
F 值	0.082	7.396	0.103	44.143
P 值	0.922	0.001	0.902	<0.001

\* $P < 0.05$ ,与组内干预前相比;# $P < 0.05$ ,与干预后 A 组相比。

## 3 讨论

脑卒中偏瘫属上运动神经元损伤,患者肌力减退、痉挛,表现为各种主动运动控制及协调功能受损。早期康复训练可促进患者周围神经细胞修复,有利于新的神经轴突突触联系建立,促进神经修复。互动达标模式康复训练干预可使脑卒中对康复目标形成正确认知,调动患者主观能动性,加速患康复进程。低频 rTMS 用于成人脑卒中后偏瘫治疗,可加快患者皮质神经重构,引发皮质可塑性变化,促进患者功能恢复<sup>[14]</sup>。

既往研究<sup>[15]</sup>显示,通过低频 rTMS 抑制健侧大脑皮质兴奋性,可促进半球平衡恢复,帮助患者肢体功能恢复。本研究结果显示,干预后,各组患者

## 2.5 各组患者表面肌电图比较

干预前,各组患者胫骨前肌、股四头肌 iEMG 与 RMS 水平比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。干预后,各组患者胫骨前肌、股四头肌 iEMG 水平均增加,且 A 组高于 B 组和 C 组( $P < 0.05$ );胫骨前肌、股四头肌 RMS 水平均降低,且 A 组低于 B 组及 C 组( $P < 0.05$ )。见表 6。

FMA-UE 及 FMA-LE 评分均升高( $P < 0.05$ ),且 A 组 > B 组 > C 组( $P < 0.05$ ),表明低频 rTMS 联合互动达标模式康复训练的实施有利于脑卒中偏瘫患者上、下肢肢体功能恢复。互动达标模式康复训练使患者多角度、全方位参与康复目标制定与执行,强化康复计划落实,使患者更为全面掌握康复方法,促进患者康复。低频 rTMS 依赖于神经组织内在脉冲磁场中产生感应电兴奋组织,通过神经网络传递到远隔皮质、非皮质区域,发挥促进运动功能恢复效果。脑卒中患者病损神经突触联系破坏、脑神经结构缺失,发生平衡功能障碍。本研究中,各组患者 PASS 及 BBS 评分均升高,且 A 组 > B 组 > C 组( $P < 0.05$ ),表明低频 rTMS 联合互动达标模式康复训练更有利于患者平衡功能恢复。互动达标理念基于共同目标,建立医患人际沟通,在患者参与下制定康复训练计划,并督促患者完成相应计划,促进患者功能恢复。低频 rTMS 可兴奋大脑皮质,促进神经突触重组,增进大脑半球功能连接,包括运动前区、感觉运动区、运动区等,促进肢体功能、平衡功能恢复。此外,本研究结果还显示,干预后,各组患者 6MWT 距离均增加( $P < 0.05$ ),且 A 组 > B 组 > C 组( $P < 0.05$ );TUGT 时间均缩短( $P < 0.05$ ),且 A 组 < B 组 < C 组( $P < 0.05$ )表明低频 rTMS 联合互动达标模式康复训练可有效延长患者 6MWT 步行距离,缩短 TUGT 时间,进一步证实了低频 rTMS 联合互动达标模式康复训练有利于脑卒中偏瘫患者肢体功能改善。日常活动指人独立生活中必备的一些共同的、基本的动作群,既往研究<sup>[16]</sup>显示,脑卒中偏瘫患者各种运动障碍严重影响了其日常生活能力。本研究

中,干预后,各组患者 FIM 及 MBI 评分均升高 ( $P < 0.05$ ),且 A 组  $>$  B 组  $>$  C 组 ( $P < 0.05$ ),表明低频 rTMS 联合互动达标模式康复训练有利于脑卒中偏瘫患者日常生活能力水平的恢复。互动达标模式康复训练可为患者提供科学的理念支撑,低频 rTMS 通过大脑神经刺激,促使受损神经元修复,提高患者日常生活能力。

表面肌电图是神经肌肉系统随意、非随意收缩活动时生物电经表面电极引导、放大所获得的一组电压时间序列信号,在脑卒中神经肌肉功能恢复评估中发挥重要作用。iEMG 反映单位时间内运动过程中参与肌肉运动单位放电量,可衡量单位时间内肌肉收缩特性;RMS 主要反映放电有效值,可衡量运动期间肌肉运动单位募集与同步化状态<sup>[1]</sup>。本研究结果显示,干预后,各组患者胫骨前肌、股四头肌 iEMG 水平均增加,且 A 组高于 B 组和 C 组 ( $P < 0.05$ );胫骨前肌、股四头肌 RMS 水平均降低,且 A 组低于 B 组和 C 组 ( $P < 0.05$ ),提示低频 rTMS 联合互动达标模式康复训练有利于促进脑卒中后偏瘫患者肌力恢复,增加运动单位数量,改善其募集和同步化情况,从电生理角度证实了该康复方案对于患者肢体功能的恢复促进作用。MEP 源于锥体神经元同步发放的下行冲动,其波幅水平不仅反映了大脑运动皮质兴奋性,还可体现中枢传导通路变化;RMT 可直接反映大脑皮质兴奋性,阈值越高则代表兴奋性越低。本研究中,干预后,A 组 MEP 波幅增加 ( $P < 0.05$ ),且高于 B 组和 C 组 ( $P < 0.05$ );RMT 水平降低 ( $P < 0.05$ ),且低于 B 组和 C 组 ( $P < 0.05$ ),原因可能与以下因素有关:(1)低频 rTMS 可抑制未受累半球兴奋性,维持大脑兴奋平衡,促进受损皮质修复;(2)低频 rTMS 可调整目标区域、远隔区域血流量和神经元兴奋性,调节周围神经递质、肽类物质代谢,促进神经生长因子分泌;(3)低频 rTMS 可提高脑卒中患者脑代谢水平,促进机体缺血再灌注损伤后功能恢复,从而改善大脑运动皮质兴奋性。

综上,低频 rTMS 联合互动达标模式康复训练可促进脑卒中偏瘫患者上、下肢功能恢复,提高患者平衡功能与步行能力,提升日常生活能力,促使表面肌电图改善,增加患侧运动皮质兴奋性,值得临床推广使用。

#### 参考文献

[1] Tanabe J, Amimoto K, Sakai K, et al. Effects of visual-motor illu-

sions with different visual stimuli on the sit-to-stand of people with hemiplegia following stroke: a randomized crossover controlled trial [J]. *Human Movement Science*, 2023, 87: 103021.

[2] 王洁,茹睿,孙军,等. 肠内营养联合益生菌对急性缺血性脑卒中患者神经介入治疗后营养状态的影响[J]. *成都医学院学报*, 2021, 16(1): 29-32.

[3] King IM. King's theory of goal attainment in practice[J]. *Nursing Science Quarterly*, 1997, 10(4): 180-185.

[4] Pan Z, Xiong D, Xiao H, et al. The effects of repetitive transcranial magnetic stimulation in patients with chronic schizophrenia: insights from EEG microstates[J]. *Psychiatry Research*, 2021, 299: 113866.

[5] 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(9): 666-682.

[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. 中国脑出血诊治指南(2019)[J]. *中华神经科杂志*, 2019, 52(12): 994-1005.

[7] 黄晓琳,燕铁斌. 康复医学[M]. 第 5 版. 北京:人民卫生出版社, 2013: 153.

[8] Blum L, Korner-Bitensky N. Usefulness of the Berg Balance Scale in stroke rehabilitation: a systematic review[J]. *Physical Therapy*, 2008, 88(5): 559-566.

[9] Downs S. The berg balance scale[J]. *Journal of Physiotherapy*, 2015, 61(1): 46.

[10] De Marino E, De Marino E, Lattuada S, et al. Conley scale (CS) compared to timed up and go test (TUGT) in a fall prevention and detection project (FAPRE)[J]. *Journal of Clinical Oncology*, 2015, 33(15\_suppl): e20741.

[11] Zampogna E, Ambrosino N, Centis R, et al. Minimal clinically important difference of the 6-Min walking test in patients with asthma[J]. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease: the Official Journal of the International Union Against Tuberculosis and Lung Disease*, 2021, 25(3): 215-221.

[12] 张通. 脑卒中的功能障碍与康复[M]. 北京:科学技术文献出版社, 2006: 576.

[13] 闵瑜,吴媛媛,燕铁斌. 改良 Barthel 指数(简体中文版)量表评定脑卒中患者日常生活活动能力的效度和信度研究[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2008, 30(3): 185-188.

[14] 陈清法,黄华鑫,陈振强,等. 低频重复经颅磁刺激联合 MOTOMed 智能运动训练系统对脑卒中偏瘫患者上肢痉挛的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2021, 36(4): 437-442.

[15] 吴少璞,李学,祁亚伟,等. 重复经颅磁刺激联合动作观察疗法对脑卒中患者运动及认知功能恢复的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2022, 44(1): 35-39.

[16] suchimoto S, Shindo K, Hotta F, et al. Sensorimotor connectivity after motor exercise with neurofeedback in post-stroke patients with hemiplegia[J]. *Neuroscience*, 2019, 416: 109-125.

(收稿日期:2023-06-02

修回日期:2023-07-19)