

重复经颅磁刺激对卒中后认知障碍合并抑郁患者脑功能活动的影响

王杼¹ 余茜¹ 李奎德² 李亚梅¹

¹四川省医学科学院·四川省人民医院(电子科技大学附属医院)康复医学科,成都 610072;

²四川省医学科学院·四川省人民医院(电子科技大学附属医院)放射科,成都 610072

通信作者:李亚梅,Email:liyamei@med.uestc.edu.cn

【摘要】 目的 探讨重复经颅磁刺激(rTMS)对卒中后认知障碍合并抑郁(PSCCID)患者脑功能活动的影响。方法 将符合纳入标准且最终完成研究的30例患者按随机数字表法分为观察组和对照组,每组15例,2组患者均给予基础治疗(包括营养神经、改善循环、抗聚稳斑及控制基础疾病治疗,每例患者入组后均给予口服盐酸舍曲林片50 mg/d,疗程4周)和常规康复治疗(主要包括运动治疗、作业治疗和认知功能训练,其中运动治疗每次40 min,每日1次;作业治疗每次30 min,每日1次;认知功能训练每次30 min,每日1次。康复治疗每周5 d,共治疗4周)。在此基础上,观察组增加rTMS治疗(10 Hz,100%静息运动阈值,刺激左侧前额叶背外侧皮质,每日1次,每周5 d,共治疗4周),对照组接受rTMS假刺激治疗(刺激时刺激线圈与刺激部位头皮切线垂直)。分别于治疗前和治疗4周结束后(治疗后),对2组患者进行临床功能评估,并采用静息态功能磁共振分析治疗前后的脑区局部一致性(ReHo)和低频振幅(ALFF)的变化。结果 治疗后,2组患者的简易精神状态检查(MMSE)、蒙特利尔认知评估量表(MoCA)、汉密尔顿抑郁量表17项(HAMD-17)评分均较组内治疗前有明显改善($P<0.05$);且观察组上述指标均明显优于对照组($P<0.05$)。观察组较组内治疗前及对照组有多个ReHo和ALFF改变的脑区($P<0.05$),其中升高的脑区主要位于刺激侧大脑,减弱的脑区主要位于刺激对侧。左额叶眶回ReHo升高与MMSE、MoCA和HAMD-17具有相关性($r=0.811$ 、 0.808 和 -0.771 , $P<0.05$);左侧颞横回ALFF升高与MMSE和MoCA具有相关性($r=0.754$ 和 0.808 , $P<0.05$)。结论 rTMS改善PSCCID患者认知和抑郁可能与影响认知和情绪处理有关脑区的局部同步化和活动强度有关。

【关键词】 重复经颅磁刺激; 认知障碍; 抑郁; 脑卒中; 功能性磁共振成像

基金项目:四川省科技厅重点研发项目(2022YFS0111);四川省卫健委普及应用项目(21PJ078);四川省中医药管理局中医药科研专项资助(2021MS132);四川省干部保健科研课题(川干研2021-218)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2023.10.006

Repeated transcranial magnetic stimulation can relieve cognitive impairment and depression after a stroke

Wang Zhu¹, Yu Qian¹, Li Kuide², Li Yamei¹

¹Department of Rehabilitation Medicine, Sichuan Academy of Medical Sciences and Sichuan Provincial People's Hospital, Chengdu 610072, China; ²Department of Radiology, Sichuan Academy of Medical Sciences and Sichuan Provincial People's Hospital, Chengdu 610072, China

Corresponding author: Li Yamei, Email: liyamei@med.uestc.edu.cn

【Abstract】 Objective To observe any effect of transcranial magnetic stimulation on brain activity, cognitive impairment and depression (PSCCID) after a stroke. **Methods** Thirty patients with PSCCID after a stroke were randomly assigned into an observation or a control group, each of 15. For four weeks, both groups received basic medication to nourish the nerves, improve circulation, and anti-platelet, as well as 50mg/d of oral sertraline hydrochloride. Their rehabilitation involved 40 minutes of exercise daily, 30 minutes of assignment therapy and cognitive function training. The therapy was administered 5 days a week for the 4 weeks. In addition, the observation group received daily rTMS applied over the left dorsolateral prefrontal cortex at 10Hz and 100% of the motor threshold. Functional MRI was used before and after the treatment to assess the subjects' cognition and depression, as well as any changes in the regional homogeneity (ReHo) and amplitude of low-frequency fluctuations (ALFFs) in regions of interest. **Results** Significant improvement was observed in the subjects' average Mini-mental State Examination (MMSE), Montreal Cognitive Assessment Scale (MoCA) and Hamilton Depression Scale 17-item (HAMD-17) scores, with those of the observation group significantly better than those of the control group on average. After the intervention the observation group presented several brain regions with altered ReHo and ALFF values compared with before the treatment and

compared with the control group. The increases were mainly on the stimulated side while the decreases were mainly on the contralateral side. The increased ReHo in the left orbital gyrus correlated significantly with the average MMSE, MoCA and HAMD-17 scores. The increased amplitude of fluctuations in the left Heschl's gyrus correlated significantly with the average MMSE and MoCA scores. **Conclusion** rTMS can relieve depression and promote cognition after a stroke. Its effects may be associated with altered brain activity in regions related to cognitive and emotional processing.

【Key words】 Transcranial magnetic stimulation; Cognitive impairment; Depression; Stroke; Functional magnetic resonance imaging

Funding: Sichuan Science and Technology Bureau (2022YFS0111); Health Commission of Sichuan Province (21PJ078); Sichuan Provincial Administration of Traditional Chinese Medicine (2021MS132); Cadres Health Committee of Sichuan Province (2021-218)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2023.10.006

脑卒中后认知障碍合并抑郁(post-stroke comorbid cognitive impairment and depression, PSCCID)是卒中后常见的神经心理异常,严重妨碍患者卒中后功能障碍的全面康复,增加致残率和病死率^[1]。重复经颅磁刺激(repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS)为一种非侵入性磁刺激技术,对刺激局部及远隔区域神经功能均有调控作用^[2],关于 rTMS 其用于改善卒中后认知功能和抑郁情绪的报道已有不少^[3-4],但其疗效仍存在争议。《基于循证医学的 rTMS 治疗指南》^[5]对卒中后认知障碍或抑郁尚无具体推荐,且相关的神经机制仍不明确。因此,关于 rTMS 对 PSCCID 的疗效迫切需要更多的循证医学证据。

本研究主要观察 rTMS 对 PSCCID 患者认知和抑郁的影响,并采用静息态功能磁共振成像(resting-state functional magnetic resonance imaging, rs-fMRI)来探讨 PSCCID 患者局部一致性(regional homogeneity, ReHo)和低频振幅(amplitude of low-frequency fluctuations, ALFF)的变化,旨在从脑功能活动角度探测 rTMS 治疗 PSCCID 的潜在脑可塑性机制。

对象与方法

一、研究对象及分组

入选标准:①首次脑卒中,并符合脑卒中诊断标准^[6];②发病年龄 45~75 岁;③病程≤12 周,其中缺血性脑卒中≥1 周,出血性脑卒中≥2 周;④右利手;⑤简易精神状态检查(mini-mental state examination, MMSE)和蒙特利尔认知评估量表(Montreal cognitive assessment, MoCA)提示患者存在认知障碍^[7];⑥汉密尔顿抑郁量表 17 项(17-item Hamilton depression rating scale, HAMD-17)评分≥7 分^[8];⑦患者或家属签署知

情同意书。

排除标准:①生命体征不稳定或进展型脑卒中;②多发灶性脑卒中;③既往有认知障碍、抑郁、癫痫或精神病史;④其它原因所致的认知障碍或抑郁;⑤合并其它严重躯体及颅内病变;⑥存在意识、视听及语言障碍等无法配合者;⑦存在 rTMS 及 MRI 禁忌;⑧入组前服用过影响认知和抑郁的药物。

选取 2018 年 1 月至 2020 年 12 月四川省医学科学院·四川省人民医院康复医学科收治且符合上述标准的 PSCCID 患者 52 例作为研究对象,按随机数字表法分为观察组和对照组,后因患方主动要求退出而脱落 10 例,出现严重并发症及病情恶化而脱落 8 例,未按研究方案执行而剔除 3 例,不满足纳入标准而误纳入研究者剔除 1 例,最终完成全部研究病例 30 例,观察组和对照组各 15 例。2 组的性别、平均年龄、平均病程、受教育年限、卒中类型及病灶部位等一般临床资料经统计学分析比较,组间差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,具体数据详见表 1。本研究获本院医学伦理委员会的审核批准[伦审(研)2018 年第 171 号]。

二、治疗方法

2 组均给予基础治疗和常规康复治疗,基础治疗包括营养神经、改善循环、抗聚稳斑及控制基础疾病(如高血压、糖尿病等)治疗,每例患者入组后均给予口服盐酸舍曲林片(左洛复,50 mg/片,辉瑞制药有限公司产)50 mg/d,疗程 4 周。常规康复治疗主要包括运动治疗、作业治疗和认知功能训练,以一对一的方式辅助进行,其中运动治疗每次 40 min,每日 1 次;作业治疗每次 30 min,每日 1 次;认知功能训练每次 30 min,每日 1 次。康复治疗每周 5 d,共治疗 4 周。每项常规康复治疗均由同一位经规范化培训的治疗师进行实施。

表 1 入选时 2 组患者的一般临床资料

组别	例数	性别(例)		平均年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	平均病程 (d, $\bar{x}\pm s$)	受教育年限 (年, $\bar{x}\pm s$)	卒中类型(例)		病灶部位(例)	
		男	女				脑梗死	脑出血	左侧	右侧
观察组	15	10	5	63.67±13.89	31.07±19.96	11.33±3.77	7	8	10	5
对照组	15	8	7	56.60±13.70	28.80±19.85	12.47±4.22	10	5	10	5

观察组在此基础上增加 rTMS 治疗。采用 CCY-II 型经颅磁刺激仪(武汉依瑞德公司),刺激线圈为 8 字形,直径 70 mm。患者取舒适半卧位,身体放松,保持头部位置不变。刺激线圈按 10-20 国际脑电记录系统放置,线圈平面与刺激部位头皮切线平行,刺激左侧前额叶背外侧(dorsolateral prefrontal cortex, DLPFC),频率为 10 Hz,100%静息运动阈值,共刺激 1170 脉冲(30 脉冲/串,共 39 串,每串持续 3 s,串间隙 28 s,共 20 min),每日 1 次,每周 5 d,共治疗 4 周。

对照组则在此基础上进行 rTMS 假刺激治疗,即刺激时的刺激线圈与刺激部位头皮切线垂直,其余刺激参数与观察组相同。

三、评定指标

分别于治疗前和治疗 4 周结束后(治疗后),对 2 组患者进行临床功能评估,并采集 MRI 数据。

1. 临床功能评估:采用 MMSE 量表的中文版进行 MMSE 评分,初中及以上文化程度 <24 分,小学文化程度 <20 分,文盲文化程度 <17 分,则为认知下降;采用 MoCA 量表的北京版进行 MoCA 评分, <26 分为认知下降^[7];HAMD-17 评分 ≥ 7 分视为存在抑郁^[8]。

2. MRI 扫描:采用西门子 Siemens Tim Trio 3.0T 磁共振成像系统,头部八通道相控阵线圈。T1 加权像采用磁化强度预备梯度回波序列,矢状面自左向右扫描;扫描参数为 TR 1900 ms,TE 2.52 ms;FA 9°;视野 250 mm \times 250 mm;矩阵 256 \times 256;层厚 1.0 mm;Gap 0 mm;体素大小 1.0 mm \times 1.0 mm \times 1.0 mm;带宽 170 Hz/Px。全脑共采集 176 层,扫描时间为 4 min 18 s。

rs-fMRI:受试者保持清醒,闭目,平静呼吸,身体放松并保持不动,尽量不做任何特定的思维。采用梯度回波-单次激发回波平面成像技术,扫描参数为 TR 2000 ms,TE 13 ms;FA 90°;视野 192 mm \times 192 mm;矩阵 64 \times 64;层厚 3 mm;Gap 1.0 mm;体素大小 3.0 mm \times 3.0 mm \times 3.0 mm。全脑扫描 40 层,扫描时间为 8 min 24 s,得到 250 时间点序列。

3. MRI 数据预处理:应用 dpabi 4.0 工具包在 Matlab2018b 操作平台下进行数据预处理,祛除前 10 个时间点数据,其余数据经层间校正,头动校正,空间配准,空间标准化,空间平滑,回归协变量信号,线性趋势移除和空间滤波等预处理流程。然后,在体素水平上分别计算 ReHo 和 ALFF 指标,并进行 z 分数转换,使数据更加趋于正态分布,并根据先验脑区模板(AAL90 模板^[9]和 BNA 246 模板^[10])划分脑区作为兴趣区(regions of interest, ROI),计算上述指标的 ROI 均值。

四、统计学方法

1. 一般数据分析:采用 SPSS 24.0 版统计软件包进行数据统计学分析处理,计数资料采用 χ^2 检验,计量

资料均符合正态分布,以 $(\bar{x}\pm s)$ 表示,采用 *t* 检验。 $P<0.05$ 认为差异有统计学意义。

2. MRI 数据分析:ReHo 和 ALFF 的脑区均值,组内前后比较采取配对 *t* 检验,组间比较采取双样本 *t* 检验,将数据结果通过 1000 次置换检验分别进行 FDR 和 FWE 校正。回归年龄性别教育,将组间比较有显著性差异的脑区 ReHo 和 ALFF 均值与 MMSE、MoCA 和 HAMD 进行偏相关分析。*r* 表示相关性,正数表示正相关,负数表示负相关, $P<0.01$ 认为差异有统计学意义。

结 果

一、2 组患者治疗前后的临床评估指标比较

治疗前,2 组患者的 MMSE、MoCA 和 HAMD-17 评分组间差异均无统计学意义($P>0.05$)。治疗后,2 组患者的 MMSE、MoCA 和 HAMD-17 评分均较组内治疗前明显改善($P<0.05$);观察组较对照组改善更为显著,且组间差异均有统计学意义($P<0.05$)。具体数据详见表 2。

表 2 2 组患者治疗前后的临床评估指标比较(分, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	MMSE	MoCA	HAMD-17
观察组				
治疗前	15	15.53 \pm 5.83	12.20 \pm 7.00	15.47 \pm 5.45
治疗后	15	23.33 \pm 5.15 ^{ab}	22.27 \pm 6.62 ^{ab}	16.60 \pm 5.38 ^{ab}
对照组				
治疗前	15	16.73 \pm 5.64	12.53 \pm 6.40	8.87 \pm 3.36
治疗后	15	18.73 \pm 6.39 ^a	16.53 \pm 7.58 ^a	13.13 \pm 5.53 ^a

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

二、ReHo 分析

1. 组间 ReHo 比较:脑区 ReHo 均值的组内前后及组间比较,校正后差异均无统计学意义($P>0.05$),在此提供校正前 $P<0.05$ 的结果,具体数据详见表 3 和图 1。

2. ReHo 与临床指标的相关性:将组间比较有显著性差异的脑区 ReHo 均值与 MMSE、MoCA、HAMD-17 评分进行偏相关分析,结果显示,观察组治疗后,左侧额叶眶回眶区(BNA246 模板第 43 脑区)ReHo 均值与 MMSE、MoCA 评分呈正相关,与 HAMD 评分呈负相关(如图 2 所示)。

三、ALFF 分析

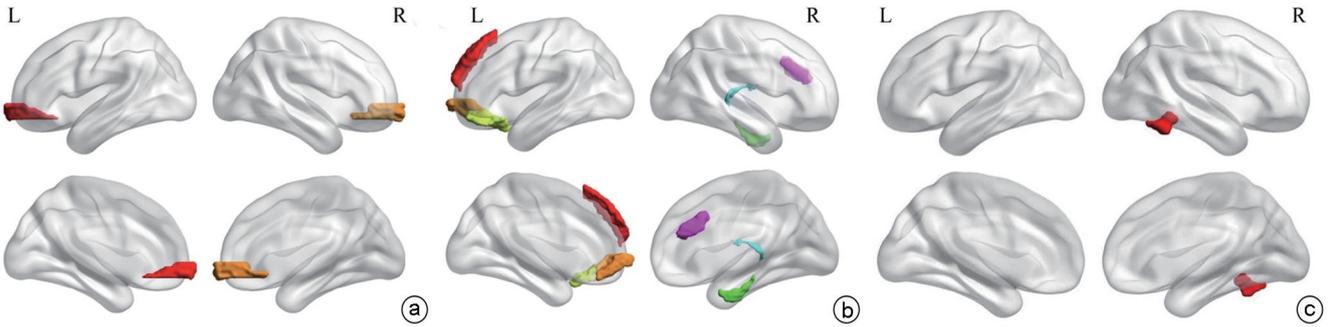
1. 组间 ALFF 比较:脑区 ALFF 均值比较,组内前后及组间比较,校正后差异均无统计学意义($P>0.05$),在此提供校正前 $P<0.05$ 的结果,观察组治疗前后 ALFF 比较具体数据详见表 4 和图 3。

2. ALFF 与临床指标的相关性:将组间比较有显著差异脑区的 ALFF 均值与 MMSE、MoCA 和 HAMD 评分进行偏相关分析,结果显示,观察组治疗后,左侧颞横回(AAL90 模板第 79 脑区)ALFF 均值与 MMSE、MoCA 均呈正相关(如图 4 所示)。

表 3 观察组治疗前后 ReHo 均值及 2 组治疗后脑区 ReHo 均值比较

脑区模板对应标签	脑区	脑区中心点坐标			t	P
		x	y	z		
AAL90 模板 ^[9]						
25	左侧眶内额上回	-5	54	-7	2.515	0.025
26	右侧眶内额上回	8	52	-7	-2.333	0.035
BNA246 模板 ^[10]						
5	左侧额上回外侧部	-11	49	40	2.249	0.041
41	左侧额叶眶回内侧部	-7	54	-7	2.173	0.047
43	左侧额叶眶回眶区	-36	33	-16	2.199	0.045
92	右侧颞下回极腹外侧	53	-52	-18	2.168*	0.040
116	右侧海马旁回内嗅皮质	19	-10	-30	-2.308	0.037
180	右侧扣带回前膝部	5	28	27	-3.156	0.007
242	右侧丘脑枕部	13	-27	8	-2.200	0.045

注: t 为正表示治疗后大于治疗前, t 为负表示治疗后小于治疗前; * t 为正表示对照组大于观察组



注:图 a 示观察组治疗前后基于 AAL90 模板;图 b 示观察组治疗前后基于 BNA246 模板;图 c 示治疗后 2 组间基于 BNA246 模板

图 1 脑区 ReHo 均值比较图

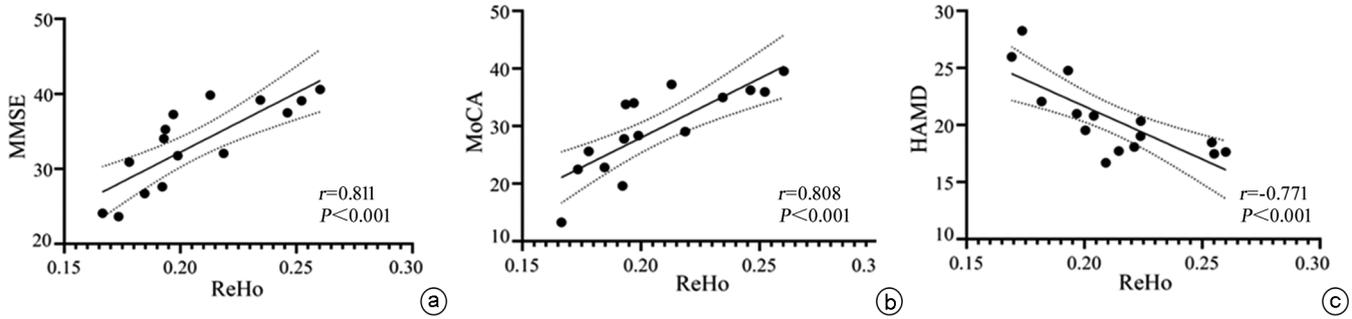
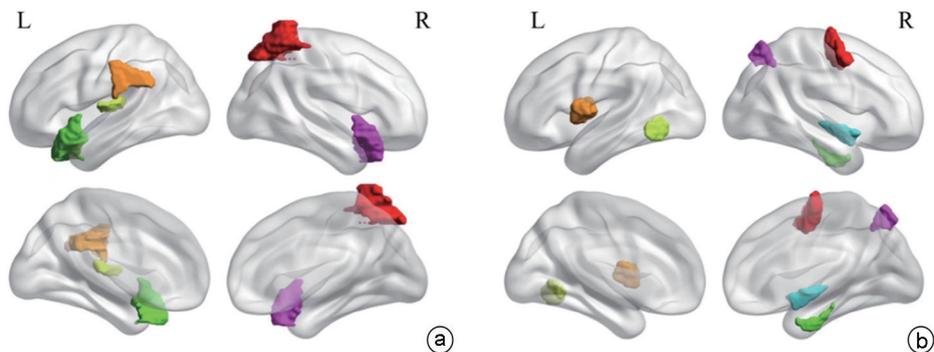


图 2 左侧额叶眶回眶区 ReHo 均值与临床指标的相关分析图

表 4 观察组治疗前后脑区 ALFF 均值比较

脑区模板对应标签	脑区	脑区中心点坐标			t	P
		x	y	z		
AAL90 模板 ^[9]						
60	右侧顶上回	26	-59	62	-2.420	0.030
63	左侧缘上回	-56	-34	30	2.267	0.040
79	左侧颞横回	-42	-19	10	2.412	0.030
83	左侧颞极(颞上回)	-40	15	-20	2.401	0.031
84	右侧颞极(颞上回)	48	15	-17	-2.367	0.033
BNA246 模板 ^[10]						
56	右侧中央前回背外侧	33	-7	57	-2.536	0.024
61	左侧中央前回(舌、喉区)	-52	0	8	2.440	0.029
97	左侧颞下回腹外侧	-55	-60	-6	2.471	0.027
116	右侧海马旁回内嗅皮质	19	-10	-30	-2.976	0.010
128	右侧顶上小叶尾部	19	-69	54	-2.494	0.026
170	右侧岛回腹侧	39	-2	-9	-2.652	0.019

注: t 为正表示治疗后大于治疗前, t 为负表示治疗后小于治疗前



注:图 a 示基于 AAL90 模板;图 b 示基于 BNA246 模板

图 3 观察组治疗前后脑区 ALFF 均值比较图

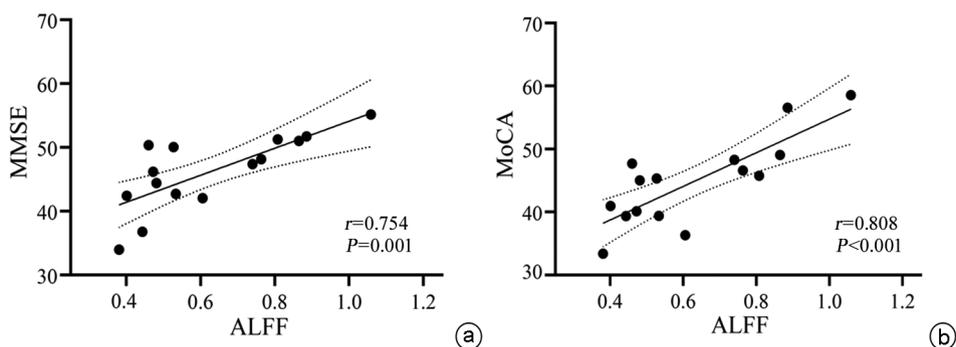


图 4 左侧颞横回 ALFF 均值与临床指标的相关分析图

讨 论

本研究结果显示,经 rTMS 治疗后,观察组患者的认知功能和抑郁评分均明显改善,且治疗后观察组明显优于组内治疗前和对照组,多个与认知和情绪处理密切相关脑区的 ReHo 和 ALFF 值发生改变,且部分脑区 ReHo 和 ALFF 值与认知和抑郁评分存在相关性,表明 rTMS 改善 PSCID 患者认知和抑郁的机制可能与影响局部脑区脑功能活动有关。

有研究^[11]认为,两侧大脑半球通过胼胝体连接的相互作用(即半球间抑制)以维持双侧大脑半球的正常兴奋性。脑卒中后神经功能障碍的机制之一即是这种抑制失衡,表现为受损半球兴奋性下降,健侧半球兴奋性增强,这种抑制失衡模型已成为卒中后康复干预的靶点^[12]。无创脑刺激治疗促进卒中后康复的功能重组的机制之一即是半球间竞争模型^[13]。本研究结果显示,ReHo 和 ALFF 升高的脑区主要位于刺激侧(即左侧大脑半球),而降低的脑区主要位于右侧大脑半球,因此推测,高频 rTMS 刺激左侧 DLPFC 使同侧的脑功能活动增强,而通过半球间抑制降低对侧半球的脑功能活动,从而促进认知功能和抑郁的恢复。

颞叶与社会认知和情绪处理有着重要的关系^[14]。颞下回属于脑默认网络的重要组成部分,与记忆力、执行力等认知功能密切相关^[15]。研究发现,遗忘型轻度

认知障碍患者与健康对照组比较,左侧颞中回和颞下回 ReHo 值降低^[16]。另有研究指出,卒中后抑郁患者左侧颞下回 ReHo 值升高,其功能紊乱可能与卒中后抑郁有关^[17]。这些研究表明,颞下回局部同步性的紊乱可能与 PSCID 患者认知障碍和抑郁情绪有关。本研究中,与对照组比较,观察组患者经 rTMS 刺激后右侧颞下回 ReHo 明显降低,推测右侧颞下回局部同步化降低,可能是 rTMS 刺激左侧大脑半球改善卒中后认知功能和抑郁的一种功能重组机制。

本研究观察组患者治疗后较治疗前呈现多个脑区 ReHo 和 ALFF 升高或降低。这些脑区均与认知和情绪处理功能密切相关,如眶额叶皮质位于前额叶,与前扣带回、丘脑和尾状核等有着广泛的联系,是处理视觉、空间及情感信息的重要中枢^[18];海马旁回、内嗅皮质是脑默认网络的重要节点,与海马、压后皮质和前额叶有紧密的连接,与记忆的编码、存储和提取有关,尤其在情景记忆的编码和提取中发挥着重要作用^[19];扣带回亦是默认网络的重要组成部分,扣带回前膝部与眶额叶皮质、腹内侧前额叶皮质存在密切的联系,是管理认知、情感和行为的的一个重要区域^[20];丘脑是大脑的一个深层结构,传导人体几乎所有的信号通路,其功能异常可能导致包括感觉、认知、执行功能、情绪和觉醒异常等在内的复杂综合征^[21];缘上回位于顶叶和颞叶皮质的边缘,与角回一起形成颞顶叶交界处,后者被

证明与记忆、语言、注意力和社会信息加工有关^[22]。岛叶隐藏在大脑外侧沟的深部,与大脑皮质和皮质下区域的广泛网络紧密相连,被认为在感觉、情感、动机和认知功能中起着关键作用^[23]。本研究中,在上述变化的脑区中,观察组患者的左额叶眶回眶区 ReHo 均值升高与认知评分呈正相关,与抑郁评分呈负相关;左侧颞横回 ALFF 均值升高与认知评分呈正相关,因此,左额叶眶回眶区和左侧颞横回的功能活动有望作为 PSCCID 的影像学标记物,并可能为今后 rTMS 的精准化治疗提供靶点。

综上所述,采用高频 rTMS 刺激左侧 DLPFC 能有效改善卒中患者的认知功能和抑郁情绪,其机制可能为高频 rTMS 使靶部位同侧的与认知和情绪处理相关脑区的脑功能活动增强,同时通过半球间抑制降低对侧半球相关脑区的脑功能活动。但本研究存在诸多局限,例如样本量偏少、缺少健康和空白对照等。既往研究表明,rTMS 联合舍曲林可增加抗抑郁疗效,改善认知功能^[24],故本研究 2 组观察到的疗效不能排除舍曲林的作用,亦可说明在此基础上联合 rTMS 可进一步促进改善 PSCCID 患者的认知和抑郁情绪。因此,有待于后续研究进一步加以完善。

参 考 文 献

- [1] Douven E, Aalten P, Staals J, et al. Co-occurrence of depressive symptoms and executive dysfunction after stroke: associations with brain pathology and prognosis[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2018, 89(8): 859-865. DOI: 10.1136/jnnp-2017-317548.
- [2] Brandt SJ, Oral HY, Arellano-Bravo C, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation as a therapeutic and probe in schizophrenia: examining the role of neuroimaging and future directions[J]. *Neurotherapeutics*, 2021, 18(2): 827-844. DOI: 10.1007/s13311-021-01046-1.
- [3] Liu C, Wang M, Liang X, et al. Efficacy and safety of high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation for poststroke depression: a systematic review and meta-analysis[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2019, 100(10): 1964-1975. DOI: 10.1016/j.apmr.2019.03.012.
- [4] Fisicaro F, Lanza G, Grasso AA, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation in stroke rehabilitation: review of the current evidence and pitfalls[J]. *Ther Adv Neurol Disord*, 2019, 12: 1756286419878317. DOI: 10.1177/1756286419878317.
- [5] 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(2): 474-528. DOI: 10.1016/j.clinph.2019.11.002.
- [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.1006-7876.2019.12.003.
- [7] 张佳楠, 高小夏, 张瑜, 等. MMSE 和 MoCA 测试对颅脑损伤患者行为记忆障碍的预测价值[J]. *重庆医科大学学报*, 2021, 46(11): 1315-1319. DOI: 10.13406/j.cnki.cyx.002916.
- [8] Luckenbaugh DA, Ameli R, Brutsche NE, et al. Rating depression over brief time intervals with the Hamilton Depression Rating Scale: stan-

- dard vs. abbreviated scales[J]. *J Psychiatr Res*, 2015, 61: 40-45. DOI: 10.1016/j.jpsychires.2014.12.015.
- [9] Li L, Song M, Zhang C, et al. Hemangiopericytomas: spatial intracranial location in a voxel-based mapping study[J]. *J Neuroimaging*, 2020, 30(3): 370-377. DOI: 10.1111/jon.12701.
- [10] Fan L, Li H, Zhuo J, et al. The human brainnetome atlas: a new brain atlas based on connectonal architecture[J]. *Cereb Cortex*, 2016, 26(8): 3508-3526. DOI: 10.1093/cercor/bhw157.
- [11] Gueugneau N, Bove M, Ballay Y, et al. Interhemispheric inhibition is dynamically regulated during action observation[J]. *Cortex*, 2016, 78: 138-149. DOI: 10.1016/j.cortex.2016.03.003.
- [12] Xu J, Branscheidt M, Schambra H, et al. Rethinking interhemispheric imbalance as a target for stroke neurorehabilitation[J]. *Ann Neurol*, 2019, 85(4): 502-513. DOI: 10.1002/ana.25452.
- [13] Boddington LJ, Reynolds JNJ. Targeting interhemispheric inhibition with neuromodulation to enhance stroke rehabilitation[J]. *Brain Stimul*, 2017, 10(2): 214-222. DOI: 10.1016/j.brs.2017.01.006.
- [14] Rodríguez-Cruces R, Bernhardt BC, Concha L. Multidimensional associations between cognition and connectome organization in temporal lobe epilepsy[J]. *Neuroimage*, 2020, 213: 116706. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2020.116706.
- [15] 高莎, 侯键. 基于静息态 fMRI 探讨“三才益智灸”干预轻度认知功能障碍患者的脑效应研究[J]. *中国中西医结合影像学杂志*, 2021, 19(6): 516-518. DOI: 10.3969/j.issn.1672-0512.2021.06.003.
- [16] Min J, Zhou XX, Zhou F, et al. A study on changes of the resting-state brain function network in patients with amnesic mild cognitive impairment[J]. *Braz J Med Biol Res*, 2019, 52(5): e8244. DOI: 10.1590/1414-431X20198244.
- [17] 贾楠. 基于静息态功能磁共振成像探讨卒中后抑郁患者脑功能改变[D]. 长春: 吉林大学, 2021: 40-41. DOI: 10.27162/d.cnki.gjlin.2021.001652.
- [18] Burks JD, Conner AK, Bonney PA, et al. Anatomy and white matter connections of the orbitofrontal gyrus[J]. *J Neurosurg*, 2018, 128(6): 1865-1872. DOI: 10.1016/j.wneu.2021.03.045.
- [19] Zhang Z, Liu Y, Jiang T, et al. Altered spontaneous activity in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment revealed by Regional Homogeneity[J]. *Neuroimage*, 2012, 59(2): 1429-1440. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2011.08.049.
- [20] Rolls ET, Deco G, Huang CC, et al. The human orbitofrontal cortex, vmPFC, and anterior cingulate cortex effective connectome: emotion, memory, and action[J]. *Cereb Cortex*, 2022, 33(2): 330-356. DOI: 10.1093/cercor/bhac070.
- [21] Bordes S, Werner C, Mathkour M, et al. Arterial supply of the thalamus: a comprehensive review[J]. *World Neurosurg*, 2020, 137: 310-318. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.01.237.
- [22] Egorova N, Cumming T, Shirbin C, et al. Lower cognitive control network connectivity in stroke participants with depressive features[J]. *Transl Psychiatry*, 2018, 7(11): 4-8. DOI: 10.1038/s41398-017-0038-x.
- [23] Uddin LQ, Nomi JS, Hébert-Seropian B, et al. Structure and Function of the Human Insula[J]. *J Clin Neurophysiol*, 2017, 34(4): 300-306. DOI: 10.1097/WNP.0000000000000377.
- [24] Chen H, Hu X, Gao J, et al. Early effects of repetitive transcranial magnetic stimulation combined with sertraline in adolescents with first-episode major depressive disorder[J]. *Front Psychiatry*, 2022, 13: 853961. DOI: 10.3389/fpsy.2022.853961.

(修回日期: 2023-08-26)

(本文编辑: 汪 玲)