

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2026.14.002

文章编号: 1005-8982 (2026) 14-0007-06

精神疾病·论著

重复经颅磁刺激干预对抑郁症患者海马结构及情绪调控能力的影响分析*

朱琦¹, 李松涛¹, 沈妃¹, 丁卓颖², 盖琼¹

(绍兴市第七人民医院 1.精神科, 2.急诊科, 浙江 绍兴 312000)

摘要: 目的 探讨重复经颅磁刺激(rTMS)干预对抑郁症患者海马结构改变及情绪调控能力的影响。**方法** 选取2024年1月—2025年6月绍兴市第七人民医院收治的98例抑郁症患者作为研究对象,采用随机数字表法分为对照组(给予常规抗抑郁药物治疗)和观察组(在对照组基础上联合rTMS),各49例。比较两组患者的临床疗效、症状评分、血流灌注指标、情绪调控能力、海马体积及不良反应发生情况。**结果** 观察组总有效率高于对照组($P < 0.05$)。观察组治疗后汉密尔顿抑郁量表(HAMD-17)评分、平均通过时间(MTT)、表达抑制评分均低于对照组($P < 0.05$)。治疗后脑血流量(CBF)、脑血容量(CBV)、认知重评评分、左侧海马体积、右侧海马体积及双侧海马体积均大于对照组($P < 0.05$)。观察组治疗前后HAMD-17评分、CBF、CBV、MTT、认知重评评分、表达抑制评分、左侧海马体积、右侧海马体积及双侧海马体积的差值均大于对照组($P < 0.05$)。观察组与对照组不良反应总发生率比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** 在常规抗抑郁治疗基础上联合rTMS干预可进一步改善抑郁症患者的抑郁症状和情绪调控能力,促进海马结构可塑性,且安全性良好,具有较高的临床应用价值。

关键词: 抑郁症; 重复经颅磁刺激; 海马结构; 情绪调控能力; 磁共振成像

中图分类号: R749.4

文献标识码: A

Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on hippocampal structure and emotion regulation ability in patients with depression*

Zhu Qi¹, Li Song-tao¹, Shen Fei¹, Ding Zhuo-ying², Gai Qiong¹

(1. Department of Psychiatry, 2. Emergency Department, Shaoxing Seventh People's Hospital, Shaoxing, Zhejiang 312000, China)

Abstract: Objective To investigate the effects of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) on hippocampal structural alterations and emotion regulation ability in patients with depression. **Methods** Between January 2024 and June 2025, 98 patients with depression in our hospital were enrolled and randomly assigned to a control group ($n = 49$), which received conventional antidepressant therapy, or an observation group ($n = 49$), which received rTMS in addition to conventional treatment. Clinical efficacy, symptom severity, cerebral perfusion parameters, emotion regulation ability, hippocampal volume, and adverse reactions were compared between the two groups. **Results** The overall effective rate was higher in the observation group than in the control group ($P < 0.05$). After treatment, the Hamilton Depression Rating Scale-17 items (HAMD-17) score was significantly lower in the observation group than in the control group ($P < 0.05$). The change in HAMD-17 score from baseline to post-treatment was significantly greater in the observation group than in the control group ($P < 0.05$). The changes in

收稿日期: 2026-01-28

* 基金项目: 浙江省医药卫生科技计划项目(2024KY1735); 绍兴市卫生健康计划项目(2022KY057)

[通信作者] 盖琼, E-mail: kittengq1214@163.com

CBF, CBV, and MTT from baseline were also significantly greater in the observation group than in the control group ($P < 0.05$). After treatment, the cognitive reappraisal score was significantly higher and the expressive suppression score was significantly lower in the observation group than in the control group ($P < 0.05$). The changes in both scores from baseline were significantly greater in the observation group than in the control group ($P < 0.05$). After treatment, left, right, and bilateral hippocampal volumes were significantly higher in the observation group than in the control group ($P < 0.05$). The increases in hippocampal volumes from baseline were also significantly greater in the observation group than in the control group ($P < 0.05$). The overall incidence of adverse events showed no significant difference between the two groups ($P > 0.05$). **Conclusion** The addition of TMS to standard antidepressant therapy improves depressive symptoms and emotion regulation ability, enhances hippocampal structural plasticity, and is safe, supporting its clinical applicability.

Keywords: depression; repetitive transcranial magnetic stimulation; hippocampal structure; emotion regulation ability; magnetic resonance imaging

抑郁症是一种以持续性情绪低落、兴趣减退及认知功能受损为主要特征的常见精神障碍性疾病，已成为严重影响个体社会功能与生活质量的重要公共卫生问题^[1]。近年来，随着社会节奏加快及心理社会应激因素增多，其发病率呈逐年上升趋势。研究表明，抑郁症的发生、发展与神经递质失衡、神经可塑性受损及脑结构异常密切相关，其中海马作为参与情绪调控、应激反应和记忆加工的重要脑区，其体积缩小与功能改变被认为是抑郁症的关键神经影像学特征之一^[2]。重复经颅磁刺激（repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS）是一种无创性神经调控技术，可通过调节大脑皮质兴奋性及相关神经网络活动，促进神经可塑性恢复，从而改善抑郁症状^[3]。已有研究提示，rTMS 不仅可缓解情绪低落和焦虑症状，还可能对海马结构产生潜在的重塑作用^[4]。然而，关于 rTMS 对抑郁症患者海马结构及情绪调控能力影响的系统性研究仍较有限。本研究旨在评估 rTMS 干预对抑郁症患者海马结构参数及情绪调控能力的影响，并进一步探讨其可能的神经生物学机制。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2024 年 1 月—2025 年 6 月绍兴市第七人民医院收治的 98 例抑郁症患者作为研究对象，采用随机数字表法分为观察组和对照组，各 49 例。纳入标准：①首次确诊为抑郁症并符合相关诊断标准^[5]；②汉密尔顿抑郁量表-17（Hamilton depression rating scale-17 items, HAMD-17）评分 ≥ 17 分^[6]；③年

龄 18~60 岁，受教育年限 ≥ 6 年；④右利手，具备完成量表评估及磁共振检查的能力；⑤临床资料完整，并签署知情同意书。排除标准：①合并双相情感障碍、精神分裂症或其他重性精神疾病；②既往接受过 rTMS、电休克治疗或其他神经调控治疗；③合并严重神经系统疾病、颅脑外伤史或脑器质性病变；④存在磁共振检查禁忌证或对 rTMS 不耐受；⑤妊娠或哺乳期女性；⑥无法配合治疗及随访评估。观察组与对照组性别构成、年龄和病程比较，经 χ^2/t 检验，差异均无统计学意义（ $P > 0.05$ ）（见表 1），具有可比性。本研究经医院伦理委员会审核批准（2023-010-01）。

表 1 两组患者一般资料比较（ $n=49$ ）

组别	男/女/例	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	病程/(月, $\bar{x} \pm s$)
观察组	23/26	36.82 $\pm$ 9.14	9.46 $\pm$ 3.18
对照组	21/28	37.15 $\pm$ 8.97	9.62 $\pm$ 3.05
χ^2/t 值	0.041	0.180	0.254
P 值	0.839	0.857	0.800

1.2 方法

对照组给予常规抗抑郁药物治疗。患者口服艾司西酞普兰草酸盐片（山东京卫制药有限公司，国药准字 H20080599，规格：5 mg），起始剂量 10 mg/次，1 次/d，早餐后服用，根据患者耐受情况及临床疗效于第 2 周调整至 20 mg/次，1 次/d，维持治疗剂量至疗程结束。

观察组在对照组基础上联合 rTMS 治疗。采用经颅磁刺激仪及“8”字形线圈，对左侧背外侧前额叶皮质进行刺激，以国际 10-20 脑电系统 F3 点为定位参考。治疗前检测背侧大肌静息运动阈值，其定

义为在 10 次刺激中至少 5 次能诱发峰-峰值 $\geq 50 \mu\text{V}$ 运动诱发电位的最小强度。刺激参数设定为:频率 10 Hz,强度为 100% RMT,每串 50 个脉冲,串间隔 10 s,单次总脉冲数 3 000 个,治疗时间约 20 min。患者治疗 1 次/d,5 次/周,连续 4 周,共完成 20 次治疗。观察组于入组后前 4 周接受 rTMS 治疗,同时两组均完成 3 个月药物治疗。辅助治疗中,两组患者均接受常规心理健康宣教与生活方式指导,包括保持规律作息、适度运动、避免不良应激刺激、戒烟限酒及维持良好社会支持环境。

1.3 观察指标

1.3.1 临床疗效 参照 HAMD-17 评分变化率对临床疗效进行分级评价。当减分率 $\geq 75\%$ 时定义为痊愈;减分率为 50%~ $<75\%$ 时定义为显效;减分率为 25%~ $<50\%$ 时定义为有效;减分率 $<25\%$ 时定义为无效。总有效率=(痊愈+显效+有效)例数/总例数 $\times 100\%$ ^[7]。

1.3.2 临床症状 患者治疗前后采用 HAMD-17 评分评估临床症状。HAMD-17 评分由 17 个评定条目构成,用于从情绪状态、睡眠情况、焦虑水平、兴趣与动力变化及相关躯体症状等方面综合评估抑郁症状的严重程度。各条目依据症状表现分级计分,总分 0~52 分,分值越高提示抑郁症状越明显,反映患者抑郁负担及病情严重程度越高。

1.3.3 血流灌注指标 患者治疗前后均采用 3.0T MRI 动脉自旋标记检查,在静脉快速灌注对比剂后获取动态灌注序列数据,然后通过工作站内置的灌注分析软件,按照指示剂稀释原理来进行后处理。自动生成脑血流量(cerebral blood flow, CBF)、脑血容量(cerebral blood volume, CBV)、平均通过时间(mean transit time, MTT)定量参数图。于标准层面勾画感兴趣区,避开大血管及坏死区,分别测量对应参数值,并取双侧或多次测量的平均值作为最终分析结果。

1.3.4 情绪调控能力 患者治疗前后采用情绪调节问卷(emotion regulation questionnaire, ERQ)^[8]评估情绪调控能力。ERQ 包含 10 个项目,主要评估个体在情绪管理过程中所采用的典型策略,涵盖认知重评与表达抑制 2 个维度。各条目采用 Likert 7 级评分方式,量表总分 10~70 分,其中认知重评评分升高提示更倾向于以积极方式调整情绪,而表达抑制评分

较高则反映对情绪外显表达的控制程度较强。

1.3.5 海马体积 患者治疗前后采用 3.0T 磁共振成像系统(德国西门子医疗系统有限公司, MAGNETOM Prisma 3.0T 型)行颅脑结构像扫描,获取高分辨率三维 T1 加权序列数据。将原始影像传输至工作站,利用 syngo.via 处理软件(德国西门子医疗系统有限公司)对双侧海马进行半自动或人工勾画分割,依据解剖边界逐层勾画感兴趣区,自动计算左侧、右侧及双侧海马总体积。所有测量由 2 名经培训的影像科医师在双盲条件下独立完成,取其平均值作为最终结果,用于后续统计分析。

1.3.6 不良反应 统计并比较两组患者不良反应发生情况,包括恶心、呕吐、瘙痒、寒战,并计算不良反应总发生率。

1.4 统计学方法

数据分析采用 SPSS 27.0 统计软件。计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,比较用 t 检验;计数资料以构成比或率(%)表示,比较用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组临床疗效比较

两组总有效率比较,经 χ^2 检验,差异有统计学意义($\chi^2=4.356$, $P=0.037$);观察组总有效率高于对照组。见表 2。

表 2 两组临床疗效比较 ($n=49$)

组别	治愈/例	显效/例	有效/例	无效/例	总有效率/%
观察组	25	11	8	5	89.80
对照组	17	14	5	13	73.47

2.2 两组治疗前后临床症状的变化

两组治疗前 HAMD-17 评分比较,经 t 检验,差异无统计学意义($P > 0.05$)。两组治疗后 HAMD-17 评分比较,经 t 检验,差异有统计学意义($P < 0.05$);观察组治疗后 HAMD-17 评分低于对照组。两组治疗前后 HAMD-17 评分的差值比较,经 t 检验,差异有统计学意义($P < 0.05$);观察组治疗前后 HAMD-17 评分的差值大于对照组。见表 3。

2.3 两组治疗前后血流灌注指标的变化

两组治疗前 CBF、CBV 及 MTT 比较,经 t 检

验，差异均无统计学意义（ $P>0.05$ ）。两组治疗后 CBF、CBV 及 MTT 比较，经 t 检验，差异均有统计学意义（ $P<0.05$ ）；观察组治疗后 CBF、CBV 均高于对照组，MTT 低于对照组。两组治疗前后 CBF、CBV 及 MTT 的差值比较，经 t 检验，差异均有统计学意义（ $P<0.05$ ）；观察组治疗前后 CBF、CBV 及 MTT 的差值均大于对照组。见表 4。

2.4 两组治疗前后情绪调控能力的变化

两组治疗前 ERQ 评分中认知重评、表达抑制评分比较，经 t 检验，差异均无统计学意义（ $P>0.05$ ）。两组治疗后认知重评、表达抑制评分比较，经 t 检验，差异均有统计学意义（ $P<0.05$ ）；观察

表 3 两组治疗前后 HAMD-17 评分比较
($n=49$, 分, $\bar{x} \pm s$)

组别	治疗前	治疗后	差值
观察组	26.48 ± 3.17	8.92 ± 2.85	17.56 ± 4.83
对照组	26.31 ± 3.24	13.76 ± 3.12	12.55 ± 4.21
t 值	0.263	8.018	5.498
P 值	0.794	0.000	0.000

组治疗后认知重评评分高于对照组，表达抑制评分低于对照组。两组治疗前后认知重评及表达抑制评分的差值比较，经 t 检验，差异均有统计学意义（ $P<0.05$ ）；观察组治疗前后认知重评、表达抑制评分的差值均大于对照组。见表 5。

表 4 两组治疗前后血流灌注指标比较 ($n=49$, $\bar{x} \pm s$)

组别	CBF/[mL/(100g·min)]			CBV/(mL/100 g)			MTT/s		
	治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值
观察组	16.57 ± 4.13	23.84 ± 2.08	7.27 ± 1.94	1.62 ± 0.46	2.28 ± 0.39	0.66 ± 0.18	9.24 ± 0.73	6.51 ± 0.66	2.73 ± 0.74
对照组	16.65 ± 4.02	19.06 ± 2.11	2.41 ± 1.26	1.60 ± 0.44	1.92 ± 0.35	0.32 ± 0.11	9.27 ± 0.71	7.62 ± 0.68	1.65 ± 0.52
t 值	0.097	11.293	14.862	0.220	4.809	11.237	0.206	8.199	9.184
P 值	0.923	0.000	0.000	0.826	0.000	0.000	0.837	0.000	0.000

表 5 两组治疗前后 ERQ 评分比较 ($n=49$, 分, $\bar{x} \pm s$)

组别	认知重评评分			表达抑制评分		
	治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值
观察组	22.48 ± 3.17	31.62 ± 3.28	9.14 ± 2.41	19.54 ± 2.96	13.28 ± 2.74	6.26 ± 1.82
对照组	22.36 ± 3.24	26.14 ± 3.31	3.78 ± 1.53	19.61 ± 3.02	16.85 ± 2.91	2.76 ± 1.21
t 值	0.187	8.286	13.452	0.117	6.278	11.036
P 值	0.852	0.000	0.000	0.907	0.000	0.000

2.5 两组治疗前后海马体积的变化

两组治疗前左侧海马体积、右侧海马体积及双侧海马体积比较，经 t 检验，差异均无统计学意义（ $P>0.05$ ）。两组治疗后左侧海马体积、右侧海马体积及双侧海马体积比较，经 t 检验，差异均有统计学意义（ $P<0.05$ ）；观察组治疗后左侧海马体

积、右侧海马体积及双侧海马体积均大于对照组。两组治疗前后左侧海马体积、右侧海马体积及双侧海马体积的差值比较，经 t 检验，差异均有统计学意义（ $P<0.05$ ）；观察组治疗前后左侧海马体积、右侧海马体积及双侧海马体积的差值均大于对照组。见表 6。

表 6 两组治疗前后海马体积比较 ($n=49$, cm^3 , $\bar{x} \pm s$)

组别	左侧海马体积			右侧海马体积			双侧海马体积		
	治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值
观察组	3.30 ± 0.23	3.46 ± 0.22	0.16 ± 0.05	3.37 ± 0.24	3.51 ± 0.23	0.14 ± 0.04	6.67 ± 0.43	6.98 ± 0.40	0.31 ± 0.09
对照组	3.31 ± 0.22	3.31 ± 0.23	0.00 ± 0.03	3.36 ± 0.23	3.36 ± 0.24	0.00 ± 0.03	6.65 ± 0.42	6.67 ± 0.42	0.02 ± 0.05
t 值	0.221	3.314	11.482	0.207	3.166	10.936	0.235	3.843	14.027
P 值	0.826	0.001	0.000	0.837	0.002	0.000	0.815	0.000	0.000

2.6 两组不良反应比较

观察组与对照组不良反应总发生率比较, 经 χ^2 检验, 差异无统计学意义 ($\chi^2 = 0.333$, $P = 0.564$)。见表 7。

表 7 两组不良反应发生率比较 [n=49, 例(%)]

组别	恶心	呕吐	瘙痒	寒战	总计
观察组	3(6.12)	2(4.08)	1(2.04)	6(12.24)	12(24.49)
对照组	3(6.12)	3(6.12)	2(4.08)	8(16.33)	16(32.65)

3 讨论

抑郁症是以持续性情绪低落、快感缺失及认知功能受损为主要特征的常见精神障碍, 具有起病隐匿、病程迁延及易复发等特点, 严重影响患者社会功能与生活质量^[9]。抑郁症发生、发展与神经递质失衡、神经可塑性受损及情绪调控网络功能异常密切相关, 尤以海马结构与功能改变最为突出^[10]。Chu 等^[11]在抑郁症患者的 MRI 研究中发现海马尾部灰质体积减小, 提示海马结构改变与临床表型存在关联。当前以抗抑郁药物为核心的治疗方案虽可在一定程度上缓解情绪症状, 但部分患者仍存在起效缓慢、残余症状明显及认知功能恢复不充分等问题。rTMS 作为一种无创性神经调控技术, 可通过调节前额叶-边缘系统神经环路兴奋性, 改善情绪加工与认知控制功能, 已被证实对难治性抑郁症有确切疗效^[12]。Wang 等^[13]基于结构 MRI 观察到 rTMS 治疗后与症状改善相关的灰质体积改变, 提示其可诱导结构可塑性重塑。此外, Ge 等^[14]报道急性 rTMS 可引发可检测的神经可塑性反应, 并与疗效预测相关, 进一步支持其“网络级”调控机制。然而, 目前关于 rTMS 干预对抑郁症患者海马结构重塑效应及与情绪调控能力改善之间关系的系统研究仍较有限。本研究探讨 rTMS 联合常规抗抑郁治疗对抑郁症患者海马结构及情绪调控能力的影响, 以期为其神经生物学机制及临床应用价值提供更为可靠的依据。

观察组在临床疗效、抑郁症状缓解及情绪调控能力改善方面均优于对照组, 其内在机制可能与 rTMS 对前额叶-边缘系统神经环路的综合调节作用密切相关。Fitzsimmons 等^[15]指出, rTMS 可在突触、网络连接及结构层面诱发可测的神经可塑性变化, 为症状与认知情绪功能同步改善提供生物

学基础。在此基础上, 前额叶皮质功能的恢复能够提升个体对情绪的认知控制能力, 患者会更倾向于使用认知重评这类适应性情绪调节策略, 同时降低表达抑制等非适应性策略的使用频率, 进而优化情绪调控模式^[16]。Duprat 等^[17]进一步显示, 基于静息态功能连接的刺激定位可有效调制抑郁相关的膝下前扣带回皮层反应, 提示 rTMS 可能通过影响前额叶-扣带-海马/杏仁核通路实现环路层面的干预效应。情绪调节方式由“抑制型”向“重评型”转变, 可进一步降低负性情绪的主观体验强度与持续时间, 形成症状改善与情绪调控能力提升之间的正向反馈回路^[18-19]。上述多层面的协同效应最终表现为抑郁症状缓解更充分、情绪调节能力恢复更理想, 从而提升整体临床疗效水平。

观察组在脑灌注参数与海马结构指标方面优于对照组, 且未增加不良反应发生风险, 其内在机制可能与 rTMS 诱导的神经血管耦联增强及结构可塑性重塑作用密切相关。Dormegnny-jeanjean 等^[20]研究表明个体化 rTMS 可对抑郁相关脑区灌注产生特异性调制, 提示其可通过影响负性情绪系统活动而带来脑功能层面的再平衡。另一方面, 抑郁症本身存在可重复的脑血流异常模式^[21], Wang 等^[22]基于动脉自旋标记的病例-对照荟萃分析提示, 多脑区 CBF 改变与疾病表型有相关性, 为“改善灌注以支持功能恢复”的解释提供了基础。灌注改善可提高局部供氧与代谢效率, 为突触重建、树突分支与神经发生相关过程提供能量与营养支持, 从而更有利于海马可塑性恢复^[23]; 与此一致, Torres 等^[24]研究发现, rTMS 方案可伴随海马体积增加及认知改善的相关变化, 支持其对边缘系统结构重塑的潜在作用。上述“功能改善-灌注增强-结构重塑”的级联效应, 为抑郁症相关脑区的可逆性改变提供了影像学依据。在安全性方面, rTMS 为非侵入性调控技术, 规范参数下不良反应以短暂、轻度不适为主, Morriss 等^[25]多中心随机研究亦提示 MRI-导航 rTMS 总体安全性良好、严重不良事件较少, 从而解释了在获得影像学获益的同时不良反应风险未明显上升。

综上所述, 本研究基于随机对照设计, 联合影像学量表评估, 结果显示 rTMS 在改善抑郁症患者症状、情绪调控能力及促进海马结构可塑性

方面显示出一致性优势,具有一定的临床推广性。但受限于单中心研究、样本量相对有限及随访时间较短,尚难评估其远期疗效与复发预防价值。未来研究可开展多中心、大样本、长期随访的前瞻性研究,并结合功能磁共振及生物标志物,进一步阐明其神经生物学机制。

参考文献:

- [1] 刘希凌,张燕红,高颖,等.基于PAPM的认知行为干预对抑郁症患者负性情绪与心理灵活性的影响[J].国际精神病学杂志, 2025, 52(2): 471-474.
- [2] 鲍爽,武沛增,何飞,等.基于海马MRI影像组学的重度抑郁症疗效预测研究[J].中国CT和MRI杂志, 2025, 23(9): 13-15.
- [3] 张晓雨,乔丹,李改智,等.经颅磁刺激治疗抑郁症不同症状群的研究进展[J].中华精神科杂志, 2025, 58(1): 59-68.
- [4] 王思睿,孔盖,李惠,等.经颅磁刺激治疗对抑郁症患者杏仁核及海马亚区体积的影响[J].上海交通大学学报(医学版), 2025, 45(4): 434-442.
- [5] American Psychiatric Association. 精神障碍诊断与统计手册(第5版)[M]. 张道龙,等译.北京:北京大学出版社, 2015: 155-188.
- [6] Hamilton M. A rating scale for depression[J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 1960, 23(1): 56-62.
- [7] Valverde N, Mollejo E, Legarra L, et al. Psychodynamic psychotherapy for postpartum depression: a systematic review[J]. Matern Child Health J, 2023, 27(7): 1156-1164.
- [8] 王力,柳恒超,李中权,等.情绪调节问卷中文版的信效度研究[J].中国健康心理学杂志, 2007, 15(6): 503-505.
- [9] Cui L L, Li S, Wang S M, et al. Major depressive disorder: hypothesis, mechanism, prevention and treatment[J]. Signal Transduct Target Ther, 2024, 9: 30.
- [10] Lynch C J, Elbau I G, Ng T, et al. Frontostriatal salience network expansion in individuals in depression[J]. Nature, 2024, 633(8030): 624-633.
- [11] Chu Z S, Yuan L J, Lian K, et al. Reduced gray matter volume of the hippocampal tail in melancholic depression: evidence from an MRI study[J]. BMC Psychiatry, 2024, 24(1): 183.
- [12] Qiu X F, He Z H, Cao X Y, et al. Transcranial magnetic stimulation and transcranial direct current stimulation affect explicit but not implicit emotion regulation: a meta-analysis[J]. Behav Brain Funct, 2023, 19(1): 15.
- [13] Wang Z H, Zhang D N, Guan M Z, et al. Increased thalamic gray matter volume induced by repetitive transcranial magnetic stimulation treatment in patients with major depressive disorder[J]. Front Psychiatry, 2023, 14: 1163067.
- [14] Ge R Y, Humaira A, Gregory E, et al. Predictive value of acute neuroplastic response to rTMS in treatment outcome in depression: a concurrent TMS-fMRI trial[J]. Am J Psychiatry, 2022, 179(7): 500-508.
- [15] Fitzsimmons S M D D, Oostra E, Postma T S, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation - induced neuroplasticity and the treatment of psychiatric disorders: state of the evidence and future opportunities[J]. Biol Psychiatry, 2024, 95(6): 592-600.
- [16] Patel M, Teferi M, Gura H, et al. Interleaved TMS/fMRI shows that threat decreases dlPFC-mediated top-down regulation of emotion processing[J]. NPP Digit Psychiatry Neurosci, 2024, 2(1): 6.
- [17] Duprat R J, Linn K A, Satterthwaite T D, et al. Resting fMRI-guided TMS evokes subgenual anterior cingulate response in depression[J]. NeuroImage, 2025, 305: 120963.
- [18] 刘思岐,朱婉,曹建琴,等.抑郁症患者压力知觉对抑郁情绪的影响:适应性认知情绪调节策略和心理灵活性的链式中介作用[J].神经疾病与精神卫生, 2025, 25(4): 276-282.
- [19] 李亚琴,袁加锦.自动化情绪调节对抑郁症状的干预及作用机制[J].心理科学, 2025, 48(6): 1516-1526.
- [20] Dormegny-Jeanjean L C, de Crespín de Billy C, Pierrat C, et al. Individualizing rTMS in treatment-resistant depression from patient-specific perfusion abnormalities a proof-of-concept randomized trial in comparison to standard rTMS and tDCS[J]. Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci, 2025, 275(6): 1809-1825.
- [21] 唐红梅,汪星宇,谭欢,等.青少年抑郁症脑血流改变与临床特征评分的相关性[J].放射学实践, 2023, 38(4): 401-405.
- [22] Wang Y M, Yang Z Y. Aberrant pattern of cerebral blood flow in patients with major depressive disorder: a meta-analysis of arterial spin labelling studies[J]. Psychiatry Res Neuroimaging, 2022, 321: 111458.
- [23] 孙晨曦,刘天赐,尹常青,等.磁共振三维伪连续动脉自旋标记技术分析初诊早发型抑郁症患者脑血流灌注[J].解剖学报, 2024, 55(4): 493-500.
- [24] Torres I J, Ge R Y, Megirr A, et al. Effects of intermittent Theta-burst transcranial magnetic stimulation on cognition and hippocampal volumes in bipolar depression[J]. Dialogues Clin Neurosci, 2023, 25(1): 24-32.
- [25] Morris R, Briley P M, Webster L, et al. Connectivity-guided intermittent Theta burst versus repetitive transcranial magnetic stimulation for treatment-resistant depression: a randomized controlled trial[J]. Nat Med, 2024, 30(2): 403-413.

(李科 编辑)

本文引用格式: 朱琦,李松涛,沈妃,等.重复经颅磁刺激干预对抑郁症患者海马结构及情绪调控能力的影响分析[J].中国现代医学杂志, 2026, 36(14): 7-12.

Cite this article as: Zhu Q, Li S T, Shen F, et al. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on hippocampal structure and emotion regulation ability in patients with depression[J]. China Journal of Modern Medicine, 2026, 36(14): 7-12.