

重复经颅磁刺激治疗青少年抑郁的临床疗效及脑电生理特征研究

曾庆阳, 崔梅, 黄永红

西昌市第二人民医院, 四川西昌

DOI:10.62836/medicine.v3i1.1036

摘要: 目的: 评估重复经颅磁刺激 (rTMS) 联合氟西汀治疗青少年抑郁症的临床疗效, 并观察其对患者脑电图 (EEG) 特征的影响。方法: 将80例青少年抑郁患者随机分为对照组 (氟西汀治疗) 和观察组 (氟西汀联合rTMS治疗), 疗程4周。对比两组治疗后的汉密尔顿抑郁量表 (HAMD-17) 评分及治疗前后静息态脑电图的核心特征变化。结果: 观察组治疗总有效率 (92.50%) 显著高于对照组 (75.00%) ($P<0.05$)。脑电图分析显示, 治疗后两组患者 α 波不对称性均有改善, 但观察组改善更显著: 存在显著 α 波不对称的患者比例从94.4%降至50.0%, 优于对照组 (88.9%降至66.7%), 组间差异显著 ($P<0.05$)。同时, 观察组表现为“F4>F3”前额叶不对称模式的患者比例也显著降低 (从41.7%降至19.4%)。结论: rTMS联合氟西汀能更有效地缓解青少年抑郁症状, 其疗效可能与更显著地改善大脑电活动对称性、纠正前额叶异常脑电模式有关。

关键词: 青少年抑郁症; 重复经颅磁刺激; 脑电图; α 节律; 不对称性; 临床疗效

Clinical Efficacy and EEG Physiological Characteristics of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation in Treating Adolescent Depression

Qingyang Zeng, Mei Cui, Yonghong Huang

Xichang Second People's Hospital, Xichang, Sichuan

Abstract: Objective: To evaluate the clinical efficacy of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) combined with fluoxetine in treating adolescent depression and observe its impact on patients' electroencephalogram (EEG) characteristics. Methods: Eighty adolescents with depression were randomly divided into a control group (fluoxetine treatment) and an observation group (fluoxetine combined with rTMS treatment), with a treatment course of 4 weeks. The Hamilton Depression Scale (HAMD-17) scores and core EEG characteristics at rest before and after treatment were compared between the two groups. Results: The overall effective rate in the observation group (92.50%) was significantly higher than that in the control group (75.00%) ($P<0.05$). EEG analysis showed that both groups exhibited improved α -wave asymmetry post-treatment, but the observation group demonstrated more significant improvement: the proportion of patients with significant α -wave asymmetry decreased from 94.4%

*基金项目: 凉山州科技计划项目 (24YYYYJ0187)。

to 50.0%, outperforming the control group (from 88.9% to 66.7%), with a significant intergroup difference ($P < 0.05$). Additionally, the proportion of patients in the observation group exhibiting the “F4>F3” frontal lobe asymmetry pattern significantly decreased (from 41.7% to 19.4%). Conclusion: rTMS combined with fluoxetine can more effectively alleviate symptoms of adolescent depression, and its efficacy may be related to more significant improvement in the symmetry of brain electrical activity and correction of abnormal frontal lobe EEG patterns.

Keywords: Adolescent depression; repetitive transcranial magnetic stimulation; electroencephalogram; alpha rhythm; asymmetry; clinical efficacy

1 引言

青少年抑郁症发病率持续上升，对身心健康构成严重威胁[1]。选择性5-羟色胺再摄取抑制剂（SSRIs）如氟西汀是一线治疗药物，但存在起效延迟、部分患者应答不佳等问题[2]。重复经颅磁刺激（rTMS）是一种无创的神经调控技术，通过调节大脑皮层兴奋性治疗抑郁症，在成人中证据充分，近年来也逐步应用于青少年群体[3]。然而，rTMS对青少年抑郁患者大脑电生理活动的具体影响模式仍需进一步阐明[4]。脑电图（EEG）能够直观反映皮层神经元活动，其中 α 节律的频率、对称性等特征是评估脑功能状态的重要指标[5]。本研究旨在通过随机对照设计，比较rTMS联合氟西汀与单用氟西汀的疗效，并系统分析治疗前后脑电图特征的变化，以探讨rTMS可能的神经生理作用机制。

2 资料与方法

2.1 研究对象

选取2025年3月至12月我院就诊的80例青少年抑郁患者。入组标准：①年龄14-18岁；②符合《精神障碍诊断与统计手册（第5版）》重度抑郁发作诊断标准；③汉密尔顿抑郁量表17项版（HAMD-17）基线评分 ≥ 17 分。排除标准：伴有严重躯体疾病、其他重大精神障碍、物质滥用及rTMS治疗禁忌症。采用随机数字表法分为对照组

与观察组，各40例。两组在性别、年龄、病程等基线资料上无统计学差异（ $P > 0.05$ ），具有可比性。本研究经医院伦理委员会审批，患者及监护人均知情同意。

2.2 治疗方法

2.2.1 对照组

予以盐酸氟西汀口服治疗。起始剂量20mg/日，根据耐受性与疗效在2周内调整，最大剂量不超过40mg/日，总疗程4周。

2.2.2 观察组

在对照组相同药物治疗基础上，联合左侧背外侧前额叶（DLPFC）高频rTMS治疗。采用YRD CCY-1型经颅磁刺激仪及“8”字形线圈。刺激靶点定位于国际10-20系统F3电极点对应区域。治疗参数：频率5Hz，强度为100%静息运动阈值，每序列5秒，序列间休55秒，每日总脉冲数2000个。每周治疗5天，周末休息，持续4周，共20次。

2.3 观察指标

2.3.1 临床疗效

于治疗前及治疗4周末，由不知分组的研究人员采用HAMD-17进行评估。疗效判定：显效（减分率 $\geq 75\%$ ）、有效（减分率 $\geq 50\%$ ）、无效（减分率 $< 50\%$ ）。总有效率=（显效例数+有效例数）/总例

数 $\times 100\%$ 。

2.3.2 脑电图检查与特征提取

治疗前后，使用NT9200-32V型脑电图仪采集静息闭眼状态脑电信号，严格按国际10-20系统放置电极。由两名高年资脑电图医师盲法分析记录，并提取以下核心量化特征：① α 节律频率（Hz）；② α 波整体不对称性（根据报告描述及明确差值 $\geq 10\%$ 判定为“存在显著不对称”）；③前额叶 α 波功率不对称模式（分为“F4>F3”、“F3>F4”、“对称[差值<10%]”三种）；④背景节律质量（综合评定为差、中、良三级）。

2.4 统计学方法

采用SPSS20.0软件处理数据。计量资料以均数 \pm 标准差（ $\bar{x}\pm s$ ）表示，采用t检验；计数资料以频数（百分比）表示，采用 χ^2 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

3 结果

3.1 两组临床疗效比较

治疗4周后，观察组的临床总有效率为92.50%（37/40），显著高于对照组的75.00%（30/40），差异具有统计学意义（ $\chi^2 4.501=^2$ ， $P=0.034$ ）。详见表1。

表1. 两组患者临床疗效比较[n(%)]

组别	例数	显效	有效	无效	总有效率
对照组	40	11 (27.50)	19 (47.50)	10 (25.00)	30 (75.00)
观察组	40	17 (42.50)	20 (50.00)	3 (7.50)	37 (92.50)
χ^2 值					4.501
P值					0.034

表2. 两组患者治疗前后脑电图主要量化指标比较

量化指标	对照组 (n=36)			观察组 (n=36)			组间比较 (治疗后)	
	治疗前	治疗后	P值	治疗前	治疗后	P值	χ^2/Z 值	P值
α 节律频率 (Hz, $\bar{X}\pm s$)	9.5 \pm 0.5	9.7 \pm 0.6	0.039	10.1 \pm 0.8	10.0 \pm 0.8	0.136	-	0.112
存在显著 α 波不对称 [n(%)]	32 (88.9)	24 (66.7)	0.021	34 (94.4)	18 (50.0)	0.000	4.183	0.041
前额叶不对称模式 [n(%)]								
F4 > F3	15 (41.7)	11 (30.6)	0.032	15 (41.7)	7 (19.4)	0.011	-	-
F3 > F4	8 (22.2)	8 (22.2)	1.000	12 (33.3)	15 (41.7)	0.180	-	-
对称 (差值<10%)	13 (36.1)	17 (47.2)	0.180	9 (25.0)	14 (38.9)	0.083	-	-

3.2 两组脑电图特征比较

共有72例患者（每组36例）完成了完整的脑电图检查与分析。

3.2.1 整体不对称性与前额叶模式变化

治疗后，两组存在显著 α 波不对称的患者比例均下降，但观察组的改善幅度更大（从94.4%降至50.0%），显著优于对照组（从88.9%降至66.7%），治疗后组间差异显著（ $P<0.05$ ）。对前额叶的进一步分析显示，观察组表现为“F4>F3”不对称模式的患者比例治疗后显著降低（从41.7%降至19.4%， $P<0.05$ ），而对照组该模式的下降幅度相对较小（从41.7%降至30.6%）。

3.2.2 α 节律频率

对照组治疗后 α 节律频率有轻微但显著的增加（ $P<0.05$ ），观察组治疗前后频率变化无统计学差异（ $P>0.05$ ）。两组间治疗后频率比较无差异（ $P>0.05$ ）。具体数据见表2。

4 讨论

本研究表明，在氟西汀治疗基础上联合左侧DLPFC高频rTMS，可显著提高青少年抑郁症的治疗有效率，这与近年来的多数临床研究结论一致。

更重要的发现是，联合治疗在改善患者脑电图特征方面展现出独特优势。

首先，联合治疗组在全面改善大脑 α 波不对称性方面效果更显著。 α 波不对称性的降低可能反映了大脑神经网络整体协调性与平衡性的提升[6]，这或许是rTMS产生广泛性治疗效应的神经生理基础之一。

其次，尤为关键的是联合治疗对前额叶 α 波不对称模式的特异性调节作用。抑郁症，特别是青少年抑郁，常伴有左侧前额叶活动相对减弱的神经功能异常[7]。本研究显示，联合治疗能更有效地减少“F4>F3”（右侧前额叶活动相对优势）这一异常模式。这强烈提示，针对左侧DLPFC的高频rTMS，可能通过增强该脑区的兴奋性，直接纠正了抑郁状态下的前额叶情绪调节环路偏侧化失衡。这种精准的“扶左抑右”效应，与rTMS的治疗靶点高度契合，可能是其发挥增效作用的核心机制[8]。

本研究也存在一定局限性，例如为单中心研究，样本量有限，且未能进行长期随访以观察脑电变化的持续性。未来需要更大样本、多中心的研究，并结合长期随访与更精细的定量脑电分析加以验证。

5 结论

重复经颅磁刺激联合氟西汀治疗青少年抑郁症，临床疗效明确优于单用氟西汀。治疗后的脑电

图特征分析表明，联合治疗能更有效地改善大脑电活动的整体对称性，并特异性纠正前额叶异常的不对称模式。这为rTMS在青少年抑郁临床治疗中的应用提供了客观的电生理学证据。

参考文献

- [1] 祁博,等.青少年抑郁症患者的心理弹性、自我缺陷感状况及其与非自杀型自我伤害行为的相关性[J].中国健康心理学杂志,2025,33(11):1633-1637.
- [2] 张喜燕,杜亚松.儿童青少年抑郁症的药物治疗[J].世界临床药物,2013,34(6):380-384.
- [3] 黄庆玲.青少年抑郁症的非药物治疗进展[J].重庆医学,2012,41(33):3554-3556,3564.
- [4] 陈放.药物联合生物反馈脑电治疗青少年焦虑抑郁障碍的临床对照研究[D].郑州大学,2013.
- [5] 何晓庆.首发青少年抑郁症患者自杀意念的静息态脑电研究[D].重庆医科大学,2024.
- [6] 朱洁琼,廖飞文.rTMS联合舍曲林治疗青少年抑郁症的疗效及对认知功能和血清神经递质水平的影响[J].中外医学研究,2025,23(12):21-24.
- [7] 曲伊平,等.重复经颅磁刺激对青少年抑郁症患者的疗效及认知功能的影响[J].四川精神卫生,2023,36(1):19-24.
- [8] 胡春华.高频rTMS联合舍曲林治疗首发青少年抑郁症的疗效分析[J].国际精神病学杂志,2022,49(6):1028-1030,1034.

