

脉冲电磁场治疗原发性失眠临床疗效分析

田亚云 李刚 王铭维 余启军 曹凯 马芹颖

【摘要】 目的 探讨脉冲电磁场(PEMFs)治疗原发性失眠的疗效。方法 纳入2021年1-12月河北医科大学第一医院收治的120例原发性失眠患者,随机予以常规治疗合并假刺激(对照组)和常规治疗联合脉冲电磁场刺激(PEMFs组),治疗前和治疗后2周采用匹兹堡睡眠质量指数(PSQI)评价睡眠质量、失眠严重程度指数(ISI)评价失眠严重程度。结果 PEMFs组总有效率高于对照组[81.67%(49/60)对41.67%(25/60); $\chi^2 = 20.306, P = 0.000$]。两组患者治疗后PSQI总评分($F = 228.729, P = 0.000$)及睡眠质量($F = 87.291, P = 0.000$)、入睡时间($F = 181.842, P = 0.000$)、睡眠时间($F = 143.355, P = 0.000$)分评分,ISI评分($F = 361.348, P = 0.000$)均低于治疗前;治疗后PEMFs组PSQI总评分($F = 13.297, P = 0.000$)及睡眠质量($F = 7.573, P = 0.007$)、入睡时间($F = 9.776, P = 0.002$)、睡眠时间($F = 8.566, P = 0.004$)分评分,ISI评分($F = 5.350, P = 0.022$)均低于对照组。结论 脉冲电磁场治疗原发性失眠安全、有效,可显著改善睡眠质量,可以作为原发性失眠的非药物治疗方法。

【关键词】 入睡和睡眠障碍; 电磁场; 电刺激疗法

Clinical effect analysis of pulsed electromagnetic fields on primary insomnia

TIAN Ya-yun¹, LI Gang², WANG Ming-wei¹, YU Qi-jun³, CAO Kai³, MA Qin-ying¹

¹Department of Neurology, The First Hospital of Hebei Medical University; Brain Aging and Cognitive Neuroscience Key Laboratory of Hebei Province, Shijiazhuang 050000, Hebei, China

²Department of Neurology, Qinhuangdao Traditional Chinese Medicine Hospital, Qinhuangdao 066003, Hebei, China

³Qinhuangdao Huisianpu Medical Systems Inc, Qinhuangdao 066000, Hebei, China

Corresponding author: MA Qin-ying (Email: qinying_608@126.com)

【Abstract】 Objective To investigate the therapeutic effect of pulsed electromagnetic fields (PEMFs) on primary insomnia. **Methods** A total of 120 patients with primary insomnia admitted to the The First Hospital of Hebei Medical University from January to December 2021 were randomly divided into conventional treatment and sham stimulation group (control group) and conventional treatment and PEMFs stimulation group (PEMFs group), with 60 patients in each group. Before and after 2 weeks of treatment, Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) was used to evaluate the sleep quality, and Insomnia Severity Index (ISI) was used to evaluate the severity of insomnia. **Results** The total effective rate of PEMFs group was higher than that of control group [81.67% (49/60) vs. 41.67% (25/60); $\chi^2 = 20.306, P = 0.000$]. After treatment, the total PSQI score ($F = 228.729, P = 0.000$), sleep quality ($F = 87.291, P = 0.000$), time to fall asleep ($F = 181.842, P = 0.000$), sleep time ($F = 143.355, P = 0.000$) and ISI score ($F = 361.348, P = 0.000$) of the 2 groups were significantly lower than those before treatment. PSQI total score ($F = 13.297, P = 0.000$), sleep quality ($F = 7.573, P = 0.007$), time to fall asleep ($F = 9.776, P = 0.002$), sleep time ($F = 8.566, P = 0.004$), and ISI score ($F = 5.350, P = 0.000$) in PEMFs group after treatment were significantly lower than those of the control group. **Conclusions** PEMFs are safe and effective in the treatment of patient with primary insomnia, which can significantly improve the sleep quality, and can be used as a non-drug treatment for patients with primary insomnia.

doi:10.3969/j.issn.1672-6731.2023.08.009

基金项目:河北省自然科学基金资助项目(项目编号:H2021206325);河北省老年病防治项目(项目编号:LNB201807)

作者单位:050000 石家庄,河北医科大学第一医院神经内科 河北省脑老化与认知神经科学重点实验室(田亚云,王铭维,马芹颖);066003 河北省秦皇岛市中医医院脑病科(李刚);066000 河北省秦皇岛市惠斯安普医学系统股份有限公司(余启军,曹凯)

通讯作者:马芹颖,Email:qinying_608@126.com

【Key words】 Sleep initiation and maintenance disorders; Electromagnetic field; Electric stimulation therapy

This study was supported by Natural Science Foundation of Hebei (No. H2021206325), and Hebei Geriatric Disease Prevention Project (No. LNB201807).

Conflicts of interest: none declared

原发性失眠系入睡困难和(或)睡眠维持困难至少 1 个月,引起苦恼、社交障碍或其他社会功能障碍,并排除其他精神或躯体疾病、药物或酒精滥用等引起的失眠。原发性失眠是临床常见的睡眠障碍性疾病,国外流行病学调查显示,约 24% 的人口受失眠困扰^[1];国内失眠患病率约为 15%,女性为男性的 1.32 ~ 1.64 倍^[2]。长期慢性失眠可导致注意力、计算力等认知功能减退,并出现焦虑、抑郁情绪,严重危害患者身心健康,降低生活质量^[3]。原发性失眠目前仍以药物治疗为主,虽短期内可显著改善睡眠质量,但长期应用效果较差,易出现药物成瘾和耐药性,因此,探寻安全有效的非药物疗法对失眠患者至关重要。脉冲电磁场(PEMFs)是一种高能非电离辐射,人体对 15 Hz 以下的电磁场敏感性较高,脉冲电磁场刺激可诱发神经和肌肉组织生物电流,激活神经递质、信号转导通路、细胞因子等,进而发挥皮质生物电活性、内分泌功能调节作用。脉冲电磁场作为一种无创性物理治疗方法,业已应用于骨折、骨关节炎等骨科疾病,以及脑缺血、多发性硬化等神经系统疾病的临床辅助治疗^[4-5],但在原发性失眠治疗中的研究较少。鉴于此,本研究基于睡眠相关量表探讨脉冲电磁场对原发性失眠的改善作用,对比分析治疗前后睡眠量表评分变化,以为临床治疗原发性失眠提供新的途径。

对象与方法

一、研究对象

1. 纳入标准 (1)原发性失眠诊断符合《中国精神障碍分类与诊断标准第三版(精神障碍分类)》^[6]的标准。(2)年龄 18 ~ 75 岁。(3)匹兹堡睡眠质量指数(PSQI)^[7]评分 > 10 分。(4)临床资料完整。(5)所有患者及其家属均对治疗方法知情并签署知情同意书。

2. 排除标准 (1)继发性失眠如甲状腺功能减退症、甲状腺功能亢进症、阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征(OSAHS)等导致的失眠。(2)汉密尔顿

焦虑量表(HAMA)^[8]评分 > 14 分或汉密尔顿抑郁量表 17 项(HAMD-17)^[8]评分 \geq 18 分。(3)合并严重心、肺、肝、肾功能障碍。(4)合并严重造血系统疾病。(5)既往有精神障碍或者酒精、非法药物滥用史。(6)存在癫痫、颅内金属植入物、妊娠期等脉冲电磁场治疗禁忌证。

3. 一般资料 选择 2021 年 1-12 月在河北医科大学第一医院神经内科门诊就诊的原发性失眠患者共 120 例,男性 48 例,女性 72 例;年龄 22 ~ 74 岁,中位年龄 58.50(36.25, 67.00)岁;受教育程度为 5 ~ 20 年,平均(12.94 \pm 3.43)年;病程 0.50 ~ 30 年,中位值为 3(2, 7)年;既往有高血压 24 例(20%)、糖尿病 12 例(10%)、冠心病 9 例(7.50%)、高脂血症 17 例(14.17%),吸烟 8 例(6.67%)、饮酒 15 例(12.50%)。采用随机数字表法随机分为常规治疗合并假刺激组(对照组)和常规治疗辅助脉冲电磁场刺激组(PEMFs 组),每组各 60 例患者,两组一般资料比较,差异无统计学意义(均 $P > 0.05$, 表 1),均衡可比。

二、研究方法

1. 常规治疗 所有患者入院后均予以常规药物治疗和睡眠健康教育。药物治疗包括苯二氮草类和非苯二氮草类受体激动药、褪黑素受体激动药、具有镇静作用的抗抑郁药等。睡眠健康教育内容包括规律作息、适当运动、合理饮食等。

2. 脉冲电磁场治疗 (1)PEMFs 组:常规治疗的同时增加脉冲电磁场刺激,采用 SMIS-100 型脉冲电磁场治疗仪(河北省秦皇岛市惠斯安普医学系统股份有限公司)。患者在安静无噪音的治疗室中平躺,治疗前摘除佩戴或携带的金属以及磁性物品,全身放松,头部及身体保持不动,磁场强度为 16 ~ 20 μ T,刺激频率为 3 ~ 15 Hz。(2)对照组:在常规治疗基础上予以假性脉冲电磁场刺激,磁场强度为 0.01 ~ 0.03 μ T,刺激频率为零。两组患者治疗周期为每日 40 min、每周 5 d,连续治疗 2 周。

3. 疗效评价 疗效评价指标包括睡眠质量和失眠严重程度,分别于治疗前和治疗后 2 周采用 PSQI

表 1 PEMFs 组与对照组患者一般资料的比较

Table 1. Comparison of general data between PEMFs group and control group

观察指标	对照组 (n = 60)	PEMFs 组 (n = 60)	统计量值	P 值
性别[例(%)]			0.556	0.456
男性	26(43.33)	22(36.67)		
女性	34(56.67)	38(63.33)		
年龄 [$M(P_{25}, P_{75})$, 岁]	59.00 (41.00, 68.00)	58.50 (36.00, 66.00)	-0.507	0.612
受教育程度($\bar{x} \pm s$, 年)	12.90 \pm 3.41	12.98 \pm 3.49	0.132	0.895
病程 [$M(P_{25}, P_{75})$, 年]	4.50 (2.00, 9.50)	3.00 (2.00, 7.00)	-0.702	0.483
高血压[例(%)]	11(18.33)	13(21.67)	0.208	0.648
糖尿病[例(%)]	5(8.33)	7(11.67)	0.370	0.543
冠心病[例(%)]	4(6.67)	5(8.33)	—	1.000
高脂血症[例(%)]	10(16.67)	7(11.67)	0.617	0.432
吸烟[例(%)]	4(6.67)	4(6.67)	0.000	1.000
饮酒[例(%)]	6(10.00)	9(15.00)	0.686	0.408

—, Fisher's exact probability, Fisher 确切概率法。Two-independent-sample *t* test for comparison of education, Mann-Whitney *U* test for comparison of age and duration, and χ^2 test for comparison of others, 受教育程度的比较行两独立样本的 *t* 检验, 年龄和病程的比较行 Mann-Whitney *U* 检验, 其余指标的比较行 χ^2 检验。PEMFs, pulsed electromagnetic fields, 脉冲电磁场

量表和失眠严重程度指数 (ISI) 进行评价。(1) PSQI 量表^[8]: 评价睡眠质量, 该量表包括睡眠质量、入睡时间、睡眠时间、睡眠效率、睡眠障碍、催眠药物、日间功能障碍共 7 项内容, 每项评分 0~3 分, 总评分 21 分, 评分越高、睡眠质量越差, 评分 > 7 分为存在睡眠障碍。参照文献^[9]的方法计算 PSQI 总评分减少率 [PSQI 总评分减少率 (%) = (治疗前 PSQI 总评分 - 治疗后 PSQI 总评分) / 治疗前 PSQI 总评分 \times 100%], PSQI 总评分减少率 \geq 50% 为显效、20%~ 为有效、< 20% 为无效, 显效和有效为总有效, 总有效率 (%) = (显效例数 + 有效例数) / 总例数 \times 100%。(2) ISI 量表^[10]: 评价失眠严重程度, 该量表包括入睡困难、睡眠维持困难、早醒、对睡眠模式满意度、睡眠问题对日间功能干扰程度、睡眠问题对生活质量影响程度、对睡眠问题的担忧程度共 7 项内容, 每项评分为 0~4 分, 总评分为 28 分, 评分越高、失眠越严重, 评分 0~7 分为无失眠、8~14 分为轻度失眠、15~21 分为中度失眠、22~28 分为重度失眠。

4. 安全性评价 于脉冲电磁场刺激过程中监测不良事件, 如头痛、头晕、恶心、呕吐等, 并密切监测心率和血压。

5. 统计分析方法 采用 SPSS 23.0 统计软件进

行数据处理与分析。计数资料以相对数构成比 (%) 或率 (%) 表示, 采用 χ^2 检验。正态性检验采用 Kolmogorov-Smirnov 检验, 呈正态分布的计量资料以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 采用两独立样本的 *t* 检验; 呈非正态分布的计量资料以中位数和四分位数间距 [$M(P_{25}, P_{75})$] 表示, 采用 Mann-Whitney *U* 检验。以 $P \leq 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

两组疗效比较, PEMFs 组显效 22 例 (36.67%)、有效 27 例 (45%)、无效 11 例 (18.33%), 对照组显效 7 例 (11.67%)、有效 18 例 (30%)、无效 35 例 (58.33%), 两组患者疗效差异具有统计学意义 ($Z = -4.616, P = 0.000$)。PEMFs 组总有效率为 81.67% (49/60), 高于对照组的 41.67% (25/60), 且差异具有统计学意义 ($\chi^2 = 20.306, P = 0.000$)。

睡眠相关量表比较, 两组患者治疗后 PSQI 总评分以及睡眠质量、入睡时间、睡眠时间分评分低于治疗前 (均 $P = 0.000$), 治疗后 PEMFs 组 PSQI 总评分 ($P = 0.000$) 以及睡眠质量 ($P = 0.007$)、入睡时间 ($P = 0.002$)、睡眠时间 ($P = 0.004$) 分评分低于对照组, 表明两种治疗方法均可改善患者睡眠质量, 尤以常规治疗联合脉冲电磁场治疗效果更佳 (表 2, 3); 两组患者治疗后 ISI 评分低于治疗前 ($P = 0.000$), 治疗后 PEMFs 组 ISI 评分低于对照组 ($P = 0.022$), 表明两种治疗方法均可改善患者失眠, 尤以常规治疗联合脉冲电磁场治疗效果更佳 (表 4, 5)。

两组患者均未出现严重不良事件, 心率和血压均处于正常值范围; PEMFs 组有 1 例患者治疗过程中出现轻微皮肤烧灼感, 未予处理, 症状逐渐减轻, 可继续治疗。

讨 论

原发性失眠又称心理生理性失眠, 在失眠患者中较常见, 多于青年期或中年期发病。患者通常不伴有导致睡眠质量下降的精神或躯体疾病, 而是外界诱因 (如负性生活事件、工作压力过大、睡眠卫生习惯不良等) 导致的失眠, 加之处理睡眠问题采取的不良应对策略 (如清晨推迟起床时间、白天补充睡眠饮酒助眠等), 导致失眠持续进展, 迁延不愈。睡眠是内源性脑功能自主调节过程, 正常成人通常每晚有 3~5 个睡眠周期, 其睡眠结构可以分为非快速眼动睡眠期 (NREM) 和快速眼动睡眠期 (REM),

表 2 PEMFs 组与对照组患者治疗前后 PSQI 评分的比较 ($\bar{x} \pm s$, 评分)

Table 2. Comparison of PSQI score between PEMFs group and control group before and after treatment ($\bar{x} \pm s$, score)

观察指标	例数	治疗前	治疗后	观察指标	例数	治疗前	治疗后
总评分				睡眠效率			
对照组	60	14.43 ± 1.96	11.67 ± 3.15	对照组	60	2.55 ± 0.83	1.98 ± 0.41
PEMFs 组	60	14.48 ± 1.74	8.83 ± 3.15	PEMFs 组	60	2.71 ± 0.58	1.52 ± 0.46
睡眠质量				睡眠障碍			
对照组	60	2.40 ± 0.50	1.97 ± 0.71	对照组	60	1.21 ± 0.42	1.17 ± 0.38
PEMFs 组	60	2.35 ± 0.55	1.52 ± 0.70	PEMFs 组	60	1.30 ± 0.46	1.07 ± 0.36
入睡时间				催眠药物			
对照组	60	2.80 ± 0.44	2.08 ± 0.83	对照组	60	0.88 ± 0.33	0.82 ± 0.27
PEMFs 组	60	2.72 ± 0.49	1.57 ± 0.74	PEMFs 组	60	0.45 ± 0.12	0.42 ± 0.08
睡眠时间				日间功能障碍			
对照组	60	2.70 ± 0.53	1.95 ± 1.03	对照组	60	2.43 ± 0.67	2.28 ± 0.67
PEMFs 组	60	2.65 ± 0.63	1.30 ± 0.54	PEMFs 组	60	2.60 ± 0.67	1.77 ± 0.83

PEMFs, pulsed electromagnetic fields, 脉冲电磁场

表 3 PEMFs 组与对照组患者治疗前后 PSQI 评分的前后测量设计的方差分析表

Table 3. ANOVA for premeasure-postmeasure design of PSQI score between PEMFs group and control group before and after treatment

变异来源	SS	df	MS	F 值	P 值	变异来源	SS	df	MS	F 值	P 值
总评分						睡眠效率					
处理因素	116.204	1	116.204	13.297	0.000	处理因素	1.350	1	1.350	1.139	0.288
测量时间	1062.604	1	1062.604	228.729	0.000	测量时间	46.817	1	46.817	75.504	0.000
处理因素 × 测量时间	124.704	1	124.704	26.843	0.000	处理因素 × 测量时间	6.017	1	6.017	9.703	0.002
组间误差	1031.192	118	8.739			组间误差	139.833	118	1.185		
组内误差	548.192	118	4.646			组内误差	73.167	118	0.620		
睡眠质量						睡眠障碍					
处理因素	3.750	1	3.750	7.573	0.007	处理因素	0.004	1	0.004	0.170	0.897
测量时间	24.067	1	24.067	87.291	0.000	测量时间	1.204	1	1.204	14.511	0.000
处理因素 × 测量时间	2.400	1	2.400	8.705	0.004	处理因素 × 测量时间	0.504	1	0.504	6.076	0.015
组间误差	58.433	118	0.495			组间误差	29.058	118	0.246		
组内误差	32.533	118	0.276			组内误差	9.792	118	0.083		
入睡时间						催眠药物					
处理因素	5.400	1	5.400	9.776	0.002	处理因素	2.400	1	2.400	2.832	0.095
测量时间	52.267	1	52.267	181.842	0.000	测量时间	0.150	1	0.150	2.260	0.135
处理因素 × 测量时间	2.817	1	2.817	9.800	0.002	处理因素 × 测量时间	0.017	1	0.017	0.251	0.617
组间误差	65.183	118	0.552			组间误差	100.000	118	0.847		
组内误差	33.917	118	0.287			组内误差	7.833	118	0.066		
睡眠时间						日间功能障碍					
处理因素	7.350	1	7.350	8.566	0.004	处理因素	1.837	1	1.837	2.675	0.105
测量时间	66.150	1	66.150	143.355	0.000	测量时间	14.504	1	14.504	43.894	0.000
处理因素 × 测量时间	5.400	1	5.400	11.702	0.001	处理因素 × 测量时间	7.004	1	7.004	21.197	0.000
组间误差	101.250	118	0.858			组间误差	81.058	118	0.687		
组内误差	54.450	118	0.461			组内误差	38.992	118	0.330		

二者交替出现,呈周期性变化;根据睡眠深度, NREM 进一步分为 NREM 1 期(入睡期)、NREM 2 期

(浅睡期)和 NREM 3 期(深睡期)^[11]。低波幅混合频率(< 10 Hz)脑电活动和睡眠纺锤波(12 ~ 14 Hz)

表 4 PEMFs 组与对照组患者治疗前后 ISI 评分的比较 ($\bar{x} \pm s$, 评分)

Table 4. Comparison of ISI score between PEMFs group and control group before and after treatment ($\bar{x} \pm s$, score)

组别	例数	治疗前	治疗后
对照组	60	16.98 ± 2.66	14.90 ± 2.83
PEMFs 组	60	18.01 ± 2.36	11.82 ± 2.93

PEMFs, pulsed electromagnetic fields, 脉冲电磁场

表 5 PEMFs 组与对照组患者治疗前后 ISI 评分的前后测量设计的方差分析表

Table 5. ANOVA for premeasure-postmeasure design of ISI score between PEMFs group and control group before and after treatment

变异来源	SS	df	MS	F 值	P 值
处理因素	63.037	1	63.037	5.350	0.022
测量时间	1029.204	1	1029.204	361.348	0.000
处理因素 × 测量时间	254.204	1	254.204	89.250	0.000
组间误差	1390.258	118	11.782		
组内误差	336.092	118	2.848		

是 NREM 睡眠的特征波, 可以作为睡眠调节的重要标志物^[12]。

脉冲电磁场基于仿生脉冲磁共振原理, 结合极低频电磁导入技术和空间电磁场控制技术, 通过多组脉冲发射源列阵重组, 发射极低频脉冲电磁场, 产生 3 ~ 15 Hz 可变频率谐波, 模拟入睡过程的脑电规律, 在脑内形成感应电流, 触发睡眠中枢; 此外, 脉冲电磁场还可通过颅骨直接作用于中枢神经系统, 降低脑组织代谢及大脑皮质兴奋性, 使失眠患者大脑皮质高度觉醒状态逐渐缓解^[13]。随着刺激磁场由模拟清醒松弛时脑电节律逐步向模拟 NREM 3 期睡眠脑电节律过渡, 神经元兴奋性降低, 神经元抑制作用占主导地位, 发挥促睡眠、调节睡眠障碍的作用。近年研究发现, 脉冲电磁场可影响睡眠脑电活动^[14-15], 正常成人进行脉冲电磁场治疗期间和治疗后 2 周, 清醒期 α 波 (8 ~ 12 Hz) 和 NREM 睡眠纺锤波 (12 ~ 14 Hz) 频率范围内脑电功率增强, 并可见 δ 波 (< 4.50 Hz) 功率增加^[14, 16-17], 提示脉冲电磁场可增加 NREM 2 期和 3 期睡眠。已知人体在数字移动无线电话发射的高频磁场 (50 Hz) 作用下, REM 睡眠减少, REM 脑电频谱功率减弱^[18], 而低频 (< 5 Hz) 脉冲电磁场可导致 NREM 3 期睡眠增多^[15]。Regel 等^[19]为探究不同信号强度脉冲电磁场对睡眠期脑电活动的影响, 纳入 15 例健康男性受试

者, 分别予单侧脉冲电磁场刺激和假性刺激, 随后进行 8 小时的多导睡眠图 (PSG) 监测, 对 NREM 2 期脑电频谱进行分析, 发现予以脉冲电磁场刺激的受试者 NREM 睡眠慢纺锤波 (10.75 ~ 11.25 Hz) 和快纺锤波 (13.50 ~ 13.75 Hz) 频率范围内脑电频谱功率与脉冲电磁场强度呈剂量-反应关系, 从而首次提出脉冲电磁场强度与睡眠纺锤波功率呈剂量-反应关系的观点。Huber 等^[20]也发现, 予脉冲电磁场刺激可使睡眠纺锤波功率增加, 提示 NREM 2 期睡眠增多。Dorokhov 等^[17]对 22 例健康志愿者进行 40 分钟的低频 (1 Hz) 脉冲电磁场刺激, PSG 监测显示睡眠-觉醒转换次数和清醒时间减少, 睡眠质量改善, 认知能力和工作能力亦随之提高。

本研究结果显示, 无论常规治疗还是常规治疗联合脉冲电磁场治疗均可改善患者睡眠质量 (PSQI 评分) 和失眠程度 (ISI 评分), 尤以常规治疗联合脉冲电磁场治疗效果更佳, 特别是在睡眠质量、入睡时间、睡眠时间等方面, 且治疗期间并未发生严重不良反应, 提示脉冲电磁场治疗原发性失眠安全、有效, 与既往研究结果相一致^[14-17, 20-21]。长期失眠患者可出现神经细胞损伤或者凋亡^[22]。有研究显示, 原发性失眠患者氧化应激标志物水平与正常人群存在一定差异, 主要表现为谷胱甘肽过氧化物酶 (GSH-Px) 活性减弱和丙二醛 (MDA) 水平升高^[23]。GSH-Px 是调节自由基代谢的关键酶, 对清除自由基具有重要作用; MDA 作为自由基连锁反应最终代谢产物, 其表达变化可间接反映自由基代谢情况。脉冲电磁场刺激时, 可通过增强 GSH-Px 活性、降低 MDA 水平以减少自由基生成, 防止自由基损伤脑组织, 发挥神经保护作用, 并一定程度上促进神经纤维再生^[23-24]。De Pedro 等^[25]研究发现, 低频 (15 Hz) 脉冲电磁场刺激可使坐骨神经损伤后运动终板乙酰胆碱酯酶 (AChE) 活性增强, 促进周围神经轴突再生。动物实验显示, 采用 5 或 20 Hz、8 mT 的交变磁场刺激离体新生大鼠中脑神经干细胞, 可向神经元分化^[26], 提示神经元再生, 推测脉冲电磁场刺激通过上调脑源性神经营养因子 (BDNF)、突触素等蛋白表达, 促进神经再生, 从而改善失眠症状^[27]。此外, 脉冲电磁场还可以调节褪黑素合成和分泌, 提高脑组织 5-羟色胺 (5-HT)、 γ -氨基丁酸 (GABA) 水平, 改善睡眠结构, 提高睡眠质量^[28]。脉冲电磁场治疗安全性较高, 患者耐受性较好, 常见不良反应主要为治疗期间轻微刺痛感或体表温度轻度升高,

但机体自身调节能力可使症状逐渐减轻,仍可维持治疗^[29]。

综上所述,脉冲电磁场作为一种无创性物理治疗方法,治疗原发性失眠安全、有效,可有效改善睡眠质量,是原发性失眠患者较理想的非药物治疗方法。是本研究为单中心研究且样本量较小,可能存在选择偏倚;睡眠评价指标为睡眠相关量表评分,存在一定主观偏倚;观察时间较短,仅对治疗后 2 周的睡眠相关指标进行评价。未来尚待扩大样本量、通过 PSG 监测获得客观睡眠结构参数,并延长随访时间,以进一步证实脉冲电磁场对原发性失眠的治疗意义。

利益冲突 无

参 考 文 献

- [1] Soldatos CR, Allaert FA, Ohta T, Dikeos DG. How do individuals sleep around the world: results from a single-day survey in ten countries[J]. *Sleep Med*, 2005, 6:5-13.
- [2] Zhao ZX, Ye JY. *Sleep medicine*[M]. 2nd ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2022: 64.[赵忠新, 叶京英. 睡眠医学[M]. 2版. 北京: 人民卫生出版社, 2022: 64.]
- [3] Riemann D, Benz F, Dressler RJ, Espie CA, Johann AF, Blanken TF, Leerssen J, Wassing R, Henry AL, Kyle SD, Spiegelhalder K, Van Someren EJW. Insomnia disorder: state of the science and challenges for the future[J]. *J Sleep Res*, 2022, 31:e13604.
- [4] Hu H, Yang W, Zeng Q, Chen W, Zhu Y, Liu W, Wang S, Wang B, Shao Z, Zhang Y. Promising application of pulsed electromagnetic fields (PEMFs) in musculoskeletal disorders[J]. *Biomed Pharmacother*, 2020, 131:110767.
- [5] Wei QC, Li Y, He CQ, Yang L. Progress of low frequency pulsed electromagnetic fields against neurological disease [J]. *Xun Zheng Yi Xue*, 2017, 17:373-376.[魏清川, 李懿, 何成奇, 杨霖. 低频脉冲电磁场治疗神经系统疾病的研究进展[J]. 循证医学, 2017, 17:373-376.]
- [6] Psychiatry Branch, Chinese Medical Association. The third edition of Chinese classification and diagnostic criteria for mental disorders (classification of mental disorders) [J]. *Zhonghua Jing Shen Ke Za Zhi*, 2001, 34:184-188.[中华医学会精神病学分会. 中国精神障碍分类与诊断标准第三版(精神障碍分类)[J]. 中华精神科杂志, 2001, 34:184-188.]
- [7] Buysse DJ, Reynolds CF 3rd, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research[J]. *Psychiatry Res*, 1989, 28: 193-213.
- [8] Hamilton M. The assessment of anxiety states by rating[J]. *Br J Med Psychol*, 1959, 32:50-55.
- [9] Xu O, Qi P, Zhu QS. Effect of cognitive behavioral therapy with virtual reality in the treatment of insomnia in adolescents [J]. *Zhongguo Quan Ke Yi Xue*, 2022, 25:1378-1382.[徐鸥, 齐培, 祝绮莎. 认知行为疗法联合虚拟现实技术治疗青少年失眠患者的效果研究[J]. 中国全科医学, 2022, 25:1378-1382.]
- [10] Okajima I, Miyamoto T, Ubara A, Omichi C, Matsuda A, Sumi Y, Matsuo M, Ito K, Kadotani H. Evaluation of severity levels of the Athens insomnia scale based on the criterion of insomnia severity index [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17: 8789.
- [11] Cirelli C, Tononi G. Cortical development, electroencephalogram rhythms, and the sleep/wake cycle [J]. *Biol Psychiatry*, 2015, 77:1071-1078.
- [12] Landolt HP, Rétey JV, Tönz K, Gottselig JM, Khatami R, Buckelmüller I, Achermann P. Caffeine attenuates waking and sleep electroencephalographic markers of sleep homeostasis in humans[J]. *Neuropsychopharmacology*, 2004, 29:1933-1939.
- [13] Jiang B, He D, Guo Z, Mu Q, Zhang L. Efficacy and placebo response of repetitive transcranial magnetic stimulation for primary insomnia[J]. *Sleep Med*, 2019, 63:9-13.
- [14] Schmid MR, Murbach M, Lustenberger C, Maire M, Kuster N, Achermann P, Loughran SP. Sleep EEG alterations: effects of pulsed magnetic fields versus pulse-modulated radio frequency electromagnetic fields[J]. *J Sleep Res*, 2012, 21:620-629.
- [15] Lustenberger C, Murbach M, Dürr R, Schmid MR, Kuster N, Achermann P, Huber R. Stimulation of the brain with radiofrequency electromagnetic field pulses affects sleep-dependent performance improvement[J]. *Brain Stimul*, 2013, 6: 805-811.
- [16] Hug K, Rösli M. Therapeutic effects of whole-body devices applying pulsed electromagnetic fields (PEMF): a systematic literature review[J]. *Bioelectromagnetics*, 2012, 33:95-105.
- [17] Dorokhov VB, Tkachenko ON, Sakharov DS, Arsenyev GN, Taranov AO. Effects of weak low-frequency electromagnetic field on sleep structure during daytime sleep [J]. *Zh Nevrol Psikhiatr Im SS Korsakova*, 2021, 121:65-70.
- [18] Mann K, Rösche J. Effects of pulsed high-frequency electromagnetic fields on human sleep [J]. *Neuropsychobiology*, 1996, 33:41-47.
- [19] Regel SJ, Tinguely G, Schuderer J, Adam M, Kuster N, Landolt HP, Achermann P. Pulsed radio-frequency electromagnetic fields: dose-dependent effects on sleep, the sleep EEG and cognitive performance[J]. *J Sleep Res*, 2007, 16:253-258.
- [20] Huber R, Schuderer J, Graf T, Jütz K, Borbély AA, Kuster N, Achermann P. Radio frequency electromagnetic field exposure in humans: estimation of SAR distribution in the brain, effects on sleep and heart rate [J]. *Bioelectromagnetics*, 2003, 24:262-276.
- [21] Fritzer G, Göder R, Friege L, Wachter J, Hansen V, Hinze-Selch D, Aldenhoff JB. Effects of short- and long-term pulsed radiofrequency electromagnetic fields on night sleep and cognitive functions in healthy subjects [J]. *Bioelectromagnetics*, 2007, 28:316-325.
- [22] Gulec M, Ozkol H, Selvi Y, Tuluce Y, Aydin A, Besiroglu L, Ozdemir PG. Oxidative stress in patients with primary insomnia [J]. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*, 2012, 37:247-251.
- [23] Urnukhsaikhan E, Mishig-Ochir T, Kim SC, Park JK, Seo YK. Neuroprotective effect of low frequency-pulsed electromagnetic fields in ischemic stroke [J]. *Appl Biochem Biotechnol*, 2017, 181:1360-1371.
- [24] Castello P, Jimenez P, Martino CF. The role of pulsed electromagnetic fields on the radical pair mechanism [J]. *Bioelectromagnetics*, 2021, 42:491-500.
- [25] De Pedro JA, Pérez-Caballer AJ, Dominguez J, Collía F, Blanco J, Salvado M. Pulsed electromagnetic fields induce peripheral nerve regeneration and endplate enzymatic changes [J]. *Bioelectromagnetics*, 2005, 26:20-27.
- [26] Li Y, Zhao L, Xing X, Lou SJ, He C, Lu CL. Effects of different frequency electromagnetic fields on the differentiation of midbrain neural stem cells [J]. *Hang Tian Yi Xue Yu Yi Xue Gong Cheng*, 2002, 15:374-376.[李怡, 赵仑, 邢萱, 娄淑杰, 何

- 成, 路长林. 5 Hz 和 20 Hz 磁场对中枢神经干细胞分化的影响 [J]. 航天医学与医学工程, 2002, 15:374-376.]
- [27] Siskin BF, Kanje M, Lundborg G, Kurtz W. Pulsed electromagnetic fields stimulate nerve regeneration in vitro and in vivo[J]. Restor Neurol Neurosci, 1990, 1:303-309.
- [28] Lewczuk B, Redlarski G, Zak A, Ziłkowska N, Przybylska-Gornowicz B, Krawczuk M. Influence of electric, magnetic, and electromagnetic fields on the circadian system: current stage of knowledge[J]. Biomed Res Int, 2014:169459.
- [29] Waldorff EI, Zhang N, Ryaby JT. Pulsed electromagnetic field applications: a corporate perspective [J]. J Orthop Translat, 2017, 9:60-68.

(收稿日期:2023-06-24)

(本文编辑:柏钰)

· 小词典 ·

中英文对照名词词汇(五)

- 强直性肌营养不良蛋白激酶
myotonic dystrophy protein kinase(DMPK)
- 强直性肌营养不良症 myotonic dystrophy(DM)
- 轻度认知损害 mild cognitive impairment(MCI)
- 丘脑背内侧核 mediodorsal thalamus(MD)
- 丘脑底核 subthalamic nucleus(STN)
- 丘脑网状核 thalamic reticular nucleus(TRN)
- 曲线下面积 area under the curve(AUC)
- 去甲肾上腺素 norepinephrine(NE)
- 全基因组关联分析
Genome-Wide Association Study(GWAS)
- 缺氧诱导因子 1 α hypoxia inducible factor-1 α (HIF-1 α)
- 人类白细胞抗原 human leukocyte antigen(HLA)
- 日间过度思睡 excessive daytime sleepiness(EDS)
- 乳酸脱氢酶 lactate dehydrogenase(LDH)
- 三环类抗抑郁药 tricyclic antidepressants(TCAs)
- 三联重复引物-聚合酶链反应
triplet repeat primed polymerase chain reaction(TP-PCR)
- Stroop 色词测验 Stroop Color-Word Test(SCWT)
- 社交焦虑障碍 social anxiety disorder(SAD)
- 神经原纤维缠结 neurofibrillary tangles(NFTs)
- Bergen 失眠量表 Bergen Insomnia Scale(BIS)
- 失眠认知行为疗法
cognitive behavioral therapy for insomnia(CBT-I)
- 失眠严重程度指数 Insomnia Severity Index(ISI)
- 十二烷基硫酸钠-聚丙烯酰胺凝胶电泳
sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE)
- 实时震动诱导转化
real-time quaking-induced conversion(RT-QuIC)
- 视交叉上核 suprachiasmatic nucleus(SCN)
- Epworth 嗜睡量表 Epworth Sleepiness Scale(ESS)
- Stanford 嗜睡量表 Stanford Sleepiness Scale(SSS)
- 受体酪氨酸激酶 receptor tyrosine kinase(RTK)
- 数字广度测验 Digit Span Test(DST)
- 双螺旋丝蛋白 1 paired helical filament 1(PHF1)
- 双相情感障碍 bipolar affective disorder(BAD)
- 水通道蛋白 4 aquaporin 4(AQP4)
- 睡眠剥夺 sleep deprivation(SD)
- 睡眠呼吸暂停综合征
sleep apnea hypopnea syndrome(SAHS)
- 睡眠呼吸障碍 sleep-related breathing disorder(SBD)
- 睡眠潜伏期 sleep latency(SL)
- 睡眠始发的快速眼动睡眠
sleep onset rapid eye movement period(SOREMP)
- 睡眠限制疗法 sleep restriction therapy(SRT)
- 睡眠效率 sleep efficiency(SE)
- 睡眠周期性肢体运动指数
periodic limb movements of sleep index(PLMSI)
- 瞬时感受器电位阳离子通道 A1
transient receptor potential cation channel A1(TRPA1)
- 丝氨酸/苏氨酸激酶 serine/threonine kinase(AKT)
- 丝裂原激活蛋白激酶
mitogen-activated protein kinase(MAPK)
- 死亡相关蛋白激酶 1
death-associated protein kinase 1(DAPK1)
- 胎牛血清 fetal bovine serum(FBS)
- 糖原合成酶激酶-3 glycogen synthase kinase-3(GSK-3)
- 特发性快速眼动睡眠期行为障碍
idiopathic rapid eye movement sleep behavior disorder (iRBD)
- 特发性嗜睡症 idiopathic hypersomnia(IH)
- 体重指数 body mass index(BMI)
- 7 条目广泛性焦虑量表
The 7-Item Generalized Anxiety Disorder Scale(GAD-7)
- 听觉词语学习测验 Auditory Verbal Learning Test(AVLT)
- 同源性磷酸酶-张力蛋白
phosphatase and tensin homologue(PTEN)
- 统一帕金森病评价量表第三部分
Unified Parkinson's Disease Rating Scale III (UPDRS III)
- α -突触核蛋白 α -synuclein(α -Syn)
- 微管相关蛋白 microtubule-associated protein(MAP)
- 微小 RNA microRNA(miRNA)
- 维生素 D 受体 vitamin D receptor (VDR)
- 无特定病原体 specific pathogen free(SPF)
- 细胞程序性死亡蛋白配体 1
programmed cell death protein ligand 1(PDL1)