·诊治分析·

基于 TMS-MEP 技术分析精神分裂症患者皮层可塑性特征及 tDCS 调控效应

王巧珍，夏乐宏

【摘要】目的　基于经颅磁刺激-运动诱发电位（TMS-MEP）技术探究精神分裂症患者皮层可塑性特征及经颅直流电刺激（tDCS）调控效应的电生理学特征。方法　本研究为前瞻性病例对照研究。选取 2023 年 1 月至 2024 年 12 月在丽水市第二人民医院住院的精神分裂症患者 102 例，依据随机数字表法分为 tDCS 治疗组（51 例）和伪刺激组（51 例），另募集健康志愿者 51 例为健康对照组。比较各组皮层兴奋性特征、认知功能、依从性、不良反应及满意度，并分析电生理指标变化与认知功能变化的相关性。结果　精神分裂症患者治疗前静息运动阈值（rMT）、短间隔皮层内抑制（SICI）高于健康对照组，运动诱发电位（MEP）波幅低于健康对照组，MEP 潜伏期长于健康对照组（均 $P < 0.05$）。治疗后，tDCS 治疗组 MEP 波幅、MATRICS 共识认知成套测验（MCCB）总分及注意/警觉、执行功能维度分较治疗前升高，MEP 潜伏期、SICI、rMT 较治疗前降低（均 $P < 0.05$）。tDCS 治疗组不良反应总发生率（15.69%）高于伪刺激组（1.96%，$P < 0.05$）。Pearson 相关分析显示，MCCB 总分变化值与 MEP 波幅变化值呈正相关（r=0.612，$P < 0.05$），与 MEP 潜伏期、SICI 变化值呈负相关（r=−0.485、−0.523，均 $P < 0.05$）。结论　精神分裂症患者存在皮层兴奋性降低及皮层内抑制功能受损。tDCS 干预可有效调控皮层兴奋性，促进神经可塑性修复，进而改善认知功能。

【关键词】精神分裂症；皮层可塑性特征；经颅直流电刺激；经颅磁刺激-运动诱发电位；调控效应
DOI:10.3969/j.issn.1671-0800.2026.08.017
【中图分类号】R749.3　【文献标志码】A　【文章编号】1671-0800(2026)08-0902-05

精神分裂症是临床常见的精神障碍之一，会影响患者的社会功能与生活质量，但因临床干预手段有限，且作用机制尚不明确，故探索有效、安全的康复策略成为临床研究的重要方向[1-2]。有研究表明，神经可塑性是大脑适应环境变化、实现功能修复的基础，其异常与精神分裂症的发病及认知损害密切相关[3]。经颅磁刺激-运动诱发电位（transcranial magnetic stimulation-motor evoked potential，TMS-MEP）技术通过无创检测皮层静息运动阈值（resting motor threshold，rMT）、运动诱发电位（motor evoked potential，MEP）波幅、潜伏期及短间隔皮层内抑制（short-interval intracortical inhibition，SICI）等参数，精准量化皮层兴奋性与抑制功能，进而揭示患者皮层可塑性特征[4]。经颅直流电刺激（transcranial direct current stimulation，tDCS）是一种非侵入性神经调控技术，通过调节皮层神经元兴奋性，改善多种神经精神疾病的认知功能，但其对精神分裂症患者皮层可塑性的调控效应及电生理机制仍需进一步验证[5]。此外规范的护理流程不仅能保障治疗安全性，还可通过全程依从性管理、不良反应监测及认知康复指导，以达到最大化的干预效果。本研究基于 TMS-MEP 技术探讨精神分裂症患者皮层可塑性特征及 tDCS 调控效应，现报道如下。

1　资料与方法

1.1　样本量估算　依据预试验结果，预计 tDCS 组与伪刺激组治疗后 MATRICS 共识认知成套测验（MCCB）总分的均数差为 7.5 分，标准差为 9.0，设α=0.05，检验效能 1−β=0.80，采用双侧检验，计算每组需 45 例，考虑 20%脱落率，最终每组纳入 51 例，总计 102 例。

1.2　一般资料　本研究为前瞻性病例对照研究。选取 2023 年 1 月至 2024 年 12 月在丽水市第二人民医院精神科住院的精神分裂症患者 102 例（精神分

基金项目：丽水市科技计划项目（2022GYX47）
作者单位：323000 丽水，丽水市第二人民医院
通信作者：王巧珍，Email：m15905786081@163.com

裂症组），纳入标准：（1）符合国际疾病分类第 10 版（ICD-10）[6]中精神分裂症诊断标准的住院患者；（2）年龄 18 ～ 60 周岁，男女不限；（3）同意 tDCS 治疗。排除标准：（1）有严重激越冲动及自伤自杀倾向；（2）有治疗禁忌证，如颅内有金属植入物者；（3）近 1 个月内接受过电抽搐治疗者；（4）妊娠或哺乳期妇女；（5）有酒精或其他精神活性物质滥用史，严重躯体疾病；（6）智力受损（IQ ＜ 90）。依据随机数字表法分为 tDCS 治疗组（51 例）和伪刺激组（51 例）。另向社会公开募集健康志愿者 51 例为健康对照组，纳入标准：（1）精神检查正常；（2）年龄 18 ～ 60 周岁，男女不限。排除标准：（1）严重躯体疾病；（2）智力受损（IQ ＜ 90）；（3）妊娠或哺乳期妇女；（4）有既往精神障碍史或精神障碍家族史；（5）有酒精或其他精神活性物质滥用史。3 组在性别、年龄、受教育年限方面差异均无统计学意义（均 P ＞ 0.05），tDCS 治疗组与伪刺激组在病程、基线病情严重程度[采用阳性和阴性综合征量表（PANSS）评分[7]]方面差异均无统计学意义（均 P ＞ 0.05），见表 1。本研究获得浙江省丽水市第二人民医院医学伦理委员会审批（批件号：20220720-05），所有研究对象均同意参加本研究并签署书面知情同意书。

1.3　方法　由经过规范化培训的主管护师以上职称护士全程主导 tDCS 治疗，包括治疗前全面评估、治疗中规范操作与监护、治疗后认知康复训练指导及全程依从性管理与不良反应记录。tDCS 治疗组接受 tDCS 干预，利用经颅直流电刺激仪（eldith PLUS 型，英国 Magstim），调节电流强度至 2 mA，阳极电极（5 cm×7 cm）刺激左背外侧前额叶皮层（dorsolateral prefrontal cortex，DLPFC），阴极电极（5 cm×7 cm，对该皮层刺激无效）放置右侧前额叶皮层，每次治疗 20 min，每天 1 次，每周 5 次，共治疗 28 d。伪刺激组利用经颅直流电刺激仪进行伪刺激，即电刺激仪只进行正常显示，不输出刺激信号给患者，每次治疗 20 min，每天 1 次，每周 5 次，共治疗 28 d。

1.4　观察指标　（1）皮层兴奋性特征。采用 TMS-MEP 技术检测精神分裂症患者（治疗前及治疗后）、健康对照组 rMT、MEP 波幅、MEP 潜伏期及 SICI。（2）认知功能。采用 MCCB[8]于治疗前后评估患者认知功能情况，MCCB 包括 7 个认知维度，而本研究重点分析总分及与皮层可塑性密切相关的注意/警觉（连续操作测验）、执行功能（迷宫测验）维度分。所得评分参照常模换算为标准分。（3）依从性、不良反应及满意度。治疗依从性良好定义为按时完成所有治疗且无遗漏，治疗依从率=依从良好例数/总例数×100%。不良反应，包括局部皮肤反应（电极片下瘙痒、刺痛、红肿）、全身性反应（头痛、头晕、恶心）及情绪心理反应（焦虑加重、易激惹），不良反应发生率=（各项不良反应发生总数/总例数）×100%。采用本院自制的满意度调查问卷（Cronbach’s α系数为 0.86）评估患者满意度，满分为 100 分，≥90 分为非常满意，60 ～ 89 分为基本满意，＜ 60 分为不满意。满意度=（非常满意+基本满意例数）/总例数×100%。（4）皮层兴奋性特征与认知功能的相关性。探究 tDCS 治疗组治疗前后各项皮层兴奋性指标的变化值（治疗后－治疗前）与 MCCB 总分变化值的相关性。

1.5　统计方法　采用 SPSS 27.0 统计学软件分析数据，计量资料经 S-W 法检验符合正态分布且方差齐，以均数±标准差表示，两组间比较采用独立样本 t 检验，治疗前后比较采用配对 t 检验，多组间比较采用 F 检验；计数资料以例数和百分比表示，采用 χ^2 检验。相关性分析采用 Pearson 相关分析。P ＜ 0.05 表示差异有统计学意义。

2　结果

2.1　基线皮层兴奋性特征　精神分裂症组患者治疗

表 1　3 组研究对象基线资料比较

组别	例数	性别[例(%)]		年龄（岁）	受教育年限（年）	病程（月）	PANSS 评分（分）
		男	女				
健康对照组	51	28（54.90）	23（45.10）	37.8±9.6	11.27±2.85	—	—
伪刺激组	51	27（52.94）	24（47.06）	38.1±10.0	11.53±2.91	98.45±35.32	72.45±10.28
tDCS 治疗组	51	26（50.98）	25（49.02）	37.5±9.2	12.01±2.76	102.76±30.14	72.89±11.03
χ^2（F）[t]值		0.321		（0.067）	（0.942）	[0.663]	[0.267]
P 值		＞ 0.05		＞ 0.05	＞ 0.05	＞ 0.05	＞ 0.05

注：tDCS 为经颅直流电刺激，PANSS 为阳性和阴性综合征量表

前 rMT、SICI 高于健康对照组，MEP 波幅低于健康对照组，MEP 潜伏期长于健康对照组（均 $P < 0.05$），见表 2。

2.2　tDCS 干预效应　伪刺激组治疗前后皮层兴奋性特征、认知功能指标差异均无统计学意义（均 $P > 0.05$）；tDCS 治疗组治疗后 MEP 波幅、MCCB 总分、注意/警觉评分、执行功能评分均较治疗前升高，MEP 潜伏期较治疗前缩短，SICI、rMT 较治疗前降低，且 tDCS 治疗组变化幅度大于伪刺激组（均 $P < 0.05$），见表 3 ～ 4。

2.3　依从性、不良反应及满意度　治疗后，伪刺激组治疗依从率为 96.08%（49/51），tDCS 治疗组治疗依从率为 94.12%（48/51），两组差异无统计学意义（χ^2=0.212，$P > 0.05$）。tDCS 治疗组不良反应发生率高于伪刺激组（$P < 0.05$），但所有不良反应均为轻度，干预后自行缓解，无严重不良反应发生。两组满意度差异无统计学意义（$P > 0.05$），见表 5。

2.4　认识功能与皮层兴奋性特征的相关性分析　MEP 波幅变化值与 MCCB 总分变化值呈显著正相关（r=0.612，$P < 0.05$）；MEP 潜伏期、SICI 变化值与 MCCB 总分变化值呈显著负相关（r=−0.485、−0.523，均 $P < 0.05$）；rMT 变化值与 MCCB 总分变化值无相关性（r=−0.187，$P > 0.05$）。

3　讨论

精神分裂症患者不仅存在阳性症状与阴性症状，还可能伴有认知功能障碍，已成为影响患者社会功能与生活质量的重要因素[9-10]。近年来，在精神分裂症认知损害中，神经可塑性异常被认为是重要病理生理机制之一[11]。TMS-MEP 技术可通过精准量化皮层兴奋性与抑制功能，为探索精神分裂症患者

表 2　健康对照组与精神分裂症组基线皮层兴奋性特征比较

组别	例数	rMT（%）	MEP 波幅（mV）	MEP 潜伏期（ms）	SICI
健康对照组	51	42.36±5.21	1.86±0.54	22.13±1.86	0.38±0.12
精神分裂症组	102	48.75±6.84	1.12±0.43	24.89±2.21	0.67±0.21
t 值		5.836	9.124	7.658	9.023
P 值		＜0.05	＜0.05	＜0.05	＜0.05

注：rMT 为静息运动阈值，MEP 为运动诱发电位，SICI 为短间隔皮层内抑制

表 3　tDCS 治疗组与伪刺激组精神分裂症患者皮层兴奋性特征比较

组别	例数	rMT（%）		MEP 波幅（mV）		MEP 潜伏期（ms）		SICI	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
伪刺激组	51	48.92±6.91	48.56±6.73	1.10±0.42	1.13±0.44	24.76±2.18	24.58±2.09	0.68±0.22	0.66±0.20
tDCS 治疗组	51	48.58±6.79	45.21±5.96[a]	1.14±0.44	1.59±0.51[a]	25.02±2.25	22.87±1.94[a]	0.66±0.20	0.45±0.15[a]
t 值		0.251	2.661	0.470	4.877	0.593	4.282	0.480	5.999
P 值		＞0.05	＜0.05	＞0.05	＜0.05	＞0.05	＜0.05	＞0.05	＜0.05

注：与治疗前比，a$P < 0.05$。tDCS 为经颅直流电刺激，rMT 为静息运动阈值，MEP 为运动诱发电位，SICI 为短间隔皮层内抑制

表 4　tDCS 治疗组与伪刺激组精神分裂症患者认知功能比较　分

组别	例数	注意/警觉		执行功能		MCCB 总分	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
伪刺激组	51	38.56±6.23	39.21±6.45	40.12±7.05	41.03±7.21	42.38±8.12	43.56±8.34
tDCS 治疗组	51	38.12±6.18	45.67±7.02[a]	39.86±6.98	46.89±7.54[a]	41.96±8.05	51.23±9.12[a]
t 值		0.358	4.839	0.187	4.011	0.262	4.432
P 值		＞0.05	＜0.05	＞0.05	＜0.05	＞0.05	＜0.05

注：与治疗前比，a$P < 0.05$。tDCS 为经颅直流电刺激，MCCB 为 MATRICS 共识认知成套测验

表 5　tDCS 治疗组与伪刺激组精神分裂症患者不良反应、满意度比较　例（%）

组别	例数	不良反应				满意度			
		局部皮肤反应	全身性反应	情绪心理反应	总发生	非常满意	基本满意	不满意	总满意
伪刺激组	51	0（0.00）	0（0.00）	1（1.96）	1（1.96）	36（70.59）	12（23.53）	3（5.88）	48（94.12）
tDCS 治疗组	51	6（11.76）	1（1.96）	1（1.96）	8（15.69）	39（76.47）	11（21.57）	1（1.96）	50（98.04）
χ^2 值					4.387				0.260
P 值					＜0.05				＞0.05

注：tDCS 为经颅直流电刺激

皮层可塑性特征提供客观依据[12-13]。tDCS 可通过调节皮层神经元静息膜电位，诱导神经可塑性改变，但其对精神分裂症患者皮层可塑性的调控效应及与认知改善的关联仍需深入验证[14]。

本研究结果显示，与健康对照组相比，精神分裂症患者基线 rMT 和 SICI 升高，MEP 波幅降低，潜伏期延长，与 Nguyen 等[15]研究一致。其机制可从三方面解释：（1）谷氨酸能系统功能异常。NMDA 受体功能低下导致皮层锥体神经元兴奋性降低，表现为 MEP 波幅下降、rMT 升高[16-17]。（2）γ-氨基丁酸（γ-amino-butylic acid，GABA）能系统功能障碍。SICI 升高直接提示 GABA-A 受体介导的皮层内抑制功能减弱，这可能源于小清蛋白阳性中间神经元的功能异常，是认知功能障碍（如注意缺陷）的电生理基础[18-19]。（3）神经传导效率下降。MEP 潜伏期延长反映了白质纤维完整性受损，为精神分裂症“失连接假说”提供了直接证据[20]。

本研究结果显示，tDCS 组治疗后 MEP 波幅升高，潜伏期及 SICI 降低，同时 MCCB 总分、注意/警觉、执行功能评分显著提升。其核心机制在于：阳极 tDCS 通过诱导左侧 DLPFC 皮层神经元静息膜电位去极化，产生 LTP 样可塑性效应，直接增强皮层兴奋性（表现为 MEP 波幅升高、rMT 下降）[21]。同时，tDCS 通过调控局部 GABA 能中间神经元活性，改善抑制/兴奋平衡（表现为 SICI 降低），从而优化皮层信息处理的信噪比，提升认知加工效率[22]。相关性分析进一步证实，MEP 波幅、潜伏期及 SICI 的改善程度与认知功能提升显著相关，确立了这些电生理指标作为监测 tDCS 疗效的生物标志物潜力。而 rMT 变化与认知改善无显著相关性，提示其对干预效应的敏感性较低。

本研究结果显示，tDCS 治疗组超过 94%的治疗依从性良好，并获得了极高的满意度（98.04%）。尽管 tDCS 治疗组局部皮肤反应等不良事件发生率（15.69%）显著高于伪刺激组（1.96%），但所有不良反应均为轻度、可逆，经及时干预（如调整电极位置、局部冷敷）后均自行缓解，未发生严重不良事件[23]。这提示规范化的操作流程与即时的不良反应管理，能够有效平衡 tDCS 的获益与风险。

综上所述，精神分裂症患者存在以皮层兴奋性降低和皮层内抑制功能受损为核心的可塑性异常。阳极 tDCS 可通过 LTP 样效应和调控 GABA 能系统功能，有效修复这种失衡，进而改善认知功能。TMS-MEP 技术可作为评估这种可塑性变化的敏感工具。以护士为主导的全程管理模式安全、可行，是神经调控技术临床转化的重要保障。

利益冲突　所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明　王巧珍：酝酿和设计实验，实施研究，采集数据，分析/解释数据，文章撰写，统计分析，获取研究经费；夏乐宏：酝酿和设计实验，实施研究，采集数据，对文章的知识性内容作批评性审阅，行政、技术或材料支持，支持性贡献

参　考　文　献

[1] Javitt D C. Cognitive impairment associated with schizophrenia: From pathophysiology to treatment[J]. Annu Rev Pharmacol Toxicol, 2023, 63: 119-141.

[2] Takeda T, Umehara H, Matsumoto Y, et al. Schizophrenia and cognitive dysfunction[J]. J Med Invest, 2024, 71(3/4): 205-209.

[3] 朱金华,杨威,李琳琳,等.温胆汤含药血清调控神经元突触可塑性改善精神分裂症认知障碍的机制研究 [J]. 中华中医药学刊, 2025,43(1):55-59.

[4] 南萱,庞紫胭,赵渝卉,等.脑电振荡特征对经颅磁刺激运动诱发电位幅值影响的研究现状[J].医疗卫生装备,2024,45(12):101-107.

[5] 刘丹,诸春明,赵彦,等.经颅直流电刺激联合耳针治疗老年抑郁症的临床效果观察及对病人认知功能、相关血清学指标的影响[J].安徽医药,2026,30(2):372-376.

[6] 卫生部卫生统计信息中心、北京协和医院世界卫生组织疾病分类合作中心.国际疾病分类(ICD-10)应用指导手册[M].北京:中国协和医科大学出版社,2001:111-113.

[7] Kay S R, Fiszbein A, Opler L A. The positive and negative syndrome scale (PANSS) for schizophrenia[J]. Schizophr Bull, 1987, 13(2): 261-276.

[8] Nuechterlein K H, Green M F, Kern R S, et al. The MATRICS Consensus Cognitive Battery, part 1: Test selection, reliability, and validity[J]. Am J Psychiatry, 2008, 165(2): 203-213.

[9] Drapier D. Schizophrenia and epileptic comorbidity[J]. Rev Neurol, 2024, 180(4): 308-313.

[10] Helaly A M N, Ghorab D S E D. Schizophrenia as metabolic disease. What are the causes?[J]. Metab Brain Dis, 2023, 38(3): 795-804.

[11] 董博,武胜昔,王文挺,等.GPM6A 在突触发育及相关神经精神疾病中的研究进展[J].生命科学,2022,34(3):268-274.

[12] Bai Z F, Zhang J Q, Fong K N K. Effects of transcranial magnetic stimulation in modulating cortical excitability in patients with stroke: A systematic review and meta-analysis[J]. J NeuroEngineering Rehabil, 2022, 19(1): 24.

[13] Vucic S, Stanley Chen K H, Kiernan M C, et al. Clinical diagnostic utility of transcranial magnetic stimulation in neurological disorders. Updated report of an IFCN committee[J]. Clin Neurophysiol, 2023, 150: 131-175.

[14] 龚莹莹,姜庆伟,江庐山. iTBS、tDCS 对精神分裂症患者躯体-社

会快感缺失的影响[J].现代科学仪器,2024,41(5):176-180.
[15] Nguyen D T A, Julkunen P, Saisanen L, et al. Developmental models of motor-evoked potential features by transcranial magnetic stimulation across age groups from childhood to adulthood[J]. Sci Rep, 2023, 13(1): 10604.
[16] 刘莹,黄欢,王惠玲.难治性精神分裂症患者脑内谷氨酸能代谢产物水平的研究进展[J].国际精神病学杂志,2023,50(5):913-916.
[17] 刘悦,董麟瑞,黄圣翔,等.磁共振化学交换饱和转移谷氨酸成像在精神分裂症中的应用[J].放射学实践,2023,38(7):830-834.
[18] 周楚啃,赵君,蒋友慧,等.基于抑制性神经元的精神分裂症细胞治疗研究进展:突破阴性症状与认知缺陷的新策略[J].中华精神科杂志,2025,58(11):862-869.
[19] 蒋昱晨,韩琼仪,杜小翠,等.精神分裂症幻视的机制研究进展[J].中国神经精神疾病杂志,2024,50(8):508-512.
[20] 王萌.基于磁共振影像与多组学数据解析精神分裂症功能失连接生物学机制的研究[D].北京:中国科学院大学,2022.
[21] 段梦思.经颅直流电刺激对不同病理阶段阿尔茨海默病小鼠行为电生理的影响[D].昆明:昆明理工大学,2022.
[22] 周林,甘景梨,梁学军,等.功能性近红外光谱技术在精神分裂症认知功能障碍中的研究进展[J].医学综述,2025,31(13):1627-1632.
[23] 代新语,闫纪红,毕学翠,等.经颅直流电刺激对等长肌力、耐力的影响及其不良反应的 meta 分析[J]. 中国康复医学杂志,2024,39(11):1683-1690.

收稿日期:2026-03-17
(本文编辑:孙海儿)

激光疗法联合综合运动训练对颞下颌关节紊乱综合征患者的疗效观察

叶晓钰,朱方语,王鹏程

【摘要】目的　探讨低能量激光疗法(LELT)联合综合运动训练治疗颞下颌关节紊乱综合征(TMD)的临床疗效。**方法**　本研究为回顾性对照研究,选取 2022 年 7 月至 2025 年 7 月期间在金华市中心医院就诊的 85 例 TMD 患者。根据治疗方案分为综合运动训练组(n=25,常规运动训练和肌筋膜释放疗法)、激光疗法组(n=22,LELT)和联合治疗组(n=38,综合运动训练联合 LELT)。比较 3 组治疗前、治疗 8 周后的最大主动张口度、视觉模拟评分法(VAS)、颞下颌关节功能障碍指数(DI)及口腔健康影响程度量表(OHIP)评分,并评估临床疗效。**结果**　治疗 8 周后,3 组最大主动张口度、VAS、DI 及 OHIP 评分均较治疗前改善(均 $P < 0.05$)。联合治疗组最大主动张口度 > 3.0 cm 者占 100.00%,高于综合运动训练组的 80.00%与激光疗法组的 86.36%;联合治疗组 VAS 评分、DI 值、OHIP 评分均显著优于其余两组(均 $P < 0.05$);联合治疗组临床痊愈率 13.16%,总有效率 100%。**结论**　LELT 联合综合运动训练可有效缓解 TMD 患者疼痛,改善下颌关节功能、张口度,提高生活质量。

【关键词】 颞下颌关节紊乱综合征;低能量激光疗法;综合运动训练;张口度;颞下颌关节功能障碍指数;生活质量
DOI:10.3969/j.issn.1671-0800.2026.08.018
【中图分类号】 R782.6　**【文献标志码】** A　**【文章编号】** 1671-0800(2026)08-0906-05

颞下颌关节紊乱综合征(temporomandibular disorders,TMD)是口腔颌面外科常见病,以颞下颌区疼痛、关节弹响及下颌运动障碍为主要特征表现,严重影响患者咀嚼功能与生活质量[1]。随着现代社会压力增大与生活习惯改变,TMD 发病率持续攀升,且患者群体日益年轻化[2]。该病病因复杂,与精神心理、咬合关系、肌肉习惯等因素相关,导致临床表现多样,治疗挑战较大[3-4]。目前临床常规的非手术治疗以物理疗法为主,其中综合运动训练将主动运动与肌筋膜手法相结合,既通过关节活动度训练增强肌力与关节功能,又利用肌筋膜释放松解软组织粘连、缓解肌筋膜疼痛,被证实对 TMD 功能恢复有益[5-6],但整体疗效有限,且部分患者存在训练依从性差等问题[7]。低能量激光疗法(low-energy laser therapy,LELT)作为一种非侵入性物理治疗手段,通过光生物调节作用减轻炎症反应并产生镇痛效果,在 TMD 治疗中显示出良好应用前景[8]。研究证实,激光波长 810 ~ 940 nm、能量密度 3 ~ 12 J/cm^2 的方案对缓解疼痛和改善张口度最为有效[9]。本研究通过比较

作者单位: 321000 金华,金华市中心医院
通信作者: 叶晓钰,Email:13757977433@163.com