

ICS 11.020

CCS C10/29

团体标准

T/CMEAS 011-2023

重复经颅磁刺激技术在精神障碍 临床应用中的操作规范

Application guidelines for the use of repetitive transcranial magnetic
stimulation in mental disorders

2023-07-04 发布

2023-07-04 实施

中国医药教育协会发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 场地 2

5 设备 2

6 专业技术人员能力 3

7 操作流程 3

8 rTMS 诱发的不良反应、禁忌症和安全要求 5

附录 A（资料性）rTMS 定位图示6

附录 B（资料性）rTMS 推荐治疗方案7

参考文献10

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由浙江大学医学院附属第一医院提出。

本文件由中国医药教育协会归口。

本文件起草单位：浙江大学医学院附属第一医院、北京大学第六医院、首都医科大学宣武医院、上海市精神卫生中心、中南大学湘雅二医院、武汉大学人民医院、西京医院、昆明医科大学第一附属医院、山西医科大学第一医院、河北医科大学第一医院、杭州市第七人民医院、湖州市第三人民医院、江西省精神病院、华东师范大学、杭州师范大学、武汉依瑞德医疗设备新技术有限公司。

本文件主要起草人：黄满丽、胡少华、董问天、王红星、王继军、谭立文、刘忠纯、王化宁、程宇琪、刘志芬、王育梅、邓伟、沈鑫华、魏波、李达、尧利书、臧玉峰、陆林。

重复经颅磁刺激技术在精神障碍临床应用中的操作规范

1 范围

本文件规定了重复经颅磁刺激技术在精神障碍临床应用的场地、设备、专业技术人员的能力、操作流程等内容。

本文件适用于重复经颅磁刺激技术在各类精神障碍中的临床应用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 9706.1—2020 医用电气设备 第1部分：基本安全和基本性能的通用要求

YY/T 0994—2015 磁刺激设备

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

单脉冲刺激 single transcranial magnetic stimulation, sTMS

由手动控制无节律脉冲输出，也可以激发多个刺激，但是刺激间隔较长，多用于常规电生理检查。

3.2

双脉冲刺激 repetitive paired-pulse transcranial magnetic stimulation, pTMS

以极短的间隔（一般为毫秒级）在同一个刺激部位连续给予两个兴奋或抑制的刺激，或者在两个不同的部位应用两个刺激靶，多用于研究神经元的易化和抑制作用。

3.3

重复经颅磁刺激 repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS

按照固定频率连续发放多个脉冲的刺激模式，通常用于临床治疗和暂时性兴奋或抑制特定皮层功能区域，具体频率参数设置依治疗或研究目的而定。

3.4

爆发式脉冲刺激 theta burst stimulation, TBS

属于模式化重复刺激的一种，以丛为单位，每丛有3个爆发式脉冲，丛内频率50Hz，丛间频率5Hz，具有刺激时间短、作用时间长、更接近神经生理活动生理状态等优势。不同模式的TBS对神经元兴奋性有不同的影响。间歇式的TBS(intermittent theta burst stimulation, iTBS)连续刺激2s，间隔8s，可以提高神

神经元兴奋性；持续性的TBS(continuous theta burst stimulation, cTBS)则以5Hz的频率持续进行刺激，可以降低神经元的兴奋性。

3.5

运动诱发电位 motor-evoked potentials, MEP

刺激运动皮质在靶肌记录到的肌肉运动复合电位，检查运动神经从皮质到肌肉的传递、传导通路的整体同步性和完整性。

3.6

运动阈值 motor threshold, MT

TMS刺激运动皮质，10次刺激中至少5次诱发出波幅超过50 μ v的靶肌（通常为拇短展肌）运动诱发电位(MEP)所需要的最低刺激强度，反应中枢运动神经兴奋性。

4 场地

4.1 空间要求

需要在设备周围至少有2米的空间以避免干扰到其他设备。

4.2 电源要求

rTMS治疗仪器属于大型用电设备，其瞬间输出功率达3kW以上，需要配有16A的电源插头，配置稳压器，以保证电压稳定，根据国家药监局《医用电气设备》的要求，设备电源要符合GB9706.1—2020中10.2.2的要求，设备温度保护符合其中第42章的要求。

4.3 光照要求

为了保证定位导航的精确度，室内光线不宜过亮（尤其是散射光），不宜有反光材质在红外视野内（60度 $\times$ 3米）。

注：仅光学导航需要此光照要求，非光学导航不需要。

4.4 警示性要求

门口挂贴警示标志，告诫此处有强磁场设备，禁止有心脏起搏器和电子输液装置等对磁场敏感的人员进入，同时场地中要避免放入铁磁性物体，还需警示长期暴露于经颅磁脉冲磁场环境的孕妇，其腹部应远离刺激线圈70 cm以上距离。

4.5 降噪要求

治疗室的墙面需安装足够的隔音装置（加装额外的隔离门或者加厚门）。同时，由于设备强烈的间歇性噪音，应为治疗者和患者配备耳塞。

5 设备

5.1 明确需要的线圈类型和冷却要求：由于产生磁场会引起线圈发热，线圈自带的冷却系统应能满足连续 10h 以上的工作要求。随着 rTMS 技术的日渐成熟，线圈种类也日渐丰富。

- a) 圆形线圈，是结构最简单的线圈，它可以形成环形的磁场，较为弥散；
- b) 8字形线圈，由两个相邻的线圈组成，能较好聚焦于8字形线圈中部下方的浅表皮质区域进行刺激，适用于治疗精度要求高的精神障碍；
- c) 深部线圈包括锥形线圈和H形线圈等，锥形线圈比8字形线圈更大，两个线圈成角度朝向被试头部，因此刺激相对较深，但是聚焦性差。H型线圈是一组尺寸更大，线圈环绕更为复杂的线圈，其设计目的也是在于刺激更深部的脑区，同样其聚焦性也较8字形线圈差；
- d) 其它特殊、尚不常用的线圈包括多重线圈，V型线圈等，尚在研究当中。

明确需要的磁场强度：磁场应能够穿透颅骨厚度并达到刺激部位，根据脉冲宽度和电压两个参数的比值，磁场强度一般需要在0.8T以上，厂家需要定期检测磁场强度，维护设备。

5.2 明确需要的刺激频率：既要满足低频（0~1Hz），也要满足高频（5~100Hz），需连续可调而非固定不能调节，另外最好还要满足爆发式脉冲刺激的要求

5.3 明确 rTMS 设备需要的功能模块，如肌电模块等，根据肌电测定运动阈值。

5.4 可在治疗场所设有抢救相关设备和消防器材和设施。同时，由于设备强烈的间歇性噪音，应为治疗者和患者配备耳塞。

5.5 操作开始之前进行设备安全性检查。

5.6 治疗室配有头部固定装置的椅子或医疗床。

6 专业技术人员能力

6.1 rTMS 专业技术人员上岗资质

必须由经过专业培训的执业医师、医技、护士担任。必须接受具有资质的 rTMS 培训基地的培训、进修至少 3 个月，包括 rTMS 的基本原理、一系列的操作规范培训，能熟练运行仪器，考核合格后才能上岗。

6.2 上岗后教育

需要接受每年的继续教育和督导，进一步规范和提高标准化能力。

6.3 操作人员应有的急救能力

操作人员应具有一定的急救能力，熟练掌握心肺复苏、癫痫发作的处理流程和方法。IFCN2021 年指南推荐的癫痫发作的应对流程：1)保持冷静；2)呼救；3)避免病人受到伤害（例如，帮助他们卧倒在地上并移走周边可能伤害他们的东西）；4)记录癫痫发作的时间；5)关注患者生命体征变化，直到救援到来；6)适度宽松衣服；7)保持呼吸道通畅，防止误吸（如将病人头偏向一侧）。此外，应注意避免试图约束病人或将东西放入病人的嘴里。

7 操作流程

7.1 rTMS 安全性筛查

根据国际公认的经颅磁刺激成人安全筛查量表以及rTMS的禁忌症和不良反应所制定的患者安全性筛查，有如下情况的，需谨慎使用rTMS治疗：

- a) 既往接受过 rTMS，出现过不良反应；
- b) 既往有过癫痫病史；
- c) 既往存在睡眠缺失、腹泻呕吐、物质成瘾等情况；
- d) 既往有脑血管意外病史；
- e) 既往有头部外伤或手术史；
- f) 体内有人工耳蜗或与 rTMS 线圈密切接触的电子植入物（距离 $<10\text{ cm}$ ）；
- g) 体内有植入的装置，如心脏起搏器等；
- h) 既往经常或严重头痛；
- i) 既往罹患其他导致脑损伤或与神经系统相关的疾病；
- j) 若为育龄妇女，目前为妊娠或哺乳期；
- k) 既往有听力损害病史；
- l) 近 1 月有用药史，且有使用过降低抽搐阈值的药物或抗惊厥药物。

7.2 患者准备

患者选择躺或坐姿等舒适姿势，佩戴耳塞，刺激之前，告知患者移除首饰、眼镜、手表等可能与磁场相互作用的物品。

7.3 制订操作流程

规范的rTMS操作流程包括确定患者运动阈值、确定刺激靶点、选择正确的治疗方案等。

a) 确定患者的运动阈值

rTMS 干预方案需采用目前国际上公认的安全有效的刺激强度，因此运动阈值的测量对方案设定起着重要作用。

若经颅磁设备加装配套肌电模块，根据肌电测定运动阈值。采集运动诱发电位的导线分为 3 根：记录电极、参考电极和地线。记录电极和参考电极贴于拇展短肌上，地线可贴于手腕处。让被试右手完全放松，使用单脉冲模式的 TMS 刺激左脑运动区皮层（M1 区），10 次刺激中至少 5 次诱发出波幅超过 $50\mu\text{v}$ 的靶肌（通常为拇展短肌）运动诱发电位（MEP）所需要的最低刺激强度是 MT。若并未配套肌电模块，则取 10 个连续刺激中至少 5 次可以诱发右手拇外展肌不随意运动的所需最低的刺激能量是 MT。

b) 刺激靶点定位方法

规范的治疗参数需要配有相对规范的定位方法，目前，rTMS 定位最常用的几种方式有：

1) 热点定位（hotspot）

所谓热点，就是用 TMS 找到的特定运动的皮层代表区，其中最常用的是拇指的皮层靶点。运动热点经常被用于运动功能障碍的 rTMS 治疗的刺激靶点。此外，以手热点，还要间接定位其它位置，其中用于抑郁症的著名的“5 cm”方法，首先确定手热点，向前 5 cm。

2) 颅表标志点定位

应用比较多的是国际 10-20 脑电图定位法（附录 A，图 A.1）

大脑皮质分成额叶、颞叶、顶叶、枕叶。rTMS 以上述功能区为基础，采取国际脑电图 10-20 标准定位系统进行定位。脑电图电极放置方法来源于国际临床神经电生理联盟（International Federation of Clinical Neurophysiology, IFCN）2017 年更新版本，可根据该放置方法定位线圈的刺激

部位。

英文：根据脑解剖部位命名，额叶-F、颞叶-T、顶叶-P、枕叶-O。数字：左脑为奇数，右脑为偶数。

3) 脑磁共振影像引导下精准定位

基于磁共振（MRI）、特别是基于功能磁共振（fMRI）进行个体化精准定位 rTMS 治疗，是目前的研究趋势。认知任务 fMRI，可以确定个体化的激活区，如手运动激活区、语言加工激活区等，可以根据激活的精准位置进行 rTMS 治疗。而静息态功能磁共振用于协助 rTMS 治疗，至少有两个方面的价值。一是对异常脑活动进行精准定位，从而确定刺激靶点；二是分析“点对点”的功能连接，rTMS 的 8 字线圈有较好的聚焦能力，但一般只能聚焦于比较表浅的皮层部位，“点对点”功能连接，可以将 rTMS 的刺激传递到深部脑区，发挥调控效果比如，通过静息态功能磁共振，分析个体化的“点对点”（深部的海马记忆区域与表浅的外侧顶叶皮层）功能连接，将“8”字线圈精准定位于外侧顶叶皮层，从而达到调控海马记忆功能的作用。这种基于 fMRI 的精准定位 rTMS 治疗，有可能提高疗效，但仍然处于研究阶段。（附录 A，图 A.2）

近年来，rTMS 机器人的应用也越来越多。rTMS 机器人可以快速定位预设的刺激靶点，还可以在 rTMS 治疗过程中实时跟踪患者的头动，以保证在整个治疗过程中的精准定位。

7.4 选择明确治疗方案

详细的治疗方案见附录B（rTMS推荐治疗方案）。

8 rTMS 诱发的不良反应、禁忌症和安全要求

8.1 对 rTMS 诱发的不良反应进行知情告知。

8.2 不良反应

癫痫（发生率7/100000）、头皮刺痛、颈部酸痛、灼热感、听力损害。大部分不良反应均为一过性，停止rTMS干预即可消失。

8.3 禁忌症和安全要求

对于rTMS禁忌症，使用安全方面的建议如下：

- a) 首次引入或重新配置rTMS设备或干预方法（如使用新波形、线圈、刺激模式或强度）时，通常需要额外的风险分析和管理。
- b) 植入物或不可移除的颅内金属或装置禁用rTMS、服用已知可降低癫痫阈值药物的患者应谨慎使用rTMS。
- c) rTMS对听力的影响，考虑患者、受试者和rTMS操作人员使用听力保护装置，人工耳蜗植入者不应接受rTMS。
- d) 按照目前实践经验总结，建议操作人员距离刺激线圈70 cm。
- e) 针对儿童的安全性要求：12岁以下患者佩戴耳塞可以最大程度上避免噪音对听力的损害，在使用耳塞进行听力保护的情况下，对2岁以上儿童使用单脉冲和双脉冲刺激是安全的。
- f) rTMS在老年人群中应用所出现的不良反应及其严重程度和年轻群体相仿。

附 录 A

(资料性)
rTMS定位图示

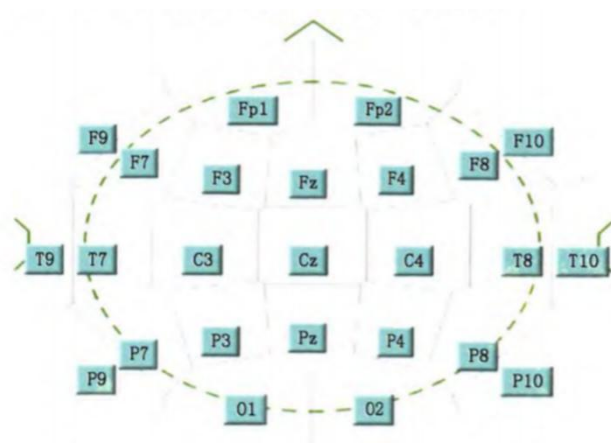


图 A. 1 脑电图 10-20 系统定位图示

海马记忆效应脑区

皮层刺激靶点

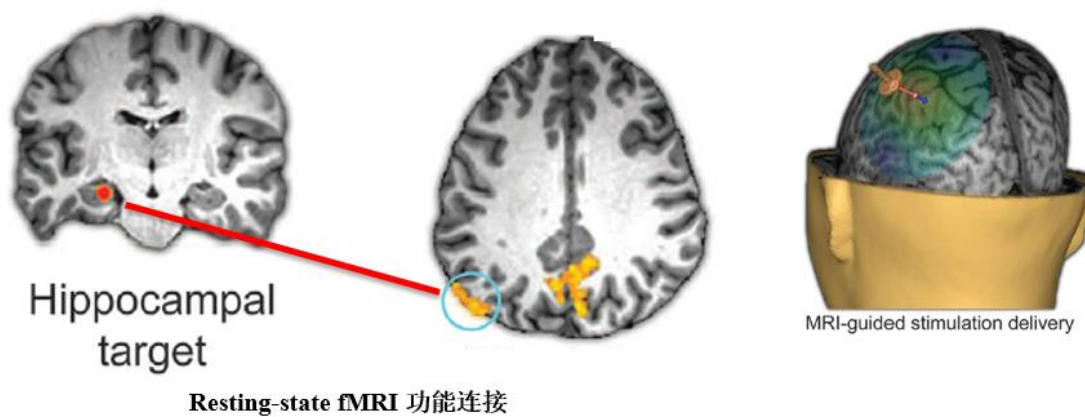


图 A. 2 fMRI 功能连接脑区定位图示

附录 B

(资料性)

rTMS推荐治疗方案

根据国际临床神经生理学联盟（IFCN）2020 年发表的治疗指南，介绍目前已有的各类精神障碍的rTMS推荐治疗方案。

明确刺激部位，测定MT，一般按照80-120%MT的刺激强度予以刺激。具体治疗参数根据目前国内循证证据，推荐rTMS临床应用方案，整理成表，如下表B.1～表B.9所示。

确定每个适应症的rTMS有效性或无效性的证据水平，是通过应用于具有相同临床特征的患者相同刺激方法获得的。首先对推荐等级做以下说明：

A级（疗效确切）需要至少两项I类研究或一项I类研究和至少两项II类研究证明。

B级（疗效可信）需要至少两项II类研究或一项I类或II类研究与至少两项III类研究的组合证明。

C级（疗效可能）需要至少两项III类研究或两项不同I、II或III类研究的任意组合证明。

如果在10名或更多接受真实刺激治疗的患者研究中保持一致有益结果的不同I、II或III类研究少于两项，则不推荐。

表 B.1 抑郁症推荐治疗方案

刺激部位	强度	频率	刺激脉冲数	推荐等级
左背外侧前额叶	90%-120%MT	10-20HZ	1600-3000	A 级（疗效确切）
左背外侧前额叶 （深部刺激，H1线圈）	120%MT	18HZ	1980-6012	A 级（疗效确切）
右背外侧前额叶	100%MT	1HZ	1600-3000	B级（疗效可信）
右背外侧前额叶+	100%MT	1HZ	1200-2100	
左背外侧前额叶	90%-100%MT	10-20HZ		
右背外侧前额叶 + 左背外侧前额叶	80%-110%MT	cTBS右侧+ iTBS左侧	600-1800	
左背外侧前额叶	120%MT	iTBS	600	FDA批准用于成人难 治性抑郁症

2022年9月，斯坦福神经调控疗法(Stanford neuromodulation therapy, SAINT)（iTBS序列个性化靶向刺激左侧DLPFC，每串刺激1800，串间歇50分钟，每天10次，共计18000次脉冲）被美国FDA批准可用于重度抑郁症的治疗。

表 B.2 广泛性焦虑障碍治疗方案

刺激部位	强度	频率	刺激脉冲数	推荐等级
右背外侧前额叶	90%-110%MT	1HZ	900	可期待
右背外侧前额叶	110%MT	20HZ	360	

表 B.3 强迫症治疗方案

刺激部位	强度	频率	刺激脉冲数	推荐等级
右背外侧前额叶	100%MT	1HZ	1200-2000	C级(疗效可能)
右侧眶额叶	120%MT	1HZ	1200	可期待
左侧眶额叶	110%MT	1HZ	1200	
辅助运动区	110%MT	1HZ	1200	

深部TMS（dTMS）即H型线圈已被FDA批准用于强迫症。

表 B.4 精神分裂症治疗方案

症状	刺激部位	强度	频率	刺激脉冲数	推荐等级
幻听	左侧颞顶叶	80%-100%	1HZ	1000-1200	C级（疗效可能）
阴性症状	左背外侧前额叶	100%-110%MT	10-20HZ	120-2000	

表 B.5 创伤后应激障碍治疗方案

刺激部位	强度	频率	刺激脉冲数	推荐等级
右背外侧前额叶	90%-100%MT	10-20HZ	1200-2400	B级（疗效可信）
右背外侧前额叶	110%MT	1HZ	2400	可期待

表 B.6 惊恐障碍及特定恐惧症治疗方案

刺激部位	强度	频率	刺激脉冲数	推荐等级
右背外侧前额叶	110%MT	1HZ	1800	可期待

表 B. 7 疼痛的治疗方案

适应症	刺激部位	强度	频率	刺激脉冲数	推荐等级
神经性疼痛	对侧M1区	80%-90%MT	10HZ	1500-3000	A级（疗效确切）
纤维肌痛	左侧M1区	80%MT	10HZ	1500	B级（疗效可信）
	左背外侧前额叶	110%MT	10HZ	3000	
I型复杂区域疼痛综合征	对侧M1区	90%-110MT	10HZ	1000-2500	C级（疗效可能）

表 B. 8 阿尔茨海默病（轻度认知障碍）的治疗方案

刺激部位	强度	频率	刺激脉冲数	推荐等级
左背外侧前额叶	90%-120%MT	10HZ	2000-3000	可期待
楔前叶	100%MT	20HZ	1600	
多位点rTMS-COG	90-110%MT	10HZ	1200	C级（疗效可能）

多位点包括：右、左背外侧前额叶、Broca区、Wernicke区域以及右、左侧顶叶体感联合皮层

rTMS-COG: rTMS combined with cognitive training

表 B. 9 物质成瘾（戒烟）的治疗方案

刺激部位	强度	频率	刺激脉冲数	推荐等级
左背外侧前额叶	90%-110%MT	10HZ	1000-2000	C级（疗效可能）

参考文献

- [1] ROSSI S, HALLETT M, ROSSINI P M, et al. 2009. Safety, ethical considerations, and application guidelines for the use of transcranial magnetic stimulation in clinical practice and research[J]. Clin Neurophysiol, 120(12): 2008-2039.
- [2] DENG Z D, LISANBY S H, PETERCHEV A V. 2014. Coil design considerations for deep transcranial magnetic stimulation[J]. Clin Neurophysiol, 125(6): 1202-1212.
- [3] DENG Z D, LISANBY S H, PETERCHEV A V. 2013. Electric field depth-focality tradeoff in transcranial magnetic stimulation: simulation comparison of 50 coil designs[J]. Brain Stimul, 6(1): 1-13.
- [4] REN C, TARJAN P P, POPOVIĆ D B. 1995. A novel electric design for electromagnetic stimulation--the Slinky coil[J]. IEEE Trans Biomed Eng, 42(9): 918-925.
- [5] HSU K H, DURAND D M. 2001. A 3-D differential coil design for localized magnetic stimulation[J]. IEEE Trans Biomed Eng, 48(10): 1162-1168.
- [6] KIM D H, GEORGHIU G E, WON C. 2006. Improved field localization in transcranial magnetic stimulation of the brain with the utilization of a conductive shield plate in the stimulator[J]. IEEE Trans Biomed Eng, 53(4): 720-725.
- [7] CARPENTER L L, AARONSON S T, CLARKE G N, et al. 2017. rTMS with a two-coil array: Safety and efficacy for treatment resistant major depressive disorder[J]. Brain Stimul, 10(5): 926-933.
- [8] KAVANAUGH B C, AARONSON S T, CLARKE G N, et al. 2018. Neurocognitive Effects of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation With a 2-Coil Device in Treatment-Resistant Major Depressive Disorder[J]. J ect, 34(4): 258-265.
- [9] 曾玲芸、许玉梅、李毅、钟进、张春燕、杜海、危亮、彭小冬、舒明跃、刘铁榜. 2020. 卫生应急条件下深圳市经颅磁刺激治疗精神疾病质量评估标准[J]. 中华卫生应急电子杂志, v.6(05): 53-56.
- [10] FRIED P J, SANTARNECCHI E, ANTAL A, et al. 2021. Training in the practice of noninvasive brain stimulation: Recommendations from an IFCN committee[J]. Clin Neurophysiol, 132(3): 819-837.
- [11] KEEL J C, SMITH M J, WASSERMANN E M. 2001. A safety screening questionnaire for transcranial magnetic stimulation[J]. Clin Neurophysiol, 112(4): 720.
- [12] LEFAUCHEUR J P, ALEMAN A, BAEKEN C, et al. 2020. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS): An update (2014-2018)[J]. Clin Neurophysiol, 131(2): 474-528.
- [13] ROSSI S, ANTAL A, BESTMANN S, et al. 2021. Safety and recommendations for TMS use in healthy subjects and patient populations, with updates on training, ethical and regulatory issues: Expert Guidelines[J]. Clin Neurophysiol, 132(1): 269-306.
- [14] WANG J X, ROGERS L M, GROSS E Z, et al. 2014. Targeted enhancement of cortical-hippocampal brain networks and associative memory[J]. Science, 345(6200): 1054-1057.
- [15] FENG Z J, DENG X P, ZHAO N, et al. 2021. Resting-State fMRI Functional Connectivity Strength Predicts Local Activity Change in the Dorsal Cingulate Cortex: A Multi-Target Focused rTMS Study[J]. Cereb Cortex.
- [16] KANG J I, LEE H, JHUNG K, et al. 2016. Frontostriatal Connectivity Changes in Major Depressive Disorder After Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation: A Randomized Sham-Controlled Study[J]. J Clin

Psychiatry, 77(9): e1137-e1143.

[17] THELERITIS C, SAKKAS P, PAPARRIGOPOULOS T, et al. 2017. Two Versus One High-Frequency Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Session per Day for Treatment-Resistant Depression: A Randomized Sham-Controlled Trial[J]. J ect, 33(3): 190-197.

[18] MCCLINTOCK S M, RETI I M, CARPENTER L L, et al. 2018. Consensus Recommendations for the Clinical Application of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS) in the Treatment of Depression[J]. J Clin Psychiatry, 79(1).

[19] KASTER T S, DASKALAKIS Z J, NODA Y, et al. 2018. Efficacy, tolerability, and cognitive effects of deep transcranial magnetic stimulation for late-life depression: a prospective randomized controlled trial[J]. Neuropsychopharmacology, 43(11): 2231-2238.

[20] LEVKOVITZ Y, ISSERLES M, PADBERG F, et al. 2015. Efficacy and safety of deep transcranial magnetic stimulation for major depression: a prospective multicenter randomized controlled trial[J]. World Psychiatry, 14(1): 64-73.

[21] LI C T, HSIEH J C, HUANG H H, et al. 2016. Cognition-Modulated Frontal Activity in Prediction and Augmentation of Antidepressant Efficacy: A Randomized Controlled Pilot Study[J]. Cereb Cortex, 26(1): 202-210.

[22] PLEWNIA C, PASQUALETTI P, GROSSE S, et al. 2014. Treatment of major depression with bilateral theta burst stimulation: a randomized controlled pilot trial[J]. J Affect Disord, 156: 219-223.

[23] DUPRAT R, DESMYTER S, RUDI DE R, et al. 2016. Accelerated intermittent theta burst stimulation treatment in medication-resistant major depression: A fast road to remission?[J]. J Affect Disord, 200: 6-14.

[24] BLUMBERGER D M, VILA-RODRIGUEZ F, THORPE K E, et al. 2018. Effectiveness of theta burst versus high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation in patients with depression (THREE-D): a randomised non-inferiority trial[J]. Lancet, 391(10131): 1683-1692.

[25] COLE E J, PHILLIPS A L, BENTZLEY B S, et al. 2022. Stanford Neuromodulation Therapy (SNT): A Double-Blind Randomized Controlled Trial[J]. Am J Psychiatry, 179(2): 132-141.

[26] COLE E J, STIMPSON K H, BENTZLEY B S, et al. 2020. Stanford Accelerated Intelligent Neuromodulation Therapy for Treatment-Resistant Depression[J]. Am J Psychiatry, 177(8): 716-726.

[27] DIEFENBACH G J, ASSAF M, GOETHE J W, et al. 2016. Improvements in emotion regulation following repetitive transcranial magnetic stimulation for generalized anxiety disorder[J]. J Anxiety Disord, 43: 1-7.

[28] DILKOV D, HAWKEN E R, KALUDIEV E, et al. 2017. Repetitive transcranial magnetic stimulation of the right dorsal lateral prefrontal cortex in the treatment of generalized anxiety disorder: A randomized, double-blind sham controlled clinical trial[J]. Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry, 78: 61-65.

[29] ELBEH K A M, ELSEROGY Y M B, KHALIFA H E, et al. 2016. Repetitive transcranial magnetic stimulation in the treatment of obsessive-compulsive disorders: Double blind randomized clinical trial[J]. Psychiatry Res, 238: 264-269.

[30] SEO H J, JUNG Y E, LIM H K, et al. 2016. Adjunctive Low-frequency Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation over the Right Dorsolateral Prefrontal Cortex in Patients with Treatment-resistant Obsessive-compulsive Disorder: A Randomized Controlled Trial[J]. Clin Psychopharmacol Neurosci, 14(2): 153-160.

[31] HAWKEN E R, DILKOV D, KALUDIEV E, et al. 2016. Transcranial Magnetic Stimulation of the Supplementary Motor Area in the Treatment of Obsessive-Compulsive Disorder: A Multi-Site Study[J]. Int J Mol Sci, 17(3): 420.

- [32] NAUCZYCIEL C, LE JEUNE F, NAUDET F, et al. 2014. Repetitive transcranial magnetic stimulation over the orbitofrontal cortex for obsessive-compulsive disorder: a double-blind, crossover study[J]. *Transl Psychiatry*, 4(9): e436.
- [33] SINGH S, KUMAR S, GUPTA A, et al. 2019. Effectiveness and Predictors of Response to 1-Hz Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation in Patients With Obsessive-Compulsive Disorder[J]. *J ect*, 35(1): 61-66.
- [34] CARMI L, TENDLER A, BYSTRITSKY A, et al. 2019. Efficacy and Safety of Deep Transcranial Magnetic Stimulation for Obsessive-Compulsive Disorder: A Prospective Multicenter Randomized Double-Blind Placebo-Controlled Trial[J]. *Am J Psychiatry*, 176(11): 931-938.
- [35] PAILLIERE-MARTINOT M L, GALINOWSKI A, PLAZE M, et al. 2017. Active and placebo transcranial magnetic stimulation effects on external and internal auditory hallucinations of schizophrenia[J]. *Acta Psychiatr Scand*, 135(3): 228-238.
- [36] BAIS L, VERCAMMEN A, STEWART R, et al. 2014. Short and long term effects of left and bilateral repetitive transcranial magnetic stimulation in schizophrenia patients with auditory verbal hallucinations: a randomized controlled trial[J]. *PloS one*, 9(10): e108828.
- [37] WöLWER W, LOWE A, BRINKMEYER J, et al. 2014. Repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) improves facial affect recognition in schizophrenia[J]. *Brain Stimul*, 7(4): 559-563.
- [38] ZHAO S, KONG J, LI S, et al. 2014. Randomized controlled trial of four protocols of repetitive transcranial magnetic stimulation for treating the negative symptoms of schizophrenia[J]. *Shanghai Arch Psychiatry*, 26(1): 15-21.
- [39] WOBROCK T, GUSE B, CORDES J, et al. 2015. Left prefrontal high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation for the treatment of schizophrenia with predominant negative symptoms: a sham-controlled, randomized multicenter trial[J]. *Biol Psychiatry*, 77(11): 979-988.
- [40] LI Z, YIN M, LYU X L, et al. 2016. Delayed effect of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) on negative symptoms of schizophrenia: Findings from a randomized controlled trial[J]. *Psychiatry Res*, 240: 333-335.
- [41] LEFAUCHEUR J P, ANDRÉ-OBADIA N, ANTAL A, et al. 2014. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS)[J]. *Clin Neurophysiol*, 125(11): 2150-2206.
- [42] AHMADIZADEH M J, REZAEI M. 2018. Unilateral right and bilateral dorsolateral prefrontal cortex transcranial magnetic stimulation in treatment post-traumatic stress disorder: A randomized controlled study[J]. *Brain Res Bull*, 140: 334-340.
- [43] BOGGIO P S, ROCHA M, OLIVEIRA M O, et al. 2010. Noninvasive brain stimulation with high-frequency and low-intensity repetitive transcranial magnetic stimulation treatment for posttraumatic stress disorder[J]. *J Clin Psychiatry*, 71(8): 992-999.
- [44] KOZEL F A, VAN TREES K, LARSON V, et al. 2019. One hertz versus ten hertz repetitive TMS treatment of PTSD: A randomized clinical trial[J]. *Psychiatry Res*, 273: 153-162.
- [45] MANTOVANI A, ALY M, DAGAN Y, et al. 2013. Randomized sham controlled trial of repetitive transcranial magnetic stimulation to the dorsolateral prefrontal cortex for the treatment of panic disorder with comorbid major depression[J]. *J Affect Disord*, 144(1-2): 153-159.
- [46] MA S M, NI J X, LI X Y, et al. 2015. High-Frequency Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Reduces Pain in Postherpetic Neuralgia[J]. *Pain Med*, 16(11): 2162-2170.

- [47] ATTAL N, AYACHE S S, CIAMPI DE ANDRADE D, et al. 2016. Repetitive transcranial magnetic stimulation and transcranial direct-current stimulation in neuropathic pain due to radiculopathy: a randomized sham-controlled comparative study[J]. *Pain*, 157(6): 1224-1231.
- [48] UMEZAKI Y, BADRAN B W, DEVRIES W H, et al. 2016. The Efficacy of Daily Prefrontal Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS) for Burning Mouth Syndrome (BMS): A Randomized Controlled Single-blind Study[J]. *Brain Stimul*, 9(2): 234-242.
- [49] BOYER L, DOUSSET A, ROUSSEL P, et al. 2014. rTMS in fibromyalgia: a randomized trial evaluating QoL and its brain metabolic substrate[J]. *Neurology*, 82(14): 1231-1238.
- [50] CHOI G S, CHANG M C. 2018. Effects of high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation on reducing hemiplegic shoulder pain in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial[J]. *Int J Neurosci*, 128(2): 110-116.
- [51] DRUMOND MARRA H L, MYCZKOWSKI M L, MAIA MEMORIA C, et al. 2015. Transcranial Magnetic Stimulation to Address Mild Cognitive Impairment in the Elderly: A Randomized Controlled Study[J]. *Behav Neurol*, 2015: 287843.
- [52] WU Y, XU W, LIU X, et al. 2015. Adjunctive treatment with high frequency repetitive transcranial magnetic stimulation for the behavioral and psychological symptoms of patients with Alzheimer's disease: a randomized, double-blind, sham-controlled study[J]. *Shanghai Arch Psychiatry*, 27(5): 280-288.
- [53] KOCH G, BONNI S, PELLICCIARI M C, et al. 2018. Transcranial magnetic stimulation of the precuneus enhances memory and neural activity in prodromal Alzheimer's disease[J]. *Neuroimage*, 169: 302-311.
- [54] BENTWICH J, DOBRONEVSKY E, AICHENBAUM S, et al. 2011. Beneficial effect of repetitive transcranial magnetic stimulation combined with cognitive training for the treatment of Alzheimer's disease: a proof of concept study[J]. *J Neural Transm (Vienna)*, 118(3): 463-471.
- [55] LEE J, CHOI B H, OH E, et al. 2016. Treatment of Alzheimer's Disease with Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Combined with Cognitive Training: A Prospective, Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Study[J]. *J Clin Neurol*, 12(1): 57-64.
- [56] AMIAZ R, LEVY D, VAINIGER D, et al. 2009. Repeated high-frequency transcranial magnetic stimulation over the dorsolateral prefrontal cortex reduces cigarette craving and consumption[J]. *Addiction*, 104(4): 653-660.
- [57] PRIKRYL R, USTOHAL L, KUCEROVA H P, et al. 2014. Repetitive transcranial magnetic stimulation reduces cigarette consumption in schizophrenia patients[J]. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*, 49: 30-35.