·专栏·

间歇性 θ 爆发式刺激在脑卒中后上肢运动功能恢复中的有效性研究：一项随机对照试验

陈松斌[1,2] 黎晓彤[2] 杨文清[2] 陈文瑜[2] 李海[1*]

（1.南方医科大学深圳医院康复医学科，深圳 518110；2.广州市第一人民医院康复医学科，广州 510180）

【摘要】 目的 探讨间歇性 θ 爆发式刺激(Intermittent Theta-Burst Stimulation，iTBS)对亚急性期脑梗死患者上肢运动功能的具体影响。**方法** 本研究为一项随机对照试验，在2023年1月—2024年7月期间，从广州市第一人民医院康复医学科筛选并纳入了50例亚急性期脑梗死患者作为研究对象，随机分配至iTBS组(n=25)或假刺激组(n=25)，iTBS组进行10次iTBS刺激，假刺激组进行10次假刺激干预，两组均接受常规康复治疗。在治疗前后进行Fugl-Meyer上肢运动功能评估量表(Fugl-Meyer Assessment of Upper Extremity，FMA-UE)、上肢动作研究量表(Action Research Arm Test，ARAT)、Wolf运动功能测试评分(Wolf Motor Function Test，WMFT)、改良Barthel指数(Modified Barthel Index，MBI)、上肢躯体运动诱发电位(Motor Evoked Potential，MEP)的测量，并对测量结果进行对比分析。**结果** 治疗前后，两组FMA-UE评分比较，差异均无统计学意义(P>0.05)。治疗后，两组FMA-UE评分与本组治疗前比较，差异均有统计学意义(P<0.05)。治疗前后，两组动作评分比较，差异均无统计学意义(P>0.05)。治疗后，iTBS组的ARAT评分高于本组治疗前(P<0.05)，而假刺激组与本组治疗前比较，差异无统计学意义(P>0.05)。治疗前后，两组WMFT评分比较，差异无统计学意义(P>0.05)。治疗后，iTBS组WMFT评分高于本组治疗前，差异有统计学意义(P<0.001)，而假刺激组与本组治疗前比较，差异无统计学意义(P=0.532)。治疗前，两组患者MBI比较，差异无统计学意义(P>0.05)。治疗后，iTBS组MBI高于本组治疗前和同期假刺激组，差异有统计学意义(P=0.008)。治疗前后，在潜伏期和波幅方面，两组比较，差异无统计学意义(P>0.05)。治疗后，iTBS组的MEP潜伏期和波幅低于本组治疗前(P<0.05)。**结论** iTBS刺激能有效提升亚急性期脑卒中患者的上肢运动功能并促进功能独立性。这为将iTBS作为脑卒中患者标准康复方案中的有效辅助手段提供了有力的证据支持。

【关键词】 间歇性 θ 爆发式刺激；中风；运动功能；功能独立性；缺血性

【中图分类号】 TH77; R743.3 **【文献标识码】** A **【DOI】** 10.11876/mimt202501003

The effectiveness of intermittent theta bust stimulation for upper limb motor recovery after stroke: A randomized controlled trial

Chen Songbin[1,2], Li Xiaotong[2], Yang Wenqi[2], Chen Wenyu[2], Li Hai[1]*

(1. Department of Rehabilitation Medicine, Shenzhen Hospital, Southern Medical University, Shenzhen 518110, China;
2. Department of Rehabilitation Medicine, Guangzhou First People's Hospital, Guangzhou 510180, China)

【Abstract】 Objective The aim of this study is to explore the impact of intermittent theta burst stimulation (iTBS) on upper limb motor function in subacute cerebral infarction patients. **Methods** This study is a randomized controlled trial conducted from January 2023 to July 2024 at the Department of Rehabilitation Medicine, Guangzhou First People's Hospital. A total of 50 individuals were recruited for the study. Participants were randomly assigned to either the iTBS group (n=25) or sham stimulation group (n =25), each receiving 10 sessions of intervention, along with conventional rehabilitation therapy. The Fugl-Meyer

基金项目：深圳市科技计划（JCYJ20210324134401004）；深圳市医学研究专项资金（C2401028）；广东省医学科研基金（A2023367）；广州市卫生健康科技一般引导项目（20251A011002）

第一作者：陈松斌，男，硕士研究生，主管技师，研究方向：神经康复

通讯作者：李海，女，博士研究生，主任医师，研究方向：神经康复

Assessment of Upper Extremity (FMA–UE), Action Research Arm Test (ARAT), Wolf Motor Function Test (WMFT), Modified Barthel Index (MBI), and Motor Evoked Potential (MEP) were measured, and the results of these assessments were compared. **Results** Before and after treatment, there was no significant difference in FMA–UE scores between the two groups ($P>0.05$). After treatment, the FMA–UE score of the two groups was significantly different from that of the group before treatment ($P<0.05$). Before and after treatment, there was no significant difference in movement scores between the two groups ($P>0.05$). After treatment, the ARAT score of iTBS group was higher than that before treatment ($P<0.05$), but there was no significant difference between false stimulation group and before treatment ($P>0.05$). Before and after treatment, there was no significant difference in WMFT scores between the two groups ($P>0.05$). After treatment, WMFT score in iTBS group was higher than that before treatment, the difference was statistically significant ($P<0.001$), while there was no statistically significant difference between false stimulation group and before treatment ($P>0.05$). Before treatment, there was no significant difference in MBI between the two groups ($P>0.05$). After treatment, the MBI in iTBS group was higher than that before treatment and in spurious stimulation group at the same time, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). Before and after treatment, there was no significant difference in latency and amplitude between the two groups ($P>0.05$). After treatment, the latency and amplitude of MEP in iTBS group were lower than before treatment ($P<0.05$). **Conclusion** iTBS stimulation improves upper extremity motor function and enhances functional independence of patients with subacute stroke. This provides strong evidence for the potential inclusion of iTBS as a key adjunctive therapy in stroke rehabilitation protocols.

【Key words】 Intermittent theta burst stimulation; Stroke; Motor function; Functional independence; Ischemic

作为一种严重威胁人类生命和健康的脑血管疾病，脑卒中致残率一直居高不下，位居各类疾病之首，这给个人生活以及整个社会都带来了沉重的经济负担[1]。中风患者在发病后的3～6个月内，往往还会面临肢体感觉和运动功能的持续障碍，这极大地降低了他们的生活质量。尽管采用了诸如物理治疗、作业治疗以及药物治疗等传统康复训练手段，能够在一定程度上提高运动功能，但这些方法的效果往往受限于患者的个体差异、治疗早期的恢复潜力以及治疗过程的持续性[2]。有研究[3]表明脑卒中患者大脑皮质兴奋性平衡发生改变，表现为患侧半球兴奋性降低，而健侧半球过度兴奋。近年来，神经重塑和可塑性理论的最新进展使非侵入性脑刺激技术成为促进中风后康复的重要新兴方向。间歇性θ爆发式刺激（intermittent Theta Burst Stimulation，iTBS）作为一种新的非侵入性脑刺激方法，已在多项研究中显示出在神经康复中的潜力[4–7]。iTBS通过短时高频的脉冲刺激方式，调节大脑皮层的兴奋性，促进神经重塑，从而加速运动功能的恢复。初步的临床研究表明，iTBS在改善卒中后功能方面具有良好效果，尤其是对于上肢功能的恢复[8, 9]。虽然iTBS能够改善卒中患者的大脑皮层的兴奋性，目前关于iTBS是否能够改善卒中患者肢体运动和日常生活能力的研究仍较为匮乏，其效果仍有待更多系统的随机对照试验数据来进一步验证和支持[10]。因此，深入探讨iTBS在脑卒中患者上肢功能恢复中的应用价值和机制，仍是当前神经康复领域亟待解决的问题。本研究旨在通过对比iTBS与假刺激两种治疗方案，在两组患者均接受常规康复训练的基础上，探究iTBS对于改善脑卒中患者肢体运动功能及提升生活质量的效果，从而为相关研究与临床治疗提供有价值的参考与依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

根据CONSORT（试验报告统一标准）指南，于2023年1月—2024年7月在广州市第一人民医院康复医学科进行了一项单中心、前瞻性、随机、假对照的双盲临床试验。符合条件的受试者被随机分配到iTBS组或假刺激组，分配比例为1:1。随机序列由随机数字表生成，并隐藏在不透明的编号信封中。这些信封由中立的非参与研究人员按数字顺序打开。所有结果均在基线（T1）和10次干预（T2）后进行评估。每次评估都由一名资深作业治疗师进行。该试验获得医院伦理委员会批准（批件号：K–2023–021–02），并在中国临床试验注册中心注册，注册号为

ChiCTR2300072415。总共招募50例首次发生脑梗死患者。纳入标准：脑梗死患者，单侧脑卒中；符合《中国急性缺血性脑卒中诊治指南》（2023）[11]；首次发生脑卒中，处于发病后2周～6个月内；经CT或MRI证实[11-13]；体征平稳，且认知障碍，治疗合作，签署知情同意书。排除标准：佩戴心脏起搏器或者颅内有金属者；颅骨有缺损者；有癫痫病史及癫痫家族史；妊娠期妇女；其他的严重身体疾病。

本研究最终纳入50例，并随机分为iTBS组和假刺激组，各25例。两组年龄、性别、发病时长、患侧等一般资料比较，差异均无统计学意义（$P>0.05$），见表1。

表1 受试者的基线资料比较［$\bar{x} \pm s$，n（%）］

组别	例数	年龄（年）	性别（男）	发病时长（月）	偏瘫侧（左）
iTBS组	25	68.00 ± 11.90	16（64.00）	1.00 ± 1.00	11（44.00）
假刺激组	25	66.48 ± 11.72	14（56.00）	2.00 ± 2.00	16（64.00）
t/Z		0.455	0.334	−1.038	2.012
P		0.651	0.564	0.299	0.156

1.2 训练方法

1.2.1 常规康复训练

两组均接受常规康复训练：①被动训练：包括肩部屈伸、肘部弯曲伸展、腕部和手指的活动；②主动训练：包括肩部屈伸、肘部弯曲伸展、腕部和手指的活动；③手部功能训练：包括用握力球或弹性带进行握持练习、使用小物件（如小球、硬币等）进行捏、夹、扔等活动，也会进行目标导向的任务训练，如模拟日常生活中的物品操作；④日常生活活动训练：如穿衣、洗漱、进食等基本活动，模拟或实际操作的训练，10次/组，分别做3组。这些个性化的康复训练由经验丰富的作业治疗师实施，治疗师在整个过程中并不知道患者的实验组分配情况。30min/次，1次/d，5d/周，连续两周。

1.2.2 iTBS/假刺激

对于iTBS组进行iTBS刺激，iTBS/假刺激始终在常规康复训练之前进行。在本研究中，使用的是经颅磁刺激仪（生产企业：依瑞德医疗有限公司）的0.07m“8”字形线圈，在患侧大脑运动皮层M1区上进行iTBS刺激。线圈与头皮相切，手柄朝上。iTBS模式包括以50Hz频率重复5Hz频率的三个脉冲串。2s TBS/ 10s，总持续时间为192s（共600个脉冲）[14]。患侧M1区的刺激部位是使用单脉冲经颅磁刺激在患侧手的第一背侧骨间肌（First Dorsal Interosseous，FDI）中引起最大上肢躯体运动诱发电位（Motor Evoked Potential，MEP）振幅的位置（通常称为“热点”）。静息运动阈值（Resting Motor Threshold，RMT）是皮质脊髓兴奋性最常见的测量方法[15]。并从瘫痪手的FDI记录表面肌电。患者舒适地坐在椅子上，手和背部有支撑[16]。RMT的定义是在连续10次试验中，有5次能引起峰–峰振幅大于50μV的MEP所需的最低刺激强度。如果瘫痪的FDI无法诱发MEP，则在健侧M1区“热点”的镜像位置对应的患侧M1区施加iTBS。在头皮的最佳位置做好标记。iTBS刺激强度设定为患侧RMT的70%[17]。对于那些即使在100%最大刺激器输出（Maximal Stimulator Output, MSO）下也无法在患侧大脑半球中激发MEP的受试者，患侧大脑半球中的RMT被认为是100% MSO。由于40% MSO是使用磁刺激器进行iTBS的上限，如果计算出的刺激强度大于40% MSO，则iTBS的刺激强度设为40% MSO。对于假刺激组，假iTBS在线圈与头皮成90° 角的情况下进行，可以听到相同的响声，但是没有磁刺激效果。在治疗过程中，受试者应当尽量避免头部活动，以免影响治疗效果。

1.3 疗效评定

1.3.1 上肢运动能力评定

（1）治疗前后，采用Fugl–Meyer上肢运动功能评估量表（Fugl–Meyer assessment of Upper extremity，FMA–UE）评定患者上肢运动能力，该量表信效度高，上肢运动包含33个评估项目，总分为66分，得分越高，表示运动功能越好[18]。（2）治疗前后，采用上肢动作研究量表（Action Research Arm Test，ARAT）评估手部和前臂的功能，特别是日常生活中的具体动作（如抓取、提起、手部精细操作），19个测试项目，总共57分，分数越高，表

示功能越好[19]。（3）治疗前后，采用Wolf运动功能测试评分（Wolf Motor Function Test，WMFT）评估上肢的功能性运动和动作速度，以及整体运动能力，包括不同类型的任务，并且包括时间和动作质量的评估，最高分为75分，分数越低，功能水平越低，得分越高，代表上肢功能越好[20]。（4）治疗前后，采用改良Barthel指数（Modified Barthel Index，MBI）评定日常生活活动能力和自理能力，得分越高，患者的独立性越好[21]。

1.3.2 神经传导功能

对M1区域的MEP的潜伏期和在120% RMT下的波幅进行了评估。每次测试时，共施加了5个脉冲，脉冲间隔为1s，以确保准确测量MEP的潜伏期和波幅。对于无法诱发MEP的患者，为确保所有患者的神经传导功能都能进行比较和分析，我们使用了健侧MEP作为参考。

1.4 统计学处理

数据库由专人管理并进行统计分析，并且该医务人员对患者的分组并不知情。本研究数据统计处理使用SPSS 26.0软件。采用Shapiro–Wilk检验来评估是否正态分布。以（均数 ± 标准差）表示正态分布数据，组间比较采用独立样本t检验，组内比较，用配对t检验；以中位数（四分位间距）表示非正态分布数据，采用秩和检验。P<0.05表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 上肢运动能力结果

2.1.1 Fugl-Meyer量表

治疗前后，两组FMA–UE评分比较，差异均无统计学意义（P>0.05）。治疗后，两组FMA–UE评分与本组治疗前比较，差异均有统计学意义（iTBS组：P<0.001；假刺激组：P=0.005），见表2。

表2 两组患者FMA和MBI评分比较（分）

组别	FMA评分				MBI			
	治疗前	治疗后	Z	P	治疗前	治疗后	Z	P
对照组	25.00（6.50,60.20）	37.00（5.00,54.00）	–2.793	0.005	74.00（39.00,89.50）	79.00（42.00,95.00）	–3.115	0.002
iTBS组	42.00（9.00,57.00）	50.00（17.00,61.50）	–3.854	<0.001	84.00（74.50,89.00）	91.00（85.00,97.50）	–4.378	<0.001
Z	–1.311	–1.632			–1.359	–2.655		
P	0.190	0.103			0.174	0.008		

2.1.2 ARAT量表

治疗前后，两组动作评分比较，差异均无统计学意义（P>0.05）。治疗后，iTBS组的ARAT评分高于本组治疗前（P<0.05），而假刺激组与本组治疗前比较，差异无统计学意义（P=0.173），见表3。

表3 两组患者ARAT和WMFT评分比较（分）

组别	ARAT				WMFT			
	治疗前	治疗后	Z	P	治疗前	治疗后	Z	P
对照组	4.00（0.00,57.00）	5.00（0.00,57.00）	–1.363	0.173	15.00（0.00,71.00）	19.00（0.00,73.00）	–0.625	0.532
iTBS组	41.00（1.50,57.00）	54.00（3,50,57.00）	–2.954	<0.001	55.00（1.50,73.00）	64.00（12.50,75.00）	–3.728	<0.001
Z	–1.057	–1.540			–0.874	–1.682		
P	0.290	0.124			0.382	0.093		

2.1.3 WMFT量表

治疗前后，两组WMFT评分比较，差异无统计学意义（P>0.05）。治疗后，iTBS组WMFT评分高于本组治疗前，差异有统计学意义（P<0.001），而假刺激组与本组治疗前比较，差异无统计学意义（P=0.532），见表3。

2.1.4 改良Barthel指数

治疗前，两组患者MBI比较，差异无统计学意义（P=0.174）。治疗后，iTBS组MBI高于本组治疗前和同期假刺激组，差异有统计学意义

（P=0.008），见表1。

2.2 神经传导效能

治疗前后，在潜伏期和波幅方面，两组比较，差异无统计学意义（P>0.05）。治疗后，iTBS组的MEP潜伏期和波幅低于本组治疗前（潜伏期：P=0.027，波幅：P=0.017），见表4。

表4 两组患者神经传导功能比较

组别	潜伏期（ms）				波幅（μV）			
	治疗前	治疗后	t	P	治疗前	治疗后	Z	P
对照组	22.51 ± 3.03	23.02 ± 2.49	−1.641	0.114	512.00（241.30,743.30）	256.7（183.30,403.30）	−1.932	0.053
iTBS组	23.54 ± 2.51	22.44 ± 2.18	2.350	0.027	413.65（318.33,957.50）	343.3（162.35,536.38）	−2.386	0.017
t/Z	−1.308	0.865			−1.232	−0.235		
P	0.197	0.391			0.814	0.218		

3 讨论

3.1 对运动功能的影响

结果表明，无论是iTBS组还是假刺激组，FMA评分均有显著改善。尽管两组比较差异无统计学意义（P>0.05），但iTBS组相较于假刺激组有更大的优势。这与Watanabe等的研究结果相当，他们也观察到FMA总分显著增加，尽管急性期iTBS刺激后比较差异无统计学意义[22]。表明iTBS对神经功能恢复具有一定的促进作用，但其效能可能因患者个体差异和康复阶段而有所不同。与我们研究发现类似的还有Zhang等的研究，发现了显著的时间效应以及时间与组间的交互效应[23]。仅在iTBS组中，ARAT和WMFT评分在治疗前后表现出了显著统计学差异。这进一步证明了iTBS 在改善运动功能方面的潜力。ARAT和WMFT更侧重于手和前臂的功能性任务和运动表现。iTBS干预后，ARAT和WMFT分数较治疗前提高达到统计学差异，这表明它对完成功能性任务能力产生了积极的影响。Kakuda等也取得了类似结果，他们观察到完成WMFT所需的时间明显缩短[24, 25]。这支持iTBS能提高患者执行功能性任务的效率。

3.2 对MBI的影响

前后比较时，发现 iTBS 组和假刺激组的MBI均有显著改善。这表明在干预后，各组患者日常生活活动能力都得到了不同程度的提升。此外，两组之间在MBI评分变化上的差异也达到了统计学意义，表明iTBS在改善患者功能方面具有显著的效果。相对于假刺激组，iTBS组的改善幅度明显更大。这提示了积极的iTBS 干预对功能恢复具有更大的促进作用[26]。与文献显示的结果一致，即使是假刺激，有时也会因干预期间接受的常规神经康复治疗而产生积极的结果[27]。假刺激在某种程度上可能通过增强患者的积极参与度，间接促进了功能的恢复。然而，iTBS组MBI评分的显著提升进一步表明，积极的iTBS干预相比假刺激，能促进患者日常生活活动能力恢复。

3.3 对神经功能的影响

在iTBS组内，MEP潜伏期和波幅都达到了统计学显著差异。表明在接受iTBS治疗后，MEP潜伏期和波幅发生了显著变化，可能反映了神经传导功能的改善。这与王淑睿等[28]通过iTBS刺激脑卒中患者小脑后，发现MEP潜伏期有所改善结果相一致。但是庄敏等[29]通过iTBS对脑卒中重度运动功能障碍患者的即时效应，发现MEP的波幅并未发生显著变化，但是脑部功能连接显著升高。表明iTBS通过增强受损区域的皮层兴奋性，促进了神经回路的重建或增强了大脑对下肢或上肢运动的控制能力。这提示了该干预对神经传导功能的潜在益处。

总之，iTBS作为标准神经康复方案中的一种重要辅助手段。在功能预后和生活质量方面，能够提升亚急性期的缺血性卒中患者的表现。不仅为患者提供了更为积极的康复体验，还为临床中风康复提供了新的可能性。

[参 考 文 献]

[1] Liu L, Wang D, Wong KS, et al. Stroke and stroke care in China: huge burden, significant workload, and a national

priority［J］. Stroke, 2011, 42(12):3651–3654.
［2］ Gittler M, Davis AM. Guidelines for adult stroke rehabilitation and recovery［J］. JAMA, 2018, 319(8):820–821.
［3］ Barker AT, Jalinous R, Freeston IL. Non–invasive magnetic stimulation of human motor cortex［J］. Lancet, 1985, 1(8437):1106–1107.
［4］ Zhang JJ, Fong KNK. Effects of priming intermittent theta burst stimulation on upper limb motor recovery after stroke: Study protocol for a proof–of–concept randomised controlled trial［J］. BMJ Open, 2020, 10(3):e035348.
［5］ Talelli P, Greenwood RJ, Rothwell JC. Exploring theta burst stimulation as an intervention to improve motor recovery in chronic stroke ［J］. Clin Neurophysiol, 2007, 118(2):333–342.
［6］ Ackerley SJ, Byblow WD, Barber PA, et al. Primed physical therapy enhances recovery of upper limb function in chronic stroke patients［J］. Neurorehabilitation and Neural Repair, 2016, 30(4):319–348.
［7］ 张仲锦,张昆,张鑫.经颅磁刺激治疗脑卒中后患者肢体运动功能障碍的疗效［J］.现代仪器与医疗,2018,24(4):73–75.
［8］ Chen S, Zhang S, Yang W, et al. The effectiveness of intermittent theta burst stimulation for upper limb motor recovery after stroke: a systematic review and meta–analysis of randomized controlled trials［J］. Front Neurosci, 2023, 17: 1272003.
［9］ Wang C, Zhang Q, Zhang L, et al. Comparative efficacy of different repetitive transcranial magnetic stimulation protocols for lower extremity motor function in stroke patients: a network meta–analysis［J］. Front Neurosci, 2024, 18:1352212.
［10］夏逸飞,刘珏,朱玉连.iTBS模式经颅磁刺激促进脑卒中患者运动功能康复的研究进展［J］.中国康复医学杂志,2024,39(2):274–279.
［11］李光硕,赵性泉.《中国急性缺血性卒中诊治指南 2023》解读［J］.中国卒中杂志,2024,19(8):956–961.
［12］刘良进,豆永升,曾艳妮.一站式 CT灌注成像联合 CT血管造影在缺血性脑卒中中的应用［J］.现代仪器与医疗,2019,25(6):12–15.
［13］王谦,陈晓光.4D CTA技术在颅脑血管疾病筛查中的价值现状［J］. 现代仪器与医疗, 2024,30(3):54–57.
［14］Huang Y Z, Edwards M J, Rounis E, et al. Theta burst stimulation of the human motor cortex［J］. Neuron, 2005, 45(2): 201–206.
［15］Salehi Dehno N, Kamali F, Shariat A, et al. Comparison of transcallosal inhibition between hemispheres and its relationship with motor behavior in patients with severe upper extremity impairment after subacute stroke［J］. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2022, 31(6):106469.
［16］Ding Q, Chen S, Chen J, et al. Intermittent theta burst stimulation increases natural oscillatory frequency in ipsilesional motor cortex post–stroke: A transcranial magnetic stimulation and electroencephalography study［J］. Front Aging Neurosci, 2022:14.
［17］Ding Q, Zhang S, Chen S, et al. The effects of intermittent theta burst stimulation on functional brain network following stroke: An electroencephalography study［J］. Front Neurosci, 2021:15.
［18］Gladstone DJ, Danells CJ, Black SE. The fugl–meyer assessment of motor recovery after stroke: A critical review of its measurement properties［J］. Neurorehabil Neural Repair, 2002, 16(3):232–240.
［19］Burton Q, Lejeune T, Dehem S, et al. Performing a shortened version of the Action Research Arm Test in immersive virtual reality to assess post–stroke upper limb activity［J］. J Neuroeng Rehabil, 2022, 19(1):133.
［20］Morris DM, Uswatte G, Crago JE, et al. The reliability of the wolf motor function test for assessing upper extremity function after stroke［J］. Arch Phys Med Rehabil, 2001, 82(6):750–755.
［21］Duffy L, Gajree S, Langhorne P, et al. Reliability (inter–rater agreement) of the Barthel Index for assessment of stroke survivors: Systematic review and meta–analysis［J］. Stroke, 2013, 44(2):462–468.
［22］Watanabe K, Kudo Y, Sugawara E, et al. Comparative study of ipsilesional and contralesional repetitive transcranial magnetic stimulations for acute infarction［J］. J Neurol Sci, 2018, 384:10–14.
［23］Zhang JJ, Bai Z, Fong KNK. Priming intermittent theta burst stimulation for hemiparetic upper limb after stroke: A randomized controlled trial［J］. Stroke, 2022, 53(7):2171–2181.
［24］Kakuda W, Abo M, Kobayashi K, et al. Anti–spastic effect of low–frequency rTMS applied with occupational therapy in post–stroke patients with upper limb hemiparesis［J］. Brain Inj, 2011, 25(5):496–502.
［25］Talelli P, Wallace A, Dileone M, et al. Theta burst stimulation in the rehabilitation of the upper limb: A semirandomized, placebo–controlled trial in chronic stroke patients［J］. Neurorehabil Neural Repair, 2012, 26(8):976–987.
［26］Bian L, Zhang L, Huang G, et al. Effects of priming intermittent theta burst stimulation with high–definition tdcs on upper limb function in hemiparetic patients with stroke: A randomized controlled study［J］. Neurorehabil Neural Repair, 2024, 38(4):268–278.
［27］Chen YH, Chen CL, Huang YZ, et al. Augmented efficacy of intermittent theta burst stimulation on the virtual reality–based cycling training for upper limb function in patients with stroke: A double–blinded, randomized controlled trial［J］. J Neuro Eng Rehabil, 2021, 18(1):91.
［28］王淑睿,李丽.小脑间歇性 θ 短阵快速脉冲刺激对脑卒中患者下肢运动功能的影响［J］.中国康复理论与实践,2022,28(10):1205–1210.
［29］庄敏,李浩正,李培君.间歇性 θ 短阵脉冲刺激对脑卒中后中重度运动功能障碍患者的即刻影响及机制研究［J］.中国康复医学杂志,2023,38(2):174–179.