·短篇论著·

重复经颅磁刺激联合分级运动想象疗法对脑卒中患者上肢运动功能的影响*

王　梁[1]　朱冬燕[1]　吉桧媛[1]　徐　倩[1]　韩珍真[1]　曹月姣[1]　卢红建[1]　周三连[1]　陈伟观[1,2]

脑卒中是临床常见高发的神经系统疾病，大多数患者会遗留不同的后遗症[1]，其中，上肢运动功能障碍对患者日常生活活动（activities of daily living，ADL）能力、学习和工作的影响尤为严重[2—3]。临床研究发现，超过半数的患者在数月至终身仍会存在上肢运动功能障碍，因此，规范的康复治疗对脑卒中患者上肢运动功能的恢复极为重要[2]。

近年来，重复经颅磁刺激技术（repetitive transcranial magnetic stimulation，rTMS）在神经系统疾患的研究和治疗方面应用较为广泛，rTMS是非侵入性的神经调控技术，通过调节大脑皮质兴奋性来促进肢体运动功能的恢复[4]；分级运动想象疗法（graded motor imagery，GMI）是将运动想象及镜像疗法相结合，最早应用于与神经系统相关的疼痛问题[5]，现已逐渐应用到脑卒中患者肢体运动功能障碍治疗中[6]，利用身体动作的想象与模仿，影响大脑皮质兴奋性改变，从而促进运动功能的改善[7]。两种治疗方法简便安全，GMI中的动作符合日常生活活动所需，目前联合应用rTMS和GMI治疗脑卒中患者上肢运动功能障碍的报道较少，基于此，本研究尝试利用rTMS联合GMI作为治疗手段，通过对患者神经电生理水平、上肢功能的恢复，以及ADL能力改善的评估，观察联合疗法的疗效。

1　资料与方法

1.1　一般资料

选取2022年1月—2023年6月在南通市第一人民医院康复医学科住院治疗的75例脑卒中后上肢运动功能障碍患者作为研究对象。

纳入标准：①符合第四届全国脑血管疾病学术会议制订的“脑卒中”诊断标准[8]；②经CT或头颅MRI确诊；③病程1—6个月，均为初发；④年龄18—80岁；⑤单侧肢体偏瘫，上肢和手Brunnstrom Ⅲ—Ⅴ期，坐位平衡Ⅲ级，均为右利手；⑥自愿签署知情同意书并遵医嘱配合治疗。

排除标准：①生命体征不平稳；②严重认知功能及言语功能障碍；③颅骨缺损、体内有金属植入物、心脏起搏器、人工耳蜗；④确诊有精神障碍、癫痫、妊娠期、哺乳期妇女、服用皮层兴奋性药物；⑤上肢有残缺或其他影响上肢功能的疾病；⑥合并严重的心、肝、肾、皮肤及感染性疾病。本研究通过南通市第一人民医院医学伦理委员会审批（2022KT140）。

应用随机数字表法将患者分为rTMS组（25例），GMI组（25例）及联合组（25例）。治疗前3组患者一般资料情况比较，组间差异无显著性意义（$P>0.05$），见表1。

1.2　治疗方法

3组患者均接受常规药物治疗及常规康复训练，共治疗4周。包括控制血压血糖、降脂稳斑、抗血小板聚集，以及良肢位摆放、牵伸训练、深浅感觉训练、ADL训练等。rTMS组增加rTMS治疗，GMI组先行rTMS假刺激，间隔半小时后行GMI治疗，联合组先行rTMS治疗，间隔半小时后行GMI治疗。

1.2.1　rTMS治疗：采用武汉依瑞德公司生产的磁场刺激仪（型号：YRD CCY-I），使用“8”字形线圈。患者取仰卧位，刺

表1　3组患者一般资料比较

组别	例数	平均年龄（$\bar{x}\pm s$，岁）	性别（例）		病程（$\bar{x}\pm s$，d）	脑卒中类型（例）		偏瘫侧（例）	
			男	女		脑出血	脑梗死	左侧	右侧
rTMS组	25	56.36±11.64	11	14	60.12±17.88	5	20	12	13
GMI组	25	54.68±12.03	16	9	56.28±13.53	8	17	10	15
联合组	25	51.28±11.61	15	10	57.40±10.83	6	19	7	18
F值/χ^2值		1.210	2.273		0.472	0.987		2.136	
P值		0.304	0.321		0.626	0.611		0.344	

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2025.04.022

*基金项目：江苏省卫生健康委科研项目（M2021106）；南通市科技计划项目（MSZ21077）

1　南通市第一人民医院康复医学科，江苏省南通市，226001；2　通讯作者

第一作者简介：王梁，女，主管技师；收稿日期：2023-12-21

激部位为健侧初级皮质运动区（primary motor cortex，M1）[9]。先确定静息运动阈值（resting motor threshold，RMT）：将表面记录电极贴于健侧拇短展肌肌腹，参考电极贴于肌腱，地线贴于腕部，静息状态下，刺激健侧M1区，连续10次刺激中有5次运动诱发电位（motor evoked potential，MEP）≥50μV的刺激强度作为阈值。开始治疗时，将线圈中点的平面相切与健侧M1区，与水平面成角45°，刺激强度为90%RMT，刺激频率为1Hz，总脉冲数1200个，刺激时间20min，每天1次，每周5次，共治疗4周。

1.2.2 rTMS假刺激治疗：操作步骤、治疗部位、参数及疗程均与rTMS相同，治疗时将线圈旋转90°垂直于治疗靶点，患者仅可听到机器工作的哒哒声，但未接受真正的磁刺激。

1.2.3 GMI治疗：在安静的房间内，患者坐于高度适宜的桌子前。应用分级运动想象疗法[10]，包括三阶段。阶段一：左右肢体辨识。治疗师挑选10张不同角度的单侧肢体图片，通过电脑展示，让患者判断图片中的单侧肢体属于左侧或右侧。阶段二：运动想象训练。治疗师播放与患侧肢体相匹配的短视频，内容为上肢各角度活动、抓球、伸手取物、梳头等动作，治疗师在旁引导患者认真观看并想象用患侧上肢做相同动作。阶段三：镜像疗法。在患者健患侧之间摆放一块镜子（40cm×50cm）。嘱患者健侧做以下动作：肩关节前屈、肘关节屈曲和伸展、腕关节掌曲和背伸、手指握拳和伸展、端杯子、插木钉板等动作，并在健侧完成动作过程中集中注意力观察镜子里的图像，同时用患肢模仿健肢的镜像进行运动。疗程内，治疗师根据患者的训练情况，可增加训练难度。治疗时间40min，每天1次，每周5次，共治疗4周。

1.3 评定指标

3组患者均于治疗前、治疗4周后接受以下指标的评估。评估由同一不知晓分组情况且具有中级职称治疗师完成。

1.3.1 MEP皮质潜伏期[11]：在患侧大脑M1区给予90%RMT强度的刺激，于患侧拇短展肌检测运动诱发电位，取5条波幅较大、重复性较好的波形，记录潜伏期并取平均值，所得值为患者运动诱发电位皮质潜伏期。

1.3.2 中枢运动传导时间（central motor condition time，CMCT）[12]：在C7棘突旁给予经颅磁刺激，并在患侧拇短展肌记录运动诱发电位，取5条波幅较大、重复性较好的波形，记录潜伏期并取平均值，所得值为脊髓潜伏期。CMCT=皮质潜伏期－脊髓潜伏期。

1.3.3 Fugl-Meyer运动功能评定量表上肢部分（Fugl-Meyer Assessment-Upper Extremity，FMA-UE）[13]：评估上肢的运动功能，共33项，每项分值0—2分，总分66分。分值越高说明上肢的运动功能越好。

1.3.4 上肢动作研究量表（Action Research Arm Test，ARAT）[14]：评估患者上肢运动功能恢复情况，共19项，每项分值0—3分，总分57分。得分越高表示患者的上肢功能越好。

1.3.5 改良Barthel指数（modified Barthel Index，MBI）[15]：评估患者ADL，共10项，总分100分。分值越高表示日常生活能力越好。

1.4 统计学分析

采用SPSS 23.0软件进行统计学处理。本研究所得计量资料均进行正态性检验，资料符合正态分布。组内比较采用配对样本t检验，组间比较采用单因素方差分析及LSD事后检验；计数资料采用χ^2检验。$P<0.05$为差异具有显著性意义。

2 结果

2.1 3组患者治疗前后MEP潜伏期比较

治疗前3组患者的MEP潜伏期组间差异均无显著性意义（$P>0.05$）。治疗4周后，3组患者MEP潜伏期均较治疗前明显缩短（$P<0.05$）。通过组间比较发现，GMI组及联合组MEP潜伏期明显短于rTMS组（$P<0.05$），联合组显著短于其余两组（$P<0.05$）。见表2。

2.2 3组患者治疗前后CMCT比较

治疗前3组患者的CMCT组间差异均无显著性意义（$P>0.05$）。治疗4周后，3组患者CMCT均较治疗前明显缩短（$P<0.05$）。通过组间比较发现，GMI组及联合组CMCT明显优于rTMS组（$P<0.05$），联合组显著优于其余两组（$P<0.05$）。见表3。

2.3 3组患者治疗前后FMA-UE评分比较

治疗前3组患者的FMA-UE评分组间差异均无显著性意义（$P>0.05$）。治疗4周后，3组患者FMA-UE评分均较治疗前明显提高（$P<0.05$）。通过组间比较发现，GMI组及联合组FMA-UE评分明显高于rTMS组（$P<0.05$），联合组显著优于其余两组（$P<0.05$）。见表4。

2.4 3组患者治疗前后ARAT评分比较

治疗前3组患者的ARAT评分组间差异均无显著性意义（$P>0.05$）。治疗4周后，3组患者ARAT评分均较治疗前明显提高（$P<0.05$）。通过组间比较发现，GMI组及联合组ARAT评分明显高于rTMS组（$P<0.05$），联合组显著优于其余两组（$P<0.05$）。见表5。

2.5 3组患者治疗前后MBI评分比较

治疗前3组患者的MBI评分组间差异均无显著性意义（$P>0.05$）。治疗4周后，3组患者MBI评分均较治疗前明显提高（$P<0.05$）。通过组间比较发现，GMI组及联合组MBI评分明显高于rTMS组（$P<0.05$），联合组显著优于其余两组（$P<0.05$）。见表6。

表2　3组患者治疗前后MEP潜伏期比较　($\bar{x}\pm s$, ms)

组别	例数	治疗前	治疗4周后	t值	P值
rTMS组	25	26.28±1.59	24.68±1.68①	8.356	< 0.001
GMI组	25	26.32±1.99	23.52±1.48①②	13.451	< 0.001
联合组	25	26.84±1.93	22.44±1.42①②③	14.402	< 0.001
F值		0.715	13.459		
P值		0.493	< 0.001		

注：①与组内治疗前比较，$P < 0.05$；②与rTMS组治疗后相比，$P < 0.05$；③与GMI组治疗后相比，$P < 0.05$

表3　3组患者治疗前后CMCT比较　($\bar{x}\pm s$, ms)

组别	例数	治疗前	治疗4周后	t值	P值
rTMS组	25	13.41±1.52	12.74±1.65①	5.676	< 0.001
GMI组	25	12.99±1.26	11.64±1.14①②	10.205	< 0.001
联合组	25	13.28±0.84	10.73±0.98①②③	15.469	< 0.001
F值		0.769	15.291		
P值		0.467	< 0.001		

注：①与组内治疗前比较，$P < 0.05$；②与rTMS组治疗后相比，$P < 0.05$；③与GMI组治疗后相比，$P < 0.05$

表4　3组患者治疗前后FMA-UE比较　($\bar{x}\pm s$, 分)

组别	例数	治疗前	治疗4周后	t值	P值
rTMS组	25	17.40±2.36	19.84±3.86①	- 6.439	< 0.001
GMI组	25	18.04±4.20	23.44±3.98①②	- 12.847	< 0.001
联合组	25	18.52±3.71	30.28±3.84①②③	- 23.022	< 0.001
F值		0.641	46.418		
P值		0.530	< 0.001		

注：①与组内治疗前比较，$P < 0.05$；②与rTMS组治疗后相比，$P < 0.05$；③与GMI组治疗后相比，$P < 0.05$

表5　3组患者治疗前后ARAT比较　($\bar{x}\pm s$, 分)

组别	例数	治疗前	治疗4周后	t值	P值
rTMS组	25	12.80±2.78	14.56±2.81①	- 9.077	< 0.001
GMI组	25	12.24±2.09	15.96±1.99①②	- 11.299	< 0.001
联合组	25	12.08±1.53	19.92±2.08①②③	- 15.928	< 0.001
F值		0.743	35.766		
P值		0.479	< 0.001		

注：①与组内治疗前比较，$P < 0.05$；②与rTMS组治疗后相比，$P < 0.05$；③与GMI组治疗后相比，$P < 0.05$

表6　3组患者治疗前后MBI比较　($\bar{x}\pm s$, 分)

组别	例数	治疗前	治疗4周后	t值	P值
rTMS组	25	45.60±3.63	59.20±3.73①	- 14.525	< 0.001
GMI组	25	46.40±4.45	62.40±4.11①②	- 11.314	< 0.001
联合组	25	47.20±4.80	72.80±5.61①②③	- 15.599	< 0.001
F值		0.856	60.916		
P值		0.429	< 0.001		

注：①与组内治疗前比较，$P < 0.05$；②与rTMS组治疗后相比，$P < 0.05$；③与GMI组治疗后相比，$P < 0.05$

3　讨论

脑卒中后遗留的上肢运动障碍不仅降低患者的ADL能力，阻碍康复进程，并且给护理人员及整个社会带来沉重的压力[16]。在脑卒中的康复治疗中，上肢的恢复往往不如下肢，尤其是精细活动能力的恢复[17]。因此，创新的康复方法对于改善上肢功能及患者的ADL能力至关重要。

本研究采用rTMS联合GMI对脑卒中患者上肢运动功能进行治疗，结果显示，经过4周的治疗，3组患者FMA-UE、ARAT及MBI评分较组内治疗前均有明显改善（$P < 0.05$），联合组上述指标较其他两组改善更为显著，提示联合应用rTMS和GMI治疗对脑卒中患者上肢运动功能和ADL恢复效果明显。本研究显示，4周治疗后，3组患者的MEP潜伏期及CMCT均较组内治疗前缩短（$P < 0.05$），联合组MEP潜伏期及CMCT缩短则更为明显（$P < 0.05$），提示rTMS和GMI治疗均能改善皮质脊髓束通路功能，提高患侧脑区皮质兴奋性，且二者联合治疗较单一治疗更有优势，进一步改善脑卒中患者上肢运动和ADL。

rTMS是近年来新兴的一种安全无创的神经刺激和神经调控技术，利用脉冲磁场产生感应电流作用于中枢神经系统，激活中枢神经系统的神经元，使之影响脑内代谢和神经电活动的刺激技术[18]。rTMS作为目前国内外治疗脑卒中后肢体运动功能障碍的经典手段，其机制源于大脑双侧半球间抑制学说。脑卒中后，患者的双侧大脑半球间抑制异常，健侧半球M1区经胼胝体通路过度抑制患侧半球M1区[19]，表现为大脑半球间活动失衡，导致患侧上肢运动功能障碍。Du等[20]的研究显示，通过与患侧高频和假刺激治疗相比较，采用1Hz的rTMS作用于健侧大脑M1区在改善上肢运动功能方面具有更显著的疗效。本研究采用1Hz rTMS作用于健侧大脑皮质M1区，治疗4周后发现该组患者MEP潜伏期及CMCT时长缩短，FMA-UE、ARAT及MBI评分均较治疗前明显提高，表明rTMS可通过抑制健侧半球兴奋性从而激活患侧皮层，平衡双侧半球兴奋性，促进受损皮质修复再生，调节损伤脑区血循环，提高脑代谢功能，从而提高患侧运动功能恢复。

GMI最早由Moseley等[21]提出，是运动想象疗法和镜像疗法的结合的一种行为疗法。GMI由三个特定阶段组成，在时间和难度方面，三阶段以不断增加的复杂性水平传递，实现大脑皮层网络的逐级分级激活，从而逐步纠正与疾病相关的皮层变化[22]。有研究者提出[23]，左右肢体辨识训练与运动想象训练具有互补关系，因此采用GMI会在进行第二、三阶段前，对患者进行了第一阶段的左右肢体辨识。本研究中GMI组患者在常规康复基础上增加GMI治疗，经4周治疗后，上肢功能显著优于治疗前，其可能的机制：①左右肢体辨识可激活大脑负责运动控制、运动输出、双侧肢体协调等功能的前运动皮层，促进损伤大脑的恢复；②运动想象疗法基于心理-神经肌肉理论，个体大脑能存储运动计划和执行的运动图示，运动想象疗法能强化这些运动图示，加强运动技能的协调性。脑卒中后偏瘫侧上肢功能下降，通过运动想象

促进实际的运动表现[24];③镜像疗法在GMI治疗中起主要作用,其基于镜像神经元系统理论,镜像神经元作为大脑行为观察与具体执行活动联系的特殊途径,广泛存在余多个脑区,连接了处理视觉的感觉神经元和传递动作执行指令的运动神经元[25]。

在治疗过程中,观察镜中健侧肢体的运动以及患侧肢体的模仿运动都会提高患侧M1区的兴奋性[26]。本研究还显示,治疗4周后,GMI组患者MEP潜伏期、CMCT、FMA-UE、ARAT及MBI评分改善均优于rTMS组,与贾凡等[27]研究结果一致,探讨其原因,很大可能是由于GMI治疗直接促进患侧大脑半球皮质兴奋性增高,且在治疗时患者将实际动作通过想象和模仿,重复完成上肢动作,其主动参与性及治疗强度均高于rTMS。

随着临床综合疗法的进一步发展,大量研究表明综合疗法效果更好。如Balderston等[28]采用rTMS联合康复训练治疗脑梗死偏瘫患者可有效改善患者的运动功能。曲斯伟等[29]将经颅直流电刺激联合运动想象疗法,能够促进偏瘫患者上肢肌力、耐力等运动功能的恢复,从而改善患者的ADL。为进一步提高疗效,本研究中联合组患者在常规干预手段基础上增加rTMS和GMI联合治疗,经4周治疗后发现,该组患者偏瘫侧肢体MEP潜伏期、CMCT、FMA-UE、ARAT及MBI评分均明显优于rTMS组和GMI组,提示rTMS联合GMI治疗更有利于患侧脑半球皮质区兴奋性的恢复,促进神经传导通路的修复,机制可能是:①GMI治疗中运动想象训练阶段时同侧M1区的脑激活增加,而对侧的脑激活减弱。在之后的镜像疗法阶段,运动执行网络的有效连通性得到了增强,从而使受损神经得到重塑,功能得以重组。②rTMS能兴奋大脑深部的神经核团,引起神经递质、激素、脑源性神经营养因子、血流量及代谢的变化,通过多种机制调节大脑功能;rTMS对健侧M1区的抑制作用激活患侧M1的兴奋性。利用半球间抑制理论,通过rTMS降低健侧脑区兴奋性,诱导患侧脑区兴奋性提高,使GMI治疗对患侧脑区的激活作用进一步提高。③rTMS对健侧脑区的抑制,GMI对患侧脑区的兴奋,两种治疗方法协同作用可使大脑双侧半球间的失衡得到进一步改善,提高偏瘫侧肢体运动功能。④联合治疗手段通过rTMS直接刺激脑区,调节神经元功能,提高细胞、突触以及神经网络的可塑性,再通过GMI的感觉、视觉诱导和运动输入,使受损脑区皮质功能得以重建,帮助患侧恢复运动功能[30—32]。

综上所述,rTMS或GMI均能提高脑卒中患者上肢功能和ADL能力,二者联合使用效果更佳。此方案操作简单,患者依从性好,安全有效。需要指出的是,本研究样本量偏小,研究时间较短,缺少长期随访,缺乏影像学资料增强说服力,需要在后续研究中针对上述问题进行完善。

参考文献

[1] Eigin VL, Krishnamurthi RV, Parmar P, et al. Update on the global burden of ischemic and hemorrhagic stroke in 1990—2013: The GBD 2013 Study[J]. Neuroepidemiology, 2015, 45(3): 161—176.

[2] Raghavan P. Upper limb motor impairment after stroke[J]. Phys Med Rehabil Clin N Am, 2015, 26(4): 599—610.

[3] Purton J, Sim J, Hunter SM. The experience of upper-limb dysfunction after stroke: a phenomenological study[J]. Disabil Rehabil, 2021, 43(23): 3377—3386.

[4] Lefaucheur JP, Aleman A, Baeken C, et al. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS): An update (2014—2018)[J]. Clin Neurophysiol, 2020, 131(2): 474—528.

[5] Strauss S, Barby S, Härtner J, et al. Graded motor imagery modifies movement pain, cortical excitability and sensorimotor function in complex regional pain syndrome[J]. Brain Commun, 2021, 3: 216—229.

[6] 谷鹏鹏,叶丽梅,李思思,等. 分级运动想象训练对脑梗死上肢偏瘫患者脑功能局部一致性影响的研究[J]. 中国康复医学杂志, 2020, 35(6): 662—669+675.

[7] Mehler DMA, Williams AN, Whittaker JR, et al. Graded fMRI neurofeedback training of motor imagery in middle cerebral artery stroke patients: a preregistered proof-of-concept study[J]. Front Hum Neurosci, 2020, 14: 226—242.

[8] 中华医学会神经病学分会,中华医学会神经病学分会脑血管病学组.中国各类主要脑血管病诊断要点2019[J]. 中华神经科杂志,2019,52(9):710—715.

[9] Li DW, Cheng AX, Zhang ZY, et al. Effects of low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation combined with cerebellar continuous theta burst stimulation on spasticity and limb dyskinesia in patients with stroke[J]. BMC Neurol, 2021, 21: 369—376.

[10] Moseley GL. The Graded Motor Imagery Handbook[M]. Australia:Noigroup Publications, 2012.

[11] 沈滢,单春雷,殷稚飞,等. 不同频率重复经颅磁刺激对脑梗死患者上肢功能的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2012, 27(11): 997—1001.

[12] Wang C, Zeng QF, Yuan ZG, et al. Effects of low-frequency (0.5 Hz) and high-frequency (10 Hz) repetitive transcranial magnetic stimulation on neurological function, motor function, and excitability of cortex in ischemic stroke patients[J]. Neurologist, 2023, 28(1): 11—18.

[13] Hernández ED, Forero SM, Galeano CP, et al. Intra- and inter-rater reliability of Fugl-Meyer Assessment of Lower Extremity early after stroke[J]. Braz J Phys Ther, 2021, 25: 709—718.

[14] Wilson N, Howel D, Bosomworth H, et al. Analyzing

the Action Research Arm Test（ARAT）：a cautionary tale from the RATULS trial[J]. Int J Rehabil Res，2021，44（2）：166—169.

[15] Wang YC，Chang PF，Chen YM，et al. Comparison of responsiveness of the Barthel Index and modified Barthel Index in patients with stroke[J]. Disabil Rehabil，2023，45（6）：1097—1102.

[16] Austin DS，Dixon MJ，Tulimieri DT，et al. Validating the measurement of upper limb sensorimotor behavior utilizing a tablet in neurologically intact controls and individuals with chronic stroke[J]. J Neuroeng Rehabil，2023，20（1）：114—128.

[17] 许绕，张学娇，刘颖，等.重复经颅磁刺激同步镜像疗法对脑卒中患者上肢功能的影响[J]. 中国康复医学杂志，2022，37（12）：1690—1692.

[18] 李润泽，杨硕，冯珂珂，等. rTMS靶向刺激对帕金森病运动症改善作用的研究进展[J]. 中国生物医学工程学报，2023，42（3）：345—352.

[19] Bai Z，Zhang J，Fong KNK. Effects of transcranial magnetic stimulation in modulating cortical excitability in patients with stroke：a systematic review and meta-analysis[J]. J Neuroeng Rehabil，2022，19（1）：24—41.

[20] Du J，Yang F，Hu J，et al. Effects of high- and low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation on motor recovery in early stroke patients：Evidence from a randomized controlled trial with clinical，neurophysiological and functional imaging assessments[J]. Neuroimage Clin，2019，21：101620.

[21] Moseley GL. Graded motor imagery is effective for long-standing complex regional pain syndrome：a randomized controlled trial[J]. Pain，2004，108：192—198.

[22] 何佳玥，刘超然，张凯，等.分级运动想象疗法在康复中的研究进展[J].中国康复医学杂志，2021，36（8）：1035—1039.

[23] Priganc VW，Stralka SW. Graded motor imagery[J]. J Hand Ther. 2011，24（2）：164—168.

[24] 居磊磊，许光旭，孟兆祥，等. 重复经颅磁刺激诱导下运动想象疗法对脑卒中患者上肢运动功能的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志，2022，44（7）：599—603.

[25] Ji EK，Wang HH，Jung SJ，et al. Graded motor imagery training as a home exercise program for upper limb motor function in patients with chronic stroke：A randomized controlled trial[J]. Medicine（Baltimore），2021，100（3）：e24351.

[26] Gandhi DB，Sterba A，Khatter H，et al. Mirror therapy in stroke rehabilitation：current perspectives[J]. Ther Clin Risk Manag，2020，16：75—85.

[27] 贾凡，赵莹，王钊，等. 分级运动表象联合重复经颅磁刺激对脑卒中患者上肢功能的效果[J]. 中国康复理论与实践，2023，29（5）：516—520.

[28] Balderston NL，Beydler EM，Goodwin M，et al. Low-frequency parietal repetitive transcranial magnetic stimulation reduces fear and anxiety[J]. Transl Psychiatry，2020，10（1）：68—77.

[29] 曲斯伟，朱琳，严莉，等. 基于改良分级运动想象的康复训练对脑卒中患者上肢功能改善的疗效分析[J]. 中国康复医学杂志，2023，38（8）：1084—1089.

[30] Kim WJ，Rosselin C，Amatya B，et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation for management of post-stroke impairments：An overview of systematic reviews[J]. J Rehabil Med，2020，52（2）：1—10.

[31] Polli A，Moseley GL，Gioia E，et al. Graded motor imagery for patients with stroke：a non-randomized controlled trial of a new approach[J]. Eur J Phys Rehabil Med，2017，3（1）：14—23.

[32] León Ruiz M，Rodríguez Sarasa ML，Sanjuán Rodríguez L，et al. Current evidence on transcranial magnetic stimulation and its potential usefulness in post-stroke neurorehabilitation：Opening new doors to the treatment of cerebrovascular disease[J]. Neurologia（Engl Ed），2018，33（7）：459—472.