

低频重复经颅磁刺激联合针刺治疗对脑卒中后 上肢运动功能障碍患者的影响

谢文霞 叶伟 程芳芳 臧旗超 陈勇

温州医科大学附属第一医院针推理疗科,温州 325000

通信作者:谢文霞, Email: wcxwx@163.com

【摘要】 目的 观察低频重复经颅磁刺激(rTMS)联合醒脑开窍针法治疗脑卒中后上肢运动功能障碍的临床疗效。**方法** 选择符合标准的脑卒中后上肢运动功能障碍患者 40 例,按随机数字表法将其分成对照组和联合组,每组患者 20 例。2 组患者均接受神经内科基础药物治疗和常规康复治疗,对照组在此基础上增加醒脑开窍针刺法,联合组则在对照组干预方法的基础上再增加 rTMS 治疗。2 组患者均每日治疗 1 次,每周治疗 5 d,连续治疗 2 周。于治疗前和治疗 2 周后(治疗后)分别对 2 组患者进行 Brunnstrom 运动功能分期、改良的 Ashworth 痉挛分级、Fugl-Meyer 上肢运动功能评分、改良的 Barthel 指数评分和神经电生理指标的检测[运动诱发电位(MEP)的潜伏期和波幅]。**结果** 治疗后,2 组患者的上肢运动功能分期和手运动功能分期较组内治疗前均显著改善($P<0.05$),且联合组患者治疗后的手运动功能分期显著优于对照组治疗后,差异均有统计学意义($P<0.05$)。治疗后,2 组患者的 Fugl-Meyer 上肢运动功能评分和 Barthel 指数较组内治疗前均显著改善($P<0.01$),且联合组患者治疗后的 Fugl-Meyer 上肢运动功能评分和 Barthel 指数亦显著优于对照组治疗后,差异均有统计学意义($P<0.05$)。治疗后,2 组患者的 MEP 潜伏期和 MEP 波幅较组内治疗前均显著改善($P<0.05$),且联合组患者治疗后的 MEP 潜伏期和 MEP 波幅分别为(23.53 ± 0.92)ms 和(0.98 ± 0.19)mV,均显著优于对照组治疗后,差异均有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 在常规神经内科药物治疗和康复治疗基础上,采用低频 rTMS 联合醒脑开窍针刺,可显著改善脑卒中后上肢运动功能障碍患者的运动功能、日常生活活动能力和神经电生理参数。

【关键词】 重复经颅磁刺激; 针刺; 脑卒中; 康复; 运动功能

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2023.10.005

Combining low-frequency transcranial magnetic stimulation with acupuncture in treating upper limb motor dysfunction after a stroke

Xie Wenxia, Ye Wei, Cheng Fangfang, Zang Qichao, Chen Yong

Department of Acupuncture Massage & Physical Therapy, The First Affiliated Hospital of Wenzhou Medical University, Wenzhou 325000, China

Corresponding author: Xie Wenxia, Email: wcxwx@163.com

【Abstract】 Objective To observe the clinical efficacy of combining repeated transcranial magnetic stimulation (rTMS) at low frequency with xing nao kai qiao acupuncture in the treatment of upper limb motor dysfunction after a stroke. **Methods** Forty stroke survivors with upper limb motor dysfunction were randomly divided into a control group and a combination group, each of 20. All received basic neurological medication, conventional rehabilitation treatment, and xing nao kai qiao acupuncture. The combination group additionally received rTMS. Both groups were treated once a day, 5 days a week for 2 weeks consecutively. Before and after the treatment, both groups were evaluated using the Brunnstrom motor function stages, modified Ashworth spasticity grades, Fugl-Meyer upper limb motor function (FMA-UE) scoring, the modified Barthel index (MBI), and motor evoked potential (MEP) latency and amplitude. **Results** The upper-limb and hand motor functioning of both groups improved significantly compared with before the treatment. The hand motor function staging of the combination group was then significantly better than among the control group. The average FMA-UE and MBI scores of both groups improved significantly, with significantly greater improvement in the combination group than in the control group. MEP latency and amplitude also improved significantly in both groups, with the average MEP latency and amplitude of the combination group superior to the control group's averages. **Conclusion** Supplementing xing nao kai qiao acupuncture with low-frequency rTMS can significantly improve the motor functioning, spasticity, and skill in the activities of daily living of stroke survivors with upper limb motor dysfunction.

【Key words】 Transcranial magnetic stimulation; Acupuncture; Stroke; Motor functioning

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2023.10.005

脑卒中具有高发病率、高死亡率、高致残率等特点,中国每年新发脑卒中患者约 200 万例,其中约一半患者遗留永久性的神经损伤,引起运动、感觉、抑郁、认知障碍等一系列症状,而运动功能损伤是最常见症状之一^[1-2]。研究表明,约 80% 的脑卒中患者存在上肢精细功能损伤,主要表现为异常姿势模式、抓握能力减退、肌张力异常等,且损伤可持续长达 6 月余,持久的运动功能障碍会导致焦虑、抑郁等情绪变化,制约患者康复进程^[3-4]。

研究证实,rTMS 可直接作用于大脑皮质,通过调节其兴奋性来促进神经功能的改善,并加快脑卒中的康复^[5]。有研究发现,1 Hz 的 rTMS 可降低健侧大脑半球的兴奋性,并减少对患侧大脑半球的抑制性,从而重建半球间平衡,改善患侧肢体的运动功能^[5]。醒脑开窍针法是我国脑卒中综合诊疗体系的主要针刺疗法,由石学敏院士根据“神不导气则百病始生”的理念创立,并以此提出了“醒脑开窍、以滋阴补肝肾为主,疏通经络为辅”的治疗原则,现广泛应用于脑卒中的临床的治疗,并具有较好的临床疗效^[6]。基于上述研究和理论,本研究将 rTMS 刺激与醒脑开窍针刺法相结合,对脑卒中后上肢运动功能障碍患者进行了干预,取得了满意疗效。报道如下。

资料与方法

一、一般资料

纳入标准:①符合第四届中国脑血管疾病会议制定的脑卒中的诊断标准^[7],并经 CT 或 MRI 证实,且存在卒中后上肢偏瘫;②年龄 40~80 岁,均为首次发病,且病程为 10 d~6 个月;③生命体征稳定,意识清楚,无认知障碍并能配合评估与治疗;④患侧上肢 Brunnstrom 运动功能分期为 I~III 期;⑤患者本人或其家属签署知情同意书。

排除标准:①有癫痫病史、家族史,或者服用了致癫痫药物;②严重脏器功能减退或衰竭;③严重的认知和交流障碍等不能配合;④头部有金属物,安装心脏起搏器或耳蜗植入物,刺激部位颅骨缺损;⑤生命体征不稳定,存在电解质紊乱、发热、感染者;⑥治疗过程中出现新发脑梗死或出血患者。

本研究获温州医科大学附属第一医院医学伦理委员会审核批准(批号 2020194)。选取 2020 年 3 月至 2022 年 3 月在温州医科大学附属第一医院康复科和针

推理疗科住院且符合上述标准的脑卒中患者 40 例,采用随机数字表法将其分为联合组和对照组,每组患者 20 例。研究过程中,2 组共脱落患者 4 例,其中联合组 3 例(2 例为个人原因退出,1 例无法耐受治疗退出),对照组 1 例(个人原因自动退出)。最终联合组纳入患者 17 例,对照组纳入患者 19 例,2 组患者的性别、病变性质、平均年龄和平均病程等一般资料经统计学分析,组间差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,详见表 1。

二、治疗方案

2 组患者均接受神经内科基础药物治疗和常规康复治疗,对照组在此基础上增加醒脑开窍针刺法,则联合组则在对照组干预方法的基础上再增加 rTMS 治疗。

1. 神经内科基础药物治疗:口服改善循环、营养神经、抗血小板聚集(脑出血患者除外)、控制血压血糖、调脂稳定斑块等药物。

2. 常规康复治疗:包括床上良肢位的摆放,体位转换训练,上肢主动-辅助运动为主的关节活动度训练,坐、站位和步行训练,传统上肢作业治疗和日常生活活动能力训练,神经肌肉电刺激治疗和肢体气压治疗等。

3. 醒脑开窍针刺法:取穴包括,主穴选取内关(双侧)、三阴交(双侧)、人中,辅穴选取极泉(双侧)、尺泽(双侧)、委中(双侧);配穴选取合谷(双侧)、风池(双侧),根据临床合并兼症适当选择。采用一次性无菌针灸(吴江产,直径 0.25 mm,长 40 mm)。人中穴采取雀啄泻法向鼻根方向斜刺 0.3~0.5 寸,至眼球湿润或者流泪时停止运针;极泉穴用提插泻法直刺 1~1.5 寸,当患侧上肢出现抽动即止;尺泽穴直刺 1 寸,采用提插泻法,令针感传至手指并出现抽动为宜;内关穴进皮得气后采取提插补法,运针 1 min,直刺,深度大约为 0.5~1 寸;合谷采用提插泻法直刺 0.5~0.8 寸,令患者第二手指抽动为度;三阴交穴,将针身与皮肤呈 45 度角斜刺 1~1.5 寸,采用提插补法,运针时观察到患者下肢是出现 1~3 次抽动即止。醒脑开窍针刺法每日上午治疗 1 次,每次留针 30 min,每周周一至周五治疗 5 d,周六和周日休息,连续治疗 2 周。

4. rTMS 治疗:选用武汉依瑞德公司生产的 CCY-I 型磁场刺激仪。患者平卧于治疗床上或坐于椅子上,戴上依瑞德定位帽,该定位帽根据国际脑电 10-20 系统定位法所研制,根据定位帽指示定位患者健侧初级运动皮质位置,嘱患者放松,将 8 字线圈中点平面放置所定位 M1 区,测量运动阈值,为 10 次刺激中至少有

表 1 2 组患者的一般资料

| 组别 | 例数 | 性别(例) | | 病变性质(例) | | 平均年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$) | 平均病程 [d, M(P ₂₅ , P ₇₅)] |
|-----|----|-------|---|---------|-----|------------------------------|--|
| | | 男 | 女 | 脑梗死 | 脑出血 | | |
| 联合组 | 17 | 10 | 7 | 10 | 7 | 54.47±9.152 | 20(13, 31) |
| 对照组 | 19 | 13 | 6 | 14 | 5 | 58.42±12.76 | 16(12, 24) |

5 次波幅 $>50 \mu\text{V}$ 时的最小刺激强度。rTMS 刺激强度为 80% 运动阈值, 刺激频率为 1 Hz, 刺激时间为 12 s, 间歇 2 s。rTMS 治疗每日下午 1 次, 每次 20 min, 周一至周五治疗 5 d, 周六和周日休息, 连续治疗 2 周。

三、疗效评定标准

于治疗前和治疗 2 周后(治疗后)分别对 2 组患者进行 Brunnstrom 运动功能分期、改良的 Ashworth 痉挛分级、Fugl-Meyer 上肢运动功能评分、改良的 Barthel 指数评分和神经电生理指标检测。

1. Brunnstrom 运动功能分期: 根据偏瘫侧肢体肌张力和运动功能分为 6 个阶段, I 级主要表现为迟缓状态, 肌张力消失; II~III 级主要表现为肌张力进行性增高, 出现共同运动及联合运动; IV 级为痉挛减低, 逐渐出现分离运动; V 级为基本可完成功能活动, 但在速度、精细运动上仍较正常有少许差距; VI 级为运动基本正常^[8]。

2. 改良 Ashworth 痉挛分级: 通过手法检查被动活动某一关节时所感受的阻力来进行评级, 共有 6 个等级。0 级为无肌张力增高, 肌张力正常; 1 级为轻微增加, 在关节活动末出现卡住呈现最小阻力; 1+级为轻微增加, 在被动屈伸 ROM50% 范围出现卡住后均呈现最小阻力; 2 级为在大部分 ROM 均有阻力, 但容易移动; 3 级为肌张力严重增高, 被动活动困难; 4 级为僵直状态^[9]。

3. Fugl-Meyer 上肢运动功能评分: 该量表用于脑卒中后偏瘫患者上肢的欲动功能, 包括上肢反射活动、屈肌共同运动、伸肌共同运动、依赖共同运动的随意运动、分离运动、腕部的稳定性和运动、手指的共同屈伸运动、侧捏、抓握、协调性和速度等 33 方面, 每项根据不能完成、部分完成和完全完成分为 0 分、1 分、2 分, 满分 66 分, 总分越高则上肢运动功能越好^[10]。

4. 改良的 Barthel 指数评分: 包含更衣、修饰、进食、洗澡、行走、床椅转移、用厕等 10 项基础日常生活活动, 按照独立程度分 1~5 共 5 个等级, 1 级最低, 5 级最高, 根据患者完成情况确定级别并打分, 满分为 100 分, 分数越高则表明日常生活活动能力越好^[11]。

5. 神经电生理指标检测: 使用 CCY-I 型磁场刺激仪自带的 MEP 模块进行测定, 将一块直径 5 cm 的圆

形表面电极贴于健侧拇短展肌肌腹处, 另一块直径 5 cm 的圆形参考电极置于拇短展肌肌腱处, 予患侧拇短展肌皮质代表区阈上刺激, 获取重复性较好的 5 条波形, 记录其运动诱发电位 (motor evoked potential, MEP) 潜伏期和 MEP 波幅并导出, 取平均值。

四、统计学方法

数据采用 SPSS 25.0 版和 Graphpad 7.0 版统计学软件对本研究所得数据进行分析绘制, 根据 Shapiro-Wilk 检验各数据是否符合正态分布。计量资料用 ($\bar{x} \pm s$) 或中位数 (M) 和四分位数 (P_{25}, P_{75}) 表示, 符合正态分布的数据, 组内比较采用配对 T 检验, 组间比较采用独立样本 t 检验, 不符合正态分布采用非参数检验; 等级资料采用秩和检验; 计数资料采用 χ^2 检验。检验水准选取 $\alpha=0.05$, 以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、2 组患者治疗前、后上肢和手的 Brunnstrom 运动功能分期比较

治疗前, 2 组患者的 Brunnstrom 运动功能分期组间比较, 差异均无统计学意义 ($P>0.05$); 治疗后, 2 组患者的上肢运动功能分期和手运动功能分期较组内治疗前均显著改善, 差异均有统计学意义 ($P<0.05$), 且联合组患者治疗后的手运动功能分期显著优于对照组治疗后, 差异均有统计学意义 ($P<0.05$), 但 2 组治疗后上肢运动功能分期组间比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$), 详见表 2。

二、2 组患者治疗前、后 Fugl-Meyer 上肢运动功能评分、Ashworth 上肢痉挛分级和改良的 Barthel 指数评分比较

治疗前, 2 组患者的 Fugl-Meyer 上肢运动功能评分、Ashworth 上肢痉挛分级和改良的 Barthel 指数评分组间比较, 差异均无统计学意义 ($P>0.05$); 治疗后, 2 组患者的 Fugl-Meyer 上肢运动功能评分和改良的 Barthel 指数评分较组内治疗前均显著改善, 差异均有统计学意义 ($P<0.01$), 且联合组患者治疗后的 Fugl-Meyer 上肢运动功能评分和改良的 Barthel 指数评分亦

表 2 2 组患者治疗前、后上肢和手的 Brunnstrom 运动功能分期比较(例)

| 组别 | 例数 | 上肢运动功能分期 | | | | 手运动功能分期 | | | |
|-----|----|----------------|----|-----|----|-----------------|----|-----|----|
| | | I | II | III | IV | I | II | III | IV |
| 联合组 | | | | | | | | | |
| 治疗前 | 17 | 7 | 7 | 3 | 0 | 16 | 1 | 0 | 0 |
| 治疗后 | 17 | 1 ^a | 6 | 8 | 2 | 6 ^{bc} | 5 | 5 | 1 |
| 对照组 | | | | | | | | | |
| 治疗前 | 19 | 8 | 8 | 3 | 0 | 15 | 3 | 1 | 0 |
| 治疗后 | 19 | 1 ^a | 10 | 7 | 1 | 13 ^b | 5 | 0 | 1 |

注: 与组内治疗前比较, ^a $P<0.05$, ^b $P<0.01$; 与对照组治疗后比较, ^c $P<0.05$

显著优于对照组治疗后,差异均有统计学意义($P < 0.05$),但 2 组治疗前、后的 Ashworth 上肢痉挛分级组内和组间比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),详见表 3。

表 3 2 组患者治疗前、后 Fugl-Meyer 上肢运动功能评分、改良 Ashworth 痉挛评分和改良的 Barthel 指数评分比较(分)

| 分组 | 例数 | Fugl-Meyer 上肢运动功能评分[分, M(P ₂₅ , P ₇₅)] | 改良 Ashworth 痉挛评分[级, M(P ₂₅ , P ₇₅)] | 改良的 Barthel 指数评分(分, $\bar{x} \pm s$) |
|-----|----|---|--|---------------------------------------|
| 联合组 | | | | |
| 治疗前 | 17 | 4(4, 7.5) | 0(0, 1) | 41.18±10.83 |
| 治疗后 | 17 | 11(9, 14) ^{ab} | 0(0, 1) | 57.65±12.39 ^{ab} |
| 对照组 | | | | |
| 治疗前 | 19 | 6(4, 8) | 0(0, 1) | 34.74±13.89 |
| 治疗后 | 19 | 8(6, 13) ^a | 0(0, 1) | 48.95±12.65 ^a |

注:与组内治疗前比较,^a $P < 0.01$;与对照组治疗后比较,^b $P < 0.05$

三、2 组患者治疗前、后 MEP 潜伏期和波幅比较

治疗前,2 组患者的 MEP 潜伏期和 MEP 波幅组间比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$);治疗后,2 组患者的 MEP 潜伏期和 MEP 波幅较组内治疗前均显著改善,差异均有统计学意义($P < 0.05$),且联合组患者治疗后的 MEP 潜伏期和 MEP 波幅均显著优于对照组治疗后,差异均有统计学意义($P < 0.05$),详见表 4。

表 4 2 组患者治疗前、后 MEP 潜伏期和 MEP 波幅比较($\bar{x} \pm s$)

| 分组 | 例数 | MEP 潜伏期(ms) | MEP 波幅(mV) |
|-----|----|--------------------------|-------------------------|
| 联合组 | | | |
| 治疗前 | 17 | 24.70±0.75 | 0.50±0.10 |
| 治疗后 | 17 | 23.53±0.92 ^{ab} | 0.98±0.19 ^{ab} |
| 对照组 | | | |
| 治疗前 | 19 | 24.71±0.85 | 0.48±0.13 |
| 治疗后 | 19 | 24.14±0.70 ^a | 0.72±0.10 ^a |

注:与组内治疗前比较,^a $P < 0.05$;与对照组治疗后比较,^b $P < 0.05$

讨 论

本研究结果发现:治疗后,联合组和对照组患者的上肢和手的 Brunnstrom 运动功能分期、Fugl-Meyer 上肢运动功能评分、改良的 Barthel 指数、MEP 潜伏期和 MEP 波幅较组内治疗前均显著改善($P < 0.05$),且联合组治疗后手的 Brunnstrom 运动功能分期、Fugl-Meyer 上肢运动功能评分、改良的 Barthel 指数、MEP 潜伏期和 MEP 波幅均显著优于对照组治疗后($P < 0.05$)。该结果提示,脑卒中后上肢运动功能障碍患者经低频 rTMS 联合醒脑开窍针法治疗 2 周后,其上肢运动功能、日常生活活动能力和神经电生理指标均得到了显著改善。

研究表明,脑卒中所引起的上肢功能障碍即使经过强化康复训练,往往也难以完全恢复,可能限制患者的功能独立性,并妨碍其重返工作、重回社会^[12-13]。

脑卒中后患者能否具有独立生活的能力绝大部分需要依靠运动功能的恢复,而上肢手的精细运动能力对于人们的日常活动活动和生活质量都至关重要^[14]。

在我国,采用针刺治疗脑卒中已经有数千年的历史,该疗法不仅可以降低脑卒中的死亡率,还可改善脑卒中所致的各种功能障碍^[15]。研究认为,针刺疗法可通过多种途径和靶点干预脑卒中后的功能恢复,其可能的机制包括:①针刺可抑制炎症反应;②针刺可抑制兴奋性氨基酸的毒性;③针刺具有抗氧化应激反应;④抑制细胞凋亡^[16-20]。1972 年,天津中医药大学的石学敏院士根据淤血、肝风、痰浊等蒙蔽脑窍导致的“窍闭神匿,神不导气”提出了有别于传统的取穴和针刺的方法,在取穴上以督脉穴和阴经为主,并规范了醒脑开窍针刺手法,目前也得到了广泛应用,特别是针对脑卒中的治疗^[6,21]。

研究表明, rTMS 可以以无创、非接触式、非侵入式的方式直接刺激人类大脑皮质,从而改变大脑皮质的兴奋性,以此起到治疗的作用^[22]。目前,针对 rTMS 促进脑卒中后患者运动功能恢复,主要是基于大脑半球间相互抑制作用^[22-23]、神经系统可塑性^[5,25]和双峰恢复模型^[26]。根据大脑半球相互抑制理论,脑卒中单侧脑组织损伤后,损伤侧大脑半球的兴奋性会降低,可导致其对未损伤侧大脑半球抑制的减弱,在此基础上,健侧大脑半球兴奋性增加,并对患侧大脑半球施加更强的抑制,会进一步破坏大脑间的平衡,从而导致运动功能障碍,因此下调健侧的兴奋性可降低其对损伤处皮质兴奋性的抑制^[27-28]。

研究表明,重新恢复两侧大脑半球间平衡是恢复脑卒中后患者运动功能的基础^[29]。因此本课题组采用 1 Hz 的 rTMS 旨在利用低频 rTMS 来抑制健侧初级运动皮质区兴奋性,促进双侧大脑半球间交互抑制的再平衡,恢复双侧大脑兴奋性的平衡,且与醒脑开窍针刺法相结合还可抑制炎症反应、兴奋性氨基酸的毒性和细胞凋亡等,可更进一步地促进患者功能的恢复。本研究的整个治疗过程中,所有患者对醒脑开窍针刺法均能耐受,未出现晕针、出血、皮肤感染等不良反应;且仅有个别患者在初次 rTMS 治疗时表现出刺激部位的不适,但随后的多次治疗后均表示适应,无其他不良反应出现,该结果也证明了低频 rTMS 联合醒脑开窍针刺法的安全性。

综上所述,低频 rTMS 联合醒脑开窍针法可显著改善脑卒中后上肢运动功能障碍患者的上肢运动功能、日常生活活动能力和神经电生理指标,值得临床推广。

参 考 文 献

[1] Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, et al. Heart disease and stroke

- statistics-2015 update: a report from the American Heart Association [J]. *Circulation*, 2015, 131 (4): e29-322. DOI: 10.1161/CIR.000000000000152.
- [2] Circ Katan M, Luft A. Global burden of stroke [J]. *Semin Neurol*, 2018, 38(2): 208-211. DOI: 10.1055/s-0038-1649503.
- [3] Lüdemann-Podubecká J, Bösl K, Theilig S, et al. The effectiveness of 1 Hz rTMS over the primary motor area of the unaffected hemisphere to improve hand function after stroke depends on hemispheric dominance [J]. *Brain Stimul*, 2015, 8(4): 823-830. DOI: 10.1016/j.brs.2015.02.004.
- [4] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会神经康复学组, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国脑卒中早期康复治疗指南 [J]. *中华神经科杂志*, 2017, 50(6): 405-412. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2017.06.002.
- [5] Matsuura A, Onoda K, Oguro H, et al. Magnetic stimulation and movement-related cortical activity for acute stroke with hemiparesis [J]. *Eur J Neurol*, 2015, 22(12): 1526-1532. DOI: 10.1111/ene.12776.
- [6] 吴德海. 醒脑开窍针法治疗脑中风 90 例疗效观察 [J]. *大理大学学报*, 2019, 4(10): 86-87. DOI: DLSZ.0.2019-10-021.
- [7] 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, 9: 710-716. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2019.09.003.
- [8] 肖府庭, 宋翼龙, 周芳, 等. 双侧上肢运动联合强制性运动疗法对脑卒中患者上肢功能恢复的影响 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2020, 42(2): 136-138. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.02.010.
- [9] 曾杰, 卫霄青, 徐晓杰, 等. 表面肌电信号与脑瘫患儿肌力、肌张力间的相关性分析 [J]. *中华物理与康复杂志*, 2017, 39(9): 704-705. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2017.09.018.
- [10] Kim SH. Effects of dual transcranial direct current stimulation and modified constraint-induced movement therapy to improve upper-limb function after stroke: a double-blinded, pilot randomized controlled trial [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2021, 30(9): 105928. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2021.105928.
- [11] Ohura T, Hase K, Nakajima Y, et al. Validity and reliability of a performance evaluation tool based on the modified Barthel Index for stroke patients [J]. *BMC Med Res Methodol*, 2017, 17(1): 131. DOI: 10.1186/s12874-017-0409-2.
- [12] GBD 2016 Stroke Collaborators. Global, regional, and national burden of stroke, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016 [J]. *Lancet Neurol*, 2019, 18(5): 439-458. DOI: 10.1016/S1474-4422(19)30034-1.
- [13] Laffont I, Froger J, Jourdan C, et al. Rehabilitation of the upper arm early after stroke: Video games versus conventional rehabilitation. A randomized controlled trial [J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2020, 63(3): 173-180. DOI: 10.1016/j.rehab.2019.10.009.
- [14] O'Brien AT, Bertolucci F, Torrealba-Acosta G, et al. Non-invasive brain stimulation for fine motor improvement after stroke: a meta-analysis [J]. *Eur J Neurol*, 2018, 25(8): 1017-1026. DOI: 10.1111/ene.13643.
- [15] 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. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018 [J]. *中华神经科杂志*, 2018, 51(9): 666-682. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2018.09.004.
- [16] 叶伟, 何金川, 谢文霞, 等. 电针对脑缺血再灌注损伤小鼠 Bcl-2 和 Bax 表达的影响 [J]. *浙江中医杂志*, 2021, 56(5): 379-380. DOI: 10.3969/j.issn.0411-8421.2021.05.051.
- [17] 王金海, 赵敏, 鲍英存, 等. 头穴透刺对急性脑梗死患者血清超敏 C 反应蛋白及炎症反应因子水平的影响 [J]. *针刺研究*, 2016, 41(1): 80-84. DOI: 10.13702/j.1000-0607.2016.01.015.
- [18] Su XT, Wang L, Ma SM, et al. Mechanisms of acupuncture in the regulation of oxidative stress in treating ischemic stroke [J]. *Oxid Med Cell Longev*, 2020, 2020: 7875396. DOI: 10.1155/2020/7875396.
- [19] Liu W, Wang X, Yang S, et al. Electroacupuncture improves motor impairment via inhibition of microglia-mediated neuroinflammation in the sensorimotor cortex after ischemic stroke [J]. *Life Sci*, 2016, 151: 313-322. DOI: 10.1016/j.lfs.2016.01.045.
- [20] Zhu W, Ye Y, Liu Y, et al. Mechanisms of acupuncture therapy for cerebral ischemia: an evidence-based review of clinical and animal studies on cerebral ischemia [J]. *J Neuroimmune Pharmacol*, 2017, 12(4): 575-592. DOI: 10.1007/s11481-017-9747-4.
- [21] 余亮, 樊小农. 对“醒脑开窍”针刺体系中神-脑-窍的认识 [J]. *中国针灸*, 2019, 39(8): 883-886. DOI: 10.13703/j.0255-2930.2019.08.023.
- [22] Fisicaro F, Lanza G, Grasso AA, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation in stroke rehabilitation: review of the current evidence and pitfalls [J]. *Ther Adv Neurol Disord*, 2019, 12(1): 1756286419878317. DOI: 10.1177/1756286419878317.
- [23] Rounis E, Huang YZ. Theta burst stimulation in humans: a need for better understanding effects of brain stimulation in health and disease [J]. *Exp Brain Res*, 2020, 238(7-8): 1707-1714. DOI: 10.1007/s00221-020-05880-1.
- [24] Yuan X, Yang Y, Cao N, et al. Promotion of poststroke motor-function recovery with repetitive transcranial magnetic stimulation by regulating the interhemispheric imbalance [J]. *Brain Sci*, 2020, 10(9). DOI: 10.3390/brainsci10090648.
- [25] Wang Q, Zhang D, Zhao YY, et al. Effects of high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation over the contralesional motor cortex on motor recovery in severe hemiplegic stroke: a randomized clinical trial [J]. *Brain Stimul*, 2020, 13(4): 979-986. DOI: 10.1016/j.brs.2020.03.020.
- [26] Harris-Love ML, Harrington RM. Non-invasive brain stimulation to enhance upper limb motor practice poststroke: a model for selection of cortical site [J]. *Front Neurol*, 2017, 8: 224. DOI: 10.3389/fneur.2017.00224.
- [27] Kim WS, Kwon BS, Seo HG, et al. Low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation over contralesional motor cortex for motor recovery in subacute ischemic stroke: a randomized sham-controlled trial [J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2020, 34(9): 856-867. DOI: 10.1177/1545968320948610.
- [28] Zhang L, Xing G, Shuai S, et al. Low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation for stroke-induced upper limb motor deficit: a Meta-Analysis [J]. *Neural Plast*, 2017, 2017: 2758097. DOI: 10.1155/2017/2758097.
- [29] 何建华, 杨振, 张敏燕, 等. 低频重复经颅磁刺激联合功能性电刺激对脑卒中后恢复期手功能障碍患者手功能的影响 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2021, 43(9): 804-806. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2021.09.008.

(修回日期: 2023-09-17)

(本文编辑: 阮仕衡)