

高频重复经颅磁刺激治疗卒中后肩手综合征的临床疗效观察

田云 耿丹 陈国明 李洪波

211600 江苏省淮安市康复医院康复科

通信作者: 李洪波, Email: 147695559@qq.com

DOI: 10.3969/j.issn.1009-6574.2021.07.008

【摘要】目的 观察高频重复经颅磁刺激(rTMS)治疗卒中后肩手综合征的临床疗效。**方法** 选取2019年6月至2020年10月在淮安市康复医院康复科病房住院的60例卒中后肩手综合征患者,按照随机数字表法将其分为对照组(30例)和治疗组(30例)。两组患者均接受常规止痛治疗和常规康复治疗。对照组在常规治疗的基础上给予伪rTMS治疗,治疗组在常规治疗的基础上给予5 Hz的rTMS治疗。两组均治疗2周,每周治疗6 d。治疗过程中对照组脱落1例,治疗组脱落2例。两组患者治疗前后均采用视觉模拟评分(VAS)评价疼痛程度,采用Fugl-Meyer运动功能评分量表上肢部分(FMA-UE)评价上肢运动功能,采用排水法评价患侧前臂肿胀程度,采用匹兹堡睡眠质量指数(PSQI)评价睡眠状态。**结果** 经过2周的治疗,两组患者的疼痛程度均缓解,差异有统计学意义($P < 0.05$);治疗组治疗后的疼痛改善程度优于对照组,差异有统计学意义[(4.30 ± 1.10)分比(4.85 ± 0.86)分, $P < 0.05$]。两组患者治疗后的患肢活动功能均优于治疗前,差异有统计学意义($P < 0.05$);治疗组患者治疗后的改善程度优于对照组,差异有统计学意义[(31.00 ± 4.00)分比(35.89 ± 4.74)分, $P < 0.05$]。两组患者的患肢肿胀程度较治疗前均有减轻($P < 0.05$),治疗组患者治疗后的肿胀减轻程度优于对照组,差异有统计学意义[(52.85 ± 12.48)ml比(47.70 ± 11.17)ml, $P < 0.05$]。两组患者的睡眠质量较治疗前均有显著改善,差异有统计学意义($P < 0.05$);治疗组患者治疗后的睡眠质量与对照组比较,差异无统计学意义[(7.70 ± 2.00)分比(7.37 ± 2.26)分, $P > 0.05$]。**结论** 高频rTMS可以明显改善卒中后肩手综合征患者的疼痛程度和临床症状,2周时间的高频rTMS治疗较常规治疗不能明显改善睡眠质量。

【关键词】 卒中; 重复经颅磁刺激; 肩手综合征; 疼痛; 运动功能; 睡眠

基金项目: 淮安市自然科学研究计划(指导性)项目(HABZ202011)

Clinical effect of high frequency repetitive transcranial magnetic stimulation on shoulder-hand syndrome after stroke

Tian Yun, Geng Dan, Chen Guoming, Li Hongbo

Department of Rehabilitation, Huaian Rehabilitation Hospital, Huaian 211600, China

Corresponding author: Li Hongbo, Email: 147695559@qq.com

【Abstract】Objective To observe the clinical effect of high frequency repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) on shoulder-hand syndrome after stroke. **Methods** A total of 60 patients with shoulder hand syndrome after stroke admitted to Department of Rehabilitation in Huaian Rehabilitation Hospital from June 2019 to October 2020 were divided into control group (30 cases) and treatment group (30 cases) by random number table method. Both groups received routine analgesic treatment and conventional rehabilitation treatment. On the basis of conventional treatment, the control group was given the pseudo rTMS treatment, and the treatment group was given 5 Hz rTMS treatment. The treatment was conducted 6 days a week for 2 weeks. During the treatment, 1 case fell off from the control group and 2 fell off from the treatment group. Visual analogue scale (VAS) was used to evaluate the degree of pain. Fugl-Meyer Assessment-Upper Extremity (FAM-UE) was used to evaluate the upper limb motor function. Drainage method was used to evaluate the swelling degree of affected forearm. Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) was used to evaluate the sleep state. **Results** After 2 weeks of treatment, the pain were relieved in both groups, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). The pain improvement degree of the treatment group was better than that of the control group, and the difference was statistically significant [VAS=(4.85 ± 0.86) in the control group and (4.30 ± 1.10) in the treatment group, $P < 0.05$]. The motor function of affected limb was improved in both groups after treatment, and the

differences were statistically significant ($P < 0.05$). The improvement degree of the treatment group was better than that of the control group [FMA-UE=(31.00 ± 4.00) in the control group, FMA-UE=(35.89 ± 4.74) in the treatment group, $P < 0.05$]. The degree of swelling of affected limbs in the two groups was significantly lower than that before treatment, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). The degree of swelling reduction in the treatment group was better than that in the control group [(52.85 ± 12.48) ml in the control group, (47.70 ± 11.17) ml in the treatment group, $P < 0.05$]. The sleep quality of the two groups was significantly improved after treatment, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). There was no statistical significance in the difference of sleep quality between the two groups [PSQI=(7.70 ± 2.00) in the control group and (7.37 ± 2.26) in the control group, $P > 0.05$]. **Conclusions** High frequency rTMS can significantly improve the degree of pain and clinical symptoms in patients with shoulder-hand syndrome after stroke, however two weeks of high frequency rTMS treatment can not significantly improve sleep quality compared with conventional treatment.

【Key words】 Stroke; Repetitive transcranial magnetic stimulation; Shoulder-hand syndrome; Pain; Motor function; Sleep

Fund program: Natural Science Research Plan (Guidance) Project of Huaian (HABZ202011)

卒中后肩手综合征(shoulder-hand syndrome, SHS)是脑卒中后常见的并发症之一,发病率高达 61%^[1]。因其发病机制复杂,国际疼痛组织将其归于复杂性区域性疼痛综合征(complex regional pain syndrome, CRPS)^[2]。卒中后 SHS 临床常表现为患侧上肢疼痛、肿胀、皮温增高、活动受限等症状^[3],患者常因患侧上肢肿胀、疼痛不能完成有效康复治疗,极大影响患者长期的预后,部分患者甚至因此患有卒中后抑郁、焦虑。检索国内外文献并没有卒中后 SHS 相关的诊治指南或专家共识,且目前对其发病机制仍不十分清楚。现有研究结果显示,卒中后 SHS 的发病机制可能与中枢和外周神经的敏化、炎性因子增加等因素相关^[4]。目前,临床治疗卒中后 SHS 仍集中在止痛消肿药物、神经阻滞、针灸、徒手淋巴回流术、肌肉效贴、综合康复治疗等方法。以上治疗方法均可取得一定的疗效,但疗效仍不能令人十分满意,这可能是至今未有适当的指南发布的原因之一。

重复经颅磁刺激(repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS)是一种无创、无痛、疗效明确的电磁物理治疗,近 20 年已被广泛用于神经、精神、卒中后康复等领域。近两年,国内外已有少量研究将 rTMS 用于卒中后肩痛的治疗,取得较好的疗效^[4]。基于卒中后 SHS 是卒中后肩痛的主要病因及已知的 SHS 发病机制,本研究尝试用高频 rTMS 治疗卒中后 SHS 患者,观察患者的疼痛改善、上肢运动功能及睡眠情况,现将研究报道如下。

一、对象与方法

1. 研究对象:收集 2019 年 6 月至 2020 年 10 月在淮安市康复医院康复科病房住院的 60 例卒中后 SHS 患者。纳入标准:(1)符合 2019 年中华医学会神经病学分会脑血管病学组发布的《中国各类主要脑

血管病诊断要点》中关于脑卒中诊断标准^[5];(2)所有患者均符合 SHS“布达佩斯诊断标准”^[6],即同时符合 i、ii、iii 项, i 即与伤害事件不成比例的剧痛、持续性疼痛, ii 必须包括感觉[有感觉过敏和(或)超敏]、血管收缩[有皮肤温度增高和(或)皮肤颜色红肿]、患侧上肢出汗异常(或)水肿[有水腫和(或)出汗异常]、运动/营养[关节活动范围受限和(或)肌肉运动功能障碍和(或)皮肤、毛发营养性不良] 4 项中任意 1 项, iii 即其他诊断不能更好地解释此症状和体征。排除标准:(1)严重心脏病及装有心脏起搏器患者;(2)颈部及以上部位有非钛合金金属异物植入患者;(3)有脑部手术或癫痫病史患者;(4)肿瘤患者;(5)认知障碍患者;(6)服用止痛药物或接受其他物理方法治疗疼痛患者;(7)患侧上肢肌张力高,不能伸直放入水槽测前臂肿胀者。采取随机数表法将入选患者分为治疗组(30 例)和对照组(30 例),治疗过程中因患者个人原因,治疗组脱落 2 例,对照组脱落 1 例,实际完成治疗共 57 例患者,其中治疗组 28 例,对照组 29 例。两组患者的性别、年龄、卒中病程、偏瘫侧等基本情况比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。本研究方案经医院医学伦理学委员会批准同意,所有入选患者及家属均知晓并签署同意书。

2. 治疗方法:对照组患者给予常规康复治疗 and rTMS 伪刺激治疗,常规康复治疗中,良肢位摆放,避免患侧上肢挤压、肩关节脱位等二次医疗伤害;在患者可耐受的程度下给予患侧上肢主被动训练,并给予向心性推拿;给予患侧上肢冷热交替湿敷治疗,并给予患侧上肢气压泵治疗,治疗方案为阶梯式向心挤压;同时给予健康教育。rTMS 伪刺激是将 rTMS 的“8”字刺激线圈放置在与真实 rTMS 治疗患者同样的位置,但无电磁场脉冲输出。

表1 两组卒中后肩手综合征患者一般资料比较

组别	例数	性别(男)		年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	病程(d, $\bar{x} \pm s$)	偏瘫(右侧)	
		例数	构成比(%)			例数	构成比(%)
对照组	29	14	48.3	65.90 ± 9.50	44.56 ± 11.50	13	44.8
治疗组	28	15	53.6	65.97 ± 10.51	42.31 ± 12.45	14	50.0
χ^2/t 值			0.160	0.035	0.748		0.153
<i>P</i> 值			0.689	0.972	0.461		0.696

治疗组患者接受真实rTMS刺激,其他同对照组。采用南京伟思医疗科技有限公司生产的rTMS治疗仪,首先利用刺激线圈刺激拇短展肌的大脑皮质代表区(M1区)检测患者静息运动阈值(resting motor threshold, RMT)。治疗时采用“8”字型线圈聚焦式刺激,将线圈与患者头皮相切,线圈中点对准患侧大脑前额叶背外侧皮质区(dorsolateral prefrontal cortex, DLPFC),即为刺激部位;取80%RMT的输出强度,刺激频率为5 Hz,共750脉冲的刺激,每个序列有15个脉冲,总共50个序列,每个序列持续时间为3 s,序列间隔时间为20 s,总共治疗时间为1 130 s。所有患者1周连续治疗6次,治疗2周。所有参加经颅磁刺激治疗仪刺激操作的治疗师均经过专业培训,并由操作治疗仪的治疗师记录患者治疗过程中及治疗后发生的不良事件。

3. 观察评价指标:采用视觉模拟评分(visual analogue score, VAS)^[7]评价治疗前后的疼痛程度差异;采用排水法评价患侧的前臂肿胀程度,测量治疗前后的患侧前臂肿胀程度变化;采用Fugl-Meyer运动功能评分量表上肢部分(upper extremity portion of the Fugl-Meyer Motor Assessment, FMA-UE)^[8]评价上肢运动功能的改善情况;采用匹兹堡睡眠质量指数(Pittsburgh sleep quality index, PSQI)评价治疗前后的自主睡眠感受变化情况^[9],具体内容如下。(1)VAS评分借助VAS尺卡评价,VAS尺卡总长度10 cm,起点为0分,表示无疼痛感,每增加1 cm长度提高1分值,分值越高代表疼痛越剧烈;VAS尺卡结束点为10分,代表不忍受的疼痛,患者根据自身疼痛程度给予相应的分值。(2)FMA-UE评分用于评价上肢运动功能,总分66分,分数越高,表示上肢运动功能越好。(3)采用排水法测量患肢前臂肿胀程度,采用特制的长方体水槽,水槽高55 cm,宽、长均为15 cm,在高52 cm处有一出水口,将水槽盛温水至高50 cm处,共可盛温水11.25 L,每日晨起8点将健侧前臂垂直放置水槽中,肘横纹平水平面时记录溢出水的体积;拿出健侧前臂,将水槽再次盛至高50 cm处,将患侧前臂垂直放置水槽中,同样至肘横纹平水平面后记录溢出水的体积,患侧前臂溢出水体积减去健

侧前臂溢出水体积得出差值,该差值为患侧前臂的肿胀程度,为减少误差,每次测量重复操作3次,取3次测量值的平均值。(4)PSQI评分是使用最广泛的睡眠质量评价量表之一,具有较好的效价。PSQI分为睡眠质量、使用催眠药物等7个部分。每部分可计0~3分,满分21分,得分越高代表睡眠质量越差,PSQI ≥ 8分认定存在睡眠障碍。

4. 统计学方法:采用SPSS 25.0统计软件分析数据,计量资料以均值 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,连续性变量两组间分析采用独立样本*t*检验,治疗前后比较采用配对*t*检验;计数资料以频数或百分率表示,采用 χ^2 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

二、结果

1. 两组卒中后SHS患者治疗前后VAS评分比较:见表2。治疗后,两组患者的VAS评分低于治疗前,差异均有统计学意义($P < 0.05$);治疗后治疗组的VAS评分低于对照组($P < 0.05$)。

表2 两组卒中后SHS患者治疗前后VAS评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗后	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
对照组	29	6.18 ± 1.59	4.85 ± 0.86	5.058	< 0.001
治疗组	28	6.00 ± 1.39	4.30 ± 1.10	7.562	< 0.001
<i>t</i> 值		0.495	2.308		
<i>P</i> 值		0.624	0.029		

注:SHS肩手综合征;VAS视觉模拟评分

2. 两组卒中后SHS患者治疗前后FMA-UE评分比较:见表3。治疗后,两组患者的FMA-UE评分低于治疗前,差异均有统计学意义($P < 0.05$);治疗后治疗组的FMA-UE评分低于对照组($P < 0.05$)。

表3 两组卒中后SHS患者治疗前后FMA-UE评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗后	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
对照组	29	24.59 ± 6.36	31.00 ± 4.00	-5.103	< 0.001
治疗组	28	26.22 ± 6.26	35.89 ± 4.74	-8.059	< 0.001
<i>t</i> 值		-0.843	-3.672		
<i>P</i> 值		0.407	0.001		

注:SHS肩手综合征;FMA-UE Fugl-Meyer运动功能评分量表上肢部分

3. 两组卒中后SHS患者治疗前后患侧前臂肿胀差异比较: 见表4。治疗后, 两组患者患侧的前臂肿胀程度均较治疗前明显好转, 差异有统计学意义($P < 0.05$); 治疗后治疗组患者的患侧前臂肿胀程度改善程度优于对照组患者($P < 0.05$)。

表4 两组卒中后SHS患者治疗前后患侧前臂肿胀差异比较(ml, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗后	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
对照组	29	59.04 ± 15.33	52.85 ± 12.48	2.266	0.013
治疗组	28	57.74 ± 13.52	47.70 ± 11.17	9.170	< 0.001
<i>t</i> 值		0.439	2.231		
<i>P</i> 值		0.664	0.035		

注: SHS 肩手综合征

4. 两组卒中后SHS患者治疗前后PSQI评分比较: 见表5。治疗后, 两组患者的睡眠情况较治疗前均明显改善, 差异均有统计学意义($P < 0.05$); 两组患者治疗后的睡眠情况比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。

表5 两组卒中后SHS患者治疗前后PSQI评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗后	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
对照组	29	9.33 ± 2.70	7.70 ± 2.00	3.927	0.001
治疗组	28	9.07 ± 3.00	7.37 ± 2.26	6.282	< 0.001
<i>t</i> 值		0.309	0.520		
<i>P</i> 值		0.760	0.607		

注: SHS 肩手综合征; PSQI 匹兹堡睡眠质量指数

讨论 SHS是卒中后常见的并发症之一, 因其发病机制尚不完全清楚, 现比较认可的发病机制是卒中后中枢神经对于患侧肢体的交感神经调节作用减弱, 导致交感神经过度兴奋, 支配的血管发生痉挛, 营养通透交换能力下降, 进而使得局部组织营养不良, 淋巴回流障碍, 炎性因子增多^[10]。因此, 临床常会出现肢体疼痛、水肿、皮温改变、肢体活动受限。疼痛被认为是最主要的临床症状之一, 其限制了肢体的活动, 肢体活动减少加重了淋巴回流障碍, 继而导致肢体肿胀, 而肢体肿胀再次增加疼痛程度, 所以临床有效控制疼痛, 才能避免此恶性循环。近期有研究将卒中后SHS的疼痛机制进一步明确, 认为包括痛觉在内的各种感觉被不断传入脊髓, 激活了脊髓中间神经元反射回路, 在兴奋性谷氨酸受体作用下, 易于将各种感觉冲动处理成疼痛感, 导致临床疼痛过敏或疼痛超敏^[11-12]。基于此, 认为卒中后SHS疼痛是由于大脑皮质对下神经元的抑制

解除或减弱, 导致疼痛调节通路改变, 继而发生了中枢神经网络的敏化^[13]。

rTMS是1985年由Barker等发明, 30余年的使用证实其是一种有效的物理治疗方法, 特别是近10年根据测定的RMT值给予相应强度的磁刺激, 使得癫痫、头痛等不良事件基本消失, 进一步提高了rTMS的安全性。rTMS治疗机制是基于电磁感应与电磁转换的原理^[14], 具体是指短时间内向rTMS的刺激线圈通过较强的电流, 线圈周围产生一个非常短且强烈的磁场, 该磁场可穿过颅骨作用于大脑, 改变大脑神经递质浓度、血流动力等因素并起到治疗作用。近20年rTMS被广泛用于神经、精神、疼痛等疾病方面的治疗, 取得了较好的疗效。rTMS改善疼痛的机制主要有改变大脑血流动力学^[15]、抑制感觉信息经脊髓丘脑通路的传递^[16]、激活大脑网络中的内源性阿片系统^[17]。近期有学者将rTMS用于动物疼痛敏化的治疗研究, 取得较好的效果^[18]。

本研究采用以往研究已经证实的高频rTMS刺激DLPFC, 可以缓解疼痛敏化的参数^[19]。本研究结果显示, 接受高频rTMS治疗的治疗组卒中后SHS患者在改善疼痛程度方面优于接受伪rTMS治疗的对照组卒中后SHS患者, 差异有统计学意义($P < 0.05$), 提示高频rTMS缓解卒中后SHS患者肢体疼痛疗效显著, 与以往研究相符^[20]; 治疗组在提高上肢运动功能方面显著优于对照组患者, 差异有统计学意义($P < 0.05$), 提示高频rTMS治疗可以较快地改善患肢运动功能, 这与以往高频rTMS改善患侧肢体运动功能的研究结果一致^[21]; 治疗组缓解患肢肿胀程度方面显著优于对照组患者, 差异有统计学意义($P < 0.05$), 表明高频rTMS在单位时间内可更快地缓解患肢肿胀; 治疗后两组SHS患者的睡眠质量较前均改善, 差异有统计学意义($P < 0.05$), 表明两组不同的治疗方案均可提高睡眠质量; 治疗后两组患者间的睡眠质量比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$), 提示高频rTMS改善睡眠质量方面并未优于常规治疗。

基于以上研究结果可以看出, 高频rTMS可以改善卒中后SHS的疼痛程度, 提高患肢的运动功能, 缓解患肢肿胀程度, 但对于具体治疗机制仍不详。笔者考虑患肢临床症状的改善是相互作用的结果, 即经过高频rTMS治疗后疼痛改善, 运动功能提高。患肢的活动能力提高可致局部的血液、淋巴回流增快, 肿胀缓解, 同时患肢肿胀缓解后, 运动及疼痛也相应改善。两组卒中后SHS患者的睡眠质量较治疗前均显著改善, 但两组之间比较差异无统计学意义, 提示高频rTMS不能直接改善睡眠治疗, 符合低频

rTMS治疗睡眠障碍方案^[22];两组患者的睡眠质量均提高,可能与疼痛改善有关。

本研究仍有欠缺之处,样本量少,随访时间短,没有进一步将卒中后SHS患者按照病情严重程度再细分入组观察,且评价指标以主观指标为主。这些不足之处是以后工作需要积极改善的目标。

综上所述,rTMS可以改善卒中后SHS患者患肢疼痛程度,提高患肢的运动功能,加快缓解患肢肿胀程度,值得临床推荐使用。

利益冲突 文章所有作者共同认可文章无相关利益冲突

作者贡献声明 试验设计为李洪波,研究实施和数据收集为田云、耿丹,数据整理与统计陈国明,论文撰写为田云,论文修订为李洪波,论文校正为李洪波、陈国明

参 考 文 献

- [1] Bruehl S. An update on the pathophysiology of complex regional pain syndrome[J]. *Anesthesiology*, 2010, 113(3): 713-725. DOI: 10.1097/ALN.0b013e3181e3db38.
- [2] Harvey AM. Classification of chronic pain-descriptions of chronic pain syndromes and definitions of pain terms[J]. *Clin J Pain*, 1995, 11(2): 163. DOI: 10.1177/0310057X9502300426.
- [3] 江迎.不同频率rTMS治疗卒中后肩关节痛的临床研究[D].南昌:南昌大学,2020. DOI: 10.27232/d.cnki.gnchu.2020.000701.
- [4] Choi GS, Chang MC. 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*, 2018, 128(2): 110-116. DOI: 10.1080/002074545.2017.1367682.
- [5] 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. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2019.09.003.
Chinese Society of Neurology, Chinese Stroke Society. Diagnostic criteria of cerebro-vascular diseases in China (version 2019) [J]. *Chin J Neurol*, 2019, 52(9): 710-715.
- [6] Mailis-Gagnon A, Lakha SF, Allen MD, et al. Characteristics of complex regional pain syndrome in patients referred to a tertiary pain clinic by community physicians, assessed by the Budapest Clinical Diagnostic Criteria[J]. *Pain Med*, 2014, 15(11): 1965-1974. DOI: 10.1111/pme.12584.
- [7] 王磊,邱玲,彭金林,等.镜像疗法结合上肢双侧运动训练治疗卒中后肩手综合征的临床疗效观察[J].*中华物理医学与康复杂志*, 2020, 42(6): 533-535. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.06.011.
- [8] 黄彩霞,夏静,邵雅楠,等.超短波理疗联合电针围刺法治疗卒中后肩手综合征的效果分析[J].*中华保健医学杂志*, 2020, 22(5): 490-492. DOI: 10.3969/j.issn.1674-3245.2020.05.011.
Huang CX, Xia J, Shao YN, et al. Comparison of ultrashort wave therapy combined with electroacupuncture and single ultrashort wave therapy in the treatment of shoulder hand syndrome after stroke[J]. *Chin J Health Care Med*, 2020, 22(5): 490-492.
- [9] Toprak M, Erden M. Sleep quality, pain, anxiety, depression and quality of life in patients with frozen shoulder[J]. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 2019, 32(2): 287-291. DOI: 10.3233/BMR-171010.
- [10] Kim JY, Yoon SY, Kim J, et al. Neural substrates for poststroke complex regional pain syndrome type I: a retrospective case-control study using voxel-based lesion symptom mapping analysis[J]. *Pain*, 2020, 161(6): 1311-1320. DOI: 10.1097/j.pain.0000000000001816.
- [11] 杨露,彭涛,郭铁成.脑卒中后肩手综合征的临床研究进展[J].*中华物理医学与康复杂志*, 2018, 40(9): 716-720. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2018.09.022.
- [12] Knudsen LF, Terkelsen AJ, Drummond PD. Complex regional pain syndrome: a focus on the autonomic nervous system[J]. *Clin Auton Res*, 2019, 29(4): 457-467. DOI: 10.1007/s10286-019-00612-0.
- [13] Moseley GL, Flor H. Targeting cortical representations in the treatment of chronic pain: a review[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2012, 26(6): 646-652. DOI: 10.1177/1545968311433209.
- [14] Barker AT, Jalinous R, Freeston IL. Non-invasive magnetic stimulation of human motor cortex[J]. *Lancet*, 1985, 1(8437): 1106-1107. DOI: 10.1016/s0140-6736(85)92413-4.
- [15] Bestmann S, Baudewig J, Siebner HR, et al. Functional MRI of the immediate impact of transcranial magnetic stimulation on cortical and subcortical motor circuits[J]. *Eur J Neurosci*, 2004, 19(7): 1950-1962. DOI: 10.1111/j.1460-9568.2004.03277.x.
- [16] Cioni B, Meglio M. Motor cortex stimulation for chronic non-malignant pain: current state and future prospects[J]. *Acta Neurochir Suppl*, 2007, 97(Pt 2): 45-49. DOI: 10.1007/978-3-211-33081-4_5.
- [17] Lamusio S, Hirvonen J, Lindholm P, et al. Neurotransmitters behind pain relief with transcranial magnetic stimulation - positron emission tomography evidence for release of endogenous opioids[J]. *Eur J Pain*, 2017, 21(9): 1505-1515. DOI: 10.1002/ejp.1052.
- [18] 张秀娟.高频重复经颅磁刺激对大鼠神经病理性疼痛的治疗效果及机制研究[D].武汉:华中科技大学,2019.
- [19] 高飞,冯艺.不同靶点重复经颅磁刺激在治疗神经病理性疼痛中的应用[J].*中国疼痛医学杂志*, 2015, 21(12): 881-884. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9852.2015.12.001.
- [20] Picarelli H, Teixeira MJ, Andrade DC, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation is efficacious as an add-on to pharmacological therapy in complex regional pain syndrome (CRPS) type I [J]. *J Pain*, 2010, 11(11): 1203-1210. DOI: 10.1016/j.jpain.2010.02.006.
- [21] 刘英.重复经颅磁刺激对脑卒中患者上肢运动功能恢复及生活质量的影响[J].*长春中医药大学学报*, 2020, 36(5): 965-967. DOI: 10.13463/j.cnki.czzy.2020.05.036.
Liu Y. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on recovery of upper limb motor function in stroke patients[J]. *Journal of Changchun University of Traditional Chinese Medicine*, 2020, 36(5): 965-967.
- [22] 朱明跃,刘元标,黄娟娟,等.超低频经颅磁刺激治疗缺血性脑卒中患者失眠的临床疗效[J].*神经疾病与精神卫生*, 2019, 19(5): 462-466. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6574.2019.05.007.
Zhu MY, Liu YB, Huang JJ, et al. Clinical study on infra-low frequency transcranial magnetic stimulation in the treatment of insomnia after ischemic stroke[J]. *Journal of Neuroscience and Mental Health*, 2019, 19(5): 462-466.

(收稿日期:2020-12-27)

(本文编辑:赵金鑫)