

# 重复经颅磁刺激联合康复训练治疗腰椎间盘突出症的疗效观察

王明 杨玲 黄新 刘书培 郑顺  
武汉科技大学附属天佑医院, 武汉 430061  
通信作者: 王明, Email: 289934877@qq.com

**【摘要】** 目的 观察重复经颅磁刺激(rTMS)联合康复训练治疗腰椎间盘突出症(LDH)的疗效。方法 选取 LDH 患者 72 例,按照随机数字表法将其分为 rTMS 组、训练组、联合组,每组 24 例。rTMS 组给予 2 Hz rTMS 治疗,训练组给予康复训练(麦肯基力学疗法和腰背部核心肌群稳定性训练),联合组给予康复训练和 rTMS 治疗,每日治疗 1 次,每周 6 次,连续 8 周。治疗前、治疗 8 周后(治疗后)、治疗结束后 8 周(随访时),采用视觉模拟评分法(VAS)、Oswestry 功能障碍指数(ODI)对 3 组患者的疼痛和功能障碍程度进行评定。治疗后,采用改良的 Macnab 标准评估治疗效果。所有患者均随访 12 个月,记录复发情况。结果 治疗前,3 组患者 VAS、ODI 评分比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。治疗后,3 组患者的疼痛和功能障碍均有所缓解( $P<0.05$ )。与 rTMS 组比较,训练组治疗后和随访时的 VAS 评分较高、ODI 评分较低。联合组治疗后和随访时的 VAS、ODI 评分均较 rTMS 组和训练组低( $P<0.05$ )。治疗后,rTMS 组、训练组、联合组的总有效率分别为 62.5%、95.83%、100.00%,训练组和联合组的总有效率显著高于 rTMS 组( $P<0.05$ )。随访发现,rTMS 组、训练组、联合组的复发率分别为 37.50%、25.00%、8.33%,联合组的复发率显著低于 rTMS 组和训练组( $P<0.05$ )。结论 rTMS 联合康复训练可以减轻 LDH 患者的疼痛症状,提高腰椎功能,降低复发率。

**【关键词】** 重复经颅磁刺激; 康复训练; 腰椎间盘突出症

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2023.03.011

## The effects on lumbar disc herniation of supplementing rehabilitation training with repeated transcranial magnetic stimulation

Wang Ming, Yang Ling, Huang Xin, Liu Shupe, Zheng Shun

Tianyou Hospital Affiliated to Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430061, China

Corresponding author: Wang Ming, Email: 289934877@qq.com

**【Abstract】** **Objective** To observe any effect of supplementing conventional rehabilitation training with repeated transcranial magnetic stimulation (rTMS) in the treatment of lumbar disc herniation (LDH). **Methods** Seventy-two LDH patients were randomly divided into an rTMS group ( $n=24$ ), a training group ( $n=24$ ), and a combined group ( $n=24$ ). The rTMS group received 2Hz rTMS at an intensity of 80% resting motor threshold with a total of 1000 pulses, the training group was given Mackenzie therapy and lumbar core muscle stability training, while the combined group was provided with both. Each group was treated once a day, 6 times a week for 8 weeks. The participants rated their pain using a visual analog scale (VAS), and the Oswestry dysfunction index (ODI) was also used to evaluate the degree of pain and dysfunction in all three groups before and right after the treatment, as well as 8 weeks later. After the treatment, its therapeutic effect was evaluated using the improved Macnab standard. Each patient was followed up for 12 months and any recurrence was recorded. **Results** Before treatment there was no significant difference in average VAS ratings or ODI scores among the three groups. Afterward, pain and dysfunction were relieved significantly in all three groups. Compared with the rTMS group, the average VAS rating in the training group was significantly higher and the average ODI score was significantly lower after the treatment and during the follow-up. Moreover, the average VAS rating and ODI score of the combined group were significantly lower than those in the other two groups after the treatment and during follow-up. The total effectiveness rate in the rTMS group was assessed as 62.5% compared with 95.8% in the training group and 100% in the combined group—a significant difference for the rTMS group. Follow-up showed that the recurrence rates of the rTMS group, training group and combined group were 37.5%, 25% and 8.3%, respectively—a significant difference in the case of the combined group. **Conclusion** rTMS combined with rehabilitation training can relieve pain, improve lumbar

function and reduce the recurrence of LDH.

**【Key words】** Transcranial magnetic stimulation; Rehabilitation training; Lumbar disc herniation

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2023.03.011

腰椎间盘突出症(lumbar disc herniation, LDH)容易导致腰腿部疼痛,其发病多与腰椎间盘变性、纤维环破裂、突出髓核组织压迫脊神经根或脊髓有关,通过刺激炎性物质产生,最终引发腰腿部疼痛、下肢运动功能障碍,甚至肌肉萎缩<sup>[1]</sup>。LDH 多发于青壮年,易反复发作,严重影响患者的身体健康和生活质量,目前首选的治疗手段多为非手术治疗<sup>[2-3]</sup>。

重复经颅磁刺激(repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS)是常见的治疗 LDH 的非手术疗法之一,临床疗效显著<sup>[4]</sup>。麦肯基力学疗法和腰背部核心肌群稳定性训练亦是治疗 LDH 的有效方法<sup>[5]</sup>。但单一治疗方法的疗效有限,有研究表明联合疗法在 LDH 中的临床应用较为广泛<sup>[6-7]</sup>。本研究采用 rTMS 联合康复训练治疗 LDH 患者,以期进一步提高临床疗效,为 LDH 的治疗提供新思路 and 证据支持。

## 对象与方法

### 一、研究对象

纳入标准:①符合中华医学会骨科学分会制订的《腰椎间盘突出症诊疗指南》<sup>[8]</sup>中 LDH 的诊断标准;②病程>8 周,视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)评分≤5 分;③年龄 18~65 岁;④本研究开始前 2 周内,未针对 LDH 进行相关治疗;⑤所有患者均自愿参与本研究,并签署知情同意书。排除标准:①因其它疾病导致腰部、下肢症状,或 LDH 无症状者;②体内有金属异物,心脑血管等系统疾病急性期,颅内感染,恶性肿瘤,高热,妊娠及哺乳期,癫痫病史等 rTMS 禁忌证者;③有腰椎手术或严重外伤史;④合并有腰椎管狭窄或腰椎滑脱、骨折等骨关节不稳定者;脊髓受压或马尾局部病灶等中枢神经受累者;⑤影像学提示肿瘤、结核等腰椎骨质破坏者;⑥意识、认知、精神或交流障碍者。

LDH 诊断标准<sup>[8]</sup>:①腰痛或伴有下肢根性痛症状;②腰椎局部压痛、活动障碍,并伴有神经牵拉试

验阳性;③经 CT 或 MRI 影像学检查确诊,证实腰椎间盘突出突出的部位及突出程度。

选取 2018 年 4 月至 2019 年 12 月由武汉科技大学附属天佑医院收治的 LDH 患者 72 例,按照随机数字表法将其分为 rTMS 组、训练组、联合组,每组 24 例。3 组患者性别、平均年龄、平均病程、疼痛部位等一般资料比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),具有可比性,详见表 1。本研究经武汉科技大学附属天佑医院伦理委员会评审通过(LL-2023-02-08-01)。

### 二、治疗方法

rTMS 组采用 rTMS 治疗,训练组采用康复训练,联合组采用康复训练和 rTMS 治疗。每日治疗 1 次,每周 6 次,共 8 周。

1.rTMS 治疗:采用中国南京产 Magneuro 60 型经颅磁刺激治疗仪。治疗前,告知患者 rTMS 治疗的原理、需要配合的注意事项、可能出现的不良反应等。患者取俯卧位,根据患者 LDH 影像学定位,选择磁刺激部位(初级运动区 M1),将圆形线圈对准所选取部位,测定出患者的静息态阈值。首次刺激强度为静息态阈值的 80%,第 2 次起逐渐加量,直至刺激强度达静息态阈值的 110%,维持该强度;频率 2 Hz,串刺激时间 15 s,间歇 5~8 s,刺激个数 1000 个,每日 1 次。治疗师陪同监护患者的治疗全过程,观察患者是否有体位移动或不良反应,治疗结束后留观 10 min,无不适方可离开。

2.康复训练:包括麦肯基力学疗法和腰背部核心肌群稳定性训练。具体操作:①患者取俯卧位,头转向一侧,双上肢置于体侧,全身持续放松 5 min;用双肘和前臂支撑,将上半身缓慢抬起,骨盆和下肢紧贴床面,维持 5 min;双手掌心朝下,双上肢用力伸直以撑起上半身,骨盆和下肢放松下沉,之后双肘屈曲,上身回至起始位<sup>[5,9]</sup>,10 次为 1 组,每隔 2 min 训练 1 组,每日 5 组;②伸展松动术,患者取俯卧位,头转向一侧,双上肢置于体侧,全身持续放松。治疗师双上肢交叉,双手掌根置于患者病变腰椎两侧横突处,治疗师双上肢同步、

表 1 3 组患者的一般资料

组别	例数	性别(例)		平均年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$ )	平均病程 (年, $\bar{x}\pm s$ )	疼痛部位(例)		
		男	女			L3~L4	L4~L5	L5~S1
rTMS 组	24	12	12	42.5±8.8	5.8±3.9	4	9	11
训练组	24	14	10	43.5±7.1	6.1±4.1	5	8	11
联合组	24	13	11	42.1±7.2	5.6±4.3	3	8	13

对称、缓和施力,随后立即松开,松开时双手始终保持接触患者腰部,以此节律重复 10 次,逐渐增加所施力度<sup>[5,9]</sup>;③侧方偏移手法矫正,患者取站立位,双足间距 30 cm,双肘屈曲贴于胸侧壁,治疗师站立于患者偏移侧,双上肢环绕患者躯干,治疗师双手交叉置于骨盆边缘,肩部抵住患者肘关节,便于前推患者胸壁,同时双手瞬间轻柔回拉患者骨盆,以此节律重复 10 次<sup>[7,9]</sup>;④患者跪于床面,保持双手双膝分别与肩、骨盆同宽,使头臀成一线,收紧腹部;缓慢呼气,同时伸直左下肢、右上肢,与身体成一直线,维持 10 s;缓慢吸气回至起始位,换右下肢、左上肢,如此交替,10 次为 1 组,每日 2 组<sup>[5,9]</sup>。治疗过程中,以患者能耐受为度,避免产生不良反应。

### 三、疗效评定

治疗前、治疗 8 周后(治疗后)、治疗结束后 8 周(随访时)进行疗效评定,具体评定内容包括以下方面。

1.疼痛评估<sup>[10]</sup>:采用 VAS 评估疼痛程度。VAS 评分为一条长为 10 cm 的连续标尺,标尺的最左侧为 0,表示无痛;最右侧为 10,表示剧痛;中间部分表示不同程度的疼痛。测量距离以确定分数,分数越高,表明疼痛越剧烈。

2.功能评估<sup>[11]</sup>:采用 Oswestry 功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)评估腰椎功能。ODI 包括疼痛强度、生活自理、提物、步行、坐位、站立、睡眠、性生活、社会生活、旅行共 10 个项目,每个项目 6 个选项,对应 0、1、2、3、4、5 分,总分为 50 分,分数越高,表明腰椎功能障碍越严重。

3.临床疗效判定<sup>[12]</sup>:结合 ODI 评分和患者临床症状,采用改良的 Macnab 标准评估治疗效果。痊愈,患者症状基本消失,回归正常工作、生活,ODI 评分降至治疗前的 25%以内;显效,患者症状显著改善,可坚持正常工作、生活,ODI 评分降至治疗前的 26%~50%;有效,患者症状有所减轻,仍有活动受限,其工作和生活受到影响,ODI 评分降至治疗前的 50%~75%;无效,患者症状无明显改善,甚至加重,ODI 评分较治疗前无显著差异,甚至增加。治疗后总有效率=[(痊愈+显效+有效)/总例数]×100%。

4.复发情况:所有患者均随访 12 个月,记录复发情况。

### 四、统计学方法

采用 SPSS 23.0 版统计学软件处理数据。计数资料以频数、百分数[例(%)]形式表示,计量资料采用均数±标准差( $\bar{x}\pm s$ )形式表示,组内比较采用配对 *t* 检验,组间比较采用独立样本 *t* 检验。 $P<0.05$  表示差异有统计学意义。

## 结 果

一、3 组患者治疗前后不同时间点的 VAS 和 ODI 评分比较

治疗前,3 组患者 VAS、ODI 评分比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。治疗后,3 组患者 VAS、ODI 评分均较组内治疗前明显降低( $P<0.05$ )。与 rTMS 组同时时间点比较,训练组治疗后和随访时的 VAS 评分较高( $P<0.05$ ),ODI 评分较低( $P<0.05$ );联合组治疗后和随访时的 VAS、ODI 评分均较低( $P<0.05$ )。与训练组比较,联合组治疗后和随访时的 VAS、ODI 评分均较低( $P<0.05$ )。详见表 2。

表 2 3 组患者治疗前后不同时间点的 VAS 和 ODI 评分比较(分,  $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	VAS	ODI
rTMS 组			
治疗前	24	7.55±1.41	64.71±9.79
治疗后	24	2.31±0.49 <sup>a</sup>	26.52±5.27 <sup>a</sup>
随访时	24	2.12±0.47 <sup>a</sup>	25.77±4.93 <sup>a</sup>
训练组			
治疗前	24	7.67±1.36	65.36±10.51
治疗后	24	4.58±0.55 <sup>ab</sup>	13.36±7.12 <sup>ab</sup>
随访时	24	4.35±0.48 <sup>ab</sup>	12.18±6.55 <sup>ab</sup>
联合组			
治疗前	24	7.48±1.51	65.22±9.98
治疗后	24	1.89±0.34 <sup>abc</sup>	8.18±4.32 <sup>abc</sup>
随访时	24	1.64±0.26 <sup>abc</sup>	7.26±5.17 <sup>abc</sup>

注:与组内治疗前比较,<sup>a</sup> $P<0.05$ ;与 rTMS 组同时时间点比较,<sup>b</sup> $P<0.05$ ;与训练组同时时间点比较,<sup>c</sup> $P<0.05$

### 二、3 组患者的临床疗效比较

治疗后,rTMS 组、训练组、联合组的总有效率分别为 62.5%、95.83%、100.00%。训练组和联合组的总有效率显著高于 rTMS 组( $P<0.05$ )。训练组和联合组的总有效率比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。详见表 3。

表 3 3 组患者的临床疗效比较

组别	例数	痊愈(例)	显效(例)	有效(例)	无效(例)	总有效率(%)
rTMS 组	24	3	8	4	9	62.50
训练组	24	4	13	6	1	95.83 <sup>a</sup>
联合组	24	5	17	2	0	100.00 <sup>a</sup>

注:与 rTMS 组比较,<sup>a</sup> $P<0.05$

### 三、3 组患者的复发情况比较

随访 12 个月内,rTMS 组有 9 例患者复发,复发率为 37.50%;训练组有 6 例患者复发,复发率为 25.00%;联合组有 2 例患者复发,复发率为 8.33%。联合组的复发率显著低于 rTMS 组和训练组( $P<0.05$ )。rTMS 组与训练组复发率比较,训练组与联合组复发率比较,

差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。详见表 4。

表 4 3 组患者的复发率比较

组别	例数	复发数(例)	复发率(%)
rTMS 组	24	9	37.50
训练组	24	6	25.00
联合组	24	2	8.33 <sup>a</sup>

注:与 rTMS 组比较, <sup>a</sup> $P<0.05$

## 讨 论

本研究结果显示,联合组治疗后 VAS 和 ODI 评分显著降低,总有效率、随访复发率均较 rTMS 组和训练组高,提示 rTMS 联合康复训练具有协同作用,对 LDH 患者有积极的治疗意义。

在 LDH 患者中,神经根长期压迫会导致伤害性疼痛,减轻疼痛和改善生活质量是其首要治疗目标<sup>[13-15]</sup>。脑刺激属于神经刺激技术,被证实可有效减轻慢性疼痛综合征患者和 LDH 患者的疼痛,但治疗费用和并发症发生率较高<sup>[16-17]</sup>。rTMS 作为一种非侵入性刺激手段,作用原理是通过刺激线圈产生脉冲磁场转化为电流,电-磁转化所形成的感应电流无衰减地穿透颅骨,作用于大脑皮质中枢神经系统,改变神经细胞的动作电位,调节局部大脑皮质和相关远隔部位的兴奋性,以改善脑血流量及代谢,调节神经递质表达,从而达到镇痛效果<sup>[18]</sup>。有研究表明,rTMS 可用于治疗神经病理性疼痛、三叉神经痛、带状疱疹后神经痛、复杂区域疼痛综合征、脑卒中后疼痛、幻觉疼痛、慢性下腰痛<sup>[14,19]</sup>。本研究将 rTMS 作用于 LDH 患者,结果发现 rTMS 组的 VAS 评分低于训练组,说明 rTMS 可以有效减轻 LDH 患者的疼痛程度,较麦肯基力学疗法和腰背部核心肌群稳定性训练的镇痛效果优异。

目前,有关 rTMS 治疗慢性疼痛的参数,尚缺乏统一的标准。既往有研究对运动皮质施加 1 Hz、2 Hz、5 Hz、10 Hz 等不同频率的脉冲,通过 VAS 观察疼痛水平,结果发现 VAS 评分降低,提示高频脉冲的 rTMS 对于疼痛有缓解作用<sup>[20]</sup>。但疼痛缓解程度是否与高频脉冲呈线性关系尚鲜见报道。频率较高的脉冲,通常需要患者有较高的配合度,考虑到疼痛效果和患者的接受度,本研究采用了频率为 2 Hz 的 rTMS,结果发现可降低 LDH 患者的 VAS 评分,效果明显,这与部分研究结果相一致<sup>[20]</sup>。rTMS 治疗的潜在不良反应是刺激侧的头痛和头皮不适<sup>[14,21]</sup>。本研究中,并未有患者出现不良反应,可能与本研究中采用的 rTMS 频率相对较低(相对于 10 Hz)有关。

近年来,麦肯基力学疗法被广泛应用于颈腰痛

患者的治疗中,其临床疗效颇受肯定<sup>[22]</sup>。麦肯基力学疗法可以增强患者的腰背肌力,减少局部组织所受张力,缓解对神经根的压迫和刺激,达到消除腰部和下肢疼痛麻木症状的作用<sup>[23]</sup>。大量临床数据提示,麦肯基力学疗法有利于促进腰椎间盘复位和纤维环的修复进程,从而巩固疗效,减少复发<sup>[24]</sup>。腰背部核心肌群稳定性训练在 LDH 患者的治疗中应用广泛,通过对核心肌群组织的训练,增强脊柱稳定性,促进腰椎间盘复位后的稳定性维持<sup>[25]</sup>。核心肌群稳定性训练的治疗机制可能是通过训练整体性肌群,以缓解腰背肌痉挛,改善疼痛症状<sup>[26]</sup>;通过逐步增加运动负荷,维持腰椎-骨盆-髋关节复合体的稳定性<sup>[26-27]</sup>;通过增强局部性肌群耐力,改善腰部血供,并减少炎性物质产生,提高患者痛阈<sup>[26-27]</sup>。本研究中,训练组采用了麦肯基力学疗法和腰背部核心肌群稳定性训练,治疗后患者 VAS、ODI 评分降低,且 ODI 评分低于 rTMS 组,提示康复训练可减轻 LDH 患者的疼痛,改善其功能障碍。在减轻疼痛方面,rTMS 治疗优于康复训练;在改善功能障碍方面,康复训练优于 rTMS 治疗,其原因可能与治疗方式的不同机理有关,rTMS 是通过脑部刺激,主要调节脑供血、神经递质等水平,从而起到镇痛效果,患者在疼痛改善的基础上,不再因恐惧疼痛而减少步行、站立等活动,进而改善功能;而康复训练主要是通过运动调整了患者肌肉力学与脊柱结构之间的失衡状态,在改善功能方面先于减轻疼痛。在后续研究中,会考虑从患者 VAS 和 ODI 评分不同的降低幅度方面,探讨这两种治疗方法的特点。

综上所述,rTMS 联合麦肯基力学疗法及腰背部核心肌群稳定性训练,可有效减轻 LDH 患者的疼痛,改善功能,其疗效优于单一疗法,远期疗效较好,值得临床应用。

## 参 考 文 献

- [1] 韩君婷,王莉,黄冬,等.腰椎间盘突出髓核重吸收机制的研究进展[J].中华物理医学与康复杂志,2021,43(9):853-857. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2021.09.020.
- [2] 周平锋,周道清,王磊,等.不同手术方式治疗腰椎间盘突出症的效果分析[J].浙江创伤外科,2022,27(2):296-297. DOI:10.3969/j.issn.1009-7147.2022.02.045.
- [3] 孔博,颜威,刘素君,等.腰椎间盘突出症非药物保守治疗的研究进展[J].上海中医药杂志,2022,56(4):97-101. DOI:10.16305/j.1007-1334.2021.2109045.
- [4] 彭婷婷,何微微,苟晨,等.无创神经调控技术在慢性顽固性疼痛中的应用及进展[J].中华神经科杂志,2021,54(6):626-630. DOI:10.3760/cma.j.cn113694-20200924-00739.
- [5] 吕亚希,庞争争,朱元宵,等.麦肯基疗法联合腰部核心肌力训练治疗腰椎间盘突出症的疗效观察[J].中国康复,2020,35(5):

- 244-246.DOI:10.3870/zgkf.2020.05.005.
- [6] 刘姣,谭波涛,虞乐华. 腰椎间盘突出症的治疗研究进展[J]. 保健医学研究与实践, 2020, 17(3): 82-86. DOI: 10.11986/j.issn.1673-873X.2020.03.018.
- [7] 黄连珍. 中西医结合治疗腰椎间盘突出症临床观察[J]. 中国中医药现代远程教育, 2021, 19(19): 143-144. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2779.2021.19.054.
- [8] 中华医学会骨科学分会骨科康复学组, 中国康复医学会脊柱脊髓专业委员会腰椎研究学组. 腰椎间盘突出症诊疗指南[J]. 中华骨科杂志, 2020, 40(8): 477-487. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20200402-00213.
- [9] 万艳红,董定锋. 核心肌群训练结合康复理疗对腰椎间盘突出症患者术后疼痛及腰椎功能恢复的影响[J]. 黑龙江医学, 2020, 44(7): 978-980. DOI: 10.3969/j.issn.1004-5775.2020.07.047.
- [10] 徐睿华,马艳,刘金明,等. 呼吸训练联合筋膜手法治疗慢性非特异性下背痛的疗效观察[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2022, 44(5): 418-421. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.05.008.
- [11] 云大科,符丽娜,纪志华,等. 骨愈灵片联合依降钙素注射液对骨质疏松症患者 Oswestry 功能障碍指数评分及骨密度、骨代谢指标的影响[J]. 现代生物医学进展, 2022, 22(10): 1986-1990. DOI: 10.13241/j.cnki.pmb.2022.10.039.
- [12] 王彬,何鹏,武振方,等. 单侧双通道内镜手术与显微内镜手术治疗腰椎管狭窄症的 Meta 分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2021, 31(8): 719-730. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2021.08.07.
- [13] 戴宇祥,俞鹏飞,姜宏. 基于内容分析法的近 3 年腰椎间盘突出症治疗方法、不足及建议[J]. 辽宁中医杂志, 2020, 66(8): 205-208. DOI: 10.13192/j.issn.1000-1719.2020.08.059.
- [14] Freynhagen R, Baron R. The evaluation of neuropathic components in low back pain[J]. Curr Pain Headache Rep, 2009, 13(3): 185-190. DOI: 10.1007/s11916-009-0032-y.
- [15] Goubert D, Danneels L, Graven-Nielsen T, et al. Differences in pain processing between patients with chronic low back pain, recurrent low back pain, and fibromyalgia[J]. Pain Physician, 2017, 20(4): 307-318.
- [16] Rasche D, Rinaldi PC, Young RF, et al. Deep brain stimulation for the treatment of various chronic pain syndromes[J]. Neurosurg Focus, 2006, 21(6): E8. DOI: 10.3171/foc.2006.21.6.10.
- [17] Stadler JA 3rd, Ellens DJ, Rosenow JM. Deep brain stimulation and motor cortical stimulation for neuropathic pain[J]. Curr Pain Headache Rep, 2011, 15(1): 8-13. DOI: 10.1007/s11916-010-0161-3.
- [18] 张秀娟,鲁银山,张松,等. 不同频率的高频重复经颅磁刺激对大鼠神经病理性疼痛的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2021, 43(3): 200-205. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2021.03.002.
- [19] Johnson S, Summers J, Pridmore S. Changes to somatosensory detection and pain thresholds following high frequency repetitive TMS of the motor cortex in individuals suffering from chronic pain[J]. Pain, 2006, 123(1-2): 187-192. DOI: 10.1016/j.pain.2006.02.030.
- [20] 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.
- [21] Cruccu G, Garcia-Larrea L, Hansson P, et al. EAN guidelines on central neurostimulation therapy in chronic pain conditions[J]. Eur J Neurol, 2016, 23(10): 1489-1499. DOI: 10.1111/ene.13103.
- [22] Kuhnaw A, Kuhnaw J, Ham D, et al. The McKenzie method and its association with psychosocial outcomes in low back pain: a systematic review[J]. Physiother Theory Pract, 2021, 37(12): 1283-1297. DOI: 10.1080/09593985.2019.1710881.
- [23] 曾祥毅,凌耀权,戴伟莉,等. McKenzie 技术治疗椎间盘源性下腰痛的疗效评价及机理研究[J]. 中国实用医药, 2019, 14(20): 18-20. DOI: 10.14163/j.cnki.11-5547/r.2019.20.007.
- [24] 李永杰,杨贝贝. 麦肯基疗法治疗腰椎间盘突出症疗效的 Meta 分析[J]. 华南国防医学杂志, 2020, 34(2): 129-135. DOI: CNKI: SUN:HNGY.0.2020-02-015.
- [25] 黄少敏,龙仕杰,李卫伟. 核心肌群稳定训练与传统腰背肌锻炼治疗腰椎间盘突出症的疗效对比研究[J]. 中国实用医药, 2019, 14(35): 197-198. DOI: 10.14163/j.cnki.11-5547/r.2019.35.106.
- [26] 龚剑秋,张芳,司马振奋,等. 基于平均频率变化的腰椎间盘突出症患者核心稳定性训练的康复价值探讨[J]. 中华全科医学, 2019, 17(3): 475-478. DOI: 10.16766/j.cnki.issn.1674-4152.000712.
- [27] 李英英,陈笑寒,孙萌娟. 基于平均频率变化的核心稳定性训练治疗腰椎间盘突出症的康复效果[J]. 中国疗养医学, 2021, 30(1): 12-15. DOI: 10.13517/j.cnki.ccm.2021.01.004.

(修回日期:2023-01-25)

(本文编辑:凌 琛)