

## · 临床研究 ·

## 骶神经磁刺激对逼尿肌无力的影响

王梦婷<sup>1,2</sup> 秦义婷<sup>1,2</sup> 程清<sup>1,2</sup> 殷稚飞<sup>2</sup><sup>1</sup>南京市栖霞区医院康复医学科,南京 210046; <sup>2</sup>南京医科大学第一附属医院康复医学中心,南京 210029

通信作者:殷稚飞,Email:feifei44881@sina.com

**【摘要】 目的** 探讨骶神经磁刺激(SMS)对逼尿肌无力型神经源性膀胱的影响。**方法** 选取 30 例脊髓损伤合并神经源性膀胱患者采用随机分组方法分为刺激组和假刺激组,每组 15 例。实验一,刺激组第 1 天在膀胱容量为 100 ml 时给予 1 次 SMS,第 2 天在膀胱容量为 200 ml 时给予 1 次 SMS,第 3 天在膀胱容量为 300 ml 时给予 1 次 SMS。SMS 参数:刺激频率为 15 Hz,刺激时间 10 s,间歇时间 30 s,共 1500 次脉冲。假刺激组 SMS 参数与刺激组相同,但将磁刺激线圈旋转 90°;2 组患者在 100、200 和 300 ml 膀胱容量下,在每次 SMS 刺激前和刺激后即刻检测最大逼尿肌压力(MDP)。实验二,从第 4 天开始,刺激组接受 SMS 治疗,假刺激组接受假刺激,均为每日治疗 2 次,每周治疗 5 d,共治疗 4 周;分别于治疗前和治疗 4 周后,检测 2 组患者膀胱容量为 0、100、200 和 300 ml 时的 MDP。**结果** 实验一,SMS 刺激后即刻,刺激组在膀胱容量为 200 和 300 ml 时的 MDP 均较刺激前明显增加( $P<0.05$ ),且均较同时间点假刺激组明显增加( $P<0.05$ ),而在膀胱容量为 100 ml 时,刺激前与刺激后即刻 MDP 未见明显变化( $P>0.05$ )。实验二,治疗 4 周后刺激组患者在膀胱容量为 100、200 和 300 ml 时的 MDP 均较治疗前明显增高( $P<0.05$ ),且明显优于同时间点假刺激组( $P<0.05$ )。**结论** SMS 治疗对逼尿肌无力有效,但有效性可能与膀胱容量有关。

**【关键词】** 骶神经磁刺激; 逼尿肌无力; 最大逼尿肌压力

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.08.014

**Magnetic stimulation of the sacral nerve can improve detrusor functioning**Wang Mengting<sup>1,2</sup>, Qin Yiting<sup>1,2</sup>, Chen Qin<sup>1,2</sup>, Yin Zhifei<sup>2</sup><sup>1</sup>Department of Rehabilitation, Qixia District Hospital, Nanjing 210046, China; <sup>2</sup>Rehabilitation Medical Center, The First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China

Corresponding author: Yin Zhifei, Email: feifei44881@sina.com

**【Abstract】 Objective** To investigate any effect of magnetic stimulation of the sacral nerve (SMS) on acontractile detrusor disorder. **Methods** Thirty spinal cord injury patients with neurogenic bladder dysfunction were randomly divided into a stimulation group and a sham group, each of 15. In a first experiment the stimulation group was treated with SMS (over S3) with a bladder volume of 100ml on the 1st day, 200ml on the 2nd day, and 300ml on the 3rd day. Each SMS session involved a total of 1500 pulses at 15Hz in 10-second bursts with 30-second intervals. For the sham group the treatment was ostensibly identical, but the coil was rotated 90 degrees. Maximum detrusor pressure was assessed before and immediately after each SMS session. In a second experiment the bladder volumes were adjusted to 200–300ml ultrasonically before treatment. Both groups were treated twice a day, 5 days a week for 4 weeks. Maximum detrusor pressures were detected at the bladder volumes of 0ml, 100ml, 200ml and 300ml before and after the 4 weeks of treatment. **Results** The stimulation group's average pressures at 200ml and 300ml had increased significantly immediately after SMS and were then significantly higher than the sham group's averages. After 4 weeks of treatment the stimulation group's maximum pressures were significantly higher than before treatment at all of the bladder volumes tested, and were significantly better than those of the sham group. **Conclusions** SMS can significantly improve detrusor functioning, but the effect is related to bladder volume.

**【Key words】** Sacral nerve; Magnetic stimulation; Acontractile detrusors; Detrusor pressure

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.08.014

神经源性膀胱(neurogenic bladder)是临床上脊髓损伤后常见的并发症,是由于中枢神经系统损害而引

起的膀胱尿道功能障碍<sup>[1]</sup>。神经源性膀胱严重影响患者生活质量,而晚期并发的肾功能衰竭严重威胁患

者生命<sup>[2]</sup>,目前国际公认的有效治疗方法是植入性骶神经电刺激,且已在国内外临床开展使用。但有研究报道,不完全脊髓损伤患者植入性骶神经电刺激对非梗阻性尿潴留的成功率仅 42.5%<sup>[3]</sup>,且其是一种侵入性疗法,手术费用昂贵,可伴有刺激器部位疼痛、电极移位、感染等风险,临床推广难度较大<sup>[4]</sup>。

骶神经磁刺激(sacral magnetic stimulation, SMS)是一种利用时变磁场对神经再生和运动功能起恢复作用的非侵入性治疗手段,近年来在临床上得到了广泛使用<sup>[5]</sup>。研究表明, SMS 比神经电刺激更有助于改善患者的最大膀胱容量和最大尿流率<sup>[6]</sup>。对膀胱逼尿肌起主要支配作用的为骶<sub>3</sub>(S<sub>3</sub>)神经根, SMS 在不同参数设置及不同初始膀胱容量的前提下,能够引起逼尿肌的兴奋或抑制,改善与括约肌之间的协调收缩,起到双向调节的作用,有助于正常排尿功能的恢复<sup>[7-8]</sup>。其确切的机制尚不太明确,可能是一条神经通路的活动能够影响另一条神经通路的活动,从而调节神经兴奋和抑制系统之间的平衡。SMS 的机制是磁刺激通过线圈产生磁场,当磁场作用于人体组织时,它能使神经组织除极产生电流,这些电活动最终会改变组织功能,进而影响与调节逼尿肌,产生兴奋或抑制,起到神经调节的作用。

神经源性膀胱主要包括神经源性尿失禁和神经源性尿潴留。目前 SMS 研究大多数集中于逼尿肌过度亢进型神经源性膀胱的治疗,证明 SMS 可降低储尿期膀胱内压,减轻有尿意后的逼尿肌痉挛<sup>[9]</sup>,但对 SMS 治疗逼尿肌无力(acocontractile detrusor)的研究尚少,结论并不统一。早期文献中指出,不论是单刺激还是重复刺激, SMS 对促进逼尿肌收缩的作用有限,甚至产生抑制效应<sup>[10]</sup>,但该实验的研究对象均为逼尿肌过度兴奋的完全脊髓损伤患者,而不是逼尿肌无力患者,且样本量仅几例。另有报道在特定条件下 SMS 可以诱发无力的逼尿肌收缩<sup>[11]</sup>。本研究即观察 SMS 对逼尿肌无力的影响,旨在为这类患者的临床治疗提供安全有效的方案。

## 对象与方法

### 一、研究对象及分组

入选标准:①符合美国脊柱损伤学会(American

Spinal Injury Association, ASIA)制订的脊髓损伤<sup>[12]</sup>诊断标准,并诊断为神经源性膀胱;②脊髓损伤水平在骶段以上节段,脊髓休克期已过,近 2 周内排尿功能无明显变化;③临床表现为排尿费力、排尿不尽甚至尿潴留,无手术指征,残余尿>50 ml<sup>[13]</sup>;④经尿动力学检查,膀胱容量 300 ml 时逼尿肌压力<40 cmH<sub>2</sub>O(1 cmH<sub>2</sub>O=0.098 kPa);⑤无器质性尿路梗阻、尿路结石,靠近刺激部位无金属内置物,未佩戴心脏起搏器<sup>[14]</sup>;⑥患者自愿参加并签署本研究知情同意书。

排除标准:①伴严重心、脑、肺等重要脏器疾病;②既往有严重肾脏疾病者(肾积水、肾结石、肾炎等);③合并马尾或圆锥损伤,或者尿道出口梗阻;④经肌电图检查为尿道括约肌痉挛和逼尿肌-括约肌协同失调;⑤排尿时合并严重的自主神经反射亢进;⑥已行膀胱造瘘术、尿道前括约肌切开术;⑦存在严重泌尿系统感染。

选取 2015 年 4 月至 2018 年 3 月南京医科大学第一附属医院康复医学中心(栖霞医院康复院区)收治且符合上述标准的脊髓损伤合并神经源性膀胱患者 30 例。采用简单随机分组将 30 例患者分为刺激组和假刺激组,每组 15 例。随机号码由统计员使用统计软件产生放入隐匿分组的随机号码信封,入组受试者由临床研究中心按序揭开隐匿的随机号码信封,按随机分组分配入组。2 组患者一般资料情况详见表 1,表中数据经统计学分析比较,组间差异均无统计学意义( $P>0.05$ ),具有可比性。

### 二、设备与方法

2 组患者均给予常规膀胱功能干预,包括饮水计划、间歇性导尿、体表膀胱及骶神经电刺激治疗(运用电脑中频治疗仪,选择功能性电刺激处方,在电极板与皮肤之间垫上 1 层用温水浸湿并消毒的纱布,正、负电极板分别放在耻骨上膀胱投影区及第 2 骶后孔至第 4 骶后孔体表投影区进行治疗)等<sup>[15]</sup>。

SMS 治疗采用武汉依瑞德公司的 YRDCCY-I 型经颅磁刺激仪,频率为 0~100 Hz,最大磁场强度为 3.0 T,刺激线圈采用武汉依瑞德公司的 YRD 系列惰性液态冷却“8”字型线圈。确定 S<sub>3</sub> 神经孔(约在骶骨上缘和尾骨连线的中点向左右各旁开一横指),将“8”字形线圈的两个中心对准双侧 S<sub>3</sub> 神经孔。在测量阔

表 1 2 组患者的一般临床资料

| 组别   | 例数 | 性别(例) |   | 平均年龄<br>(岁, $\bar{x}\pm s$ ) | 平均病程<br>(d, $\bar{x}\pm s$ ) | ASIA 分级(例) |   |   |   | 脊髓损伤平面(例) |    |   |
|------|----|-------|---|------------------------------|------------------------------|------------|---|---|---|-----------|----|---|
|      |    | 男     | 女 |                              |                              | A          | B | C | D | 颈         | 胸  | 腰 |
| 刺激组  | 15 | 12    | 3 | 41.7±16.2                    | 174.9±90.9                   | 7          | 0 | 6 | 2 | 4         | 11 | 0 |
| 假刺激组 | 15 | 13    | 2 | 46.9±12.1                    | 117.3±65.6                   | 9          | 3 | 1 | 2 | 4         | 10 | 1 |

注:表中仅有的 1 例腰骶损伤患者损伤平面为 L<sub>1</sub>, ASIA 分级为 A 级,诊断为神经源性膀胱。而逼尿肌的低位中枢在 S<sub>2-4</sub>,该患者保留低位反射通路,可以引起逼尿肌的收缩

值时,以引起双侧足趾最小屈曲运动或肛门收缩感为标准,若是 ASIA 分级为 A 级的患者,无法引起肛门收缩感,则以引起双侧足趾最小屈曲运动为准。刺激频率为 15 Hz,刺激时间 10 s,间歇时间 30 s,共 1500 次脉冲<sup>[16]</sup>。每次治疗前用膀胱 B 超判定膀胱容量。

实验一:患者取侧卧位。刺激组第 1 天在膀胱容量为 100 ml 时给予 1 次 SMS,第 2 天在膀胱容量为 200 ml 时给予 1 次 SMS,第 3 天在膀胱容量为 300 ml 时给予 1 次 SMS。采用上述相同方法,假刺激组的 SMS 参数与刺激组参数相同,但将磁刺激线圈旋转 90°,这样磁场强度将不会作用于 S<sub>3</sub><sup>[17]</sup>。

实验二:患者取俯卧位。从第 4 天开始,刺激组接受 SMS 治疗,假刺激组接受假刺激,均为每日治疗 2 次,每周治疗 5 d,共治疗 4 周。每次治疗前用膀胱 B 超判定膀胱容量约在 200~300 ml 时行 SMS。

### 三、评价指标

最大逼尿肌压力(maximal detrusor pressure, MDP)检测:采用江苏苏云医疗器材有限公司的便携式膀胱压力监测器(SY-bpy40)。将便携式膀胱压力监测器(SY-bpy40)连接到腿部绑带上,并将患者导尿管与连接了尿袋的设备耗材连接,患者取卧位,对其膀胱压力进行实时监测。

1.实验一:2 组患者在 100、200 和 300 ml 膀胱容量下,分别于 SMS 刺激前和刺激后即刻检测 MDP。

2.实验二:分别于治疗前和治疗 4 周后,检测 2 组患者膀胱容量为 0、100、200 和 300 ml 时的 MDP。

### 四、统计学方法

本研所得计量数据以( $\bar{x} \pm s$ )表示,使用 SPSS 20.0 版统计软件包进行数据分析。计数资料比较采用卡方检验,计量资料比较采用配对 *t* 检验, $P < 0.05$  认为差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、不同膀胱容量时 SMS 对 MDP 即刻效应的比较

刺激前,2 组患者在膀胱容量为 100、200 和 300 ml

时,组内及组间 MDP 差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。SMS 刺激后即刻,刺激组在膀胱容量为 200 和 300 ml 时的 MDP 较组内刺激前明显增加( $P < 0.05$ ),且均较同时间点假刺激组明显改善( $P < 0.05$ )。具体数据详见表 2。

表 2 不同膀胱容量时 SMS 对 MDP 即刻效应的比较( $\text{cm H}_2\text{O}, \bar{x} \pm s$ )

| 组别    | 例数 | MDP              |                          |                          |
|-------|----|------------------|--------------------------|--------------------------|
|       |    | 膀胱容量<br>100 ml 时 | 膀胱容量<br>200 ml 时         | 膀胱容量<br>300 ml 时         |
| 刺激组   |    |                  |                          |                          |
| 刺激前   | 15 | 6.00±2.12        | 9.67±3.52                | 14.33±6.32               |
| 刺激后即刻 | 15 | 6.53±2.06        | 17.93±5.43 <sup>ab</sup> | 20.70±5.76 <sup>ab</sup> |
| 假刺激组  |    |                  |                          |                          |
| 刺激前   | 15 | 7.17±4.10        | 9.53±4.85                | 12.67±6.97               |
| 刺激后即刻 | 15 | 7.73±3.78        | 10.03±5.11               | 13.07±7.71               |

注:与组内刺激前比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与假刺激组同时间点比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$

### 二、治疗前和治疗 4 周后不同膀胱容量时的 MDP 比较

治疗前,2 组患者在膀胱容量为 0、100、200 和 300 ml 时,组内及组间 MDP 差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。治疗 4 周后,刺激组膀胱容量为 100、200 和 300 ml 时的 MDP 均较组内治疗前明显增加( $P < 0.05$ ),且均较同时间点假刺激组明显改善( $P < 0.05$ )。假刺激组治疗 4 周后在膀胱容量为 300 ml 时的 MDP 较组内治疗前明显改善( $P < 0.05$ )。具体数据详见表 3。

## 讨 论

逼尿肌无力为储尿期的逼尿肌无收缩,排尿期的逼尿肌无收缩或不能持续有力地收缩,临床上可表现为尿失禁、尿潴留以及尿失禁、尿潴留同时存在等多种类型<sup>[18]</sup>。其中,尿潴留可造成膀胱内压升高,引起上尿路逆行,肾脏压力增高,导致肾衰竭等严重并发症<sup>[19]</sup>。逼尿肌失代偿,膀胱收缩无力,临床现多通过增加腹压促进排尿、间歇导尿或膀胱造瘘等方法解决排尿问题,但这些方法不仅影响患者的生存质量,且对患者心理造成负面影响<sup>[20]</sup>。在针对逼尿肌无力的治

表 3 治疗前和治疗 4 周后不同膀胱容量时的 MDP 比较( $\text{cm H}_2\text{O}, \bar{x} \pm s$ )

| 组别      | 例数 | MDP         |                         |                          |                          |
|---------|----|-------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
|         |    | 膀胱容量 0 ml 时 | 膀胱容量 100 ml 时           | 膀胱容量 200 ml 时            | 膀胱容量 300 ml 时            |
| 刺激组     |    |             |                         |                          |                          |
| 治疗前     | 15 | 0.80±1.37   | 6.17±2.24               | 9.33±3.33                | 13.47±6.06               |
| 治疗 4 周后 | 15 | 0.93±1.16   | 8.23±3.33 <sup>ab</sup> | 13.97±5.09 <sup>ab</sup> | 17.67±7.29 <sup>ab</sup> |
| 假刺激组    |    |             |                         |                          |                          |
| 治疗前     | 15 | 0.67±1.05   | 7.10±4.10               | 10.13±4.63               | 13.53±6.24               |
| 治疗 4 周后 | 15 | 0.87±1.13   | 7.97±4.90               | 11.37±3.78               | 15.80±5.47 <sup>a</sup>  |

注:与组内刺激前比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与假刺激组同时间点比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$

疗中,骶神经电刺激也被使用,但体表电刺激作用较浅,无法取得满意的疗效;而内置骶神经电刺激需手术植入电极,可能产生感染、脑脊液漏、疼痛、神经根损伤等并发症,且治疗费用昂贵,不同程度地限制了在临床广泛推广应用<sup>[21]</sup>。SMS 的磁场强度基本可以无衰减地通过体表组织,对神经产生一定的刺激强度,与电刺激相比,磁刺激具有安全、无创等优点,被认为比传统电刺激方法更有效和安全<sup>[22]</sup>。国内外已有研究证实,SMS 可以对逼尿肌功能紊乱进行调控,从而改善患者的排尿症状。Lin 等<sup>[23]</sup>研究发现,SMS 能激活逼尿肌和结肠并提高膀胱和结肠的排空能力。Khedr 等<sup>[16]</sup>的研究中,采用 15 Hz 共 1500 脉冲的 SMS 治疗夜间遗尿症患者 10 d,证实可以改善患者的疼痛评分和生活质量,认为 SMS 是一种有效的辅助治疗手段。该研究指出,SMS 可以调节阴部神经传出纤维,从而对内外尿道括约肌的兴奋性都可产生调控作用;而且 SMS 还能直接激活外周传入纤维并唤起对脊髓的感觉输入,进一步诱发肌肉收缩。周宁等<sup>[24]</sup>的研究观察到,SMS 治疗后,神经源性膀胱患者的排尿次数减少(尤其夜间)、尿量增加、尿线增粗;该研究还对 SMS 与骶神经电刺激进行了比较,发现磁刺激在最大尿流率的改善优于电刺激。目前,针对 SMS 的研究,多集中于过度活跃型膀胱,通过对逼尿肌的抑制作用调节排尿功能。然而,对逼尿肌无力型膀胱的研究尚少见报道。

本研究结果显示,SMS 刺激后即刻,刺激组在膀胱容量为 200 和 300 ml 时的 MDP 较刺激前明显增加( $P<0.05$ ),且较同时间点假刺激组明显改善( $P<0.05$ );而在 100 ml 时,刺激前与刺激后即刻 MDP 没有明显变化( $P>0.05$ ),与假刺激组差异亦无统计学意义( $P>0.05$ )。根据上述结果判断,SMS 诱导逼尿肌收缩的条件可能与膀胱容量有关,一旦达到条件后,其在特定神经通路上产生电活动,并诱发动作电位,促进逼尿肌收缩。本研究结果与 Rodic 等<sup>[11]</sup>的研究结果相符。机制可能是因为最大尿流速度、排尿负荷以及排尿周期中逼尿肌的工作能力均受到肌原性限制,随排尿容积增加,肌肉收缩初长度增加,逼尿肌潜在的工作能量增加,在排除膀胱出口梗阻的前提下,由于逼尿肌收缩无力,膀胱不完全排空结果产生残余尿<sup>[25]</sup>。另一方面,SMS 能调节神经活动,恢复各种神经元间的动态平衡。磁刺激可调节乙酰胆碱酯酶的抑制效应,延缓乙酰胆碱的降解,增加逼尿肌的兴奋性及收缩力,从而改善膀胱逼尿肌无力的情况<sup>[26]</sup>。

本研究结果还表明,治疗 4 周后刺激组患者在膀胱容量为 100、200 和 300 ml 时的 MDP 均较治疗前明显增高( $P<0.05$ ),且明显优于同时间点假刺激组( $P<0.05$ );说明在一定疗程的 SMS 治疗后,通过 SMS 的神

经调节可以诱发逼尿肌收缩,从而帮助患者恢复排尿功能,这可能与 SMS 协调逼尿肌和括约肌的功能,修复排尿反射的通路有关<sup>[27]</sup>。基础研究证实,SMS 可减少脊髓损伤后的离子失衡,促进神经纤维的再生,且通过直接刺激残存神经元、兴奋神经组织,达到保护残存神经组织的作用<sup>[28]</sup>。这种对神经纤维的刺激效应,有助于修复神经元之间的突触连接,干预原有的神经反射,起到调节逼尿肌功能的作用。假刺激组经治疗 4 周后,仅在膀胱容量 300 ml 时较治疗前有明显改善( $P<0.05$ ),这可能是患者常规膀胱功能干预对逼尿肌收缩功能的影响。

综上所述,SMS 治疗对逼尿肌无力型膀胱有效,为患者尽早拔除尿管、建立良好的排尿规律、减少各种可能发生的并发症、促进其排尿功能的恢复提供了有力的条件,且费用低,操作方便,患者耐受性好。但该项技术需在特定条件下进行,治疗前最好能先测定引起逼尿肌收缩的最佳膀胱容量。该研究结果给逼尿肌无力患者的临床治疗提供了新的思路。但本研究样本量小,未区分患者逼尿肌是完全失代偿还是部分失代偿,且未限制患者病程,可能会对研究结果产生影响;且尚未对患者生活质量指标进行评估,这些问题均有待于在此研究的基础上进一步深入研究探讨。

## 参 考 文 献

- [1] Welk B, Lenherr S, Elliott S, et al. The neurogenic bladder symptom score (NBSS): a secondary assessment of its validity, reliability among people with a spinal cord injury [J]. *Spinal Cord*, 2018, 56 (3): 259-264. DOI: 10.1038/s41393-017-0028-0.
- [2] 蔡西国,钱宝延,曹留拴,等.早期电针联合体表神经电刺激治疗脊髓损伤后神经源性膀胱的疗效观察[J].*中华物理医学与康复杂志*, 2015, 37 (8): 610-613. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2015.08.015.
- [3] Lombardi G, Musco S, Celso M, et al. Sacral neuromodulation for neurogenic non-obstructive urinary retention in incomplete spinal cord patients: a ten-year follow-up single-centre experience [J]. *Spinal Cord*, 2014, 52 (3): 241-245. DOI: 10.1038/sc.2013.155.
- [4] Jouslain C, Phé V, Even A, et al. Intradetrusor injection of botulinum toxin A and sacral neuromodulation for neurogenic detrusor overactivity [J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2017, 53 (6): 991-997. DOI: 10.23736/S1973-9087.17.04978-4.
- [5] 周宁,黄晓琳,丁新华.功能性磁刺激治疗脊髓损伤患者神经源性膀胱[J].*中华物理医学与康复杂志*, 2003, 25 (12): 732-734. DOI: 10.3760/j.issn.0254-1424.2003.12.009.
- [6] Fergany LA, Shaker H, Arafa M, et al. Does sacral pulsed electromagnetic field therapy have a better effect than transcutaneous electrical nerve stimulation in patients with neurogenic overactive bladder [J]. *Arab J Urol*, 2017, 15 (2): 148-152. DOI: 10.1016/j.aju.2017.01.007.
- [7] Ismail S, Chartier-Kastler E, Perrouin-Verbe MA, et al. Long-term functional outcomes of S3 sacral neuromodulation for the treatment of

- idiopathic overactive bladder[J]. *Neuromodulation*, 2017, 20(8): 825-829. DOI:10.1111/ner.12696.
- [8] Brodak PP, Bidair M, Joseph A. Magnetic stimulation of the sacral roots [J]. *Neurol Urodyn*, 1993, 12(6): 533-540. DOI: 10.1002/nau.1930120603.
- [9] 潘钰, 陈晓松, 朱琳, 等. 骶神经根磁刺激治疗逼尿肌反射亢进和急迫性尿失禁疗效观察[J]. *中国康复理论与实践*, 2008, 14(5): 473-475. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2008.05.030.
- [10] Bycroft JA, Craggs MD, Sheriff M, et al. Does magnetic stimulation of sacral nerve roots cause contraction or suppression of the bladder[J]. *Neurol Urodyn*, 2004, 23(3): 241-245. DOI: 10.1002/nau.20009.
- [11] Rodic B, Schl  pfer A, Curt A, et al. Magnetic stimulation of sacral roots for assessing the efferent neuronal pathways of lower urinary tract [J]. *Muscle Nerve*, 2002, 26(4): 486-491. DOI: 10.1002/mus.10234.
- [12] American Spinal Injury Association and International Medical Society of Paraplegia. International standards for neurological and functional classification of spinal cord injury[M]. Chicago: American spinal Injury Association, 2000; 1-3.
- [13] 吴阶平. 泌尿外科学[M]. 山东: 山东科学技术出版社, 2005: 1151.
- [14] Rossi S, Hallett M, Rossini PM, et al. Safety, ethical considerations, and application guidelines for the use of transcranial magnetic stimulation in clinical practice and research[J]. *Clin Neurophysiol*, 2009, 120(12): 2008-2039. DOI: 10.1016/j.clinph.2009.08.016.
- [15] 谢静茹, 李娇. 体表膀胱及骶神经电刺激联合冷热交替膀胱冲洗法对脊髓损伤后神经源性膀胱功能恢复的影响[J]. *实用临床医学*, 2014, 15(11): 25-27. DOI: 10.13764/j.cnki.lcsy.2014.11.009.
- [16] Khedr EM, Elbeh KA, Baky AA, et al. A double-blind randomized clinical trial on the efficacy of magnetic sacral root stimulation for the treatment of monosymptomatic nocturnal enuresis [J]. *Restor Neurol Neurosci*, 2015, 33(4): 435-445. DOI: 10.3233/RNN-150507.
- [17] Khedr EM, El-Fetoh NA, Ali AM, et al. Dual-hemisphere repetitive transcranial magnetic stimulation for rehabilitation of poststroke aphasia: a randomized, double-blind clinical trial[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2014, 28(8): 740-750. DOI: 10.1177/1545968314521009.
- [18] Egilmez T, Goren MR. Catheterized uroflowmetry as a noninvasive test for detrusor acontractility[J]. *Urol Int*, 2014, 92(3): 316-322. DOI: 10.1159/000356457.
- [19] Lauterbach R, Sokolovski CF, Rozenberg J, et al. Acupuncture for the treatment of post-partum urinary retention[J]. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 2018, 223(1): 35-38. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2018.01.029.
- [20] 何予工, 宋斌. 心理干预治疗脊髓损伤后神经源性膀胱的疗效观察[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2014, 36(6): 472-474. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2014.06.022.
- [21] Castillo J, Cristóbal L, Alonso J, et al. Sacral nerve stimulation lead implantation in partial sacral agenesis using intra-operative computerized tomography[J]. *Colorectal Dis*, 2016, 18(9): O330-333. DOI: 10.1111/codi.13437.
- [22] 李奕琴, 李娜, 何晓阔, 等. 电针结合骶神经根磁刺激治疗脊髓损伤后神经源性膀胱的临床观察[J]. *中国康复*, 2015, 30(2): 103-105. DOI: 10.3870/zgkf.2015.02.007.
- [23] Lin VW, Nino-Murcia M, Frost F, et al. Functional magnetic stimulation of the colon in persons with spinal cord injury[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2001, 82(2): 167-173. DOI: 10.1053/apmr.2001.18215.
- [24] 周宁, 黄晓琳, 丁新华. 功能性磁刺激治疗膀胱排尿功能障碍[J]. *中国康复医学杂志*, 2003, 18(10): 593-594. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2003.10.007.
- [25] 刘宁, 满立波, 何峰, 等. 采用排尿功率联合膀胱收缩指数评价膀胱代偿能力的研究[J]. *中华泌尿外科杂志*, 2016, 37(1): 68-69. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1000-6702.2016.01.018.
- [26] Bannaga A, Guo T, Ouyang X, et al. Magnetic stimulation accelerating rehabilitation of peripheral nerve injury[J]. *Huazhong Univ Sci Technolog Med Sci*, 2002, 22(2): 135-139. DOI: 10.1007/bf02857676.
- [27] Yono M, Otani M, Ito K, et al. Effect of Duloxetine on urethral resting pressure and on sphincter contractility in response to coughing and magnetic stimulation in healthy women[J]. *Low Urin Tract Symptoms*, 2015, 7(2): 93-98. DOI: 10.1111/luts.12057.
- [28] 潘钰, 汪璇, 刘萍, 等. 经颅和经脊髓重复磁刺激对脊髓半横断大鼠运动功能的作用[J]. *中国康复理论与实践*, 2013, 19(4): 324-328. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2013.04.003.

(修回日期: 2020-06-05)

(本文编辑: 汪 玲)

• 外刊撷英 •

## Pulmonary rehabilitation for patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19)

**ABSTRACT** As a highly infectious respiratory tract disease, coronavirus disease 2019 (COVID-19) can cause respiratory, physical, and psychological dysfunction in patients. Therefore, pulmonary rehabilitation is crucial for both admitted and discharged patients of COVID-19. In this study, based on the newly released pulmonary rehabilitation guidelines for patients with COVID-19, as well as evidence from the pulmonary rehabilitation of patients with severe acute respiratory syndrome, we investigated pulmonary rehabilitation for patients with COVID-19 having complications, such as chronic pulmonary disease, and established an intelligent respiratory rehabilitation model for these patients.

【摘自: Yang LL, Yang T. Pulmonary rehabilitation for patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Chronic Dis Transl Med*, 2020, May 14, 6(2): 79-86. DOI: 10.1016/j.cdtm.2020.05.002.】