

# 多靶点重复磁刺激对脊髓损伤后尿潴留患者的影响

蒋金金 尹凯月 宋娜 焦姣姣 胡文清  
河北医科大学第三医院康复医学科, 石家庄 050051  
通信作者: 胡文清, Email: 18533112315@163.com

**【摘要】 目的** 观察初级运动皮质和骶神经根多靶点重复磁刺激对脊髓损伤后尿潴留的影响。**方法** 选取脊髓损伤后尿潴留患者 40 例, 采用随机数字表法将其分为试验组和对照组, 每组 20 例。两组患者均进行常规治疗和骶神经根重复磁刺激治疗, 试验组在此基础上增加双侧初级运动皮质(M1 区)重复磁刺激治疗。治疗前、治疗 8 周后(治疗后), 对两组患者的膀胱容量压力指标、残余尿量和生活质量评分进行评定。**结果** 治疗后, 两组患者最大膀胱压力、初始尿意时膀胱容量、残余尿量及生活质量评分均较组内治疗前显著改善( $P < 0.05$ )。试验组治疗后初始尿意时膀胱容量[(182.5±42.3) ml]、残余尿量[(179.0±85.4) ml]及生活质量评分[(3.0±1.1) 分]较对照组改善优异, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。两组患者治疗后最大膀胱压力比较, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。**结论** 初级运动皮质和骶神经根多靶点重复磁刺激能够显著改善脊髓损伤后尿潴留患者膀胱的感觉功能, 减少残余尿量, 提高生活质量。

**【关键词】** 重复磁刺激; 脊髓损伤; 尿潴留; 初级运动皮质; 骶神经根

**基金项目:** 河北省医学科学研究课题计划(20200081)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.05.011

## Magnetic stimulation in the treatment of urinary retention after spinal cord injury

Jiang Jinjin, Yin Kaiyue, Song Na, Jiao Jiaojiao, Hu Wenqing

Department of Rehabilitation Medicine, The Third Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050051, China

Corresponding author: Hu Wenqing, Email: 18533112315@163.com

**【Abstract】 Objective** To observe any effect of magnetic stimulation of the primary motor cortex and sacral nerve roots on urinary retention after spinal cord injury. **Methods** Forty patients experiencing urine retention after a spinal cord injury were randomly divided into an experimental group and a control group, each of 20. Both groups received conventional treatment and repeated magnetic stimulation of the roots of the sacral nerve. The experimental group also received repeated magnetic stimulation of the bilateral primary motor cortices (M1 region). Bladder capacity and pressure indices, residual urine volume and life quality were evaluated in both groups before and after 8 weeks of treatment. **Results** After the treatment, the average maximum bladder pressure, first sensation capacity, residual urine volume and life quality score of both groups had improved significantly, but the improvements in average first sensation capacity, residual urine volume and life quality score of the experimental group were significantly greater than those of the control group. There was, however, no significant difference in the groups' average maximum bladder pressure after the treatment. **Conclusion** Magnetic stimulation of the primary motor cortex and sacral nerve roots can significantly improve the sensory function of the bladder, reduce residual urine volume and improve the life quality of persons experiencing urinary retention after a spinal cord injury.

**【Key words】** Magnetic stimulation; Spinal cord injury; Urinary retention; Primary motor cortex; Sacral nerve roots

**Funding:** Medical Science Research Project of Hebei Province(20200081)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.05.011

尿潴留是脊髓损伤后常见的并发症, 临床表现为尿意减退或消失、排尿困难、间断性排尿等, 易造成尿路感染, 甚至尿液返流, 损害肾功能<sup>[1]</sup>。重复磁刺激用于改善膀胱功能的常用靶点为骶神经根, 而骶神经

根刺激可以增加逼尿肌兴奋性, 提高逼尿肌压<sup>[2-3]</sup>。研究表明, 脊髓损伤后, 积极改善膀胱感觉功能有利于恢复正常排尿<sup>[4]</sup>。提高初级运动皮质(M1 区)兴奋性可以调节神经通路, 诱导神经可塑性, 增加感觉运动的敏

感性<sup>[5]</sup>,进而促进排尿<sup>[6]</sup>。本研究对脊髓损伤后尿潴留患者双侧 M1 区和骶神经根给予重复磁刺激,旨在探讨多靶点重复磁刺激对患者的影响,报道如下。

## 对象与方法

### 一、一般资料

纳入标准:①符合脊髓损伤神经学分类国际标准(2019 年)中脊髓损伤的诊断标准<sup>[7]</sup>,并经 MRI 或 CT 检查证实;②临床表现为尿潴留,即患者排空膀胱后残余尿量>100 ml<sup>[8]</sup>,且膀胱初始尿意感觉减弱;③患者已度过脊髓休克期,进行间歇导尿,生命体征及病情稳定;④患者自愿接受治疗,并签署治疗知情同意书。

排除标准:①影像学资料显示,治疗部位 10 cm 半径内有金属内固定,或佩戴心脏起搏器者;②有全身或泌尿系感染、尿路梗阻或结石、泌尿系统肿瘤,男性重度前列腺疾病者;③合并严重脏器疾病;④存在严重认知功能障碍,不能配合治疗者;⑤已行尿道括约肌切开术、膀胱造瘘术者。

选取 2020 年 3 月至 2021 年 9 月在河北医科大学第三医院康复医学科住院的脊髓损伤后尿潴留患者 40 例。采用随机数字表法将上述患者分为试验组和对照组,每组 20 例。两组患者年龄、病程、损伤平面、美国脊髓损伤协会(American Spinal Injury Association, ASIA)分级等一般资料比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),具有可比性,详见表 1。本研究获得河北医科大学第三医院医学伦理委员会审核批准(批号 W2020-066-1)。

### 二、治疗方法

两组患者均给予常规治疗和骶神经根重复磁刺激治疗,试验组在此基础上增加双侧初级运动皮质(M1 区)重复磁刺激治疗。

1.常规治疗:包括饮水控制、间歇性清洁导尿、膀胱功能训练。具体如下:①规律饮水——每日饮水量控制在 1500~2000 ml,于早上 6 点至晚上 20 点平均分配饮水量,单次不超过 400 ml,睡前 3 h 尽量避免饮水;②间歇性清洁导尿——根据残余尿量设定导尿次数,每日最多不超过 6 次。当残余尿量<200 ml 时,每 8 h 导尿 1 次;当残余尿量在 200~300 ml 时,每 6 h 导尿 1 次;当膀胱残余尿量>300 ml 时,每 4 h 导尿 1 次;

当残余尿量<100 ml 时,可停止导尿;③膀胱功能训练<sup>[9]</sup>——进行扳机点刺激,可轻叩膀胱区、摩擦大腿内侧、牵拉阴部毛发、听流水声等,刺激尿液排出。

2.骶神经根重复磁刺激治疗:采用中国武汉产 CCY-I 型磁刺激仪,刺激线圈为圆形线圈。对照组患者取俯卧位,线圈置于 S3 神经根(约在尾骨和骶骨上缘连线中点向左右各旁开一横指处),以患者双侧足趾运动或有明显肛门收缩感为准<sup>[10]</sup>。刺激频率 20 Hz,强度为 80%~130% 阈值强度,刺激时间 1.25 s,间歇时间 8 s,1800 个脉冲。每日 1 次,每周 5 次,20 次为 1 个疗程,共 2 个疗程,8 周。

3.双侧初级运动皮质重复磁刺激治疗:采用中国武汉产 CCY-I 型磁刺激仪,刺激线圈为圆形线圈。按照国际脑电图 10-20 系统定位,选取 M1 区<sup>[6]</sup>。患者取坐位或仰卧位,固定颈部、避免头部活动,线圈紧贴头皮。为保证磁刺激部位准确,先手动单次刺激确定患者静息运动阈值。刺激频率 20 Hz,强度为 80%~100% 静息运动阈值,刺激时间 1 s,间歇时间 10 s,双侧 M1 区各刺激 900 个脉冲。每日 1 次,每周 5 次,20 次为 1 个疗程,共 2 个疗程,8 周。

### 三、评价指标

治疗前、治疗 8 周后(治疗后),采用中国江苏产膀胱尿压测定评定系统,对两组患者的膀胱容量压力指标进行测定,包括最大膀胱压力、初始尿意时膀胱容量。操作前,告知患者排空膀胱,灌注过程中保持平卧位放松状态,避免咳嗽、大声说话、翻身等动作。用连接管分别连接 37℃ 的生理盐水、导尿管及膀胱尿压测定评定系统,确保系统的密闭状态。开始向膀胱内灌注生理盐水,校正初始膀胱压力,起初灌注速度为 10 ml/min,灌注过程中根据患者的适应情况逐渐加快,常规灌注速度为 20~30 ml/min。观察膀胱容量增加时,膀胱压力变化。当膀胱压力在 40 cmH<sub>2</sub>O 以内出现漏尿或急迫尿意,或 500 ml 生理盐水灌注完毕时,停止操作,记录最大膀胱压力、初始尿意时膀胱容量。评估残余尿量,并采用生活质量评分评定患者的排尿症状是否改善。评分标准:根据患者对目前排尿症状的满意度,分为高兴、满意、大致满意、还可以、不大满意、苦恼、很糟 7 个等级,分别赋分 0~6 分<sup>[11]</sup>。

表 1 两组患者一般资料

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$ )	病程 (月, $\bar{x}\pm s$ )	损伤平面(例)			ASIA 分级(例)		
		男	女			颈段	胸段	腰段	B	C	D
试验组	20	16	4	46.6±9.5	3.7±1.2	5	11	4	6	10	4
对照组	20	17	3	47.7±9.3	3.6±1.0	3	12	5	8	9	3

#### 四、统计学方法

采用 SPSS 26.0 版统计学软件进行数据分析, 计量资料以  $(\bar{x} \pm s)$  形式表示, 符合正态分布的数据, 组内比较采用配对  $t$  检验, 组间比较采用两独立样本  $t$  检验,  $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

### 结 果

#### 一、两组患者治疗前、后膀胱容量压力指标比较

治疗前, 两组患者最大膀胱压力、初始尿意时膀胱容量比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。治疗后, 两组患者最大膀胱压力、初始尿意时膀胱容量均较组内治疗前改善 ( $P < 0.05$ )。试验组治疗后仅初始尿意时膀胱容量优于对照组 ( $P < 0.05$ )。详见表 2。

表 2 两组患者治疗前、后膀胱容量压力指标比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	最大膀胱压力 (cmH <sub>2</sub> O)	初始尿意时 膀胱容量 (ml)
对照组			
治疗前	20	26.3±8.7	359.7±51.7
治疗后	20	32.9±8.3 <sup>a</sup>	264.5±54.7 <sup>a</sup>
试验组			
治疗前	20	26.3±8.2	358.8±66.2
治疗后	20	34.1±6.6 <sup>a</sup>	182.5±42.3 <sup>ab</sup>

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

#### 二、两组患者治疗前、后残余尿量及生活质量评分比较

治疗前, 两组患者残余尿量、生活质量评分比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。治疗后, 两组患者残余尿量、生活质量评分均显著改善 ( $P < 0.05$ )。试验组治疗后上述指标均优于对照组 ( $P < 0.05$ )。详见表 3。

表 3 两组患者治疗前、后残余尿量及生活质量评分比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	残余尿量 (ml)	生活质量评分 (分)
对照组			
治疗前	20	377.7±43.7	5.4±0.5
治疗后	20	252.2±77.6 <sup>a</sup>	3.9±0.7 <sup>a</sup>
试验组			
治疗前	20	361.3±50.4	5.3±0.5
治疗后	20	179.0±85.4 <sup>ab</sup>	3.0±1.1 <sup>ab</sup>

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

### 讨 论

有研究报道, M1 区和骶神经根多靶点重复磁刺激, 能够兴奋中枢神经和外周神经, 诱导其发生可塑性变化, 较大程度激活并改善脊髓损伤患者的感觉运动环路, 促进神经再生与修复<sup>[12]</sup>。通过增强皮质感觉运动区功能, 有助于实现大脑皮质神经网络重组<sup>[13]</sup>, 促进脊髓损伤区突触连接、神经递质释放、纤维再生及传

导<sup>[14]</sup>, 从而激活脊髓反射通路, 加快改善膀胱感觉运动功能<sup>[2, 15]</sup>。骶神经根刺激能够激活脊髓排尿反射通路, 诱发逼尿肌收缩, 提高逼尿肌压力, 同时激活并增加外周传入神经纤维对脊髓的感觉输入, 增强下行皮质脊髓束的兴奋性, 进一步诱发逼尿肌收缩, 启动排尿<sup>[16-17]</sup>。当膀胱达到一定容量时, 骶神经根刺激使逼尿肌压力适度增加, 使其能够克服括约肌收缩产生的阻力, 利于产生尿流<sup>[18]</sup>。当刺激停止时, 尿道横纹括约肌立即松弛, 而逼尿肌仍具明显张力, 膀胱和尿道的压力差促使尿液排出<sup>[19]</sup>。M1 区高频重复磁刺激通过皮质扩散, 激活神经元并投射至脑桥排尿中枢, 增强逼尿肌活动, 提高膀胱压力, 同时使尿道括约肌松弛, 诱发自主排尿<sup>[6]</sup>。相关的临床研究证实, M1 区刺激可以促进膀胱收缩, 减少最大膀胱容量, 增加排尿量<sup>[20]</sup>。

本研究结果显示, 两组患者治疗后最大膀胱压力改善, 表明重复磁刺激能够适当提高尿潴留患者的膀胱压力, 降低膀胱顺应性, 使膀胱达到一定容量时, 增强膀胱排尿感, 引发排尿反射, 防止膀胱过度膨胀, 减少一系列尿路并发症。但本研究中两组患者最大膀胱压力改善程度差异无统计学意义, 考虑是神经系统的双向调节作用, 使膀胱在安全压力范围内保持适当的充盈, 形成周期性排尿。重复磁刺激兴奋高级排尿中枢和脊髓, 使排尿中枢发放冲动传导至膀胱, 协调逼尿肌和括约肌的舒缩运动, 调节膀胱储尿和排尿功能<sup>[21]</sup>。

膀胱感觉功能障碍是影响自主排尿的重要原因, 初始尿意时膀胱容量是评价膀胱感觉功能的重要指标, 超过 200 ml 则为膀胱初始感觉减弱<sup>[22]</sup>。本研究结果表明, 两组患者治疗后初始尿意时膀胱容量均减少。但 M1 区和骶神经根多靶点重复磁刺激可以使初始尿意时膀胱容量恢复到正常范围, 且残余尿量和生活质量评分改善程度明显优于对照组。高频 M1 重复磁刺激能够激活并增强感觉运动网络, 改善脊髓节段感觉功能。研究表明, 脊髓损伤后 T11-L2 节段感觉功能越好, 患者越容易感知膀胱充盈<sup>[4]</sup>。同时高频 M1 重复磁刺激可以增强皮质下其他区域的神经传导, 如中导水管周围灰质区、丘脑等, 使患者感知膀胱充盈, 产生尿意, 触发排尿反射<sup>[23-24]</sup>。

综上所述, M1 区和骶神经根多靶点重复磁刺激治疗脊髓损伤后尿潴留的效果较好, 疗效优于骶神经根单一靶点刺激, 为改善脊髓损伤后膀胱功能提供了一种新思路。由于本研究样本量较小, 今后将扩大样本量进一步深入研究。

#### 参 考 文 献

[1] Chartier-Kastler E, Denys P. Intermittent catheterization with hydro-

- philic catheters as a treatment of chronic neurogenic urinaryretention [J]. *NeuroUrol Urodyn*, 2011, 30 ( 1 ) : 21-31. DOI: 10. 1002/ nau. 20929.
- [ 2 ] Rodic B, Schläpfer 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.
- [ 3 ] 王梦婷, 秦义婷, 程清, 等. 骶神经磁刺激对逼尿肌无力的影响 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2020, 42 ( 8 ) : 729-733. DOI: 10. 3760/ cma. j. issn. 0254-1424. 2020. 08. 014.
- [ 4 ] Alexander MS, Carr C, Chen Y, et al. The use of the neurologic exam to predict awareness and control of lower urinary tract function post SCI [J]. *Spinal Cord*, 2017, 55 ( 9 ) : 840-843. DOI: 10. 1038/ sc. 2017. 5.
- [ 5 ] Okawada M, Kaneko F, Shibata E. Effect of primary motor cortex excitability changes after quadripulse transcranial magnetic stimulation on kinesthetic sensitivity: a preliminary study [J]. *Neurosci Lett*, 2021, 741 : 135483. DOI: 10. 1016/ j. neulet. 2020. 135483.
- [ 6 ] Yao J, Zhang Q, Liao X, et al. A corticopontine circuit for initiation of urination [J]. *Nat Neurosci*, 2018, 21 ( 11 ) : 1541-1550. DOI: 10. 1038/ s41593-018-0256-4.
- [ 7 ] ASIA and ISCoS International Standards Committee. The 2019 revision of the international standards for neurological classification of spinal cord injury ( ISNCSCI ) - what's new [J]. *Spinal Cord*, 2019, 57 ( 10 ) : 815-817. DOI: 10. 1038/ s41393-019-0350-9.
- [ 8 ] Li H, Zhou CK, Song J, et al. Curative efficacy of low frequency electrical stimulation in preventing urinary retention after cervical cancer operation [J]. *World J Surg Oncol*, 2019, 17 ( 1 ) : 141. DOI: 10. 1186/ s12957-019-1689-2.
- [ 9 ] 时美芳, 朱美红, 沈雅萍, 等. 尿动力学分析结合膀胱再训练对脊髓损伤后神经源性膀胱功能的影响 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2017, 39 ( 10 ) : 756-760. DOI: 10. 3760/ cma. j. issn. 0254-1424. 2017. 10. 009.
- [ 10 ] 宋志明, 安恒远, 张华, 等. 骶神经根功能性磁刺激对脊髓损伤后神经源性膀胱过度活动症的作用 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2019, 29 ( 6 ) : 544-548. DOI: 1004-406X ( 2019 ) -06-0544-05.
- [ 11 ] 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 ) : 30-33. DOI: 10. 3760/ j. issn. 0254-1424. 2003. 12. 009.
- [ 12 ] 郑娅, 许东升. 多靶区协同增强神经环路调控: 思考与创新 [J]. *四川大学学报 ( 医学版 )*, 2020, 51 ( 5 ) : 587-591. DOI: 10. 12182/ 20200960102.
- [ 13 ] Cash RF, Isayama R, Gunraj CA, et al. The influence of sensory afferent input on local motor cortical excitatory circuitry in humans [J]. *J Physiol*, 2015, 593 ( 7 ) : 1667-1684. DOI: 10. 1113/ jphysiol. 2014. 286245.
- [ 14 ] Zheng Y, Mao YR, Yuan TF, et al. Multimodal treatment for spinal cord injury: a sword of neuroregeneration upon neuromodulation [J]. *Neural Regen Res*, 2020, 15 ( 8 ) : 1437-1450. DOI: 10. 4103/ 1673-5374. 274332.
- [ 15 ] 董其昌, 王和强, 周海荣, 等. 重复经颅磁刺激联合电针治疗脑卒中后尿失禁的临床疗效观察 [J]. *中西医结合心血管病电子杂志*, 2020, 8 ( 16 ) : 55-56. DOI: 10. 16282/ j. cnki. cn11-9336/ r. 2020. 16. 043.
- [ 16 ] El-Habashy H, Nada MM, Maher EA, et al. The effect of cortical versus sacral repetitive magnetic stimulation on lower urinary tract dysfunction in patients with multiple sclerosis [J]. *Acta Neurol Belg*, 2020, 120 ( 1 ) : 141-147. DOI: 10. 1007/ s13760-019-01257-6.
- [ 17 ] 程宇核, 万超, 王俊华, 等. 电针结合磁刺激治疗对脊髓损伤尿潴留大鼠排尿功能的影响 [J]. *中国康复*, 2013, 28 ( 6 ) : 430-432. DOI: 10. 3870/ zgkf. 2013. 06. 008.
- [ 18 ] DasGupta R, Fowler CJ. Urodynamic study of women in urinary retention treated with sacral neuromodulation [J]. *J Urol*, 2004, 171 ( 3 ) : 1161-1164. DOI: 10. 1097/ 01. ju. 0000113201. 26176. 8.
- [ 19 ] Lin VW, Hsiao I, Perkas I. Micturition by functional magnetic stimulation in dogs: a preliminary report [J]. *NeuroUrol Urodyn*, 1997, 16 ( 4 ) : 305-314. DOI: 10. 1002/ ( sici ) 1520-6777 ( 1997 ) 16.
- [ 20 ] 邓皓月, 袁昌艳, 王树琼, 等. 磁刺激初级运动皮质 ( M1 区 ) 对不完全性脊髓损伤患者膀胱功能的影响 [J]. *重庆医科大学学报*, 2020, 45 ( 1 ) : 122-125. DOI: 10. 13406/ j. cnki. cyxb. 002209.
- [ 21 ] 杜耀军, 刘路然, 刘畅, 等. 神经源性膀胱引起排尿障碍的疗效观察 [J]. *医学研究杂志*, 2015, 44 ( 7 ) : 149-151. DOI: 10. 11969/ j. issn. 1673-548X. 2015. 07. 042.
- [ 22 ] 吴娟, 廖利民, 万里, 等. 电刺激治疗神经源性膀胱感觉功能障碍的疗效观察 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2012, 22 ( 12 ) : 1059-1062. DOI: 10. 3969/ j. issn. 1004-406X. 2012. 12. 02.
- [ 23 ] Wang X, Li L, Wei W, et al. Altered activation in sensorimotor network after applying rTMS over the primary motor cortex at different frequencies [J]. *Brain Behav*, 2020, 10 ( 7 ) : e1670. DOI: 10. 1002/ brb3. 1670.
- [ 24 ] 高轶, 廖利民. 大脑高级控尿中枢的功能及其影像学研究进展 [J]. *中华泌尿外科杂志*, 2015, 36 ( 11 ) : 878-880. DOI: 10. 3760/ cma. j. issn. 1000-6702. 2015. 11. 023.

(修回日期: 2022-03-26)

(本文编辑: 凌 琛)