

重复功能性磁刺激联合电针调节骶3神经治疗对脊髓损伤逼尿肌过度活动的影响

谢阳

连云港市第一人民医院神经康复科, 江苏 连云港, 222069

通信作者: 谢阳, E-mail: 2046616631@qq.com

【摘要】 目的 探讨脊髓损伤逼尿肌过度活动患者对其采取重复功能性磁刺激(rFMS)与电针调节骶3神经联合治疗的临床疗效。**方法** 研究纳入了在2022年12月至2024年12月时间段内于连云港市第一人民医院治疗的不完全性脊髓损伤且伴有逼尿肌过度活动患者, 共计有66例, 分组方式为奇偶法, 各33例, 两组患者均给予常规干预, 包括制订饮水计划、间歇性清洁导尿、膀胱功能训练等。对照组实行常规电针调节骶3神经治疗, 干预组在对照组基础上联合S3神经根rFMS治疗, 磁刺激频率为15 Hz, 每天1次, 每次20 min, 每周5次, 连续治疗8周。于治疗前和治疗8周时分别检测两组患者最大膀胱测压容量, 最大逼尿肌压和尿失禁生活质量问卷评分等指标变化情况。**结果** 脊髓损伤逼尿肌过度活动患者治疗前尿流动力学指标和生活质量均无显著差异($P>0.05$)。干预组与对照组在治疗后最大膀胱测压容量, 最大逼尿肌压和尿失禁生活质量问卷评分均发生显著改善($P<0.05$), 但干预组改善程度更高($P<0.05$)。**结论** 脊髓损伤逼尿肌过度活动患者对其采取rFMS与电针调节骶3神经联合治疗效果明显。

【关键词】 脊髓损伤; 逼尿肌过度活动; 重复功能性磁刺激; 电针调节骶3神经。

【文章编号】 2095-834X (2025)02-67-05

DOI: 10.26939/j.cnki.CN11-9353/R.2025.02.004

本文著录格式: 谢阳. 重复功能性磁刺激联合电针调节骶3神经治疗对脊髓损伤逼尿肌过度活动的影响[J]. 当代介入医学电子杂志, 2025, 2(2): 67-71.

Effects of repetitive functional magnetic stimulation combined with electroacupuncture regulation of the sacral 3 nerve on detrusor overactivity after spinal cord injury

Xie Yang

Department of Neurological Rehabilitation, the First People's Hospital of Lianyungang, Lianyungang 222069, Jiangsu, China

Corresponding author: Xie Yang, E-mail: 2046616631@qq.com

【Abstract】 Objective To investigate the clinical efficacy of repetitive functional magnetic stimulation (FMS) combined with electroacupuncture regulation of the sacral 3 nerve in patients with spinal cord injury (SCI) and detrusor overactivity. **Methods** A total of 66 patients with incomplete SCI and detrusor overactivity admitted to our hospital between December 2022 and December 2024 were included. They were divided into two groups (33 cases each) using the odd-even number method. Both groups received conventional interventions, including a hydration schedule, intermittent clean catheterization, and bladder function training. The control group underwent standard electroacupuncture regulation of the S3 nerve, while the intervention group received additional repetitive FMS targeting the S3 nerve root (15 Hz frequency, once daily for 20 minutes per session, five times per week for eight consecutive weeks). Maximum cystometric capacity (MCC), maximum detrusor pressure (MDP), and

收稿日期: 2025-01-25

基金项目: 江苏省连云港市中医药管理局科技重点项目 (LZYZD202404)

Incontinence Quality of Life Questionnaire (I-QOL) scores were assessed before treatment and after eight weeks.

Results Pretreatment urodynamic parameters and quality of life scores showed no significant differences between the two groups. After treatment, both groups exhibited significant improvements in MCC, MDP, and I-QOL scores ($P < 0.05$), with the intervention group demonstrating greater improvements compared with the control group ($P < 0.05$). **Conclusion** The combination of repetitive FMS and electroacupuncture regulation of the sacral 3 nerve is significantly effective in treating SCI patients with detrusor overactivity.

【Keywords】 Spinal cord injury; Detrusor overactivity; Repetitive functional magnetic stimulation; Electroacupuncture regulation of the sacral 3 nerve

脊髓损伤(spinal cord injury, SCI)是一种严重的神经系统创伤,常导致患者出现排尿功能障碍,其中逼尿肌过度活动是较为常见且棘手的问题。据统计,全球每年约有数十万人遭受脊髓损伤,且发病率呈上升趋势^[1]。在中国,随着交通、建筑等行业的发展,SCI的病例数也在不断增加。逼尿肌过度活动会使患者出现尿频、尿急、急迫性尿失禁等症状,严重影响患者的生活质量,增加泌尿系统感染、肾功能损害等并发症的风险,给患者及其家庭带来沉重的生理、心理和经济负担^[2]。目前,针对SCI后逼尿肌过度活动的治疗方法众多,包括药物治疗、行为疗法、手术治疗等^[3-5],但各有局限性。药物治疗虽能在一定程度上缓解症状,却存在较多不良反应,如口干、便秘、视力模糊等,影响患者的服药依从性。行为疗法对患者的自我管理能力和意志力要求较高,长期坚持较为困难。手术治疗则具有创伤性,且存在一定的手术风险和术后并发症。因此,寻找一种安全、有效、无创或微创的治疗方法成为临床研究的重点。

随着神经科学和生物医学工程的不断进步,神经调控技术成为研究热点。重复功能性磁刺激(repetitive functional magnetic stimulation, rFMS)和电针调节骶3神经作为新兴的神经调控方法,具有无创或微创、操作相对简便等优点,受到广泛关注^[6]。本研究假设rFMS联合电针调节骶3神经治疗,能够通过不同的神经传导通路,协同调节骶髓排尿中枢的兴奋性,抑制逼尿肌过度活动。rFMS可通过刺激骶神经,将神经冲动传入脊髓,调节脊髓内的神经递质释放和神经元活动,影响逼尿肌的收缩功能^[7-8]。电针调节骶3神经则可通过针刺穴位,激发经络气血的运行,调节骶神经的功能,进而改善逼尿肌的活动状态^[9]。两者联合应用,可能产生协同效应,更有效地改善SCI患者的排尿功能。

1 资料与方法

1.1 一般资料 研究纳入了在2022年12月至2024年12月时间段内于连云港市第一人民医院(以下简称我院)治疗的不完全性脊髓损伤且伴有逼尿肌过度活动患者,共计有66例。

纳入标准:经影像学检查(如MRI、CT等)证实存在脊髓损伤病灶,损伤原因包括但不限于交通事故、高处坠落、重物砸伤等。患者存在典型的逼尿肌过度活动症状,如尿频(每日排尿次数 ≥ 8 次)、尿急(突然出现的强烈排尿欲望,难以延迟排尿)、急迫性尿失禁(因尿急而导致的不自主漏尿),且症状持续时间 ≥ 3 个月。年龄在18~70岁之间;自愿签署知情同意书。本研究经本院伦理委员会审批同意。

排除标准:完全性脊髓损伤者;患有严重的泌尿系统疾病,如泌尿系统恶性肿瘤、严重的泌尿系统结石(结石直径 ≥ 2 cm且引起明显梗阻症状)、尿道狭窄。严重的全身疾病,精神疾病或认知障碍;对电刺激或针刺过敏者;正在接受其他影响排尿功能的治疗。

1.2 分组方式 采用奇偶法,每组各33例。干预组男20例、女13例。脊髓损伤逼尿肌过度活动年龄(46.97 ± 11.20)岁。对照组男18例、女15例。脊髓损伤逼尿肌过度活动年龄(47.01 ± 11.23)岁。干预组与对照组脊髓损伤逼尿肌过度活动患者年龄、性别差异无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。

1.3 干预方法

1.3.1 常规干预 (1)制定饮水方案:嘱咐患者自晨起至晚间20:00这一时间段内,将总饮水量(包含食物中的水分)控制在1 500~2 000 mL范围内,对于正在输液的患者,可根据实际情况适当减少饮水量。(2)实施间歇性清洁导尿:一般起始阶段,每隔4 h进行1次导尿操作。若患者在两次导尿间隔期间,经训练后能自行排出100 mL以上的尿液,且残余尿量不超过300 mL,则可将导尿频率调整为每6 h 1次;若患者在两次导尿间隔期间能自行排出超过200 mL的尿液,且残余尿量不超过200 mL时,可以变更为每8 h导尿1次,若残余尿小于100 mL,同时膀胱容量超过250 mL,并且没有感染情况可停止间歇导尿。(3)膀胱功能训练:运用拍打大腿内侧、牵拉阴毛区域等训练方式,同时对耻骨上区进行轻度叩击,每次轻叩6~8次后暂停3~4 s,每次排尿前开展3~4 min的此类训练。

1.3.2 对照组治疗方法 对照组实行常规电针调节骶3神经治疗,定位电针穿刺位置,根据患者骶骨标志确定后,找到患者腰骶关节、骶尾关节连线中点位

置,骶骨 3 后孔位旁开一横指位置。行常规穿刺,进针速度为 35 mm,连接电针仪器,调节其刺激强度,以可见皮肤跳动、患者自述下腹酸胀为宜,选择疏密波,频率调节至 10 Hz。

1.3.3 干预组治疗方法 干预组实行rFMS与电针调节骶 3 神经联合治疗,对比组基础之上,予以rFMS,选用深圳英智科技有限公司M-100 Ultimate型脉冲磁场刺激仪及液冷 8 字形磁刺激线圈。治疗过程中,患者需采取俯卧姿势。首先开展骶神经根定位工作,在尾骨与骶骨上缘连线的中点位置,向左右两侧各旁开一横指的部位确定为靶刺激点。为确保磁刺激部位精准无误,可先实施单脉冲刺激,观察患者足趾是否出现运动,并询问其会阴部及肛门是否有收缩感。rFMS治疗参数设定如下:磁刺激频率为 15 Hz,刺激强度为 120% MT,每个序列刺激时长为 2 s,序列间间隔 8 s,每次刺激包含 60 个序列,磁脉冲总数为 1 800 个。对双侧S₂神经根进行交替刺激,每日治疗 1 次,每次治疗时长 20 min,每周治疗 5 次,以 8 周为 1 个疗程。

1.4 评估

1.4.1 尿动力学参数 于治疗前、治疗 8 周后分别对两组患者进行尿流动力学检测,测定最大膀胱测压容量(maximum cystometric capacity, MCC),最大逼尿肌压(maximum destrusor pressure, MDP)。选用美国 Laborie Medical Technologies 公司生产的 Laborie GBS002 型尿动力学分析装置。生理盐水膀胱灌注,边灌注边询问被测者有无不适感,常规开始时速度使用低速 30 mL/min,灌注 50 mL 后可以调至中速(多为 30~50 mL/min),如有逼尿肌反射元进情况可略微下调年 25 mL/min,此过程中注点观察逼尿肌压力的变化,获得储尿期 MDP。当患者达到强烈尿意时,可再适当延长灌注时间,获得膀胱最大测压容量。

1.4.2 尿失禁生活质量问卷评分(Incontinence Quality of Life Questionnaire, I-QOL) 本研究采用自我测评形式,每道题目设定 5 个固定回答选项,得分高者表明生存质量处于相对更优状态。该测评问卷共包含 22 个问题,涵盖行为限制、心理影响、社会障碍 3 个维度。其中,行为限制相关问题编号为 1、2、3、4、10、11、13、20;心理影响相关问题编号为 5、6、7、9、15、16、17、21、22;社会功能限制相关问题编号为 8、12、14、18、19。得分计算方法为:最终评分=(总分-22)÷88×100(分)。此问卷发展成熟、应用广泛,具备良好的内在一致性、可重复性以及有效性。

1.5 统计学方法 应用 SPSS 26.0 统计软件评估 66 例 SCI 逼尿肌过度活动患者资料,计量资料符合正态分布,呈现为 $\bar{x} \pm s$, 包含 SCI 逼尿肌过度活动患者治疗前后尿动力学参数和尿失禁生活质量问卷评分,采用 *t* 检

验分析两组的差异, *P* < 0.05 认定为存在统计学差异。

2 结果

2.1 最大膀胱测压容量 两组患者治疗前 MCC 相比无统计学差异(*P* = 0.156)。在治疗后,干预组和对照组的 MCC 相比治疗前均显著减少(*P* < 0.001),而干预后,干预组相比于对照组 MCC 更大(*P* < 0.001),见表 1。

表 1 脊髓损伤逼尿肌过度活动患者治疗前后最大膀胱测压容量比较($\bar{x} \pm s$, mL)

组别	<i>n</i>	最大膀胱测压容量		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
		治疗前	治疗 8 周后		
干预组	33	257.5 ± 25.3	350.2 ± 30.3	13.49	<0.001
对照组	33	249.2 ± 21.5	313.8 ± 25.9	11.03	<0.001
<i>t</i> 值		1.44	5.25		
<i>P</i> 值		0.156	<0.001		

2.2 最大逼尿肌压 两组患者治疗前 MDP 相比无统计学差异(*P* = 0.343)。在治疗后,干预组和对照组的 MDP 相比治疗前均显著减少(*P* < 0.05),而干预后,干预组相比于对照组 MDP 更低(*P* < 0.001),见表 2。

表 2 脊髓损伤逼尿肌过度活动患者治疗前后最大逼尿肌压比较($\bar{x} \pm s$, cmH₂O)

组别	<i>n</i>	最大逼尿肌压		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
		治疗前	治疗 8 周后		
干预组	33	57.5 ± 8.3	34.2 ± 6.3	12.85	<0.001
对照组	33	55.4 ± 9.5	49.8 ± 5.9	2.88	0.006
<i>t</i> 值		0.96	10.38		
<i>P</i> 值		0.343	<0.001		

2.3 尿失禁生活质量问卷评分 两组患者在治疗前的尿失禁生活质量问卷评分相比差别无统计学意义(*P* = 0.269)。经过干预后,干预组和对照组均较治疗前尿失禁生活质量问卷评分显著增加(*P* < 0.001),而干预组相比对照组有更大程度的改善(*P* < 0.001),见表 3。

表 3 脊髓损伤逼尿肌过度活动患者治疗前、后尿失禁生活质量问卷评分指标比较($\bar{x} \pm s$, mL)

组别	<i>n</i>	单次尿量		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
		治疗前	治疗后		
干预组	33	31.8 ± 2.5	45.1 ± 3.6	19.43	<0.001
对比组	33	32.5 ± 2.6	38.5 ± 3.0	8.68	<0.001
<i>t</i> 值		1.12	8.09		
<i>P</i> 值		0.269	<0.001		

3 讨论

SCI 是一种严重的中枢神经系统疾病,通常由外

伤或疾病引起,导致脊髓功能的部分或完全丧失^[10]。逼尿肌过度活动的机制与SCI后的神经重塑、膀胱神经传导异常以及神经功能恢复不完全有关^[11]。本研究首次将rFMS与电针调节骶3神经联合应用于SCI后逼尿肌过度活动的治疗,结果显示rFMS与电针调节骶3神经联合疗法在改善尿动力学参数和尿失禁生活质量问卷评分方面优于单一电针调节骶3神经。

这一协同效应可能源于双重神经调节机制:rFMS通过高频(15 Hz)磁脉冲刺激骶3神经根,诱导突触长时程增强效应,促进骶髓排尿中枢与皮层下通路的神经重塑^[7,12]。动物实验表明,高频磁刺激可上调脑源性神经营养因子表达,加速损伤后神经轴突再生^[13],这可能部分解释本研究中干预组MCC的显著提升。SCI后膀胱传入神经异常重塑,C纤维过度激活导致逼尿肌无抑制性收缩^[14]。rFMS通过激活骶髓抑制性中间神经元,抑制C纤维传入信号,降低逼尿肌兴奋性^[15]。本研究治疗后干预组MDP的下降幅度更大,可能与此机制相关。此外,rFMS不仅抑制逼尿肌过度活动,还可通过激活Onuf核改善尿道括约肌协调性^[16]。这与电针刺激骶3神经(调节副交感神经张力)形成互补,可能协同减少尿失禁频率并提高生活质量(I-QOL评分)。

既往研究显示,电针刺激骶3神经可通过调节副交感神经增加膀胱顺应性^[17-18]。本研究中对照组MDP仅下降11.2%,而联合rFMS的干预组下降68.1% ($P<0.05$),提示rFMS在抑制异常反射中起关键作用。Deffieux等^[15]报道单纯骶神经磁刺激(10 Hz,4周)可使MCC提高25%,而本研究联合治疗组MCC提升达36%,提示电针可能通过局部神经敏化增强磁刺激效应。此外,本研究采用更高频率(15 Hz)和更长疗程(8周),可能更利于神经重塑的累积效应。相较于抗胆碱能药物(如奥昔布宁)的全身副作用,或骶神经电刺激手术的侵入性风险,rFMS联合电针提供了一种无创、靶向性强的替代方案。尽管其起效时间较长(需8周),但生活质量改善更显著(I-QOL评分提升40.6%和药物组的28.3%),符合现代康复医学的“神经功能再教育”理念。

本研究存在以下局限:样本量较小($n=66$),且未纳入完全性SCI(AISA分级)患者;随访时间较短(8周),缺乏长期复发率数据;未来需开展多中心大样本研究,并延长随访至1年以评估持续疗效。此外,可通过功能磁共振(fMRI)动态观察联合刺激对骶髓-皮层通路的调控机制。

4 小结

综上所述,rFMS联合电针调节骶3神经治疗方案在改善脊髓损伤逼尿肌过度活动患者的排尿功能方面

表现出色,为临床医生提供了一种切实可行且高效的治疗选择,值得在临床实践中广泛推广应用,让更多脊髓损伤患者从中受益。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Curt A, Dietz V, de Seze M, et al. Epidemiology of traumatic spinal cord injury: a unifying concept[J]. Spinal Cord, 2000, 38(12): 696–703.
- [2] Chancellor MB, Blaivas JG. Current concepts: pathophysiology and management of detrusor-sphincter dyssynergia[J]. Journal of Urology, 1997, 158(3 Pt 1): 825–837.
- [3] 张芹, 武亮. 神经电调节对老年男性颈脊髓损伤患者膀胱逼尿肌过度活动的影响[J]. 中国老年保健医学, 2023, 21(5): 8–13.
- [4] 曾伟彬. 米拉贝隆联合索利那新治疗脊髓损伤后膀胱逼尿肌反射亢进的临床效果[J]. 临床合药, 2023, 16(31): 54–56.
- [5] 陈晖, 谢克基, 杨幸华, 等. 含三角区的逼尿肌内BTX-A重复注射术联合间歇导尿治疗成年男性脊髓损伤并NDO和尿失禁的疗效及安全性[J]. 中华泌尿外科杂志, 2022, 43(9): 671–674.
- [6] 索吕, 王红星. 中枢神经损伤后膀胱逼尿肌过度活动的治疗进展[J]. 中国康复医学杂志, 2020, 35(8): 1004–1008.
- [7] Cheng CL, de Groat WC, Yoshimura N. Long-term potentiation in sacral parasympathetic nucleus induced by repetitive magnetic stimulation: implications for bladder overactivity[J]. Neuromodulation, 2019, 22(3): 342–349.
- [8] 闫振壮. 重复功能性磁刺激对脊髓损伤患者神经源性膀胱治疗效果的研究[D]. 苏州大学, 2020.
- [9] 徐智慧, 王彦彬, 诸靖宇, 等. 早期新型电针骶3神经调节对脊髓损伤神经源性膀胱的实验研究[Z]. 杭州市第三人民医院. 2016.
- [10] 曹宁, 封亚平, 谢佳芯. 《脊髓损伤神经修复治疗临床指南(中国版)2021》解读[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2022, 22(8): 655–661.
- [11] 徐晨阳, 周红, 孟玲, 等. 脊髓损伤后神经源性膀胱患者容量管理最佳证据总结[J]. 护理学杂志, 2024, 39(8): 64–69.
- [12] 刘领份, 乔会利, 卢麦叶. 强脉冲磁刺激联合生物反馈电刺激治疗产后压力性尿失禁患者的效果[J]. 中国现代医学, 2024, 36(23): 62–65.
- [13] Zhang Y, Wang J, Chen X, et al. BDNF-mediated axonal

- regeneration enhanced by repetitive functional magnetic stimulation in a rat model of spinal cord injury[J]. Exp Neurol, 2020, 329: 113294.
- [14] Krassioukov AV, Biering-Sørensen F, Donovan W, et al. Autonomic nervous system dysfunction after spinal cord injury: mechanisms and management[J]. Nat Rev Urol, 2020, 17(1): 25–38.
- [15] Deffieux T, Demoule A, Similowski T, et al. Sacral nerve magnetic stimulation for neurogenic detrusor overactivity: a randomized controlled trial[J]. Neurourol and Urodyn, 2020, 39(2): 678–685.
- [16] Chen PY, Jiang YH, Kuo HC. Repetitive magnetic stimulation modulates Onuf's nucleus activity and improves urethral sphincter coordination in spinal cord injury rats[J]. Spinal Cord, 2021, 59(7): 789–796.
- [17] 苏锦兰, 陈舜喜, 王宏秀. 电针结合五苓散治疗脊髓损伤神经源性低顺应性膀胱患者的临床效果[J]. 福建医药杂志, 2023, 45(4): 39–41.
- [18] 孙燕. 经皮胫神经电刺激联合电针治疗对脊髓损伤逼尿肌过度活动的影响[D]. 浙江中医药大学, 2024.

《当代介入医学电子杂志》编辑部信息

1. 稿件查询: 0518-85767813
2. 杂志官网: <http://medintervention.cn:8000/>
3. 投稿系统: <https://ddjryxdz.portal.founderss.cn/>
4. 编辑部邮箱: intervention@188.com
5. 投稿时和刊登后请务必认真核对本刊提供的信息, 以免上当受骗