

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2024.12.009

不同频率功能性磁刺激联合运动想象疗法治疗脊髓损伤后神经源性膀胱尿潴留的疗效对比研究*

周浣玉¹ 张真真¹ 尹莲君¹ 刘佩婉¹ 林浩辉¹ 陈杰阳² 陈俊琦^{1Δ}

(1 南方医科大学第三附属医院康复医学科 广东 广州 510630;

2 中国人民解放军联勤保障部队第九一〇医院中医康复科 福建 泉州 362000)

摘要 目的:观察不同频率功能性磁刺激(FMS)联合运动想象疗法治疗脊髓损伤(SCI)后神经源性膀胱(NB)尿潴留的疗效。**方法:**将2021年8月至2023年4月期间我院收治的116例SCI后NB尿潴留患者,按随机数字表法分为5Hz组(n=58,5HzFMS联合运动想象疗法治疗)和20Hz组(n=58,20HzFMS联合运动想象疗法治疗)。对比两组排尿情况、尿流动力学指标、肌电图指标、各项量表评分。**结果:**治疗后,20Hz组日自主排尿次数少于5Hz组,日均单次排尿量、日单次最大尿量多于5Hz组($P<0.05$);20Hz组最大尿流速、最大膀胱容量、充盈期逼尿肌压力、H反射波幅、F波引出率、生活质量综合评定量表-74(GQOL-74)评分高于5Hz组,膀胱残余尿量、H反射潜伏期、F波潜伏期、NB症状评分表(NBSS)、国际下尿路功能症状(LUTS)评分低于5Hz组($P<0.05$)。**结论:**与5Hz频率FMS相比,20Hz频率FMS联合运动想象疗法治疗SCI后NB尿潴留,可缓解临床症状,促进膀胱功能恢复,进一步改善患者的生活质量。

关键词:功能性磁刺激;运动想象疗法;脊髓损伤;神经源性膀胱;尿潴留;疗效

中图分类号:Q64;R681.5;R694.55 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2024)12-2255-04

Comparative Study on the Efficacy of Different Frequency Functional Magnetic Stimulation Combined with Motor Imagery Therapy in the Treatment of Neurogenic Bladder Urinary Retention after Spinal Cord Injury*

ZHOU Guang-yu¹, ZHANG Zhen-zhen¹, YIN Lian-jun¹, LIU Pei-wan¹, LIN Hao-hui¹, CHEN Jie-yang², CHEN Jun-qi^{1Δ}

(1 Department of Rehabilitation Medicine, The Third Affiliated Hospital of Southern Medical University, Guangzhou, Guangdong,

510630, China; 2 Department of Traditional Chinese Medicine Rehabilitation, The 9410 Hospital of Joint Logistics Support Force of

Chinese People's Liberation Army, Quanzhou, Fujian, 362000, China)

ABSTRACT Objective: To observe the efficacy of different frequency functional magnetic stimulation (FMS) combined with motor imagery therapy in the treatment of neurogenic bladder (NB) urinary retention after spinal cord injury (SCI). **Methods:** 116 patients with NB urinary retention after SCI who were admitted to our hospital from August 2021 to April 2023 were divided into 5Hz group (n=58, 5HzFMS combined with motor imagery therapy) and 20Hz group (n=58, 20HzFMS combined with motor imagery therapy) according to the random number table method. The urination, urodynamics indexes, electromyography indexes and various scale scores were compared between two groups. **Results:** After treatment, the number of daily spontaneous urination in 20Hz group was less than that in 5Hz group, and the average daily single urination volume and the maximum daily single urination volume were more than those in 5Hz group ($P<0.05$). The maximum urinary flow rate, maximum bladder capacity, detrusor pressure during filling period, H reflex amplitude, F wave extraction rate and quality of life comprehensive scale-74 (GQOL-74) score in 20Hz group were higher than those in 5Hz group, and the bladder residual urine volume, H reflex latency, F wave latency, NB symptom score (NBSS) and international lower urinary tract function symptom (LUTS) score were lower than those in 5Hz group ($P<0.05$). **Conclusion:** Compared with 5Hz frequency FMS, 20Hz frequency FMS combined with motor imagery therapy for NB urinary retention after SCI can alleviate clinical symptoms, promote bladder function recovery, and further improve the quality of life of patients.

Key words: Functional magnetic stimulation; Motor imagery therapy; Spinal cord injury; Neurogenic bladder; Urinary retention; Efficacy

Chinese Library Classification(CLC): Q64; R681.5; R694.55 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2024)12-2255-04

* 基金项目:广东省中医药局面上科研项目(20172099)

作者简介:周浣玉(1994-),男,本科,主管治疗师,从事神经康复方向的研究,E-mail:17620010928@163.com

Δ 通讯作者:陈俊琦(1984-),男,博士,副主任中医师,从事康复技术在神经和骨科中的应用方向的研究,E-mail:meixibao@126.com

(收稿日期:2023-11-06 接受日期:2023-11-28)

前言

脊髓损伤(SCI)是一种严重的致残性疾病,SCI后神经源性膀胱(NB)尿潴留是该病的常见并发症之一,易诱发尿路感染,使病情反复,严重者可进展为肾积水或肾衰竭,影响患者的生存质量^[1,2]。目前,SCI后NB尿潴留的治疗主要有药物治疗和康复训练,药物治疗存在个体化药物治疗难度大、副作用大、远期疗效欠佳等问题^[3]。康复训练方案较多,其中运动想象疗法也是患者常用的康复方案之一,可在一定程度上改善患者临床症状,但存在康复治疗周期较长,患者自主排尿功能恢复较慢等问题^[4]。功能性磁刺激(FMS)既往也常用于膀胱功能的改善中,FMS主要通过电生磁、磁生电的原理作用于人体外周组织,使组织兴奋^[5]。目前FMS治疗的有效频率尚无统一结论,其常用频率为5Hz和20Hz,因此,本研究对比上述两种频率的FMS联合运动想象疗法治疗SCI后NB尿潴留的疗效,旨在为临床治疗方案提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

采用随机数字表法将2021年8月至2023年4月期间我院收治的116例SCI后NB尿潴留患者分为5Hz组($n=58$,5HzFMS联合运动想象疗法治疗)和20Hz组($n=58$,20HzFMS联合运动想象疗法治疗)。纳入标准:(1)符合相关诊断标准^[6],已结束脊髓休克期;(2)完成肌电图和膀胱压力容量评估检查^[7],存在尿潴留现象(残余尿量 >100 mL);(3)美国脊髓损伤协会(ASIA)^[8]分级为C级、D级;(4)年龄18岁以上,签署知情同意书。排除标准:(1)有磁刺激和间歇性导尿禁忌证;(2)认知功能障碍;(3)合并脑出血、脑梗死、心脏病等严重的心脑血管系统疾病;(4)骶髓损伤;(5)精神疾病,无法配合治疗者;(6)妊娠或哺乳期妇女;(7)严重尿路感染和肾脏疾病;(8)非SCI导致的NB。5Hz组男35例,女23例;年龄34~72岁,平均 (46.84 ± 5.12) 岁;SCI节段:腰椎22例,胸椎20例,颈椎16例;ASIA分级C级32例,D级26例;病程1~8个月,平均 (3.59 ± 1.28) 个月。20Hz组男34例,女24例;年龄36~71岁,平均 (46.71 ± 4.97) 岁;SCI节段:腰椎23例,胸椎21例,颈椎14例;ASIA分级C级34例,D级24例;病程1~7个月,平均 (3.72 ± 1.33) 个月。两组患者性别、年龄、SCI节段、ASIA分级、病程对比未见差异($P>0.05$)。本研究方案通过我院伦理学委员会批准进行。

1.2 方法

两组入院后均接受常规对症药物治疗,使用 α -肾上腺素能受体阻断剂减轻膀胱出口阻力;使用抗胆碱能药物抑制神经源性逼尿肌过度活动等。同时接受膀胱功能训练,crede手法排尿训练。训练1次/d,5次/周,连续训练4周。两组在上述基础上接受运动想象疗法,患者仰卧于床,全身放松3 min后,在治疗师的语音描述中,想象自己正身处一个安静的卫生间里,听到哗哗水声,尿意逐次增强,想象此时有一股力量汇集于小腹部,同时尿道口放松,并试图自己排尿,重复4~5次,最后让患者睁开眼睛,休息2 min后继续重复训练。运动想象疗法4~6次/d,15~20 min/次,连续治疗4周。两组均接受FMS治疗,本试验使用的是经颅磁刺激治疗仪(型号规格:JLC-400),由湖南永先

医疗科技有限公司提供,用线圈直径为12.5 cm的圆形线圈进行治疗。在超声引导下确定S3神经根的位置后即可开始FMS治疗。5Hz组采用频率5Hz,强度70%最大磁强度,50个脉冲/序列(共24个序列),序列间隔时间40 s,持续时间10 s。20Hz组采用频率20Hz,强度70%最大磁强度,40个脉冲/序列(共30个序列),序列间隔时间为38 s,持续时间为2 s。两组每次总治疗时长均为20 min,两组FMS治疗时间为1次/d,左右侧交替,每周5次,共4周。

1.3 观察指标

(1)记录患者治疗前后连续3 d日均单次排尿量、日自主排尿次数以及日单次最大尿量,取记录数值的平均数。(2)治疗前、治疗4周后使用尿流动力学分析仪检测患者最大尿流速、最大膀胱容量、充盈期逼尿肌压力及膀胱残余尿量。(3)治疗前、治疗4周后采用浙江图灵医疗科技有限公司生产的肌电图仪检测H反射(潜伏期、波幅)、F波(潜伏期、引出率)。(4)治疗前、治疗4周后使用NB症状评分表(NBSS)评分^[9]、国际下尿路功能症状(LUTS)评分^[10]、生活质量综合评定量表-74(GQOL-74)评分评估患者的NB症状、下尿路症状和生活质量。NBSS包括尿失禁、储尿和排尿、结局,量表总分为74分,得分越高表示NB症状越明显;GQOL-74包括社会/心理/躯体功能、物质生活/,满分为100分,分数越高,表示生活质量越好;LUTS评分包括尿液不畅、排尿时间长、尿流弱、尿频、夜尿次数、尿急以及残余尿感,分数越高表示症状越严重,总分最高为35分。

1.4 统计学方法

使用SPSS 22.0版统计软件对所得数据进行统计分析和处理,计量资料进行正态分布检验,符合正态分布用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,采用配t检验。计数资料以例(%)表示,采用卡方检验。 $P<0.05$ 设置为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组排尿情况

治疗前,两组日均单次排尿量、日自主排尿次数、日单次最大尿量对比未见差异($P>0.05$)。治疗后,20Hz组日均单次排尿量、日单次最大尿量多于5Hz组;日自主排尿次数少于5Hz组($P<0.05$)。治疗后,两组日均单次排尿量、日单次最大尿量增加;日自主排尿次数减少($P<0.05$)。见表1。

2.2 尿流动力学指标对比

治疗前,两组最大尿流速、最大膀胱容量、充盈期逼尿肌压力、膀胱残余尿量对比未见差异($P>0.05$)。治疗后,两组膀胱残余尿量下降,最大膀胱容量、最大尿流速、充盈期逼尿肌压力升高($P<0.05$)。治疗后,20Hz组最大膀胱容量、最大尿流速、充盈期逼尿肌压力高于5Hz组,膀胱残余尿量低于5Hz组($P<0.05$)。见表2。

2.3 肌电图指标对比

治疗前,两组H反射(潜伏期、波幅)、F波(潜伏期、引出率)对比未见差异($P>0.05$)。治疗后,两组H反射潜伏期、F波潜伏期下降;两组H反射波幅、F波引出率升高($P<0.05$)。治疗后,20Hz组H反射波幅、F波引出率高于5Hz组,H反射潜伏期、F波潜伏期低于5Hz组($P<0.05$)。见表3。

表 1 两组排尿情况

Table 1 Urination between two groups

Groups	Number of daily spontaneous urination (times)		Average daily single urination volume (mL)		Maximum daily single urination volume (mL)	
	Before treatment	After treatment	Before treatment	After treatment	Before treatment	After treatment
	5Hz group (n=58)	13.76± 2.62	7.04± 2.18*	69.58± 6.26	98.57± 7.92*	149.67± 11.65
20Hz group (n=58)	13.42± 3.13	5.34± 2.26*	69.32± 6.08	131.91± 15.27*	148.43± 14.53	236.65± 18.24*
t	0.634	8.975	0.227	-14.721	0.507	-16.344
P	0.527	0.000	0.821	0.000	0.613	0.000

Note: Compare with before treatment, *P<0.05.

表 2 尿流动力学指标对比

Table 2 Comparison of urodynamic indexes

Groups	Maximum urinary flow rate (mL/s)		Maximum bladder capacity (mL)		Detrusor pressure during filling period (mm H ₂ O)		Bladder residual urine volume (mL)	
	Before treatment	After treatment	Before treatment	After treatment	Before treatment	After treatment	Before treatment	After treatment
	5Hz group (n=58)	7.26± 0.87	9.36± 0.93*	238.68± 25.11	297.92± 24.08*	12.92± 2.98	17.48± 3.59*	219.32± 25.61
20Hz group (n=58)	7.35± 0.96	13.54± 1.26*	237.93± 36.27	365.56± 32.43*	13.03± 3.76	24.90± 3.53*	218.98± 26.53	126.21± 26.27*
t	-0.529	-20.328	0.148	12.369	-0.175	-11.224	0.070	9.249
P	0.598	0.000	0.732	0.000	0.862	0.000	0.944	0.000

Note: Compare with before treatment, *P<0.05.

表 3 肌电图指标对比

Table 3 Comparison of electromyography indexes

Groups	H reflex				F wave			
	Latency(ms)		Amplitude(mV)		Latency(ms)		Extraction rate(%)	
	Before treatment	After treatment	Before treatment	After treatment	Before treatment	After treatment	Before treatment	After treatment
5Hz group (n=58)	32.26± 2.22	29.08± 2.75*	1.13± 0.24	1.37± 0.29*	51.91± 4.37	43.88± 5.26*	59.29± 6.31	68.05± 5.64*
20Hz group (n=58)	32.47± 2.36	26.79± 2.63*	1.15± 0.29	1.58± 0.32*	51.49± 5.22	37.46± 4.38*	59.38± 6.25	79.32± 6.62*
t	-0.494	4.583	-0.405	-3.703	0.470	7.143	-0.077	-9.869
P	0.623	0.000	0.687	0.000	0.639	0.000	0.639	0.000

Note: Compare with before treatment, *P<0.05.

2.4 各项量表评分对比

治疗前, 两组 NBSS、LUTS、GQOL-74 评分对比未见差异 (P>0.05)。治疗后, 两组 NBSS、LUTS 评分下降; 两组 GQOL-74 评分升高 (P<0.05)。治疗后, 20Hz 组 GQOL-74 评分高于 5Hz 组, NBSS、LUTS 评分低于 5Hz 组 (P<0.05)。见表 4。

3 讨论

NB 是指控制排尿活动的神经系统发生病变导致下尿路功能发生障碍的疾病, 脊髓是初级与高级排尿中枢神经传导系统的重要通路, 其任意部位发生损伤均会导致排尿中枢神经传导障碍, 进而引发尿潴留症状^[11,12]。SCI 后 NB 尿潴留可引起泌尿系统损伤、肾积水等后遗症, 病情严重者甚至诱发肾功能衰竭而死亡^[13,14]。运动想象疗法是目前针对 SCI 后 NB 尿潴留十分

常见的康复治疗方法, 其可充分调动患者主动意识与被动功能训练意识, 刺激中枢系统与膀胱周围神经建立联系, 重新建立自律性膀胱, 增强膀胱储尿与排尿功能^[15,16]。FMS 是磁刺激技术的一种, 既往研究证实 FMS 可以改善 NB 患者的膀胱功能^[17,18]。但有关 FMS 的具体频率刺激疗效尚存在一定的争议。

本次研究结果显示, 相较于 5Hz 频率 FMS, 20Hz 频率 FMS 联合运动想象疗法治疗 SCI 后 NB 尿潴留, 可缓解临床症状, 进一步改善患者的生活质量。FMS 用于 SCI 后 NB 尿潴留的主要作用机制在于^[19-21]: (1) FMS 可刺激盆底肌的感觉纤维与运动纤维传导, 帮助机体正常排尿; (2) FMS 通过刺激副交感神经兴奋促进逼尿肌收缩帮助排尿; (3) FMS 可调节膀胱逼尿肌与尿道括约肌之间的关系, 提高机体的储尿功能。20Hz 治疗尿潴留效果更佳的原因可能是: 逼尿肌属于平滑肌, 而括约肌

表 4 各项量表评分对比(分)

Table 4 Comparison of various scale scores (score)

Groups	NBSS score		LUTS score		QQOL-74 score	
	Before treatment	After treatment	Before treatment	After treatment	Before treatment	After treatment
5Hz group(n=58)	41.25± 6.73	29.07± 5.42*	21.51± 4.02	14.63± 2.86*	63.41± 4.05	75.91± 5.39*
20Hz group(n=58)	41.79± 5.56	18.62± 4.78*	21.03± 3.91	9.24± 2.67*	62.37± 4.12	84.73± 6.11*
t	-0.471	11.013	0.652	10.491	1.371	-8.244
P	0.638	0.000	0.516	0.000	0.131	0.000

Note: Compare with before treatment, *P<0.05.

属于横纹肌,这两处的肌肉对磁刺激的反应不同,在刺激停止后,括约肌立即松弛而逼尿肌仍缓慢收缩,从而使尿液通过压力梯度流出^[22,23]。当 20Hz FMS 停止后,逼尿肌出现延迟反弹性收缩并维持较长时间,因此达到更好的排尿效果。尿潴留的症状得到显著缓解,有利于减轻患者的身心痛苦、改善其生活质量。在本研究还对患者进行了肌电图指标、尿流动力学指标的评估。本次研究结果显示,相较于 5Hz 频率的 FMS,20Hz 频率 FMS 联合运动想象疗法治疗 SCI 后 NB 尿潴留,可更有效地改善其尿流动力学、肌电图指标。分析本研究结果的可能原因是 FMS 能促进突触形成和神经再生,改善神经传导功能,与 5Hz 相比,20Hz FMS 在促进神经损伤的修复和传导方面效果更好,因而其治疗效果更佳^[24,25]。

综上所述,与 5Hz 频率 FMS 相比,20Hz 频率 FMS 联合运动想象疗法治疗 SCI 后 NB 尿潴留,可缓解临床症状,促进膀胱功能恢复,进一步改善患者的生活质量。但是本研究尚缺长期随访数据,有关 20Hz 频率 FMS 的远期疗效仍需进一步观察。

参考文献(References)

[1] 孙天宇,鲁学良,段利颖,等. MiRNA-125a-5p 对于脊髓损伤后炎症反应、细胞凋亡及促进神经再生的作用机制研究[J]. 现代生物医学进展, 2022, 22(6): 1018-1023.

[2] 王宇臣,宋柏林,丛德毓. 脊髓损伤后神经源性膀胱尿潴留的康复治疗现状[J]. 中国急救医学, 2016, 36(z1): 86-87.

[3] Patel DP, Lenherr SM, Stoffel JT, et al. Study protocol: patient reported outcomes for bladder management strategies in spinal cord injury[J]. BMC Urol, 2017, 17(1): 95.

[4] 马江,张迪,赵田芋,等. 运动想象疗法治疗脊髓损伤的机制及应用前景[J]. 中国组织工程研究, 2022, 26(36): 5897-5904.

[5] 刘薇,麻佳健,杨迎民,等. 撤针、重复功能性磁刺激联合膀胱功能训练、间歇导尿治疗卒中中恢复期尿失禁的临床研究[J]. 上海中医药杂志, 2022, 56(1): 67-70.

[6] 国际神经修复学会暨中国神经修复学会. 脊髓损伤神经修复临床治疗指南 (IANR/CANR2019 年版)[J]. 西部医学, 2020, 32(6): 790-802.

[7] Boulis NM, Mian FS, Rodriguez D, et al. Urinary retention following routine neurosurgical spine procedures [J]. Surg Neurol, 2001, 55(1): 23-38.

[8] Roberts TT, Leonard GR, Cepela DJ. Classifications In Brief: American Spinal Injury Association (ASIA) Impairment Scale [J]. Clin Orthop Relat Res, 2017, 475(5): 1499-1504.

[9] 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.

[10] Silva CS, de Araujo UM, Alvaia MA, et al. Luts-V: A new simplified score for assessing lower urinary tract symptoms in men[J]. Int Braz J Urol, 2021, 47(3): 525-532.

[11] Amarenco G, Sheikh Ismael S, Chesnel C, et al. Diagnosis and clinical evaluation of neurogenic bladder[J]. Eur J Phys Rehabil Med, 2017, 53(6): 975-980.

[12] 李庆琳,李晓宁,梅继林. 针刺治疗脊髓损伤神经源性膀胱尿潴留疗效的 Meta 分析 [J]. 广州中医药大学学报, 2022, 39(8): 1841-1851.

[13] 孙延冬,孙艳芳,国春花,等. 脊髓损伤后神经源性膀胱尿潴留患者康复治疗临床研究 [J]. 脑与神经疾病杂志, 2020, 28(10): 615-619.

[14] 李斯锦,李彦杰,秦合伟,等. 脊髓损伤后神经源性膀胱的中医康复研究进展[J]. 中国中医急症, 2021, 30(10): 1867-1869, 1880.

[15] 郝娟,付婷婷,梁俊豪,等. 运动想象疗法联合肌电生物反馈疗法对脊髓损伤后神经源性膀胱患者康复及尿路感染发生率的影响 [J]. 临床与病理杂志, 2023, 43(7): 1407-1414.

[16] 谢芬,张泓,周艳华,等. 电针结合运动想象疗法对宫颈癌术后尿潴留患者尿动力学及生活质量的影响研究[J]. 湖南中医药大学学报, 2023, 43(4): 712-717.

[17] 陈志,张超宇. 骶神经根功能性磁刺激对脊髓损伤相关神经源性膀胱过度活动症的疗效分析[J]. 颈腰痛杂志, 2022, 43(1): 98-100.

[18] 郝娟,梁俊豪,黄英,等. 中频电刺激联合康复训练对胸腰段不完全性脊髓损伤患者下肢肌力尿潴留及步态参数的影响[J]. 河北医学, 2022, 28(8): 1370-1375.

[19] 刘海杰,张立新,张志强. 功能性磁刺激治疗神经源性膀胱的研究进展[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2012, 34(5): 390-392.

[20] 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.

[21] 闫振壮,张大伟,杨卫新,等. 重复功能性磁刺激对脊髓损伤后神经源性膀胱患者尿流动力学的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2019, 41(10): 769-772.

[22] 蒋金全,尹凯月,宋娜,等. 多靶点重复磁刺激对脊髓损伤后尿潴留患者的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2022, 44(5): 433-436.

[23] 于子夫,马甜甜,秦芳,等. 骶神经磁刺激对脊髓损伤后神经源性膀胱治疗作用的 meta 分析 [J]. 中国康复医学杂志, 2023, 38(5): 665-671.

[24] 孙晓培,鲍勇,张洁,等. 不同部位的功能性磁刺激对于脊髓损伤所致高反应性膀胱临床疗效研究[J]. 现代仪器与医疗, 2022, 28(6): 48-52.

[25] 张卫卫,李瀛,杨阳,等. 骶神经根功能性磁刺激应用于脊髓损伤后神经源性膀胱的研究进展[J]. 中国康复, 2022, 37(2): 125-128.