DOI: 10.14188/j.1671-8852.2025.1014
文章编号 1671-8852(2026)10-1366-06

基于闭环康复理论的重复经颅磁刺激治疗方案在脑卒中后神经源性膀胱患者中的应用

熊晓琴[1] 张 晴[1] 雷雨迟[1] 杨 芳[1] 柯 洁[2]
武汉大学中南医院 [1]神经康复科，[2]全科医学科 湖北 武汉 430071

摘要 目的：探索基于闭环康复理论的治疗方案对脑卒中患者神经源性膀胱的治疗效果。方法：选择2023年1月—2024年6月武汉大学中南医院康复科64例脑卒中后神经源性膀胱尿潴留患者，采用计算机生成随机数字分为两组，试验组使用间歇导尿联合重复经颅磁刺激(rTMS)的治疗方案，对照组使用间歇导尿及假性rTMS治疗，两组每周接受7次rTMS(或假性rTMS)治疗，经过3周治疗后，比较两组患者之间残余尿量(RUV)、国际前列腺症状评分(IPSS)、生活质量评分(QOL)、间歇导尿次数，恢复自主排尿例数，并发症情况等指标。结果：治疗后试验组患者的RUV、IPSS、QOL，间歇导尿次数，自主排尿恢复率等指标的改善程度均优于对照组，结果比较差异存在统计学意义($P<0.05$)；治疗后两组在并发症方面差异无统计学意义($P>0.05$)。结论：基于闭环康复理论的治疗方案能减少神经源性膀胱尿潴留患者的残余尿量，有效改善患者的排尿情况和生活质量。

关键词 脑卒中；神经源性膀胱；重复经颅磁刺激；间歇导尿
中图分类号 R741.05 **文献标志码** A

Application of a repetitive transcranial magnetic stimulation treatment program based on closed-loop rehabilitation theory in patients with neurogenic bladder after stroke

XIONG Xiaoqin[1], ZHANG Qing[1], LEI Yuchi[1], YANG Fang[1], KE Jie[2]
[1]Department of Neurorehabilitation, [2]Department of General Practice, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, Hubei, China

Abstract

Objective: To investigate the therapeutic effects of a repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) treatment program based on closed-loop rehabilitation theory on neurogenic bladder in stroke patients. **Methods:** Sixty-four stroke patients with neurogenic bladder and urinary retention admitted to the Department of Rehabilitation, Zhongnan Hospital of Wuhan University from January 2023 to June 2024 were selected and randomly divided into two groups using computer-generated random numbers. The experimental group received intermittent catheterization combined with rTMS, while the control group received intermittent catheterization combined with sham rTMS. Both groups received rTMS (or sham rTMS) treatment 7 times a week for 3 weeks. After the 3-week treatment, the residual urine volume (RUV), international prostate symptom score (IPSS), quality of life (QOL) score, frequency of intermittent catheterization, rate of restored spontaneous urination, and incidence

课题来源：武汉大学临床护理专项科研培育基金项目(编号：LCHL202323)。
作者简介：熊晓琴，女，1989—，主管护师，主要从事康复护理方向研究，E-mail：xiong5890030@sina.com。
通信作者：柯洁，E-mail：137697339@qq.com。

of complications were compared between the two groups. **Results:** After treatment, the experimental group showed significantly greater improvements in RUV, IPSS, QOL score, and reduction in the frequency of intermittent catheterization compared with the control group. Additionally, the rate of restored spontaneous urination was significantly higher in the experimental group (all $P<0.05$). However, there was no significant difference in the incidence of complications between the two groups ($P>0.05$). **Conclusion:** The treatment program based on closed-loop rehabilitation theory can effectively reduce residual urine volume, improve urination function, and enhance the quality of life in patients with neurogenic urinary retention after stroke.

Key Words　Stroke; Neurogenic Bladder; Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation; Intermittent Catheterization

脑卒中是我国心脑血管疾病中致死率和致残率最高的疾病之一[1]。脑出血或者脑梗死后可损伤神经系统，影响排尿控制，导致出现膀胱功能障碍[2-4]。脑卒中后神经源性膀胱主要指脑卒中病人出现下尿路功能障碍，临床表现为尿潴留、尿失禁或者失禁伴潴留，这是卒中后常见并发症之一[5]。神经源性膀胱发病率在急性脑卒中患者中约为33%[6]，并且其中28%～79%的患者在卒中后3个月左右仍持续存在神经源性膀胱功能障碍[7]。卒中后神经源性膀胱可能引发泌尿系统感染、肾功能衰竭，甚至导致死亡等严重不良后果[8]，故对卒中后神经源性膀胱患者进行积极康复治疗，保护上尿路功能，恢复排尿控制及膀胱排空在并发症的预防上意义重大。

脑卒中后神经源性膀胱作为残疾的重要预后因素，严重影响了患者的生活质量并造成了巨大的社会经济负担[7,9-10]。由于尿失禁、尿潴留等排尿功能障碍在临床工作中极为棘手，寻找高效、针对性的治疗方案已成为迫切的临床需求[6]。已有研究[11]表明清洁性间歇导尿术可降低泌尿系统感染和泌尿系统结石的发生率，同时能帮助患者重新建立排尿反射，恢复排尿功能。重复经颅磁刺激(repetitive transcranial magnetic stimulation，rTMS)通过磁刺激活化轴突和改善神经可塑性发挥作用，是一种无创，易接受的治疗方法[12]。脑卒中闭环康复理论被提出后，得到广泛应用[13]。该理论是以神经可塑性为基础，将中枢干预与外周干预互补和融合达到康复效果，中枢干预措施刺激并激活中枢脑区功能，外周干预措施强化中枢的输入与反馈，达到促进脑功能重建和恢复的目的。本研究基于该理论基础，选择重复经颅磁刺激为中枢干预措施，间歇导尿为外周干预强化措施，相互结合，构建基于中枢闭环康复理论的干预方案，探讨二者相互作用对卒中后神经源性膀胱尿潴留患者的治疗效果。

1　资料与方法

1.1　研究对象　选取2023年1月—2024年6月本院康复科住院患者64例，纳入标准如下：①符合脑卒中诊断；②尿潴留且安全容量≥200 mL；③急性或亚急性期，病程为7～60 d；④年龄超过18岁；⑤未使用治疗尿潴留的药物；⑥签署知情同意书。排除标准如下：①硬化性卒中；②发生脑卒中前已经存在尿潴留情况；③经颅磁刺激治疗禁忌证(金属植入物、严重心律失常、妊娠、癫痫病史、头部去骨瓣部位)；④心脏、肺和肾脏等未控制的已知系统性疾病和/或病情不稳定；⑤双侧脑病变；⑥尿路感染。剔除标准：①发生严重不良反应；②不能坚持治疗结束，中途要求退出；③依从性差，不能按方案执行，或相关数据缺失影响疗效评价。本研究通过伦理委员会批准，伦理号：2021126。

1.2　研究设备　磁场刺激仪生产厂家为武汉依瑞德医疗设备新技术有限公司，型号YRD CCY-I；嘘客一次性间歇导尿管，产品批号：E23941，注册证编号：浙械注准20152141010；膀胱扫描仪生产厂家为绵阳美科电子设备有限公司，型号PBST-51。

1.3　研究方法　使用EXCEL表格中随机函数，产生64个随机数字进行随机分组，每组32例患者。根据中枢闭环理论，中枢干预措施为重复经颅磁刺激，外周干预措施为间歇导尿。试验组患者进行间歇导尿结合rTMS治疗，对照组患者的干预方案为间歇导尿及假性rTMS治疗。

1.3.1　间歇导尿具体方案　(1)间歇导尿患者取舒适体位，选择12～14号的一次性亲水涂层导尿管行清洁导尿。等到尿液呈点滴状流出时，可缓慢拔出尿管少许，并于耻骨上膀胱区缓慢按压，直至尿

管中无尿液排出,而后缓慢呈水平位拔出尿管[11]。

间歇导尿频次:根据膀胱残余尿量确定间导次数,随着残余尿量的减少,间导频次减少。当残余尿量<100 mL时,被认为是停止间歇导尿的标准。

(2)饮水计划基本原则:间歇导尿期间应控制每日总摄入量,建议每日饮水总量在1 500~2 000 mL之间,包括输液量,进食水果、汤汁、果汁、牛奶在内。每日均匀分配,单次饮水量不超过400 mL,睡前2 h不饮水,避免饮浓茶、咖啡。建议可以按照每2 h饮水200 mL进行饮水计划的制定。

1.3.2 *重复经颅磁刺激方案* 试验组的rTMS使用8字型线圈进行治疗,线圈直径10 cm,患者取卧位,刺激部位:双侧M1区脉冲模式,频率50 Hz,刺激10 s,间隔7 s,脉冲数900个,强度5%运动阈值。根据患者耐受情况调整强度;对照组则使用专用加厚线圈,不产生磁作用,刺激时长及部位均与试验组一致。两组干预周期3周,每周7次,共计21次治疗。

1.4 疗效评价

1.4.1 *残余尿量* 患者在治疗前,治疗结束后以及患者完成自主排尿后,使用膀胱扫描仪进行膀胱残余尿测定,记录数值。

1.4.2 *国际前列腺症状评分及生活质量评分* 国际前列腺症状评分(international prostate symptom score,IPSS)共7个问题,包括排尿期症状(尿不尽、间断排尿、尿线细弱、需要用力排尿)和储尿期症状(尿频、尿急、夜尿)。回答选项从"完全没有"(0分)到"几乎每次"(5分),总分35分,得分20~35表示重度症状,得分8~19分表示中度症状,得分0~7分表示轻度症状。生活质量(quality of life,QOL)评分是调查患者在日常生活中对下尿路症状的耐受程度的量表,评分范围为0~6分,得分越高表示耐受情况越差。该工具被广泛应用于泌尿系统和其他医学领域,并已被验证用于对男性和女性的下尿路症状进行定量[14]。中文版的IPSS、QOL评分在我国泌尿科临床、科研工作中普遍应用,有重要指导意义。本研究采用2014版《中国泌尿外科疾病诊断治疗指南》[15]中文版IPSS、QOL评分量表。

1.4.3 *安全性指标* 对患者治疗前后泌尿系感染、膀胱结石和肾积水等不良事件进行记录、比较。

1.4.4 *排尿情况* 记录患者治疗前后间歇导尿次数以及治疗后恢复自主排尿人数。

1.5 统计学处理 所有数据处理,使用SPSS 25.0软件。其中计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用t检验;计数资料以例表示,组间比较采用卡方检验。检验水准$\alpha=0.05$(双侧),以$P<0.05$为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况结果 两组患者基本情况对比结果见表1,基本资料比较差异无统计学意义($P>0.05$)。

表1 两组患者一般情况比较 (例;$\bar{x}\pm s$)

项目		对照组($n=32$)	试验组($n=32$)	效应量	P
年龄/岁		68.3±15.6	67.4±16.1	0.518	>0.05
性别	女	13	15	0.254	>0.05
	男	19	17		
偏瘫侧	左	17	18	0.063	>0.05
	右	15	14		
发病时间/d		45.9±12.3	47.1±10.7	0.816	>0.05
心率/次•min^{-1}		74.6±13.5	75.2±12.4	0.614	>0.05

2.2 膀胱评估相关数据结果 两组患者在残余尿、IPSS、QOL评分等情况方面,组内干预前后比较差异均有统计学意义($P<0.05$);试验组残余尿量干预后少于对照组($P<0.001$),QOL评分以及IPSS评分在干预后均低于对照组($P<0.001$),具体见表2。

表2 两组患者残余尿量、QOL、IPSS比较 ($\bar{x}\pm s$)

项目	时间	对照组	试验组	t	P
残余尿量/mL	干预前	406.12±70.35	415.61±66.82	1.031	0.307
	干预后	272.36±69.84*	148.21±58.92*	4.086	<0.001
QOL/分	干预前	5.62±0.59	5.67±0.63	0.269	0.789
	干预后	4.09±1.13*	2.73±0.83*	4.284	<0.001
IPSS/分	干预前	30.34±4.17	29.16±3.26	0.214	0.831
	干预后	20.73±3.68*	14.78±2.94*	8.880	<0.001

注:与同组干预前比较,*$P<0.05$。

2.3 膀胱排尿情况相关数据结果 干预后,两组患者的间歇导次数与组内干预前比较差异均有统计学意义($P<0.05$)。试验组患者间歇导尿次数少于对照组($P<0.001$),恢复自主排尿时间短于对照组($P<0.001$),恢复自主排尿人数多于对照组($P=0.005$),两组比较差异有统计学意义,见表3。

表3 两组患者膀胱排尿功能情况比较 (例;$\bar{x}\pm s$)

组别	总例数	间歇导次数		自主排尿	
		干预前	干预后	例数	时间/d
对照组	32	5.51±0.74	3.31±0.64*	18	18.22±2.69
试验组	32	5.47±0.82	1.76±0.77*	28	13.54±3.31
t/χ^2	—	0.892	4.293	7.729	3.353
P	—	0.371	<0.001	0.005	<0.001

注:与同组干预前比较,*$P<0.05$。

2.4　膀胱相关并发症数据结果　两组患者在并发症比较方面，两组尿路感染情况，肾结石或者肾积水情况差异均无统计学意义（$P>0.05$），见表4。

表4　两组患者并发症情况比较　（例）

组别	例数	尿路感染		肾结石或肾积水	
		有	无	有	无
对照组	32	9	23	3	29
试验组	32	11	21	2	30
χ^2	—	0.291		0.217	
P	—	0.590		0.641	

3　讨论

3.1　rTMS改善卒中后神经源性膀胱患者的排尿情况　rTMS对神经源性膀胱的治疗作用机制尚不清楚，考虑可能因为膀胱功能的控制是由脑桥和大脑皮层神经通路的完整性决定的，而rTMS技术可促进树突、轴突发芽和生长，对该通路的修复有重要作用[16-17]。rTMS是基于电磁感应原理，利用脉冲磁场透过颅骨而不衰减，作用在大脑皮层或外周神经，使其动作电位发生变化，产生兴奋或抑制效应[18]。研究者[19]发现高频rTMS对小鼠初级运动皮层M1区刺激可经L5皮层神经元向脑桥排尿中枢传导，促进膀胱排空。郑皓月等[20]观察脊髓损伤患者，对初级运动皮层M1区进行10 Hz磁刺激，治疗4周后，试验组患者的残余尿量、最大膀胱容量、膀胱顺应性等指标均较对照组明显改善。本研究结果显示，试验组患者残余尿量、自主排尿情况及下尿路症状，生活质量的改善效果优于对照组。通过中枢闭环理论下的联合干预措施，患者开始恢复自主排尿，进而残余尿量减少，随着膀胱排空的增加，患者排尿不畅的情况也会得到明显改善，从而起到积极的良性结果。刘畅等[21]的研究讨论了间歇导尿联合重复经颅磁刺激对30例低张力性神经源性膀胱患者的残余尿及日常生活质量评分的改善作用，与该研究相比，本研究增加了样本量，同时设置假性经颅重复磁刺激组作为对照，研究对象疾病限定为脑卒中，观察指标增加下尿路症状，生活质量评分及安全性指标检测，更加全面地观察到试验组治疗效果。

3.2　间歇导尿对神经源性膀胱患者并发症有积极预防作用　间歇性清洁导尿术的概念首次于20世纪70年代被LAPIDES等提出，并发现该技术能通过周期性排空膀胱，防止膀胱过度膨胀，减轻膀胱壁损伤，提高患者自控能力，从而显著改善神经源性膀胱患者的排尿功能障碍。膀胱周期性排空和充盈有利于恢复膀胱排尿反射，是治疗神经源性膀胱的首选方案[22]。间歇导尿术适用于逼尿肌收缩无力、膀胱内残余尿量多的患者[23]。间歇导尿能有效排空膀胱，通过间歇导尿对膀胱进行康复训练。规范化实施间歇导尿，避免并发症的发生，有助于保护上尿路功能同时保护膀胱顺应性、容量及形态。间歇导尿对上尿路的保护，为其他可能改善卒中后神经源性膀胱功能的相关康复技术奠定了安全基础。本研究两组患者结果比较，在尿路感染、肾结石或积水等并发症方面差异无统计学意义，这应该与患者均为住院患者，间歇导尿由护理人员统一完成，具有较好的同质性，故而在并发症方面起到了良好的预防效果。

3.3　基于闭环康复理论的治疗方案对神经源性膀胱患者膀胱的影响　控制排泄功能的神经通路非常复杂，故而其治疗康复过程困难且漫长[6]。欧洲泌尿协会尚未为卒中后的泌尿系统功能障碍制定任何具体的指南。然而单一的干预措施，难以达到理想的康复效果，本研究积极探索基于中枢闭环理论的综合治疗方案，效果明显，值得临床推广应用。其机制可能是中枢干预措施rTMS直接对大脑皮层M1区进行刺激，M1区参与控制尿道外括约肌和盆底肌的随意运动[24]，可调节大脑皮质产生突触可塑性，中枢干预具有直接性、精准性，可以泛化相应脑区的激活效应[25]。rTMS作用于M1区后，可以激活突触后膜的相关离子通道，从而提高功能重塑能力；间歇导尿有利于排尿规律的建立，通过间歇导尿对大脑皮层不断进行反馈、修正、重塑，rTMS和间歇导尿通过中枢神经及外周神经形成双向反馈，疗效得到叠加和增强。神经源性膀胱患者经过反复多次中枢外周联合的闭环刺激，达到重塑中枢神经，在精准调控相应脑区上获得良好效果。因此，rTMS结合间歇性清洁导尿对改善脑卒中后神经源性膀胱尿潴留情况能够取得良好的效果。

综上所述，基于中枢闭环理论的治疗方案为神经源性膀胱的治疗带来新思路，康复治疗技术安全有效、简单方便、副作用小、无痛，在临床治疗中患者接受度高。研究者通过使用间歇导尿结合重复经颅磁刺激的方法，得到了积极效果，但对于该部分效果的机制分析仍不能确定，后期研究者们可以尝试通过脑功能成像技术观察相应脑区，进一步探索疗效发生机制。同时，重复经颅磁刺激治疗不同的参数设置以及不同的中枢闭环处方

的治疗效果,需要扩大病例样本量进一步探索可能存在的差异。

参考文献

[1] 孙丹丹, 韩柳, 巴馨悦, 等. 吉林地区居民缺血性脑卒中患病现状及危险因素分析[J]. 临床军医杂志, 2021, 49(12): 1316-1318.
SUN D D, HAN L, BA X Y, et al. Analysis of incidence and risk factors of ischemic stroke among residents in Jilin area[J]. Clin J Med Off, 2021, 49(12): 1316-1318.

[2] 李秀敏, 王杰, 刘勇. "提壶揭盖法"在脊髓损伤神经源性膀胱治疗中的应用探析[J]. 中国中医急症, 2022, 31(3): 530-532.
LI X M, WANG J, LIU Y. Analysis on the application of "cupping and uncovering" in the treatment of neurogenic bladder with spinal cord injury[J]. J Emerg Tradit Chin Med, 2022, 31(3): 530-532.

[3] 陈华德, 农飞玉, 梁翠娟, 等. 局部振动在脊髓损伤康复中的应用与研究进展[J]. 现代医药卫生, 2024, 40(5): 854-859.
CHEN H D, NONG F Y, LIANG C J, et al. Application and research progress of local vibration in rehabilitation of spinal cord injury[J]. J Mod Med Health, 2024, 40(5): 854-859.

[4] 陈震益, 李瀚, 丁玲英. 针灸治疗脑卒中后神经源性膀胱的研究进展[J]. 内蒙古中医药, 2022, 41(2): 156-158.
CHEN Z Y, LI H, DING L Y. Research progress of acupuncture and moxibustion in treating neurogenic bladder after stroke[J]. Inn Mong J Tradit Chin Med, 2022, 41(2): 156-158.

[5] CHEN J L, TAN B T, CHEN Y L, et al. A randomized controlled trial of low-frequency repeated transcranial magnetic stimulation in patients with poststroke neurogenic bladder[J]. Sci Rep, 2024, 14: 18404.

[6] 张玲玲, 柯玲珍, 冯静, 等. 卒中神经源性膀胱导尿老年患者尿路感染的病原学特点及危险因素研究[J]. 中国消毒学杂志, 2020, 37(12): 931-933.
ZHANG L L, KE L Z, FENG J, et al. Study on pathogenic characteristics and risk factors of urinary tract infection in elderly patients with neurogenic bladder catheterization after stroke[J]. Chin J Disinfect, 2020, 37(12): 931-933.

[7] GINSBERG D A, BOONE T B, CAMERON A P, et al. The AUA/SUFU guideline on adult neurogenic lower urinary tract dysfunction: Diagnosis and evaluation[J]. J Urol, 2021, 206(5): 1097-1105.

[8] 龚智婷. 电针结合膀胱康复对脊髓损伤者神经源性膀胱的疗效观察[J]. 中国现代医生, 2020, 58(21): 142-145.
GONG Z T. Therapeutic effect of electroacupuncture combined with bladder rehabilitation on neurogenic bladder in patients with spinal cord injury[J]. China Mod Dr, 2020, 58(21): 142-145.

[9] AGAPIOU E, PYRGELIS E S, MAVRIDIS I N, et al. Bladder dysfunction following stroke: An updated review on diagnosis and management[J]. Bladder, 2024, 11(1): 12.

[10] 周美玲, 张荀芳, 何炼英, 等. 卒中后患者神经源性膀胱管理的最佳证据总结[J]. 解放军护理杂志, 2021, 38(5): 67-70.
ZHOU M L, ZHANG X F, HE L Y, et al. Management of neurogenic bladder in patients after stroke: A summary of the evidence[J]. Nurs J Chin People's Liberation Army, 2021, 38(5): 67-70.

[11] 中国康复医学会康复护理专业委员会,蔡文智, 孟玲, 等. 神经源性膀胱护理实践指南(2017年版)[J]. 护理学杂志, 2017, 32(24): 1-7.
Rehabilitation Nursing Professional Committee of Chinese Association of Rehabilitation Medicine, CAI W Z, MENG L, et al. Practice guide for neurogenic bladder nursing (2017 edition)[J]. J Nurs Sci, 2017, 32(24): 1-7.

[12] 黄姣姣, 尚清, 张会春, 等. 重复经颅磁刺激结合间歇导尿对脊髓损伤后神经源性膀胱患儿的尿动力学及排尿功能的影响[J]. 临床与病理杂志, 2022, 42(4): 834-840.
HUANG J J, SHANG Q, ZHANG H C, et al. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation combined with intermittent catheterization on urodynamics and urination function in children with neurogenic bladder after spinal cord injury[J]. Int J Pathol Clin Med, 2022, 42(4): 834-840.

[13] 徐硕, 贾杰. "中枢-外周-中枢"闭环康复:脑卒中后手功能康复新理念的临床应用进展[J]. 中国康复医学杂志, 2024, 39(10): 1537-1541.
XU S, JIA J. "Central-peripheral-central" closed-loop rehabilitation: Clinical application progress of a new concept in hand function rehabilitation after stroke[J]. Chin J Rehabil Med, 2024, 39(10): 1537-1541.

[14] LIEBERMAN E G, RADOSLOVICH S, MARSHALL L M, et al. Lower urinary tract symptoms and urinary bother are common in patients undergoing elective cervical spine surgery[J]. Clin Orthop Relat Res, 2019, 477(4): 872-878.

[15] 那彦群,叶章群,孙颖浩,等. 中国泌尿外科疾病诊断治疗指南[M]. 2014版. 北京:人民卫生出版社, 2014: 253.
NA Y Q, YE Z Q, SUN Y H, et al. Guidelines for Diagnosis and Treatment of Urological Diseases in China [M]. 2014 edition. Beijing: People's Medical Pub-

lishing House, 2014:253

[16] 罗慧,王强,赵娟,等 . 神经源性膀胱的诊治进展[J]. 中华物理医学与康复杂志,2022,44(7):654-658.
LUO H, WANG Q, ZHAO J, et al. Advances in diagnosis and treatment of neurogenic bladder[J]. Chinese Journal of Physical Medicine and Rehabilitation, 2022, 44(7): 654-658.

[17] 韦巍,金敬苗 . 神经源性膀胱的诊疗进展[J]. 国际泌尿系统杂志,2021,41(2):379-382.
WEI W, JIN J M. Advances in diagnosis and treatment of neurogenic bladder[J]. International Journal of Urology and Nephrology, 2021, 41(2): 379-382.

[18] LEFAUCHEUR J P, ALEMAN A, BAEKEN C, et al. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS): An update (2014 - 2018) [J]. Clin Neurophysiol, 2020, 131(2): 474-528.

[19] YAO J W, ZHANG Q C, LIAO X, et al. A corticopontine circuit for initiation of urination[J]. Nat Neurosci, 2018, 21(11): 1541-1550.

[20] 邓皓月, 袁昌艳, 王树琼, 等 . 磁刺激初级运动皮层(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.
DENG H Y, YUAN C Y, WANG S Q, et al. Effect of magnetic stimulation of primary motor cortex(M1) on bladder function in patients with incomplete spinal cord injury[J]. J Chongqing Med Univ, 2020, 45(1): 122-125.

[21] 刘畅, 黄开秀 . 间歇性清洁导尿结合重复经颅磁刺激治疗对神经源性膀胱的治疗作用研究[J]. 重庆医科大学学报, 2020, 45(8): 1240-1242.
LIU C, HUANG K X. Effect of clean intermittent catheterization combined with repetitive transcranial magnetic stimulation on neurogenic bladder[J]. J Chongqing Med Univ, 2020, 45(8): 1240-1242.

[22] LIU J W, LUO C, XIAO W C, et al. Urinary tract infections and intermittent catheterization among patients with spinal cord injury in Chinese community[J]. Sci Rep, 2023, 13: 17683.

[23] 杜霞, 曹辉, 高咪, 等 . 基于膀胱容量-压力测定指导间歇性导尿在老年神经源性膀胱康复中的应用研究[J]. 老年医学与保健, 2023, 29(5): 1061-1065.
DU X, CAO H, GAO M, et al. Application of intermittent catheterization guided by bladder volume pressure measurement in rehabilitation of elderly patients with neurogenic bladder[J]. Geriatr Health Care, 2023, 29(5): 1061-1065.

[24] 王毅, 赵耀瑞 . 卒中后神经源性膀胱诊治专家共识[J]. 中国卒中杂志, 2016, 11(12): 1057-1066.
WANG Y, ZHAO Y R. Expert consensus on diagnosis and treatment of neurogenic bladder after stroke[J]. Chin J Stroke, 2016, 11(12): 1057-1066.

[25] 王文盛, 龙耀斌, 黄雅琳, 等 . 闭环式磁刺激对不完全性脊髓损伤后神经源性膀胱疗效的初步研究[J]. 中国康复医学杂志, 2023, 38(2): 241-244.
WANG W S, LONG Y B, HUANG Y L, et al. Preliminary study on the effect of closed-loop magnetic stimulation on neurogenic bladder after incomplete spinal cord injury[J]. Chin J Rehabil Med, 2023, 38(2): 241-244.

(2025-09-08 收稿)
编辑　沈建国