

·针灸推拿·

本文引用:吕山河,胡碧浓,黄梓铭,吴霞,张雨辰,许明,邓石峰,瞿启毅,艾坤,张泓.电针对骶上脊髓损伤大鼠膀胱尿流动力学和逼尿肌肌电图振幅的影响[J].湖南中医药大学学报,2020,40(11):1355-1360.

电针对骶上脊髓损伤大鼠膀胱尿流动力学和逼尿肌肌电图振幅的影响

吕山河,胡碧浓,黄梓铭,吴霞,张雨辰,许明,邓石峰,瞿启毅,艾坤*,张泓*
(湖南中医药大学,湖南长沙410208)

[摘要] 目的 观察电针对SD大鼠骶上脊髓损伤后神经源性膀胱尿流动力学以及逼尿肌肌电图振幅的影响。方法 将36只雌性SD大鼠随机分成空白组、模型组、治疗组,每组12只。治疗组和模型组大鼠脊髓横断部位为T10节段,在采用Hassan Shaker脊髓横断法基础上加以改良制作全横断大鼠模型。脊髓休克期14d后,给予治疗组电针“三阴交”“次髎”“中极”穴,模型组只捆绑不治疗,空白组不做任何处理。疗程结束后,进行尿流动力学以及逼尿肌肌电图振幅的测定。结果 与空白组相比,模型组的膀胱漏尿点压力明显增高,模型组和治疗组的膀胱灌注量明显增多、膀胱灌注时间明显增长、膀胱逼尿肌肌电图振幅明显降低,差异均有统计学意义($P<0.05$);与模型组相比,治疗组的膀胱漏尿点压力明显降低、膀胱灌注量明显减少、膀胱灌注时间明显缩短、逼尿肌肌电图振幅明显增高,差异均有统计学意义($P<0.05$)。结论 电针治疗可改善大鼠骶上脊髓损伤后神经源性膀胱的尿流动力学,提高逼尿肌肌电图振幅。

[关键词] 脊髓损伤;神经源性膀胱;电针;尿流动力学;逼尿肌;肌电图

[中图分类号] R245.97

[文献标志码] A

[文章编号] doi:10.3969/j.issn.1674-070X.2020.11.012

Effects of Electroacupuncture on Bladder Urodynamics and Detrusor Electromyography Amplitude in Rats with Suprasacral Spinal Cord Injury

LYU Shanhe, HU Binong, HUANG Ziming, WU Xia, ZHANG Yuchen, XU Ming, DENG Shifeng,
QU Qirui, AI Kun*, ZHANG Hong*
(Hunan University of Chinese Medicine, Changsha, Hunan 410208, China)

[Abstract] **Objective** To observe the effects of electroacupuncture on neurogenic bladder urodynamics and detrusor electromyogram amplitude after suprasacral spinal cord injury in SD rats. **Methods** Thirty-six female SD rats were randomly divided into a blank group, a model group and a treatment group, with 12 rats in each group. The rats in the treatment group and the model group were modified to make the fully transected rat model based on Hassan Shaker's spinal cord transection method at T10 level of spinal cord. Fourteen days after spinal cord shock, the treatment group was given electroacupuncture at points Sanyinjiao (SP6), Ciliao (BL32), and Zhongji (RN3). The model group was only bound without treatment, and the blank group was not treated. After the treatment, the urodynamic synchronous detrusor electromyogram was measured to observe the effect of electroacupuncture on neurogenic bladder urodynamic and detrusor electromyogram amplitude after supracral spinal cord in SD rats. **Results** Compared with the blank group, the bladder leak pressure in the model group and the treatment group was significantly increased, and the bladder perfusion volume was significantly increased. The bladder perfusion time was increased significantly, and the electromyogram amplitude of bladder detrusor was decreased significantly. The difference was statistically significant ($P<0.05$).

[收稿日期] 2020-06-15

[基金项目] 国家自然科学基金面上项目(81874510);湖南省自然科学基金青年项目(82019JJ50437);湖南省中医药管理局科研计划项目重点课题(8201704)。

[作者简介] 吕山河,男,在读硕士研究生,研究方向:常见疾病针灸康复机理的研究。

[通讯作者] *艾坤,男,副教授, E-mail: aikun650@qq.com; 张泓,男,教授,博士, E-mail: zh5381271@sina.com。

Compared with the model group, the pressure of bladder leak point in the treatment group was significantly reduced, and the amount of bladder perfusion was significantly reduced. The bladder perfusion time was significantly shortened, and the electromyogram amplitude of detrusor muscle was significantly increased. The difference was statistically significant ($P < 0.05$).

Conclusion Electroacupuncture can improve the urodynamics of neurogenic bladder and increase the amplitude of detrusor electromyography after suprasacral spinal cord injury in rats.

[**Keywords**] spinal cord injury; neurogenic bladder; electroacupuncture; urodynamic; detrusor; electromyography

脊髓损伤(spinal cord injury, SCI)主要是由于外伤引起,是临床神经外科常见的疾病之一。在全部SCI患者中,骶髓以上损伤的患者占比达到80%以上,骶上脊髓损伤(suprasacral spinal cord injury, SSCI)后脊髓结构被破坏,功能会有不同程度的丧失,使损伤平面以下所支配的肢体和内脏出现不同程度的功能障碍^[1],神经源性膀胱(neurogenic bladder, NB)是其主要的并发症之一。SSCI后,膀胱逼尿肌和尿道括约肌协同失调造成膀胱储尿排尿困难,膀胱内压增高,尿液反流,最终导致肾脏损伤,是病人晚期死亡的主要原因^[2-3]。目前,临床上治疗NB主要采用保守治疗^[4],方法有电针疗法、药物治疗、电刺激治疗、手法按摩等。以往的临床和实验研究均证实,电针在改善SCI所导致的NB方面具有较好的疗效^[5-10]。本课题拟观察电针对脊髓T10水平完全横断的SD大鼠的膀胱尿流动力学和逼尿肌肌电图的效应,为电针干预逼尿肌-尿道括约肌协同失调型膀胱提供一定的理论支持。

1 材料与方 法

1.1 实验动物

36只SPF级雌性成年SD大鼠,由湖南中医药大学动物实验中心提供,许可证号为SCXK(湘)2019-0004,合格证号为1107271911006889,体质量在230~250g之间,分笼饲养于湖南中医药大学动物中心实验室,饲养温度24~26℃,湿度50%~70%。实验单位使用许可证号为SYXK(湘)2019-0009,伦理证明号为LL2019092303。

1.2 主要试剂、药物和仪器

10%水合氯醛溶液(国药集团化学试剂有限公司,100 mL),青霉素钠(华北制药集团有限责任公司,80万单位),生理盐水(哈药集团有限公司,500 mL),象皮生肌膏(湖南中医药大学第一附属医院);苦苹果防舔防咬喷剂(美国Grannick,236 mL);导尿管

(上海上医康鸽医用器材有限责任公司,F3);针灸针(苏州天一针灸器械有限公司,0.25 mm×25 mm、0.25 mm×13 mm);MP-150多通道生理记录仪(美国BIOPAC公司,MP150-WSW);双通道微量注射泵(史密斯医学仪器有限公司,WZ-50C6);电针治疗仪(苏州医疗用品厂有限公司,SDZ-V)等。

1.3 动物分组

36只大鼠随机编号,按随机数字表法随机分成3组,分别为空白组、模型组、治疗组,每组12只。

1.4 造模方法及造模后护理

1.4.1 手术方法 大鼠术前24h禁食不禁水,并于术前2h腹腔注射20万单位青霉素钠预防感染。用10%水合氯醛300 mg/kg行腹腔麻醉后,大鼠以俯卧位捆绑于鼠板上固定备皮,采用Hassan Shaker脊髓横断法^[11]基础上加以改良制作骶上脊髓损伤模型。脊髓横断部位为T10节段,以浮肋连接T13作为骨性标志向上定位T8椎骨以确定T10脊髓阶段。确定手术部位后做标记并消毒皮肤,以标记点为中心沿背部正中中线做长约3cm左右的纵向切口,依次切开表皮和皮下筋膜,使用玻璃分针钝性分离两侧竖脊肌,使棘突和椎板充分暴露。用显微咬骨器从尾侧向头侧咬除T8椎板直至两侧椎弓根充分暴露脊髓,用牙科钩沿横断椎间隙横向小幅度钩出脊髓,手术刀切断脊髓后反复刮扫以确定脊髓完全横断,确定无神经纤维残留,则表明脊髓完全横断^[12]。由内向外逐层缝合,手术过程要严格消毒无菌操作,术后观察大鼠的生命体征是否平稳。

1.4.2 术后护理 (1)手术后置于电热毯上进行体温控制以防止体温过低,以肛温计上升到37℃以上为佳,大鼠均单笼饲养。(2)手术后48h内每12h腹腔注射青霉素钠20万单位以抗炎,48h后开始每24h注射1次直至术后第7天。治疗前若有大鼠出现血尿、脓尿时,每24h腹腔注射青霉素钠(20万单位/只)以抗炎,直至尿液澄清。每24h使用碘

酒在手术部位及周围皮肤消毒 3 次,以防止感染。(3)模型大鼠每 8 h(早、中、晚)均用 Crede 法对大鼠进行人工辅助排尿,注意手法和力度,防止损伤膀胱。密切观察大鼠的生命体征,每日总饮水量小于 30 mL,防止因膀胱大量尿潴留导致肾脏及膀胱壁损伤。(4)用 50%乙醇溶液擦拭大鼠的身体(腹部及双下肢)以防止褥疮,有褥疮形成的用象皮生肌膏涂抹以促进伤口愈合。(5)因手术后大鼠的下肢感觉缺失,部分老鼠会出现自噬,将大鼠的下肢涂上苦苹果防舔防咬喷剂以防止自噬。

1.4.3 成模及剔除标准 术后第 12 天对模型大鼠脊髓横断情况进行 Basso Beatlie Bresnahan(BBB)评分^[13]来评估大鼠的运动功能。BBB 评分是将动物放入开口盆,轻敲盆壁,使其爬行,观察动物的臀、膝、踝关节行走、躯干运动及其协调情况。评分由 0 分至 21 分,0 分为无可见双后肢活动。分数增加,大鼠躯干及双后肢运动功能逐渐改善。21 分为持续性掌面移动、持续性协调步态、足趾持续抓地、尾巴翘起、躯干稳定、活动过程中身体与主动爪位置始终平行。两人采用单盲法对评价结果分别进行记录并整理分析。成模标准^[14]:(1)对后肢运动功能的评估:模型大鼠在前肢行走时后肢处于拖动状态, BBB 评分为 0 分,则认为大鼠模型成功。(2)对膀胱排尿功能的评估:模型大鼠在手术麻醉及脊髓休克期,膀胱胀大处于潴留状态,需手法辅助排尿。脊髓休克期过后逼尿肌出现无抑制性收缩,膀胱胀大不明显,且大鼠下腹部及笼内垫料潮湿,则认为大鼠模型成功。剔除标准:模型大鼠中如出现双后肢自主运动,脊髓休克期后大量尿潴留或自主排尿、自噬或死亡的情况,则不纳入实验研究^[15]。

1.5 穴位定位和电针方法

1.5.1 取穴定位 参照“十五”国家规划统编教材《实验针灸学》大鼠标准穴位图谱定位,并模拟人体腧穴骨度分寸法量取次髎、中极和三阴交^[16]。

1.5.2 电针方法 对治疗组大鼠于造模后第 14 天开始电针干预,1 次/d,共 7 次。所有穴位均用直刺,针刺深度:次髎直刺 15 mm,中极直刺 5 mm,三阴交直刺 5 mm。电针刺激参数为疏密波 10/50 Hz、电流 0.1 mA,强度以肢体轻颤并耐受为度。将大鼠仰卧位固定于鼠板上,各穴均用 30 号 1 寸针,进针后

接用 SDZ-V 型华佗牌电针治疗仪,中极与三阴交一组(三阴交左右两穴隔日交替进行),留针时间 20 min。仰卧位治疗后将大鼠俯卧位固定,次髎穴与大鼠尾根部一组(次髎穴左右两穴隔日交替进行),重复以上操作。

1.6 观察指标及方法

治疗 7 d 结束后,分别对 3 组 SD 大鼠行尿流动力学和逼尿肌 EMG 同步测量,并记录相应数据。尿流动力学指标包括漏尿点压力、灌注量、灌注时间^[17]。逼尿肌 EMG 指标为 EMG 振幅大小^[18]。

1.6.1 尿流动力学的测量 尿流动力学采用膀胱造瘘法^[19],10%水合氯醛 300 mg/kg 腹腔注射麻醉后,手法辅助大鼠排尿,仰卧位固定在实验室操作台上进行下腹部备皮、皮肤常规消毒。耻骨联合上正中中线作纵向 2 cm 切口暴露膀胱,于膀胱穹窿处以头皮针穿刺进膀胱插入 F3 导管,2-0 丝线绕插管处把膀胱与导管结扎捆绑防止发生渗漏,将膀胱内残余尿液经 F3 导管连接注射器全部排出。MP-150 测压管经三通管分别与 F3 导管和微量注射泵相连,微量注射泵按速度 0.1 mL/min 用温度为 25~35 ℃的生理盐水进行灌注。导尿管插入膀胱前与膀胱水平放置,设置 MP-150 主机压力基线为零。观察并电脑记录膀胱压力曲线的变化和漏尿情况:大鼠首次出现漏尿时刻的压力即为漏尿点压力,此时的时间为灌注时间,灌入膀胱的液体量即为灌注量。

1.6.2 逼尿肌肌电图的测量 导尿管接完,在膀胱体的上 1/3 左右分别用两根正负极氯化银的导电针平行刺入两侧逼尿肌表皮,地线针刺入大鼠尾距根部 4 cm 处,防止电极针刺穿膀胱,每只测量的位置尽量相同。导线另一端连接 MP-150 主机肌电模块。此过程中应注意电极针处剔除干净,实验者需要在一个安静封闭的环境下操作,尽量避免靠近一些电器以防干扰。若在实验过程中出现干扰信号,应该立即停止并寻找原因,待完全排除后再继续进行实验。

1.7 统计学方法

本实验结果采用 SPSS 19.0 统计软件进行数据处理。各检测指标统计数据均以“ $\bar{x} \pm s$ ”表示,所有资料进行正态性检验:符合正态分布者,多组计量资料采用单因素方差分析,方差齐者用 LSD 和 SNK 法,方差不齐者用 Tamhane's T2 或 Dunnett's T3 法;不

符合正态分布者采用秩和检验。均以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般结果

造模过程中失血过多死亡 2 只大鼠,使用同一批次大鼠补充。术后大鼠食量减少、体质量减轻,2 只(模型组、治疗组各 1 只)大鼠发生腹胀后死亡,2 只大鼠发生溃疡涂抹生肌膏后恢复,无自噬现象。

2.2 各组大鼠尿流动力学参数的比较

与空白组相比,模型组的膀胱漏尿点压力明显增高,模型组和治疗组的膀胱灌注量均明显增多,膀胱灌注时间均明显增长,差异均有统计学意义($P < 0.05$);与模型组相比,治疗组的膀胱漏尿点压力明显降低、膀胱灌注量明显减少、膀胱灌注时间明显缩短($P < 0.05$)。见表 1。

表 1 各组大鼠膀胱漏尿点压力、灌注量、灌注时间比较($\bar{x} \pm s$)

组别	n	漏尿点压力/mmHg	灌注量/mL	灌注时间/min
空白组	12	19.36±6.30	0.43±0.27	4.35±2.75
模型组	11	40.34±10.65 [△]	4.72±1.23 [△]	47.22±12.39 [△]
治疗组	11	24.23±12.39 [▲]	2.14±0.59 ^{▲▲}	21.42±5.97 ^{▲▲}
F 值		18.010	29.119	29.119
P 值		<0.000	<0.000	<0.000

注:与空白组比较,[△] $P < 0.05$;与模型组比较,[▲] $P < 0.05$

2.3 各组大鼠膀胱逼尿肌 EMG 振幅大小的比较

与空白组相比,模型组和治疗组逼尿肌 EMG 的振幅均明显降低($P < 0.05$);与模型组相比,治疗组的逼尿肌 EMG 振幅有明显增高($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 各组大鼠膀胱逼尿肌 EMG 振幅比较($\bar{x} \pm s$, mV)

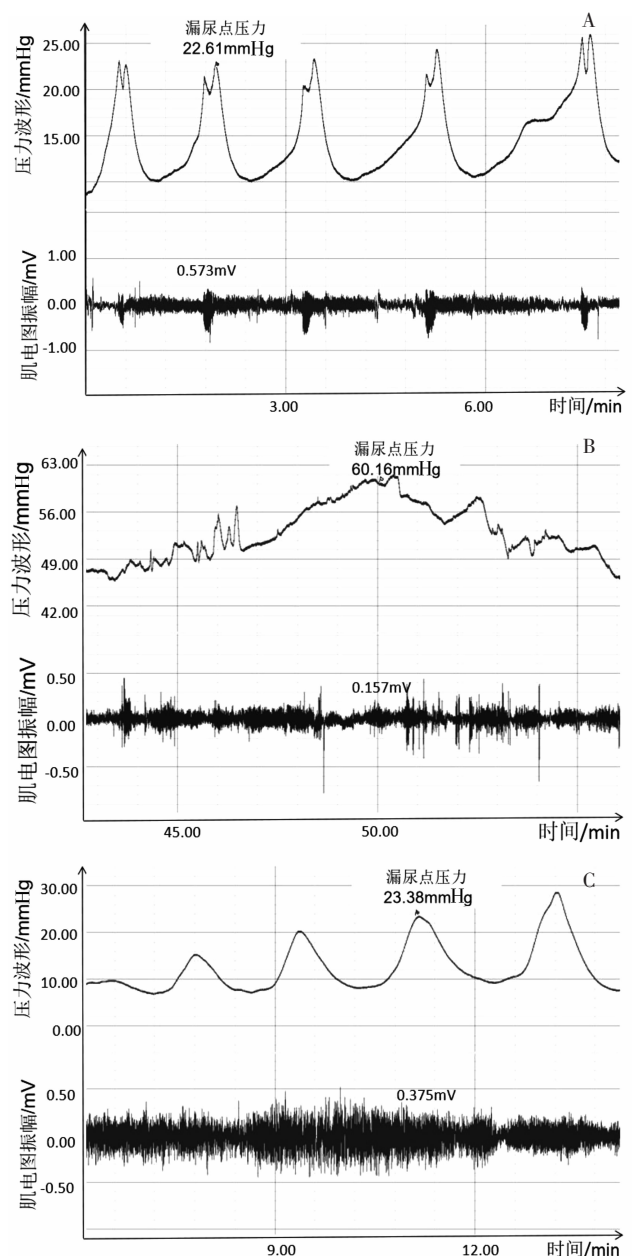
组别	n	EMG 振幅
空白组	12	0.584±0.111
模型组	11	0.230±0.096 [△]
治疗组	11	0.387±0.080 ^{▲▲}
F 值		38.293
P 值		<0.000

注:与空白组比较,[△] $P < 0.05$;与模型组比较,[▲] $P < 0.05$

2.4 各组大鼠尿流动力学曲线与 EMG 振幅对照分析

空白组尿流动力学曲线与 EMG 振幅对照(见图 1A),膀胱内压达到排尿阈值后,逼尿肌兴奋,产生排尿,尿流动力学曲线峰值即漏尿点压,其与逼尿肌 EMG 波形形成了明确的对应关系,逼尿肌与括约肌

协同正常;模型组尿流动力学曲线与 EMG 振幅对照(见图 1B),T10 脊髓横断损伤后,骶髓排尿低位中枢不受抑制,可见逼尿肌受膀胱内压增高的影响持续兴奋,EMG 波形形成多个波峰,尿流动力学曲线可见灌注量、漏尿点压异常增高,反映逼尿肌与括约肌协同失调;治疗组尿流动力学曲线与 EMG 振幅对照(见图 1C),因 T10 脊髓横断损伤,同样可见逼尿肌持续兴奋,形成多个 EMG 波峰,但尿流动力学曲线明显改善,反映括约肌与逼尿肌协同明显改善。



注:A.空白组;B.模型组;C.治疗组

图 1 各组尿流动力学曲线与逼尿肌 EMG 对照图

3 讨论

SSCI 脊髓休克期后,位于脊髓的交感、副交感

排尿中枢由于失去了高位中枢的抑制,导致排尿时逼尿肌和尿道内括约肌(膀胱颈及后尿道)同时出现收缩,不能有效排尿,是该病主要并发症之一。

SSCI 所致的膀胱储尿排尿障碍在中医学归属于“癃闭”范畴,也就是《素问·宣明五气》中提到的“膀胱不利为癃”,属于“小便不利”的范畴。而《素问·标本病传论》曰:“膀胱病,小便闭”,阐明病位在膀胱。现代中医学对 SSCI 导致的膀胱储尿排尿障碍多归因于膀胱、肾和三焦。《素问·灵兰秘典论》曰:“膀胱者,州都之官,津液藏焉,气化则能出矣”,说明水液代谢和循环与膀胱气化功能有关。在本实验中,根据第 5 版中华医典中的文献检索及前期实验研究结果分析,选择对尿潴留治疗有效的“中级”“次髎”“三阴交”穴,治疗 SSCI 大鼠 NB 导致的“癃闭”,以探索电针治疗 SSCI 大鼠逼尿肌-尿道括约肌协同失调型膀胱的效应机制^[20-21]。

尿流动力学和 EMG 检查是目前临床公认的 NB 诊断及疗效评价金标准。EMG 检查主要是以尿道括约肌为主^[22-23],采用 EMG 评估逼尿肌的研究文献只查找到一篇^[24],文献中采用 EMG 评估的是 SSCI 后休克期逼尿肌的兴奋性,目前,尚未有研究采用 EMG 评估 SSCI 休克期后逼尿肌兴奋性的报道,故本研究首次采用 EMG 评估 SSCI 休克期后逼尿肌的兴奋性。本研究首次采用肌电信号和尿流动力学信号同步测量,更能直观反映出膀胱逼尿肌和括约肌之间在储尿排尿时膀胱收缩力的变化情况,有助于进一步了解 NB 的病理机制,直观反映出膀胱功能状态。为求实验结果的准确性和全面性,进一步了解逼尿肌-尿道括约肌协同失调型膀胱的效应机制,本研究选取造瘘法测量尿流动力学和逼尿肌 EMG 评价膀胱的功能状态。

从数据结果中分析,尿流动力学方面:(1)漏尿点压:模型组的压力最高,治疗组与空白组无差异;(2)灌注量:空白组的灌注量最少,治疗组次之,模型组最多;(3)灌注时间:空白组的灌注时间最短,治疗组次之,模型组最长。上述结果表明 SSCI 脊髓休克期后,膀胱产生无抑制性收缩,模拟大鼠分泌尿液的速度向膀胱内注射生理盐水时,模型大鼠的膀胱容量增加,膀胱内压力增高发生尿储留,经过电针治疗后大鼠膀胱最大容量减少及压力降低,提高了

膀胱储尿排尿的功能。逼尿肌 EMG 振幅方面:空白组的 EMG 振幅最高,治疗组次之,模型组最低。表明 SSCI 脊髓休克期后,膀胱逼尿肌收缩力减弱,经过电针治疗后逼尿肌收缩力增加,有利于膀胱排尿。从尿流动力学曲线和逼尿肌 EMG 指标对照来看,经电针治疗后,膀胱逼尿肌和括约肌协同失调明显改善。

此外,实验中存在的一些问题,如 EMG 在实验过程中容易受到干扰,对大鼠进行麻醉与清醒状态下的测量结果可能不同^[25]。造瘘法无法做同组间的治疗前后对比,以及必须打开腹腔暴露膀胱从而对腹部正常生理结构破坏等问题,都可能对结果产生干扰^[26]。

综上所述,SSCI 后 NB 大鼠通过电针“中级”“次髎”“三阴交”穴能在一定程度上改善逼尿肌-尿道括约肌协同失调型膀胱状态,但其信号传导等深层机制仍需进一步探讨。

参考文献

- [1] FUSEINI A G, ANITEYE P, ALHASSAN A. Beyond the diagnosis: Lived experiences of persons with spinal cord injury in a selected town in Ghana[J]. Neurology Research International, 2019, 2019: 9695740.
- [2] WELK B. Quality of life in neurourology patients[J]. European Urology Focus, 2020, 6(3): 531-533.
- [3] 廖利民.神经源性膀胱的治疗现状和进展[J].中国康复医学杂志, 2011,26(3):201-205.
- [4] WYNDAELE J J, BIRCH B, BORAU A, et al. Surgical management of the neurogenic bladder after spinal cord injury [J]. World Journal of Urology, 2018, 36(10): 1569-1576.
- [5] 牛学强,刘洋,刘福云,等.电针翳穴配合肌电生物反馈治疗脊髓损伤后神经源性膀胱疗效观察[J/OL].上海针灸杂志:1-5[2020-07-14].10.13460/j.issn.1005-0957.2020.13.1049.
- [6] 赵崇云,马铁明,李格格,等.电针治疗脊髓损伤后神经源性膀胱作用机制的研究与思考[J].按摩与康复医学,2020(8):13-16,52.
- [7] 马飞翔,李万浪,柏建中,等.八髎穴电针为主治疗脊髓损伤后神经源性膀胱的临床观察[J].上海针灸杂志,2018,37(4):426-430.
- [8] 范筱,汪今朝,刘宇.针灸治疗脊髓损伤后神经源性膀胱疗效和安全性的 Meta 分析[J].中国中医骨伤科杂志,2017,25(9):35-43.
- [9] 尹平,郑慧敏,汤康敏,等.针灸治疗神经源性膀胱的临床研究进展[J].中医药导报,2016,22(17):62-65.
- [10] 吴怡卿,杨原芳.电针八髎穴联合康复训练对卒中后神经源性膀胱尿流动力学的影响[J].中国中医急症,2019,28(3):496-498.

- [11] 许明,张泓,刘继生,等.完全性骶上脊髓损伤后神经源性膀胱大鼠模型的建立及尿流动力学分析[J].中国康复理论与实践,2016,22(8):869-875.
- [12] 张雨辰,张泓,艾坤,等.大鼠脊髓损伤后神经源性膀胱模型的制备[J].中国康复医学杂志,2014,29(6):542-546.
- [13] 陈向荣,游思维,金大地.BBB评分评估脊髓损伤大鼠后肢运动功能的探讨[J].中国脊柱脊髓杂志,2004,14(9):547-549.
- [14] 邓石峰,余雨荷,刘笑萌,等.电针对完全性骶髓损伤神经源性膀胱大鼠尿流动力学及逼尿肌组织中MLCK、MLC、p-MLC的影响[J].湖南中医药大学学报,2020,40(6):727-731.
- [15] 许明,张泓,张健,等.电针对骶上脊髓损伤后神经源性膀胱大鼠尿流动力学及脊髓组织中半胱氨酸天冬氨酸蛋白酶-3表达的影响[J].中国康复医学杂志,2017,32(12):1338-1344.
- [16] 李忠仁.实验针灸学[M].北京:中国中医药出版社,2007.
- [17] 邓悦宁,周达岸,马贤德,等.电针对T10脊髓横断后神经源性膀胱大鼠尿流动力学及Wnt/ β -catenin信号通路的影响[J].吉林大学学报(医学版),2020,46(2):221-227,封2.
- [18] 赖焕玲,梁志健,吴清和,等.不同灌注速度及方法对大鼠膀胱容量、压力及神经传入电活动测定的影响[J].中国病理生理杂志,2015,31(2):379-384.
- [19] 杨静,代秀,吴扬,等.电针“三阴交”对膀胱造瘘术后功能亢进模型大鼠膀胱功能的调节作用[J].中国针灸,2014,34(10):998-1002.
- [20] 许明,张泓,刘继生,等.电针对完全性脊髓损伤后神经源性膀胱大鼠脊髓组织中Caspase-9、细胞色素C及凋亡蛋白酶激活因子-1表达的影响[J].中国康复理论与实践,2017,23(6):628-633.
- [21] 居诗如,张照庆,骆小娟,等.电针关元穴对低顺应性神经源性膀胱大鼠逼尿肌顺应性的影响[J].湖北中医药大学学报,2019,21(4):12-15.
- [22] 孙双权,陈忠,叶章群,等.两种大鼠膀胱测压方法的比较[J].中国比较医学杂志,2008,18(7):50-53.
- [23] KADEKAWA K, YOSHIMURA N, MAJIMA T, et al. Characterization of bladder and external urethral activity in mice with or without spinal cord injury: A comparison study with rats[J]. American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 2016, 310(8): R752-R758.
- [24] 朱毅,黄杰,程洁,等.电针对T10水平脊髓全横断尿潴留大鼠逼尿肌及尿道外括约肌肌电活动的影响[J].中国康复医学杂志,2013,28(2):124-128.
- [25] 宋奇翔,叶宸,谭海颂,等.小鼠膀胱内压力与尿道外括约肌肌电图同步测定方法的建立与验证[J].第三军医大学学报,2017,39(2):179-184.
- [26] 何育霖,李云龙,文一博,等.不同麻醉状态对大鼠膀胱测压的影响[J].现代泌尿外科杂志,2018,23(9):705-709,711.

(本文编辑 匡静之)