

DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2018.04.005

· 综述 ·

## 脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍评估方法的研究进展

张文豪, 杨德刚, 李建军, 杨明亮, 杜良杰, 高峰, 刘长彬, 徐珮珮, 郭韵, 张洁, 秦川, 张超

1. 首都医科大学康复医学院, 北京市 100068; 2. 中国康复研究中心北京博爱医院脊柱脊髓神经功能重建科, 北京市 100068; 3. 北京脑重大疾病研究院神经损伤与修复研究所, 北京市 100068; 4. 北京市神经损伤与康复重点实验室, 北京市 100068

通讯作者: 李建军. E-mail: crcc100@163.com

基金项目: 首都临床特色应用研究与成果推广项目(No. Z171100001017076)

### 摘要

神经源性肠道功能障碍是脊髓损伤最常见的并发症之一, 可引起腹胀、便秘、大便失禁、排便困难以及排便时间延长等症状。目前脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍主要通过一般情况采集、体格检查、临床检查、评价量表以及肠道微生物等进行评估。

**关键词** 脊髓损伤; 神经源性肠道功能障碍; 评估; 肠道微生物; 综述

### Progress in Evaluation of Neurogenic Bowel Dysfunction after Spinal Cord Injury (review)

ZHANG Wen-hao, YANG De-gang, LI Jian-jun, YANG Ming-liang, DU Liang-jie, GAO Feng, LIU Chang-bin, XU Pei-pei, GUO Yun, ZHANG Jie, QIN Chuan, ZHANG Chao

1. Capital Medical University School of Rehabilitation Medicine, Beijing 100068, China; 2. Department of Spinal and Neural Function Reconstruction, Beijing Bo'ai Hospital, China Rehabilitation Research Center, Beijing 100068, China; 3. Center of Neural Injury and Repair, Beijing Institute for Brain Disorders, Beijing 100068, China; 4. Beijing Key Laboratory of Neural Injury and Rehabilitation, Beijing 100068, China

**Correspondence to** LI Jian-jun. E-mail: crcc100@163.com

**Supported by** Research and Development of Capital Clinical Characteristic Applications (No. Z171100001017076)

### Abstract

Neurogenic bowel dysfunction is one of the most common complications of spinal cord injury. It can cause abdominal distension, constipation, fecal incontinence, difficult defecation, prolonged defecation and other symptoms. At present, neurogenic bowel dysfunction is mainly evaluated through general condition, physical examination, experimental examination, professional scales and intestinal microbiota, etc.

**Key words:** spinal cord injury; neurogenic bowel dysfunction; evaluation; intestinal microbiota; review

[中图分类号] R651.2 [文献标识码] A [文章编号] 1006-9771(2018)04-0401-04

[本文著录格式] 张文豪, 杨德刚, 李建军, 等. 脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍评估方法的研究进展[J]. 中国康复理论与实践, 2018, 24(4): 401-404.

**CITED AS:** Zhang WH, Yang DG, Li JJ, et al. Progress in evaluation of neurogenic bowel dysfunction after spinal cord injury (review) [J]. Chin J Rehabil Theory Pract, 2018, 24(4): 401-404.

脊髓损伤是一种高耗费、高发生率、高死亡率以及高致残率的中枢神经系统疾病<sup>[1-3]</sup>, 发病率逐年上升, 导致运动、感觉以及自主神经功能障碍<sup>[4-5]</sup>, 并可引起神经源性肠道功能障碍等并发症, 给家庭和社会带来沉重负担<sup>[6-7]</sup>, 应给予足够的重视<sup>[8-10]</sup>。神经源性肠道功能障碍是脊髓损伤最常见的并发症之一, 可引起腹胀、便秘、大便失禁、排便困难以及排便时间延长等症状<sup>[11-15]</sup>, 对患者的身心健康和生活方式造成严重影响<sup>[16-17]</sup>, 已引起国内外专家学者的广泛关注, 但目前尚无明确的评估方法及有效的治疗方法<sup>[18]</sup>。

有统计显示, 脊髓损伤患者因肠道的神经功能受损<sup>[9]</sup>, 63%~80%并发便秘、大便失禁以及排便困难等神经源性肠道

功能障碍<sup>[19]</sup>。神经源性肠道功能障碍会直接影响患者的睡眠、饮食以及户外活动, 乃至寿命等, 已成为影响患者身心健康和生活质量的主要原因之一<sup>[16-17]</sup>。脊髓损伤进入稳定期之后, 大约 30% 患者认为神经源性肠道功能障碍比神经源性膀胱以及性功能障碍对身心健康及生活质量的影响更为严重<sup>[20]</sup>, 40% 患者认为神经源性肠道功能障碍是中等或严重影响寿命的问题<sup>[21]</sup>。

目前国内外针对脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍的科学研究相对较少, 尤其与神经源性膀胱相关的科学研究相比更不足, 更多的是把肠道功能状况作为脊髓损伤的科学研究及临床治疗的观察指标<sup>[22]</sup>。国内外关于脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍的评估方法参差不齐, 主要以世界胃肠病学组织(World

作者简介: 张文豪(1991-), 男, 汉族, 河南商丘市人, 硕士研究生, 主要研究方向: 脊柱脊髓损伤的康复与治疗。通讯作者: 李建军, 男, 汉族, 教授, 主任医师, 博士生和博士后导师, 主要研究方向: 康复医学、康复教育、康复管理及脊柱脊髓损伤的康复与治疗。

<http://www.cjrtponline.com>

Gastroenterology Organization, WGO)临床指南、罗马Ⅲ诊断标准为主,因脊髓损伤特殊的肠道功能病理变化,这些诊断标准及评价方法尚未在国内外得到普遍承认和使用<sup>[22]</sup>。此外,如排便造影、结肠传输试验以及肛门直肠动力学等检查手段尚未得到广泛普及,国际脊髓损伤肠道功能基础数据集以及国际脊髓损伤肠道功能扩展数据集等专业量表的效度及信度尚需进一步验证,关于脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍的评估方法存在标准不统一、使用不规范等客观问题,影响科学研究及临床治疗的可比性,难以对科学研究及临床治疗形成有效指导<sup>[23]</sup>。

笔者查阅近年来脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍相关文献,对其评估方法进行综述,以期能够为科学研究及临床治疗提供参考依据。

### 1 神经源性肠道功能障碍的特点

正常的排便反射过程是粪便进入直肠后对肠壁的压力感受器进行刺激,产生的刺激信号传导至脊髓骶段的低级排便中枢,并上传至大脑皮层,产生排便冲动<sup>[24]</sup>。当脊髓损伤时,直肠的排便反射以及肛门括约肌的随意控制受损,导致患者排便受阻<sup>[24]</sup>。

肠道功能的状况取决于脊髓损伤的节段和程度等综合情况。不同节段的脊髓损伤,神经源性肠道功能障碍的类型不同。骶副交感神经中枢对肠道动力起着重要的调节作用,肛门括约肌主要由骶髓(S<sub>2-4</sub>)发出的阴部神经支配<sup>[17,25-26]</sup>。由于脊髓损伤失去大脑皮层高级中枢的控制,因此脊髓低级中枢(S<sub>2-4</sub>节段)的存在与否以及脊髓反射通路是否完整,成为影响脊髓损伤患者肠道功能的主要因素。临床上根据骶髓排便反射是否存在,将脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍分为上运动神经元性损伤和下运动神经元性损伤两种类型<sup>[22,27]</sup>:脊髓圆锥水平以上损伤,可导致上运动神经元性损伤,可引起肠易激综合征以及肛门外括约肌痉挛,造成粪便滞留,但此时骶髓排便反射存在;脊髓圆锥水平以下损伤,可导致下运动神经元性损伤,引起肠易激综合征以及大便干结,肛门外括约肌失张力,提肛肌缺乏控制,此时骶髓排便反射消失,常可引起大便失禁。

此外,心理、饮食、药物以及生活习惯也可对脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍造成影响,应予以重视<sup>[28]</sup>。

### 2 神经源性肠道功能障碍的评估方法

#### 2.1 一般情况

神经源性肠道功能障碍的严重程度与脊髓损伤的节段、程度、年龄、牵引、手术以及精神状态等因素有关<sup>[29]</sup>,应予以记录。还应了解患者的饮食、睡眠、排便习惯以及药物使用情况,着重记录大便的量、性质、颜色,排便频率以及排便时间等<sup>[29]</sup>。此外,在病史采集过程中还应注意询问患者的排便感、是否存在精神病史以及家族便秘史等<sup>[23]</sup>。

#### 2.2 体格检查

体格检查包括叩诊(检查肠气)、触知粪块以及直肠触诊<sup>[23]</sup>。在评估脊髓损伤患者的神经源性肠道功能障碍时,医护人员应注意观察患者肛门括约肌反射是否存在,腹部有无胀气,还应注意在脐部周围听诊肠鸣音以了解肠蠕动情况<sup>[29]</sup>。注意通过患者的脊髓损伤节段、程度以及综合情况评估其独立排便能力,进而综合评估患者的神经源性肠道功能障碍。

### 2.3 临床检查

#### 2.3.1 便常规

便常规检验可以明确肠道中有无细菌、病毒以及寄生虫感染。便常规检验包括化验粪便中有无虫卵、红细胞与白细胞,细菌敏感试验以及潜血试验等。便常规检验对于判断神经源性肠道功能障碍是必要而又基本的检验项目。

#### 2.3.2 腹部超声

腹部超声可以测量肠道的直径和面积,可作为一个重要的参数来评估脊髓损伤患者的肠道状况<sup>[30]</sup>。文献报道<sup>[31]</sup>,与下运动神经元性损伤相比,上运动神经元性损伤肠道的直径和面积更小,排便后肠道的直径和面积减少,用腹部超声测量直肠的直径和面积有助于区别神经源性肠道的种类,从而有助于评估脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍。

#### 2.3.3 腹部X线及CT

影像学检查中,腹部X线片可快速、便捷地评估肠道粪便的分布和肠腔扩张的状态<sup>[23]</sup>,可用于评估肠道的严重程度以及是否存在肠梗阻;必要时可拍摄腹部CT以进一步了解肠道状况。

#### 2.3.4 结肠镜及直肠镜

文献报道<sup>[32]</sup>,因脊髓损伤患者便秘、大便干结、结肠扩张以及结肠中水重吸收增加,其肛裂、痔疮、憩室病以及结肠直肠癌风险明显升高。结肠镜及直肠镜可在直视下观察肠道有无结构性改变,并可在必要时取活组织进行检验,因此也用于评估脊髓损伤患者的神经源性肠道功能障碍<sup>[30]</sup>。

#### 2.3.5 表面肌电图

表面肌电图是运用表面电极从被检测肌肉的皮肤表面获得的神经肌肉系统活动时的生物电时间序列信号<sup>[33-34]</sup>。该信号源自大脑皮质运动区,为众多外周肌肉运动单位电位的总和,即运动单位动作电位(motor unit action potential, MUAP),能够反映神经肌肉的活动状态,并且具有方便灵敏、数据客观等特点,在神经肌肉功能评定等方面具有重要的实用价值<sup>[33-34]</sup>。由于盆底肌在调节排便规律以及控制排便等方面有重要的作用,因此表面肌电图可以作为评估脊髓损伤后神经源性肠道功能状况和盆底肌功能的量化指标,对进一步评估脊髓损伤患者盆底肌功能训练计划,改善神经源性肠道功能障碍具有一定的临床应用价值<sup>[33,35]</sup>。

#### 2.3.6 其他临床检查

粪便造影检查<sup>[30,36]</sup>、肠道动力测量、肠道屏障功能、肠道通透性测量以及肠道传输功能测定等检查目前多应用于脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍相关科学研究之中,尚未在临床中广泛普及。

### 2.4 评价量表

#### 2.4.1 国际脊髓损伤肠功能基础数据集

国际脊髓损伤肠功能基础数据集是由美国脊髓损伤协会、国际脊髓学会、国际脊髓损伤标准和数据集执行委员会的专家工作组制订<sup>[37]</sup>。制订国际脊髓损伤肠功能基础数据集的目的在于提供一个标准化方法,用于评估神经源性肠道功能障碍,它还便于评估和比较各项有关脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍的科学研究及临床治疗。借鉴并运用国际脊髓损伤肠功能基础数据集,有助于提高我国脊髓损伤患者的神经源性肠道功能障碍的评估水平,从而更好与世界接轨<sup>[37-38]</sup>。

### 2.4.2 国际脊髓损伤肠功能扩展数据集

国际脊髓损伤肠功能扩展数据集主要提供一个标准化格式,用于评估脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍,可以从中获得更多的肠道信息,科学研究以及临床治疗可以从以标准化方式详细收集而得到的数据中受益<sup>[39]</sup>。在收集脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍数据信息时,为了便于比较不同国家、不同中心以及不同患者的症状、治疗方法以及临床结果,最好采用国际通用的脊髓损伤数据集<sup>[37]</sup>。国际脊髓损伤肠功能基础数据集最好与可提供更多肠道功能信息的国际脊髓损伤肠功能扩展数据集同时运用<sup>[37,39]</sup>。

### 2.4.3 Barthel指数(肠道功能部分)

Barthel指数是美国康复医疗机构中比较常用的一种日常生活活动能力(activity of daily living, ADL)评定方法,于1965年由美国人Dorothea Barthel及Florence Mahney共同设计并制订<sup>[40]</sup>。Barthel指数的敏感性及其可信度较高,并且操作简单,是应用比较广泛的一种ADL评定方法。Barthel指数评估大便情况时,分值0~10分,0分表示患者完全不能控制排便,5分表示有便意但偶尔失控,10分表示患者排便完全自控,分值越高则说明患者排便控制越好<sup>[41]</sup>。

### 2.4.4 其他

对脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍比较常用的诊断标准及评估方法以世界胃肠病学组织临床指南、罗马Ⅲ诊断标准为主<sup>[23,30]</sup>,其他相关诊断标准及评估方法有便秘外科诊治指南、中国慢性便秘诊治指南、便秘诊治指南、Wexner便秘评分、Cleveland便秘评分系统以及神经源性肠道功能障碍评分等<sup>[23,30]</sup>。Wexner便秘评分、Cleveland便秘评分系统以及神经源性肠道功能障碍评分等所需的数据信息已纳入国际脊髓损伤肠功能基础数据集和国际脊髓损伤肠功能扩展数据集<sup>[37]</sup>。

### 2.5 肠道微生物

肠道被认为是人体内最大的内分泌器官,肠道微生物及其代谢产物通过神经、免疫以及内分泌等途径影响大脑,因此肠道也被称为人体的第二大脑<sup>[42-43]</sup>。与此同时,机体也通过此途径调控肠道微生物的构成,使肠道微生物保持平衡,即构成“微生物-脑-肠轴”<sup>[43-45]</sup>。脊髓损伤后患者的大脑与肠道之间的神经传导通路受到损害,进而干扰肠道微生物动态平衡<sup>[46]</sup>。近年来,肠道微生物已成为热门的研究领域之一<sup>[45]</sup>,肠道微生物在脊髓损伤中的研究也逐渐增多。研究表明,脊髓损伤后可发生肠道菌群移位,严重时可发生内毒素血症,增加全身炎症反应综合征以及多器官功能障碍综合征的风险<sup>[47-48]</sup>。脊髓损伤改变了肠道微生物的种类及组成,并且这些肠道微生物的改变可以加重脊髓损伤,降低其功能恢复;使用益生菌抵消这些变化可在一定程度上促进脊髓损伤恢复<sup>[49]</sup>。Gungor等<sup>[50]</sup>纳入15例上运动神经元性损伤患者、15例下运动神经元性损伤患者和10例健康对照组,使用16S rRNA克隆文库技术对粪便标本中的肠道微生物进行分析,结果表明脊髓损伤患者和健康对照者的肠道微生物有差异,且上运动神经元性损伤患者与下运动神经元性损伤患者之间的肠道微生物亦有差异。目前,肠道微生物在脊髓损伤中的研究越来越广泛,随着多中心、大样本、随机对照的基础研究及临床研究的广泛开展,运用肠道微生物评估脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍将亦成为可能。

### 3 总结与展望

神经源性肠道功能障碍给脊髓损伤患者造成很大的生理和心理问题,给患者带来的痛苦并不亚于失去运动功能<sup>[51]</sup>。脊髓损伤早期,人们更多关注的是运动功能的丧失,较少关注神经源性肠道功能障碍<sup>[30]</sup>。不同脊髓损伤患者的肠道情况不同,神经源性肠道功能障碍病因复杂,涉及中枢神经对肠道周围神经的控制和肠道自主神经功能紊乱等复杂机制,至今尚无理想的评估方法及治疗方法,严重影响患者的身心健康以及生活质量<sup>[16-17]</sup>。

上世纪末,专家学者开始关注脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍带来的心理影响,但目前对神经源性肠道功能障碍的评估多以功能评价和生活质量评价为主<sup>[23]</sup>。目前,对脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍尚缺乏统一而规范的诊断标准和评估方法,大多使用一些常见的临床指南及诊断标准,极少使用专门的神经源性肠道功能障碍的评价量表<sup>[30]</sup>。随着神经生理学、医学技术以及康复工程等方面的深入发展以及多中心、大样本、规范化等符合循证医学要求的随机对照试验的广泛开展,排便造影、结肠传输试验以及肛门直肠动力学等检查手段将会得到普及,国际脊髓损伤肠功能基础数据集以及国际脊髓损伤肠功能扩展数据集等专业量表的效度及信度或许得到验证,将极大促进及改进脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍的评估方法,进而准确评估其严重性和对患者造成的影响,为科学研究和临床治疗提供重要的参考依据,为脊髓损伤患者提供个性化、规律、可操作性强的肠道管理策略<sup>[16,30,52]</sup>,从而最大限度地提高脊髓损伤患者的身心健康和生活质量,为脊髓损伤患者带来福音。

### 【参考文献】

- [1] Jain NB, Ayers GD, Peterson EN, et al. Traumatic spinal cord injury in the United States, 1993-2012 [J]. *JAMA*, 2015, 313(22): 2236-2243.
- [2] Wang H, Liu X, Zhao Y, et al. Incidence and pattern of traumatic spinal fractures and associated spinal cord injury resulting from motor vehicle collisions in China over 11 years: An observational study [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2016, 95(43): e5220.
- [3] Yang R, Guo L, Huang L, et al. Epidemiological characteristics of traumatic spinal cord injury in Guangdong, China [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2017, 42(9): E555-E561.
- [4] Hsieh CH, DeJong G, Groah S, et al. Comparing rehabilitation services and outcomes between older and younger people with spinal cord injury [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2013, 94(4 Suppl): S175-S186.
- [5] DeVivo MJ, Chen Y. Trends in new injuries, prevalent cases, and aging with spinal cord injury [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2011, 92(3): 332-338.
- [6] Spinal cord injury facts and figures at a glance [J]. *J Spinal Cord Med*, 2012, 35(6): 480-481.
- [7] Bhalala OG, Srikanth M, Kessler JA. The emerging roles of microRNAs in CNS injuries [J]. *Nat Rev Neurol*, 2013, 9(6): 328-339.
- [8] Lee BB, Cripps RA, Fitzharris M, et al. The global map for traumatic spinal cord injury epidemiology: update 2011, global incidence rate [J]. *Spinal Cord*, 2014, 52(2): 110-116.
- [9] Mitchell RJ, Bambach MR. Personal injury recovery cost of pedestrian-vehicle collisions in New South Wales, Australia [J]. *Traffic Inj Prev*, 2016, 17(5): 508-514.

- [10] 张文豪, 李建军, 杨德刚, 等. MicroRNA在脊髓损伤中的研究进展[J]. 中国康复理论与实践, 2017, 23(6): 649-653.
- [11] Liu CW, Huang CC, Chen CH, et al. Prediction of severe neurogenic bowel dysfunction in persons with spinal cord injury [J]. Spinal Cord, 2010, 48(7): 554-559.
- [12] Faaborg PM, Finnerup NB, Christensen P, et al. Abdominal pain: a comparison between neurogenic bowel dysfunction and chronic idiopathic constipation [J]. Gastroenterol Res Pract, 2013, 2013: 365037.
- [13] Faaborg PM, Christensen P, Rosenkilde M, et al. Do gastrointestinal transit times and colonic dimensions change with time since spinal cord injury? [J]. Spinal Cord, 2011, 49(4): 549-553.
- [14] Zanca JM, Dijkers MP, Hammond FM, et al. Pain and its impact on inpatient rehabilitation for acute traumatic spinal cord injury: analysis of observational data collected in the SCIREhab study [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2013, 94(4 Suppl): S137-S144.
- [15] Whiteneck GG, Gassaway J. SCIREhab uses practice based evidence methodology to associate patient and treatment characteristics with outcomes [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2013, 94(4 Suppl): S67-S74.
- [16] Engkasan JP, Sudin SS. Neurogenic bowel management after spinal cord injury: Malaysian experience [J]. J Rehabil Med, 2013, 45(2): 141-144.
- [17] Fynne L, Worsøe J, Gregersen T, et al. Gastric and small intestinal dysfunction in spinal cord injury patients [J]. Acta Neurol Scand, 2012, 125(2): 123-128.
- [18] 朱黎婷, 朱毅, 张文毅, 等. 中医药在脊髓损伤神经源性肠道功能障碍的研究进展[J]. 世界华人消化杂志, 2012, 20(35): 3549-3557.
- [19] 谭菊香, 荣丽. 肠道功能训练改善脊髓损伤后便秘的效果研究[J]. 护理研究, 2014, 28(1): 64-65.
- [20] Hammell KR. Spinal cord injury rehabilitation research: patient priorities, current deficiencies and potential directions [J]. Disabil Rehabil, 2010, 32(14): 1209-1218.
- [21] Adriaansens JJ, van Asbeck FW, van Kuppevelt D, et al. Outcomes of neurogenic bowel management in individuals living with a spinal cord injury for at least 10 years [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2015, 96(5): 905-912.
- [22] 刘秋玲, 陈晖. 电针治疗脊髓损伤后肠道功能障碍临床研究概况[J]. 中国伤残医学, 2017, 25(2): 98-100.
- [23] 朱黎婷, 朱毅. 脊髓损伤神经源性肠道功能障碍的诊断、评价和康复治疗现状[J]. 中国康复医学杂志, 2013, 28(12): 1163-1167.
- [24] 李晓芬, 袁瑞好. 肠道功能训练在脊髓不完全性损伤引起的大便失禁中的应用及疗效分析[J]. 国际医药卫生导报, 2012, 18(24): 3583-3584.
- [25] Thomas GP, Norton C, Nicholls RJ, et al. A pilot study of transcutaneous sacral nerve stimulation for faecal incontinence [J]. Colorectal Dis, 2013, 15(11): 1406-1409.
- [26] Worsøe J, Rasmussen M, Christensen P, et al. Neurostimulation for neurogenic bowel dysfunction [J]. Gastroenterol Res Pract, 2013, 2013: 563294.
- [27] 王玉明, 冯雨桐, 杨华东. 脊髓损伤后神经源性肠道功能管理的研究进展[J]. 中国康复理论与实践, 2016, 22(3): 286-289.
- [28] 袁丽娜. 脊髓损伤患者便秘的护理[J]. 河北联合大学学报(医学版), 2012, 14(6): 870-871.
- [29] 林丽芳. 不完全性脊髓损伤患者肠道功能评估与重建[J]. 当代护士旬刊, 2014(6): 50-52.
- [30] 程乔, 李武平. 脊髓损伤病人神经源性肠道功能紊乱研究进展[J]. 护理研究, 2017, 31(30): 3779-3783.
- [31] Kim GW, Won YH, Ko MH, et al. Ultrasonic measurement of rectal diameter and area in neurogenic bowel with spinal cord injury [J]. J Spinal Cord Med, 2016, 39(3): 301-306.
- [32] Hayman AV, Guihan M, Fisher MJ, et al. Colonoscopy is high yield in spinal cord injury [J]. J Spinal Cord Med, 2013, 36(5): 436-442.
- [33] 李雪萍, 陈安亮, 周俊, 等. 完全性脊髓损伤后肠道功能障碍患者盆底肌表面肌电特征的研究[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2008, 30(12): 816-818.
- [34] 金佳然, 朱玉连. 表面肌电图在脑卒中康复中的应用与研究进展[J]. 中国康复, 2016, 31(3): 197-200.
- [35] 丛芳, 李建军, 周红俊, 等. 脊髓损伤患者盆底表面肌电与肠功能的相关性研究[J]. 中国康复理论与实践, 2012, 18(6): 558-561.
- [36] 桑海燕, 庞灵, 张春苗, 等. 脊髓损伤后神经源性直肠的康复护理新进展[J]. 中华现代护理杂志, 2014, 15(24): 3288-3290.
- [37] 郑樱, 周红俊, 李建军, 等. 国际脊髓损伤肠功能基础数据集[J]. 中国康复理论与实践, 2010, 16(3): 208-211.
- [38] 张洁, 杨德刚, 李建军, 等. 国际脊髓损伤肠功能基础数据集最新修订及解读[J]. 中国康复理论与实践, 2017, 23(10): 1236-1239.
- [39] 郑樱, 周红俊, 李建军, 等. 国际脊髓损伤肠功能扩展数据集[J]. 中国康复理论与实践, 2010, 16(2): 194-198.
- [40] Della Pietra GL, SaVio K, Oddone E, et al. Validity and reliability of the Bathel index administered by telephone [J]. Stroke, 2011, 42(7): 2077-2079.
- [41] 李轲. 25例脊髓损伤患者的肠道功能训练分析[J]. 中国现代医生, 2015, 53(17): 85-87.
- [42] Sinagoga KL, Wells JM. Generating human intestinal tissues from pluripotent stem cells to study development and disease [J]. EMBO J, 2015, 34(9): 1149-1163.
- [43] Saffrey MJ. Aging of the mammalian gastrointestinal tract: a complex organ system [J]. Age (Dordr), 2014, 36(3): 1019-1032.
- [44] Lin L, Zhang J. Role of intestinal microbiota and metabolites on gut homeostasis and human diseases [J]. BMC Immunol, 2017, 18(1): 2.
- [45] 齐诗蕊, 孙刚. 肠道菌群对中枢神经系统的影响及机制[J]. 中华保健医学杂志, 2017, 19(1): 84-86.
- [46] 逯晓蕾, 李建军, 杜良杰, 等. 脊髓损伤后肠道功能的变化[J]. 中国康复理论与实践, 2010, 16(8): 758-760.
- [47] Bai C, An H, Wang S, et al. Treatment and prevention of bacterial translocation and endotoxemia with stimulation of the sacral nerve root in a rabbit model of spinal cord injury [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2011, 36(5): 363-371.
- [48] Sigurdson E, Tørhaug T. Spinal cord injury and bowel function [J]. Tidsskr Nor Laegeforen, 2012, 132(9): 1107-1110.
- [49] Kigerl KA, Hall JC, Wang L. Gut dysbiosis impairs recovery after spinal cord injury [J]. J Exp Med, 2016, 213(12): 2603-2620.
- [50] Gungor B, Adiguzel E, Gursel I, et al. Intestinal microbiota in patients with spinal cord injury [J]. PLoS One, 2016, 11(1): e0145878.
- [51] 龙志华, 高飞, 张锋良, 等. 大鼠脊髓损伤后P物质与神经源性肠道功能障碍的关系[J]. 中国康复理论与实践, 2014, 20(8): 718-722.
- [52] Kim JY, Koh ES, Leigh J, et al. Management of bowel dysfunction in the community after spinal cord injury: a postal survey in the Republic of Korea [J]. Spinal Cord, 2012, 50(4): 303-308.

(收稿日期:2018-01-29 修回日期:2018-02-08)