

## 上海交通大学医学院



学者介绍

Author introduction

**郑宪友** 博士

主任医师、博士生导师

ORCID ID: 0000-0002-9770-5394

**ZHENG Xian-you**

Ph.D

Chief Physician, Doctoral Supervisor

ORCID ID: 0000-0002-9770-5394

**郑宪友** (1976—), 上海交通大学附属第六人民医院骨科主任医师。2002 年于复旦大学附属华山医院手外科专业获博士学位, 随后在第二军医大学 (现海军军医大学) 附属长征医院临床医学博士后流动站工作。2014 年 5 月—2015 年 5 月作为高级访问学者赴美国密西西比大学医学中心访问。现任中华医学会显微外科分会青年副主任委员、亚太重建显微外科联盟中国部委员兼副秘书长、中华医学会显微外科分会工作秘书、中国医师学会骨科医师分会青年委员, 及《中国修复重建外科杂志》《中华实验外科杂志》《中华手外科杂志》等期刊编委。

- 主要从事创伤骨科与显微修复重建的临床与科研工作。目前主持承担各级课题 4 项, 包括国家自然科学基金面上项目 2 项。近 3 年, 先后在 *Journal of Bone and Joint Surgery (AM)*、*Clinical Orthopaedics and Related Research*、*Plastic and Reconstructive Surgery*、*Scientific Reports*、*International Orthopaedics* 等期刊发表 SCI 收录论文 11 篇。2011 年入选上海交通大学新百人计划。2014 年获“生命之光”汇添富青年医学人才发展基金上海交通大学医学院“青年十杰”(提名奖)。2016 年入选上海市浦江人才计划、上海市教育委员会高峰高原学科建设计划。

**ZHENG Xian-you** born in 1976, chief physician of Department of Orthopaedic Surgery, Shanghai Sixth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University. He received his Ph.D in the Department of Hand Surgery, Huashan Hospital, Fudan University, and continued the post-doc research in the Clinical Medicine Department of Shanghai Changzheng Hospital, The Second Military Medical University (Naval Medical University at present). He used to work at the University of Mississippi Medical Center as a senior visiting scholar for 1 year from 2014. Dr. ZHENG is currently the youth vice chairman in Chinese Society of Microsurgery, member and deputy secretary of Chinese Sector in Asia-Pacific Federation of Societies for Reconstructive Microsurgery, executive secretary of Chinese Society of Microsurgery, and a youth member of Chinese Society of Orthopedics. He also acts as the editorial board member of *Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery*, *Chinese Journal of Experimental Surgery*, and *Chinese Journal of Hand Surgery*.

- Dr. ZHENG is specialized and dedicated in traumatic orthopedics, microsurgery, and reconstructive surgery. He is currently supported by 4 grants including two from the General Program of National Natural Science Foundation of China. In the past 3 years, he has published totally 11 articles in multiple SCI-indexed journals including *Journal of Bone and Joint Surgery (AM)*, *Clinical Orthopaedics and Related Research*, *Plastic and Reconstructive Surgery*, *Scientific Reports*, and *International Orthopaedics*. He was awarded “the New 100-Talent Program of Shanghai Jiao Tong University” in 2011. He was nominated for “Top Ten Youth” in Shanghai Jiao Tong University School of Medicine by “Light of Life” Huitianfu Youth Medical Talent Development Fund in 2014. Moreover, he was enrolled into “Shanghai Pujiang Plan” and “Shanghai Municipal Education Commission—Gaofeng Clinical Medicine Grant Support” in 2016.



## 综述

## 脊髓损伤神经源性肠道功能障碍研究进展

高 涛, 朱晓中, 鲍丙波, 李星玮, 郑宪友

上海交通大学附属第六人民医院骨科, 上海 200233

**[摘要]** 脊髓损伤具有高发生率、高致残率、高耗费以及低龄化等特点, 给患者及社会造成巨大负担。神经源性肠道功能障碍为脊髓损伤的严重并发症之一, 常表现为便秘、大便失禁等, 严重限制患者社交活动, 降低患者生活质量, 是临床上亟待解决的一大难题。近年来, 对于脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍的关注日益提升。该文就其流行病学、分类、病理生理机制、诊断以及治疗方法等进行综述。

**[关键词]** 脊髓损伤; 神经源性肠道功能障碍; 诊断; 治疗

**[DOI]** 10.3969/j.issn.1674-8115.2018.09.019 **[中图分类号]** R651.2 **[文献标志码]** A

## Research progress of neurogenic bowel dysfunction in spinal cord injury

GAO Tao, ZHU Xiao-zhong, BAO Bing-bo, LI Xing-wei, ZHENG Xian-you

Department of Orthopaedics, Shanghai Sixth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200233, China

**[Abstract]** Spinal cord injury has the characteristics of high incidence, high disability, high cost and younger age. It imposes a huge burden on patients and society. Neurogenic bowel dysfunction is one of the serious complications of spinal cord injury. It often manifests as constipation and fecal incontinence, which severely limit the social activities of patients and reduce the quality of life. It is a major problem for clinicians to solve. In recent years, the concern for neurogenic bowel dysfunction after spinal cord injury has been increasing. This article reviewed its epidemiology, classification, pathophysiological, diagnosis and treatment.

**[Key words]** spinal cord injury; neurogenic bowel dysfunction; diagnosis; treatment

神经源性肠道功能障碍 (neurogenic bowel dysfunction, NBD) 是由于神经损伤或出生缺陷而丧失或缺乏正常的肠道功能, 其特点为无法控制粪便从身体排出。病因多为脊髓损伤、多发性硬化、中风、帕金森病以及先天性疾病如脊柱裂、脑瘫等<sup>[1]</sup>。脊髓损伤患者具有高发生率、高致残率、高耗费和低龄化的特点。NBD 作为脊髓损伤的严重并发症之一, 是常见而又容易被忽略的问题。患者常表现为便秘、大便失禁、痔疮以及腹胀等, 生活质量受到严重影响<sup>[2]</sup>。本文就脊髓损伤后继发 NBD 的流行病学、分类及病理生理机制、诊断以及治疗方法作一综述。

## 1 脊髓损伤及 NBD 的流行病学状况

全世界范围内脊髓损伤的发生率平均为 10 ~ 40 人 /

100 万人<sup>[3]</sup>。目前约有 250 万人生活在脊髓损伤所带来的巨大痛苦中<sup>[4]</sup>。美国每年脊髓损伤发生率达 40 人 / 10 万人, 即每年约新增 12 000 名脊髓损伤患者; 其中 80.7% 为男性, 一半以上患者年龄在 16 ~ 30 岁之间<sup>[5]</sup>。我国亦为脊髓损伤高发生率国家, 但尚无全国性范围内的统计; 北京市 2002 年脊髓损伤发生率为 60.6 人 / 100 万人<sup>[6]</sup>, 天津市 2004—2008 年脊髓损伤发生率为 23.7 人 / 100 万人<sup>[7]</sup>。随着医疗条件的改善, 急性脊髓损伤病死率相对降低。但很多慢性并发症对患者造成了极大困扰, 包括瘫痪、神经源性膀胱功能障碍、性功能障碍以及 NBD; 其中 NBD 问题日益突出, 被患者视为影响生活的中度至重度问题, 严重限制患者的社交活动并降低其生活质量<sup>[8]</sup>。NBD 几乎困扰着所有慢性脊髓损伤患者: 高达 95% 的患者出现便秘; 每年至少发生 1 次大便失禁者高达 75%, 每日发生者平均为 5%<sup>[9]</sup>。

**[基金项目]** 国家自然科学基金 (81672144); 上海市教育委员会高峰高原学科建设计划 (20161429) (National Natural Science Foundation of China, 81672144; Shanghai Municipal Education Commission—Gaofeng Clinical Medicine Grant Support, 20161429)。

**[作者简介]** 高 涛 (1994—), 男, 硕士生; 电子信箱: gaotaofenzi@163.com。

**[通信作者]** 郑宪友, 电子信箱: zhengxianyou@126.com。

## 2 NBD 的分类及病理生理学机制

正常的排便反射在脊髓的介导下以及大脑的协调下完成。当粪便充满直肠, 牵张感受器被激活, 向脊髓发放冲动; 兴奋支配结直肠的副交感神经节后纤维, 引起平滑肌收缩, 将粪便推挤向肛门。同时, 感觉冲动还上传至大脑皮层, 引起便意。若条件许可, 结直肠收缩, 肛门外括约肌舒张, 完成排便。如条件不许可, 大脑皮层发出冲动, 下行抑制脊髓腰骶部初级中枢, 使肛门括约肌紧张、乙状结肠舒张, 排便反射被抑制。

脊髓损伤会破坏正常排便反射, 导致肠道功能障碍。患者的症状根据脊髓损伤的类型和水平而有所不同。便秘以及大便失禁等均是脊髓损伤的常见并发症, 但患者具有的症状及其表现程度千变万化, 其病理生理机制非常复杂。一般而言, 便秘的病理生理机制是排便困难, 腹部肌肉薄弱, 直肠感觉受损和结肠通过时间延迟; 大便失禁的机制是肛门外括约肌收缩的缺乏或减弱, 不受抑制的直肠收缩及直肠感觉受损<sup>[10]</sup>。对于脊髓损伤患者结肠的形态学研究<sup>[11]</sup>显示, 失去外在神经支配后, 结肠内在神经系统形态发生巨大改变, 表现为肌间神经元损失、肌间神经丛神经纤维密度下降以及周围 Cajal 间质细胞被破坏。这可能是患者结肠运动减弱的主要机制。

根据脊髓损伤的水平, NBD 可分为上、下运动神经源性 NBD 2 类。上运动神经源性 NBD, 又称为反射性肠道功能障碍, 损伤节段为第 12 胸椎及以上, 排便反射弧及中枢未受损伤; 交感神经失去上位中枢的控制, 对于肠道的抑制性作用增强, 因此患者的直肠、肛管顺应性增加<sup>[12]</sup>; 其排便反射存在, 可通过反射自动排便, 但缺乏高级中枢主动控制能力, 易出现大便失禁。下运动神经源性 NBD, 又称为弛缓性肠道功能障碍, 损伤部位为脊髓圆锥及马尾 (第 1 腰椎以下), 排便反射弧被破坏; 副交感神经对于肠道起兴奋性作用, 其损伤导致直肠顺应性下降, 因此排便反射消失, 易发生便秘。

## 3 NBD 的诊断方法

对 NBD 的治疗有赖于对其分类及严重程度的准确评估, 且评估的准确性对于治疗效果好坏以及后续治疗方案的选择具有重要的指导意义。现有的评估脊髓损伤患者肠道功能的手段非常有限, 常规的诊断方法包括: 临床病史、问卷量表、直肠肛管测压、腹部 X 光、结肠通过时间测试等。近年来的一些研究表明, B 超、核磁共振等亦可为 NBD 的评估提供更加客观精确的参考价值。这些方法

各有其优缺点: 临床病史简便但可靠性欠佳; 问卷量表可操作性强但偏于主观; 结肠通过时间测试最为客观但操作繁琐、耗时过长; B 超、核磁共振等便于动态观测且对人体无害, 但无法检测功能变化; 肛管直肠测压准确可靠, 但为侵入性操作, 患者不适感较强。

### 3.1 了解临床病史

临床病史是评估 NBD 常用、简便的方法, 包括排便频率、粪便性状、饮食等。但是该方法过分依赖于患者的主观症状。据文献<sup>[13]</sup>报道, 相当多的患者对大便习惯的记忆不准确, 其对大便习惯的主诉往往与结肠通过时间测试的结果不符, 相关性很低; 因此患者报告的大便次数对于便秘的诊断常起到误导作用。应合理应用肠道日记和结肠通过时间测试等更加客观的证据来明确诊断。

### 3.2 问卷量表评估

NBD 评分是 Krogh 等<sup>[14]</sup>于 2006 年制定的基于症状来评价 NBD 的问卷, 其有效性及可重复性均已得到有力的证明。该问卷包括 10 项问题, 总分 47 分。0 ~ 6 分为肠道功能障碍非常轻微, 7 ~ 9 分为轻度肠道功能障碍, 10 ~ 13 分为中度肠道功能障碍, 14 分及以上则为重度肠道功能障碍。该问卷被广泛应用于临床上对于脊髓损伤后 NBD 的评估<sup>[15]</sup>, 以及衡量各种治疗措施对于肠道功能障碍的改善效果<sup>[16-17]</sup>。一项前瞻性研究<sup>[18]</sup>表明, 患者总体印象 - 严重度 (patient global impression of severity, PGI-S) 评分与脊髓损伤患者的 NBD 评分具有较强的相关性; 且该问卷仅包括 1 项问题, 即肠道症状的严重程度 (无、轻度、中度和重度), 与 NBD 评分相比, 具有操作更为简便的优点。布里斯托大便分类法 (Bristol stool chart) 由 Lewis 等<sup>[19]</sup>于 1997 年发表。该分类法根据大便的形状、形态将其分为 7 类, 可用于评估大便顺应性及结肠通过时间, 被广泛应用于临床<sup>[18]</sup>。其他较为经典的问卷量表还有评估便秘的便秘评估量表 (constipation assessment scale, CAS) 和便秘患者生存质量自评量表 (patient assessment of constipation quality of life scale, PAC-QOL)<sup>[17]</sup>等。

### 3.3 直肠肛管测压

直肠肛管测压技术已有 100 多年的历史, 该项技术安全、无创、客观, 被广泛应用于各种肛肠疾病, 是评估肛门括约肌功能和肛门直肠协调性的常用检测方法。与正常人相比, 上运动神经元性 NBD 患者的肛管静息压下降, 而下运动神经元性 NBD 患者的肛管收缩压下降, 且此 2 类患者的直肠肛门抑制反射的下降幅度均比正常人大<sup>[20]</sup>。



后续发展出诸如高分辨率直肠肛管测压<sup>[21]</sup>以及床旁直肠肛管测压<sup>[22]</sup>等新技术,可更加方便、快捷、准确、可靠地评估 NBD。

### 3.4 影像学检查

**3.4.1 腹部平片** 结肠通过时间是评估脊髓损伤患者结肠动力的客观指标之一。测定方法最早由 Hinton 等<sup>[23]</sup>于 1969 年提出,又称为不透 X 线标志物法。该法利用不透 X 线标志物在腹部平片的消失情况进行观察、计算,但较为复杂、耗时。Park 等<sup>[24]</sup>发现通过单纯腹部平片测定 Starreveld 评分及 Leech 评分可评估脊髓损伤患者肠道功能,与结肠通过时间测试结果相符,具有较高的相关性。该方法亦可用于评估结肠中粪便的分布,且在巨结肠检查中经济、简便、省时,具有独特的优势。

**3.4.2 B 超** Kim 等<sup>[25]</sup>报道使用超声测量直肠直径和面积有助于对 NBD 进行分类。这是由于排便后,上运动神经源性肠道的直肠直径和面积比下运动神经源性肠道要小得多,且相比直肠直径,直肠面积更具有评估价值。使用超声协助诊断 NBD 具有无创、可动态监测等优点,但目前未形成明确的标准,尚需相关研究予以完善以便对临床医师进行指导。

**3.4.3 核磁共振** 研究<sup>[26]</sup>发现,常规的 3T 磁共振-排粪造影术亦可作为一种安全无创的脊髓损伤 NBD 诊断评估方法;其通过可视化测量排便过程中肛门直肠角、肛门直肠下降度以及盆底薄弱度等指标的动态变化过程,为 NBD 患者的诊断提供客观的依据,并对个性化治疗方案的选择具有重要的参考价值。但是该方法的一大突出缺点是耗时过长。报道<sup>[26]</sup>中 1 名患者于测试过程中产生轻微的 I 度压疮,因此应充分考虑此风险并有效规避。

## 4 NBD 的治疗方法

### 4.1 肠道管理

对于并发 NBD 的脊髓损伤患者,完善的肠道管理计划是非常必要的。肠道管理的主要目的是及时完成排便和避免大便失禁。第一步为通过充足的液体和纤维摄入量使粪便的顺应性最佳,以及通过直肠刺激以达到定期排便。第二步为一系列其他非侵入性干预措施,包括:Valsalva 动作或腹部按摩<sup>[27]</sup>以增加腹内压;口服药物<sup>[28]</sup>——大便软化剂、兴奋剂泻药和促动力药物;饮食调节<sup>[29]</sup>;生物反馈(一种改变肠道功能的再教育策略)<sup>[16]</sup>;电刺激和功能磁刺激<sup>[30]</sup>。此外,尚有一些辅助器械作为相关补充。如经肛门结肠灌洗可缩短 NBD 患者结肠清洁时间、增加自主护理

能力以及提高生活质量,但患者常抱怨操作复杂、依从性较差<sup>[31]</sup>;肛塞对大部分大便失禁的患者是有益的,但是多数患者难以忍受<sup>[32]</sup>。成功的肠道管理的关键是频繁的患者教育和培训。如果肠道管理失败,需要考虑手术治疗。

### 4.2 手术治疗

目前脊髓损伤后 NBD 的手术治疗方法有限,主要应用于保守治疗失败的患者。手术方式包括骶神经调节(sacral neuromodulation, SNM)、顺行性灌肠术(antegrade continent enema, ACE)、人造肛门括约肌(artificial anal sphincter, AAS)、造口术以及肛后修复术等。

**4.2.1 SNM** SNM 包括骶神经前根刺激术(sacral anterior root stimulation, SARS)和骶神经根刺激术(sacral nerve stimulation, SNS)。SARS 于 1976 年应用于人体,获得了良好的排尿效果,肠道功能障碍的改善亦有相关报道<sup>[33]</sup>。SARS 的具体做法为将电极置入于第 2、3、4 骶神经前根,并进行完全性骶部去传入术避免反射性大便失禁的发生;患者可通过发射器发出高压、短暂的电刺激产生排尿、排便反应。SNS 类似于 SARS,但使用低幅度电流缓慢持续刺激骶神经丛,电刺激停止时发生排尿、排便。然而 SNM 术式要求患者的骶神经传出神经功能正常且直肠肛管结构功能完善,对于完全性脊髓损伤的肠道功能障碍无改善作用,故需对患者进行严格选择;且由于该刺激器植入人体,须注意感染的预防及治疗<sup>[34]</sup>。

**4.2.2 ACE** ACE 最早由 Malone 等<sup>[35]</sup>报道,成功治疗 5 例顽固性粪便失禁患儿。该术式为将阑尾远端切除部分,引至脐部或者右下腹壁做一造口,应用阑尾在腹壁于肠管之间建立一通道,并于阑尾盲肠连接处置一抗反流装置,防止粪便泄漏。术后进行顺行性灌肠时,经腹壁造口处注入灌肠液,即可排空结肠,达到排便控制。ACE 主要应用于 NBD 患儿,各种改良术式使其达到更加微创的效果,且治疗效果不差于传统开放手术。改良术式包括腹腔镜、机器人辅助以及腹腔镜单点入路等<sup>[36]</sup>。然而,造口狭窄是最常见的并发症,发生率为 8%~50%<sup>[37]</sup>。粪便泄漏或反流是较少见但非常重要的并发症,对生活质量有严重影响。

**4.2.3 AAS** AAS 于 1987 年首次被报道<sup>[38]</sup>,系根据尿失禁治疗装置改进而来,主要应用于大便失禁患者。现有报道<sup>[39]</sup>指出置入人造肛门括约肌后达到大便节制的成功率从 41%至 90%不等,然而大部分相关研究样本量过少或未说明纳入受试者数量。因此,AAS 的安全性及有效性尚需大量临床试验证据支持。

**4.2.4 造口术** 造口术包括回肠造口术、盲肠造口术以及





结肠造口术等,通常作为最后的手段,应用于肠道并发症持续存在且其他手术治疗均失效的患者。该术式可显著缩短患者肠道管理所花费的时间,提高生活质量<sup>[40]</sup>。研究<sup>[41]</sup>表明,对于脊髓损伤患者,乙状结肠为最佳造口位置。然而,肠造口术可出现很多并发症,包括转移性结肠炎、肠梗阻、造口局部缺血、造口回缩、造口脱垂、造口旁疝等。多数并发症可另行手术矫正。

**4.2.5 肛后修复术** 肛后修复术是将耻骨直肠肌内侧与肛门外括约肌折叠缝合,以增强外括约肌强度。虽然此术式较其他手段更为经济,但长期效果不佳,比较适合老年患者或具有严重并发症的患者<sup>[42]</sup>。

**4.2.6 其他手术治疗方法** 此外,尚有一些治疗手段仍处于基础研究阶段,如将生殖股神经的生殖支移位至盆神经,可部分改善脊髓损伤大鼠的直肠功能<sup>[43]</sup>。生殖股神经的生殖支是混合神经,来源于L1~L2。该神经移位术的适用范围更广,对于某些高位脊髓损伤亦可发挥作用,且该术式不直接涉及脊髓神经,因此更加安全、简便。另外,有方法<sup>[44]</sup>提到将L5脊神经前后根移位至S1脊神经

前后根重建人工排便反射弧,可同时建立感觉和运动神经通路,且首次与大脑进行联系,为自主控制排便提供了物质基础。然而此2项研究均未将供支神经所支配效应器官的功能纳入考虑,因此其安全性尚值得商榷,未来是否将其转化至临床仍需谨慎考虑。

## 5 结语

随着经济的发展、人口老龄化等问题的出现,脊髓损伤的发病率呈现逐年升高的趋势。大多数脊髓损伤患者在很长的一段时间中深受神经源性肠道、膀胱功能障碍等慢性并发症的困扰。而随着膀胱功能重建的研究不断加深,肠道功能障碍也就变得日益突出。然而目前研究者对于NBD的关注与理解过于薄弱,包括:其病理生理机制尚未完全理解,分类方法尚未统一,评估手段单一匮乏,治疗措施多为对症姑息治疗,难以取得令人满意的疗效。因此尚需更多的研究深入了解脊髓损伤后NBD,革新治疗方法,以改善患者长期预后,提高患者生活质量。

## 参·考·文·献

- [1] Gardiner AB, Wallace E. Identifying patient problems and devising care pathways with the neurogenic bowel dysfunction score[J]. *Gastrointest Nurs*, 2014, 12(2): 17-23.
- [2] Nevedal A, Kratz AL, Tate DG. Women's experiences of living with neurogenic bladder and bowel after spinal cord injury: life controlled by bladder and bowel[J]. *Disabil Rehabil*, 2015, 38(6): 573-581.
- [3] 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.
- [4] Singh A, Tetreault L, Kalsi-Ryan S, et al. Global prevalence and incidence of traumatic spinal cord injury[J]. *Clin Epidemiol*, 2014, 6: 309-331.
- [5] National Spinal Cord Injury Statistical Center. Spinal cord injury facts and figures at a glance[J]. *Am Paraplegia Soc*, 2014, 36(6): 243-244.
- [6] Wei B, Hao C, Wang D, et al. The epidemiological survey of acute traumatic spinal cord injury (ATSCI) of 2002 in Beijing municipality[J]. *Spinal Cord*, 2011, 49(7): 777-782.
- [7] Wu Q, Li YL, Ning GZ, et al. Epidemiology of traumatic cervical spinal cord injury in Tianjin, China[J]. *Spinal Cord*, 2012, 50(10): 740-744.
- [8] Pires JM, Ferreira AM, Rocha F, et al. Assessment of neurogenic bowel dysfunction impact after spinal cord injury using the International Classification of Functioning, Disability and Health[J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2018. DOI: 10.23736/S1973-9087.
- [9] Naicker AS, Roohi SA, Naicker MS, et al. Bowel dysfunction in spinal cord injury[J]. *Med J Malaysia*, 2008, 63(2): 104-108.
- [10] Vallès M, Mearin F. Pathophysiology of bowel dysfunction in patients with motor incomplete spinal cord injury: comparison with patients with motor complete spinal cord injury[J]. *Dis Colon Rectum*, 2009, 52(9): 1589-1597.
- [11] den Braber-Ymker M, Lammens M, van Putten MJ, et al. The enteric nervous system and the musculature of the colon are altered in patients with spina bifida and spinal cord injury[J]. *Virchows Arch*, 2017, 470(2): 175-184.
- [12] Rasmussen MM, Krogh K, Clemmensen D, et al. Colorectal transport during defecation in subjects with supraconal spinal cord injury[J]. *Spinal Cord*, 2013, 51(9): 683-687.
- [13] Krogh K, Mosdal C, Laurberg S. Gastrointestinal and segmental colonic transit times in patients with acute and chronic spinal cord lesions[J]. *Spinal Cord*, 2000, 38(10): 615-621.
- [14] Krogh K, Christensen P, Sabroe S, et al. Neurogenic bowel dysfunction score[J]. *Spinal Cord*, 2006, 44(10): 625-631.
- [15] Erdem D, Hava D, Keskinoglu P, et al. Reliability, validity and sensitivity to change of neurogenic bowel dysfunction score in patients with spinal cord injury[J]. *Spinal Cord*, 2017, 55(12): 1084-1087.
- [16] Mazor Y, Jones M, Andrews A, et al. Anorectal biofeedback for neurogenic bowel dysfunction in incomplete spinal cord injury[J]. *Spinal Cord*, 2016, 54(12): 1132-1138.
- [17] Esfandiari E, Feizi A, Heidari Z, et al. Novel effects of traditional wooden toothbrush on bowel motility symptoms in spinal cord injury patients; findings from a pilot quasi-experimental study[J]. *Int J Prev Med*, 2017, 8(1): 46.
- [18] Prévinaire JG, Soler JM, Mortier PE, et al. Assessment of severity of neurogenic bowel dysfunction in chronic patients with a simple 1-item questionnaire (PGI-S)[J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2016, 59: e128.
- [19] Lewis SJ, Heaton KW. Stool form scale as a useful guide to intestinal transit time[J]. *Scand J Gastroenterol*, 1997, 32(9): 920-924.
- [20] Trivedi PM, Kumar L, Emmanuel AV. Altered colorectal compliance and anorectal physiology in upper and lower motor neurone spinal injury may explain bowel symptom pattern[J]. *Am J Gastroenterol*, 2016, 111(4): 552-560.
- [21] Carrington EV, Brokjaer A, Craven H, et al. Traditional measures of normal anal sphincter function using high-resolution anorectal manometry (HRAM) in 115 healthy volunteers[J]. *Neurogastroenterol Motil*, 2014, 26(5): 625-635.
- [22] Bharucha AE, Stroetz R, Feuerhak K, et al. A novel technique for bedside anorectal manometry in humans[J]. *Neurogastroenterol Motil*, 2015, 27(10): 1504-1508.
- [23] Hinton JM, Lennard-Jones JE, Young AC. A new method for studying gut transit times using radioopaque markers[J]. *Gut*, 1969, 10(10): 842-847.
- [24] Park HJ, Noh SE, Kim GD, et al. Plain abdominal radiograph as an evaluation method of bowel dysfunction in patients with spinal cord injury[J]. *Ann Rehabil Med*, 2013, 37(4): 547-555.
- [25] 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.
- [26] Putz C, Alt CD, Hensel C, et al. 3T MR-defecography: a feasibility study in sensorimotor complete spinal cord injured patients with neurogenic bowel dysfunction[J]. *Eur J Radiol*, 2017, 91: 15-21.
- [27] 吴姿蓉, 林秋菊, 王秀红. 腹部按摩于改善脊髓损伤者神经性肠道功能障碍之成效: 系统性文献回顾[J]. *护理杂志*, 2017, 64(1): 90-97.
- [28] Yi Z, Jie C, Wenyi Z, et al. Comparison of efficacies of vegetable oil based



- and polyethylene glycol based bisacodyl suppositories in treating patients with neurogenic bowel dysfunction after spinal cord injury: a meta-analysis[J]. *Turk J Gastroenterology*, 2014, 25(5): 488-492.
- [29] Burns AS, Stgermain D, Connolly M, et al. Phenomenological study of neurogenic bowel from the perspective of individuals living with spinal cord injury[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2015, 96(1): 49-55.
- [30] Worsøe J, Rasmussen M, Christensen P, et al. Neurostimulation for neurogenic bowel dysfunction[J]. *Gastroenterol Res Pract*, 2013, 2013: 563294.
- [31] Midrio P, Mosiello G, Ausili E, et al. Peristeen® transanal irrigation in paediatric patients with anorectal malformations and spinal cord lesions: a multicentre Italian study[J]. *Colorectal Dis*, 2016, 18(1): 86-93.
- [32] Deutekom M, Dobben A. Plugs for containing faecal incontinence[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2005(3): CD005086.
- [33] Rasmussen MM, Kutzenberger J, Krogh K, et al. Sacral anterior root stimulation improves bowel function in subjects with spinal cord injury[J]. *Spinal Cord*, 2015, 53(4): 297-301.
- [34] Bramall A, Chaudhary B, Ahmad J, et al. Chronic infection of a Brindley sacral nerve root stimulator[J]. *BMJ Case Rep*, 2016. DOI: 10.1136/bcr-2015-213249.
- [35] Malone PS, Ransley PG, Kiely EM. Preliminary report: the antegrade continence enema[J]. *Lancet*, 1990, 336(8725): 1217-1218.
- [36] Gor RA, Long CJ, Shukla AR, et al. Multi-institutional experience in laparoendoscopic single-site surgery (LESS): for major extirpative and reconstructive procedures in pediatric urology[J]. *Urology*, 2015, 88: 173-178.
- [37] Chéreau N, Lefèvre JH, Shields C, et al. Antegrade colonic enema for faecal incontinence in adults: long-term results of 75 patients[J]. *Colorectal Dis*, 2011, 13(8): e238-e242.
- [38] Christiansen J, Lorentzen M. Implantation of artificial sphincter for anal incontinence[J]. *Lancet*, 1987, 330(8553): 244-245.
- [39] Ortiz H, Armendariz P, DeMiguel M, et al. Complications and functional outcome following artificial anal sphincter implantation[J]. *Br J Surg*, 2002, 89(7): 877-881.
- [40] Hansen RB, Staun M, Kalhauge A, et al. Bowel function and quality of life after colostomy in individuals with spinal cord injury[J]. *Am Paraplegia Soc*, 2016, 39(3): 281-289.
- [41] Xu J, Dharmarajan S, Johnson FE. Optimal colostomy placement in spinal cord injury patients[J]. *Am Surg*, 2016, 82(3): 278-280.
- [42] Mackey P, Mackey L, Kennedy ML, et al. Postanal repair: do the long-term results justify the procedure?[J]. *Colorectal Dis*, 2010, 12(4): 367-372.
- [43] Dong C, Zhu P, Xie Z, et al. Reinnervation of the rectum with transfer of the genital branch of the genitofemoral nerve to the pelvic nerve in rats[J]. *J Neurosurg Spine*, 2018, 28(5): 562-567.
- [44] Bao B, Fu K, Zheng X, et al. Novel method for restoration of anorectal function following spinal cord injury *via* nerve transfer in rats[J]. *J Spinal Cord Med*, 2018: 1-8. DOI: 10.1080/10790268.2018.1444542.

[ 收稿日期 ] 2018-05-13

[ 本文编辑 ] 崔黎明

